

XVI. Holz

Drechselholz

Die Griffe an den Absperrhähnen und die Zylinderverkleidung sind aus Grenadillholz gedreht worden. Grenadill- oder Drechselholz ist ein afrikanisches Holz, aus dem vorwiegend Holzblasinstrumente hergestellt werden.

Es ist außerordentlich hart, stark ölhaltig, hat ein dichtes Gefüge und ist schwerer als Wasser. Nur das braunschwarze Kernholz wird verwendet; das Splintholz ist hell.

Grenadillholz kann auf der Drehmaschine hervorragend bearbeitet werden und ergibt mit einem scharfen Drehstahl eine glatte, mattglänzende Oberfläche, die nicht weiter behandelt werden muß.

Interessant ist die Bezugsquelle: Als spezielles Kaminholz im 50kg-Sack vom

Kaminholzhändler. Es handelt sich dabei offenbar um Abfallholz aus der Instrumentenherstellung, enthält aber jede Menge brauchbarer Stücke für den Modellbauer.

Jürgen Barth

Grundplatten

Bei den Arbeitsplatten (Marmor-design u.a.) moderner Küchen werden für die Spüle große Stücke ausgesägt und weggeworfen. Setzen Sie sich mit den Handwerksbetrieben in Verbindung; denn diese Abfallstücke sind ideal für die Grundplatten unserer Maschinen. Dunkel gebeizte und gefräste Leisten geben dem Ganzen einen dekorativen Rahmen.

Ernst Vogt

XVII. Injektoren

Bauanleitung

Lange Zeit betrachtete man Injektoren als unzuverlässige Aggregate. Für heute trifft dies jedoch nicht mehr zu. Tatsächlich arbeiten derzeit hunderte von Injektoren zufriedenstellend an kleinen Booten und Modell-Lokomotiven.

In vieler Hinsicht ist ein Injektor leichter herzustellen und einzubauen als eine Pumpe, obwohl die erforderlichen Rohrleitungen aufwendiger sind.

1. Die Hauptvorteile eines Injektors

gegenüber einer Pumpe sind wie folgt:

- Eine achsgetriebene Pumpe fördert nur dann, wenn die Dampfmaschine läuft.
- Er kann an jeder Stelle montiert werden, an der er leicht zugänglich

ist und wo er wegen Reinigung oder Neuregelung einfach und schnell innerhalb Minuten ein- und ausgebaut werden kann.

- Ein Injektor hat einen besseren Wirkungsgrad als eine Pumpe, weil er das Speisewasser in heißem Zustand in den Kessel einbringt und es gibt keine Reibungsverluste durch bewegte Teile.
- Der einzige Nachteil ist, daß er nicht imstande ist (ohne komplizierte Zusatzbauteile), heißes Wasser zu fördern.

Im Injektor laufen 3 verschiedene Prozesse ab. Zuerst wird die Druckenergie des Dampfes in Kinetische Energie umgesetzt. Diese wird dann in das Speisewasser eingebracht, welche dann wieder in Druckenergie umgewandelt wird, wobei

der Druck des Speisewassers höher als der Kesseldruck ist.

Wenn sich eine geschlossene ununterbrochene Flüssigkeitssäule in einem geschlossenen Raum befindet und bewegt, sind Druck und Geschwindigkeit gegeneinander austauschbar.

Wenn sich der Querschnitt des Raumes (Rohres) vergrößert, wird die Geschwindigkeit verringert und der Druck erhöht. Bei Verringerung des Querschnittes erhöht sich die Geschwindigkeit und der Druck verringert sich. Durch die Verringerung der Geschwindigkeit erhöht sich der Druck soweit, daß die Wassersäule imstande ist, in den Kessel gegen den Kesseldruck einzudringen. Diese Geschwindigkeits- und Druckänderungen und die Wandreibung der Flüssigkeitssäule u.v.a. verursachen Verluste.

2. Ein typischer Injektor (Abb. 1)

besteht aus drei verschiedenen Konussen; dem Dampfkonus, dem Mischkonus und dem Druckerhöhungskonus.

Die drei Konusse sind im Injektorgehäuse hintereinander, einer hinter dem anderen eingebaut.

2.1.

Dampf wird aus dem Kessel dem Dampfkonus zugeführt. Gleichzeitig wird Speisewasser zwischen Dampf- und Mischkonus zugeführt.

Oberhalb des Mischkonus ist ein Rückschlagventil eingebaut, welches den Durchgang zu einer Überlaufleitung öffnet.

Im Dampfkonus wird Druckenergie im höchstmöglichen Maß in kinetische Energie umgewandelt. Dies wird mittels einer sich zuerst verengenden Düse erreicht, wodurch die Strömungsgeschwindigkeit = kinetische Energie – stark erhöht wird. Sodann erweitert sich diese Düse etwas, wodurch der Dampf soweit expandiert, bis der statische Druck des Dampfes unter den atmosphärischen Druck abfällt.

Sowohl Innen- als auch Außenseite sollten auf Glanz poliert werden, u.zw. an den Stellen, wo sie von Dampf oder Wasser berührt werden. An kleinen Injektoren sollte die Austrittskante der Dampfdüse messerscharf ausgeführt werden.

Die Ausströmöffnung der Dampf-Düse soll so positioniert werden, daß sie etwa in die Eintrittsöffnung der Mischdüse hineinragt und zwar etwa so weit, wie der Durchmesser der Drucksteigerungsdüse an deren engster Stelle (A in Abb. 1) beträgt, eventuell auch etwas weniger.

Es ist aber darauf zu achten, daß der Spalt zwischen Dampf- und Mischdüse nicht zu klein wird, da er sonst durch kleine Rostpartikel u.ä. verstopft werden kann. Notfalls

– bei sehr kleinen Injektoren wird man in die Speisewassersaugleitung kurz vor dem Injektor einen Schmutzfänger einbauen.

2.2

Man kann natürlich den Mischkonus auch in einem Stück machen, es ist aber der zweiteilige Mischkonus vorteilhafter. Der Winkel des Mischkonus ist im allgemeinen nicht kritisch.

9° Öffnungswinkel ist aber allgemein üblich und zufriedenstellend.

In manchen Kleininjektoren (spez. bei Modell-Lokomotiven) wird ein großer Abstand zwischen der Austrittsöffnung der Dampfdüse und der Eintrittsöffnung der Mischdüse vorgesehen, und die Speisewassermenge wird durch Drosseln des Speisewassers mittels eines Ventils in der vom Tender kommenden Speisewasserzuleitung reguliert.

Nach meinem Dafürhalten ist dies schlecht, da jeder Injektor – wie jede Maschine – mit dem höchstmöglichen Wirkungsgrad arbeiten sollte, d.h. nicht nur das Dampfventil sondern auch das Wasserventil soll ganz geöffnet sein.

Die Austrittsöffnung der Mischdüse sollte außen rundherum hinterdreht werden, so daß der Spalt zwischen Mischkonus und dem Druckerhöhungskonus möglichst groß ist und dem Überlaufwasser beim Ausfließen möglichst kein Widerstand entgegengesetzt wird.

2.3.

Die Funktion des Drucksteigerungskonus besteht darin, den aus der Mischdüse mit hoher Geschwindigkeit austretenden Strahl – gemischt aus kondensiertem Dampf und Wasser – aufzu-

nehmen, wobei der atmosphärische Druck dieses Strahles gering, aber die kinetische Energie sehr hoch ist.

Durch die konische Erweiterung des Drucksteigerungskonus wird die Strahlggeschwindigkeit herabgesetzt, wodurch sich der statische Druck erhöht, und zwar höher als der Druck im Kessel ist. Die Eintrittsöffnung in diesem Konus muß gut abgerundet und spiegelglatt hergestellt werden, um gute Ergebnisse zu erzielen.

Der innere Durchmesser A des Düsenhalses (also des kleinsten Durchmessers) des Drucksteigerungskonus bestimmt ganz wesentlich die Liefermenge des Injektors. Es ist daher üblich, diesen Durchmesser als Basis für alle anderen wesentlichen Maße eines Injektors zu nehmen.

3. Auslegung des Injektors:

Die Liefermenge kleiner Injektoren der Bauart wie in Abb. 1 dargestellt, kann annähernd jedoch mit ausreichender Genauigkeit mit folgender Formel errechnet werden:

$$V = A^2 \times 66 \quad 3.1.$$

oder

$$A = \sqrt[2]{\frac{V}{66}} \quad 3.2.$$

dabei ist: Liefermenge V in kg/h
Düsenhals Ø A in mm Ø

Da im allgemeinen die Saughöhe eines Injektors nicht sehr wichtig ist, weil man ihn meist so einbauen kann, daß das Wasser mit eigenem Gefälle zuläuft, ist es jedoch ein Vorteil, daß ein Injektor auch aus tiefer liegenden Tanks Wasser ansaugen kann.

Abb. 1

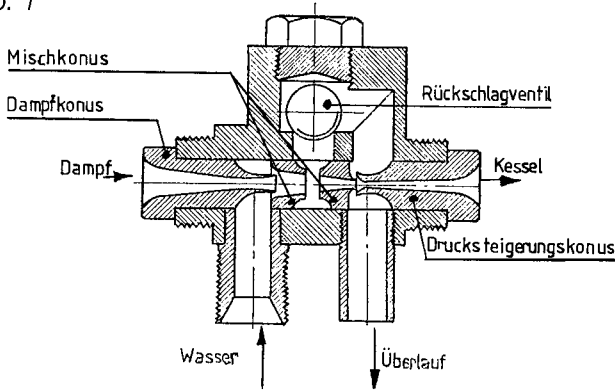
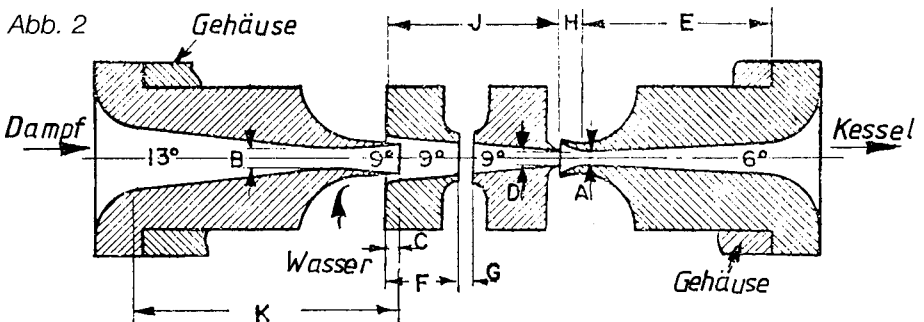


Abb. 2



Der Vorteil des Zulaufes im freien Gefälle liegt darin, daß, wenn z.B. das Ventil in der Dampfzuleitung zum Injektor etwas undicht ist, wird der Injektor aufgeheizt und springt dann trotzdem schnell an, weil bei freiem Gefällezulauf der Injektor durch das zulaufende Kaltwasser abgekühlt wird.

Um die Saug Eigenschaften des Injektors sicherzustellen, muß der erste Teil des Mischkonusses genügend lang sein, und der Dampfkonus muß als Ejektor arbeiten, so daß im Wasserraum ein partielles Vakuum aufgebaut wird.

Das Injektorgehäuse sollte aus einem Gußstück oder aus einem massiven Block aus Messing gearbeitet werden. Die Wandstärken sollten so gering wie möglich sein, damit ein heißer Injektor möglichst schnell abkühlt.

Der Außendurchmesser der verschiedenen Konen sollte so ausgeführt werden, daß diese gut passend im Gehäuse sitzen, der Dampf- und der Drucksteigerungskonus mit einem leichten Gleitsitz, der Mischkonus dicht sitzend.

Beim Bohren der Konen wird vorerst kleiner vorgebohrt und später mit einem genauen konischen Kanonenbohrer aufgebohrt.

3.3.

Diese **Kanonenbohrer** kann man selbst aus Silberstahl herstellen, und zwar, indem man den Silberstahl in der Drehmaschine eingespannt mit hoher Drehzahl laufen läßt und mit einer Flachfeile den Konus feilt, und zwar wie folgt:

- 6° = 10,5 mm auf 100 mm **3.**
- 9° = 15,8 mm auf 100 mm **4.**
- 13° = 23,1 mm auf 100 mm **5.**

Obige Werte sind enge Näherungen an den theoretischen Wert, genügen aber für unsere Praxis. Beim Feilen des Konusses sollte man nicht versuchen, sofort den ganzen Konus zu feilen, sondern zuerst mit einem steileren Konus zu beginnen und langsam die Feile flacher legen, bis man den gesamten Konus fertig hat.

Zum Schluß mit einer Polierfeile abziehen, welche breiter als der Konus ist. Beim Feilen der Flachfläche am stärkeren Ende

beginnen und nur mit leichtem Druck feilen.

Achtung beim Härten und Tempern! Nur indirekte Hitze anwenden, das dünnere Ende kann leicht überhitzt werden.

4. Injektor-Einbau:

Wie schon weiter oben beschrieben, soll ein Injektor möglichst unterhalb des Speisewasserbehälters montiert werden, und zwar so, daß er an einem kühlen Platz leicht zugänglich ist.

Die Überlaufleitung soll möglichst kurz und so angeordnet sein, daß sie vom Maschinisten leicht überwacht werden kann.

4.1.

Um Reibungsverluste gering zu halten, muß die **Dampfleitung** kurz und ausreichend dimensioniert sein und mit Trockendampf beaufschlagt werden. Als Absperrventil möglichst ein Regulierventil verwenden.

4.2.

In die **Speisewasserzuleitung** ist ein möglichst feinmaschiger Schmutzfänger (Wasserfilter) einzubauen, da die häufigste Ursache für Versagen des Injektors Verstopfungen durch Fremdkörper im Speisewasser sind.

4.3.

Die Zuleitung zum Kessel sollte möglichst direkt und nicht zu kurz sein. Das Rückschlagventil in dieser Leitung sollte einen etwas größeren Hub der Ventilkugel haben, als sonst bei Pumpen üblich ist.

Von Vorteil ist, zusätzlich zu dem direkt am Kessel montierten Rückschlagventil ein weiteres Rückschlagventil unmittelbar am Injektor zu montieren. Durch diese Anordnung von zwei Rückschlagventilen kann die Lärmbelastigung durch Rattern der Ventile vermindert werden.

4.4.

Empfohlene Rohrdurchmesser der Dampf- und der Kesselleitung für Injektoren mit einem Düsenhals $\varnothing A$ von
von 0,35 \varnothing bis 0,5 \varnothing mm Rohr \varnothing 3 mm
von 0,52 \varnothing bis 0,6 \varnothing mm Rohr \varnothing 4 mm
von 0,62 \varnothing bis 0,9 \varnothing mm Rohr \varnothing 6 mm
von 0,92 \varnothing bis 1,2 \varnothing mm Rohr \varnothing 8 mm

Der Speisewassertank sollte durch entsprechende Isolierung gegen Erwärmung geschützt werden, bzw. so montiert werden, daß er z.B. durch Aufstellung möglichst weit vom Kessel, nicht erwärmt wird.

Merkel Je kälter das Speisewasser, desto besser arbeitet ein Injektor.

Wenn ein neuer Injektor ausprobiert wird und es fließt heißes Wasser aus dem Überlauf und nicht in den Kessel, ist dies möglicherweise die Folge von erhöhtem Druck.

Diesen Fehler kann man korrigieren, entweder, indem man die Dampfdüse vergrößert, oder, indem man die Dampfdüse etwas weiter in die Mischdüse hineinschiebt.

Wenn auf der anderen Seite beim Öffnen des Dampfventiles heißes Wasser aus dem Überlauf fließt, und bei weiterem Öffnen des Dampfventiles ein Strahl, gemischt aus Dampf und Wasser, aus dem Überlauf fließt und nicht in den Kessel, kann dies behoben werden, indem man die Dampfdüse etwas aus der Mischdüse herauszieht.

Wenn der Injektor einmal richtig arbeitet, wird er das auch tun, wenn der Druck bis fast auf die Hälfte abfällt. Der Ausfallpunkt kann abgesenkt werden, indem man das Wasserventil teilweise schließt.

Sollte der Injektor durch Schmutz oder Rost etc. verlegt sein, kann man dies feststellen, weil Dampf vermischt mit wenig Wasser aus dem Überlauf kommt.

Injektoren sollten zum Zweck der Reinigung und zum Service von Zeit zu Zeit ausgebaut werden. Im Zusammenhang damit sei daran erinnert, daß die Konen aus Messing bestehen. Sie sind daher mit Sorgfalt zu behandeln, da die Reinigung mittels Drahtwolle oder ähnlichem die Oberfläche der polierten Konen zerkratzt und zerstört, woraus ein Verlust an Leistungsfähigkeit resultiert.

4.5.

Zu Zeichnung Abb.2 gelten für einen Druck = 7 bar folgende Maßverhältnisse in Relation zum Düsendurchmesser A

| | | | |
|-----|--------|-----|--------|
| B = | 1,5 A | | |
| C = | A | G = | 0,1 J |
| D = | 1,25 A | H = | 3,5 A |
| E = | 15 x A | J = | 14 x A |
| D = | 0,4 A | K = | 18 x A |

Die Berechnung von A erfolgt nach der Formel 3.2. in Absatz 3.

Einen vorhandenen Injektor kann man an niedrigere Drücke anpassen, indem man den Durchmesser des Dampfkonusses vergrößert, ohne die anderen Durchmesser zu ändern. Durch eine Verkleinerung des Durchmessers kann der Injektor an höheren Druck angepaßt werden.

Da die Winkel der Konen nicht geändert werden sollten, erfordert die Durchmesseränderung eine entsprechende Änderung der Konuslängen.

Hardo Eder

XVIII. Isolierung

Die Zudampfleitung habe ich mit Isolierschnur aus dem Fachhandel isoliert. Die anschließende Stoffbandage kann man sehr gut mit sogenanntem Schrägband wickeln.

Dabei handelt es sich um diagonal zur Webrichtung geschnittene schmale Baumwollstreifen aus dem Handarbeits-

laden, die zum Einfassen von Nähten oder Herstellen von Biesen benutzt werden. Durch den diagonalen Fadenlauf sind diese Streifen auch über die hohe Kante sehr flexibel und lassen sich daher faltenfrei um enge Bögen wickeln.

Jürgen Barth