

Der Dampfkolben.

Die Konstruktion der Kolben und Kolbenringe ist eine sehr vielseitige, und wollen wir hier in Fig. 129 bis 139 die z. Z. gebräuchlichste Ausführung wiedergeben.

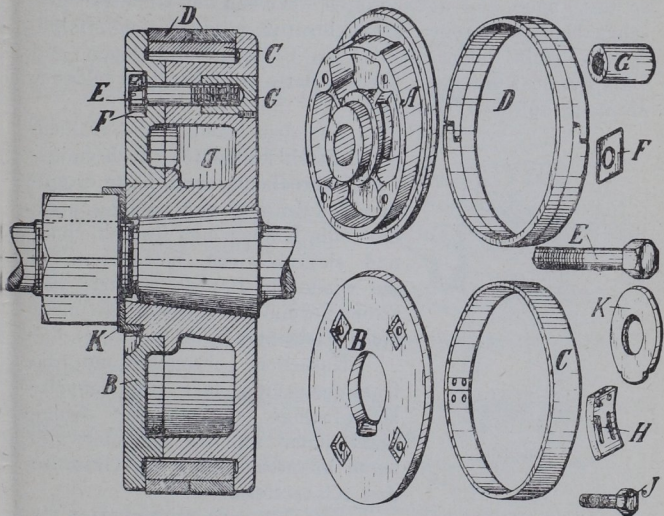


Fig. 129—139. Dampfkolben für Maschinen über 400 Cylinderdurchmesser.
A Kolbenkörper. *B* Kolbendeckel. *C* Innerer Federring.
D Äussere Federringe. *E* Deckelschrauben. *F* Sicherung dazu.
G Büchse mit Gewinde. *H* Spannschloss. *J* Kopfschrauben
 zu *H*. *K* Sicherung der Kolbenmutter.

Hier handelt es sich besonders um folgende Krankheiten:

1. **Klatschen der Kolbenringe,**
2. **Undichte Kolben,** daher Dampfverlust,
3. **Bruch** der Kolbenringe,
4. **Bruch** des Kolbens.

Das **Klatschen der Kolbenringe** hat seine Ursache

1. in zu viel Kolbenüberlauf,
2. in Wasseransammlung im Cylinder und Kolben.

23tes Beispiel. (Klatschen der Kolbenringe.)

Eine 70 pferdige Maschine zeigte **starkes Klatschen** der Kolbenringe, und ergab die Untersuchung folgendes:

Die Kolbenringe sind nicht sachgemäss aufgeschliffen, so dass nach dem notwendigen Anziehen der Kolbendeckelschrauben die Ringe **festgeklemmt** werden, sich infolgedessen nicht mehr gegen die Cylinderwand legen und Dampfverlust erzeugen. Dieses hatte ein besonders schlauer Monteur auf dem Gewissen.

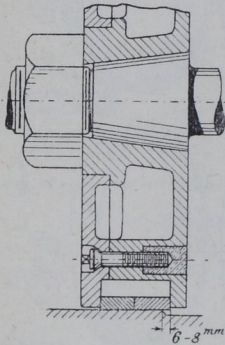


Fig. 140. Zu viel Überlauf.

Nachdem nämlich die Kolbenringe stark klatschten, auch einige Male gebrochen waren, hatte er einfach den Kolbendeckel nachgeschabt, dann die Kolbenringe festgeklemmt, und siegesbewusst betrachtete er die wieder in Betrieb gesetzte Maschine, weil die Kolbenringe nicht mehr klatschten!

Natürlich gebrauchte nun die Dampfmaschine fast die doppelte Dampfmenge, da sich die Ringe nicht mehr an die Cylinderwand legen konnten. Und die Ursache des Klatschens?

Wie Fig. 140 zeigt, hatten die Kolbenringe bis 8 mm Überlauf; das ist zu viel. In der Nähe des toten Punktes drückt der Dampf die Ringe zusammen, und dadurch entsteht ein Schlag bzw. das Klatschen der Kolbenringe.

Nachdem ein neuer Kolben mit schmälern Kolbenringen angefertigt und eingebaut war, stellte sich nie wieder ein Klatschen der Ringe ein.

Der Kolbenüberlauf soll nicht mehr als 1 mm betragen.

Wasseransammlung zwischen Kolben und Cylinderdeckel kann ebenfalls Klatschen hervorrufen.

Kolbenkörper und Kolbenringe liegen nicht genau in derselben Mittelachse. In irgend einer Kolbenstellung muss das in Fig. 141 mit *W* bezeichnete Wasser verdrängt werden, wodurch Klatschen entsteht.

Es giebt nun zwei Wege, dieses Klatschen zu verhindern.

1. Man verhöte, dass **Dampf zwischen Kolben und Kolbenkörper tritt**, d. h. man Sorge für dichten Abschluss der Kolbenringe. Dies geschieht nach Fig. 142 bis 144.

Auf die Stirnfläche der Ringe legt man ein **Dichtungsplättchen** aus Rotguss, welches sauber eingepasst wird.

2. Man sorgt dafür, dass das zwischen Ring und Körper **angesammelte Wasser ablaufen kann**.

Dies kann geschehen, indem man an der **unteren Stelle** des Kolbenkörpers **Löcher** (3—4 mm Durchmesser, Fig. 148) einbohrt, oder dass man die Stoss-

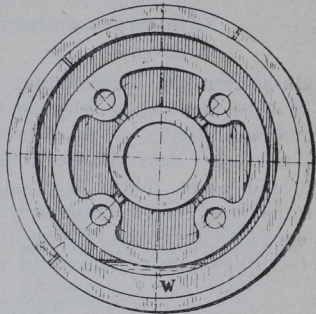


Fig. 141. Doppelfederringe. Wasser im Kolben.



Fig. 141 a. Einfacher Ring. Wasser im Kolben.

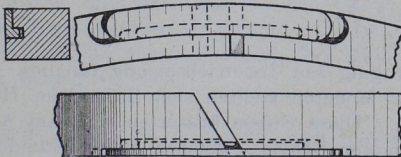


Fig. 142—144. Dichtungsplättchen für Kolbenringe ($\frac{1}{3}$ d. nat. Grösse).

fugen der Kolbenringe, wie in Fig. 145 angedeutet, nach unten legt und fixiert, damit sich die Ringe nicht drehen. In diesem Falle wird auch das ange-

sammelte Wasser durch die Stossfuge aus dem Kolben treten.

24tes Beispiel. (Klatschen der Kolbenringe.)

Bei einer Maschine

Cylinderdurchmesser . . . = 300 mm,

Kolbenhub = 600 „

klatschten die Kolbenringe stark. Man konnte sich die Ursache trotz allen Suchens nicht erklären. Der Kolbenüberlauf betrug $\frac{1}{2}$ mm, war also nicht die Ursache. Die Vermutung, dass **Wasseransammlung**, nach Fig. 141, die Schuld trage, führte dazu, die Überplattung der Kolbenringe (der beiden äusseren wie des inneren) nach unten zu legen, so dass das Wasser ablaufen konnte, und siehe da, die Ringe klatschten nicht mehr.

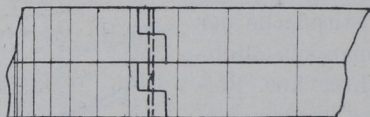


Fig. 145. Überplattung der Kolbenringe untereinander.

Aber auch **zu wenig** Kolbenüberlauf kann Stösse in der Maschine veranlassen.

25tes Beispiel. (Stösse.)

Eine **Compoundmaschine** von

Durchmesser des Hochdruckcylinders . . . 600 mm,

„ „ *Niederdruckcylinders* . . . 900 „

Kolbenhub 1100 „

Umdrehungen 65 pro Min.,

Dampfdruck 10 *Atm.*

mit Auspuff ging seit Inbetriebsetzung tadellos.

Nach 2 Monaten stellten sich **Stösse** im Hochdruckcylinder ein. Diese Stösse äusserten sich am Anfang als leichter dumpfer Schlag, welcher einige Stunden anhielt und dann wieder stunden- oder tagelang nicht vorhanden war. Mit der Zeit gestalteten sich die Schläge immer heftiger und besorgniserregender, trotzdem ging die Maschine tagelang ohne Stoss.

Die Stösse äusserten sich in den meisten Fällen einen halben oder einen ganzen Tag ununterbrochen, um dann,

wie erwähnt, tagelang zu verschwinden. Während der Stösse konnte man eine Bewegung beziehungsweise ein Schwanken des Cylinders bei jedem Kolbenwechsel beobachten. Trotzdem sich die Schläge besonders im Hauptlager bemerkbar machten, lag die Wahrscheinlichkeit nahe, dass im Cylinder ein mechanisches Hindernis auf den Dampfkolben wirke.

Samstags, nach Schluss des Betriebes, wurde der Cylinderdeckel des Hochdruckcylinders abgenommen, der Kreuzkopfkeil gelöst und Kolben und -Stange herausgenommen. Es zeigte sich nun an den beiden Enden der Laufbahn im Cylinder ein Grat bzw. Ansatz in einer Entfernung von $1\frac{1}{2}$ —2 mm. Die Laufbahn im Cylinder ist etwas verschlissen, aber sonst sah dieselbe ganz gut aus.

Man nahm an, dass die Lauflänge des Cylinders zu gross und die Kolbenringe nicht bis ans Ende der Laufbahn gelangten.

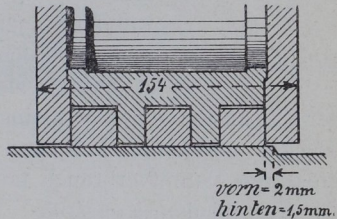


Fig. 146. Mangel an Kolbenüberlauf.

Ein Nachmessen ergab:

Kolbenhub	1100 mm
Äussere Ringbreite.	115 „
Zusammen	<u>1215 mm</u>
Die Laufbahn wurde gemessen.	1217 „
Differenz	<u>2 mm</u>

Es wurde nun der Grat in den Cylindern beseitigt und neue Kolbenringe eingebaut. Dieses geschah von Samstag Abend bis Sonntag Abend, des Montags ging die Maschine wieder tadellos.

Gesellt sich zum Klatschen der Kolbenringe noch ein grosser Dampfverbrauch, so kann man auf

Bruch der Kolbenringe

schliessen. Schleunige Untersuchung ist dann erforderlich, da sonst die Laufläche im Cylinder ruiniert wird.

Bei Dampfmaschinen, welche mehrere Jahre im Betrieb sind, tritt ein anfangs kaum vernehmbares, mit der Zeit jedoch stärker hörbares **Klopfen der Kolbenringe** im Cylinder ein. Wenn nun vorausgesetzt wird, dass der Überlauf der Kolbenringe über die Schleiffläche des Cylinders richtig mit 1 bis 2 mm

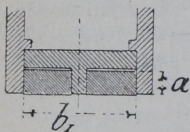


Fig. 147.
Schwedischer Kolben.

bemessen ist, so liegt der Grund dieses hellen, kurzen Klopfens darin, dass die Ringe **nicht mehr die Spannkraft** besitzen, um sich voll an die Cylinderwandung anzuschmiegen.

Die Folge davon ist Dampfüberströmung, welche besonders zu Ende der Expansion eine Verkleinerung des Kompressionsdruckes und dadurch **Stösse in der Maschine** und grösseren Dampfverbrauch mit sich bringen kann.

Verschiedene Konstruktionen wurden bereits ausgeführt, um die Mängel zu beseitigen. Dieselben haben sich teils nicht bewährt, oder finden noch hier und da Anwendung.

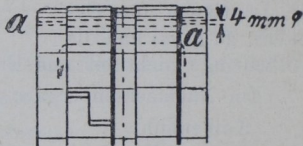


Fig. 148. Eingebohrte Löcher.
Die Löcher bohre man unten in den Kolben, damit das sich ansammelnde Wasser ablaufen kann.

Der einfachste und zweckdienlichste Kolben ist der sogen. **schwedische**

Kolben, welcher in verschiedenen Variationen vielfach verwendet wird (Fig. 147). Tritt bei diesem Kolben eine Verminderung der Spannkraft der Ringe ein, so hilft sich der Monteur gewöhnlich dadurch, dass er bei *aa* ein Loch mit 4 mm Durchmesser bohrt. (Vergl. Fig. 148.)

Im Betrieb strömt durch dasselbe Dampf ein und **presst die Ringe an die Cylinderwandung**.

So einfach dieses Mittel ist, darf dasselbe dort, wo es auf Ökonomie im Dampfverbrauch ankommt, nicht angewandt werden.

26tes Beispiel.

Bei einer erst kurze Zeit im Betrieb befindlichen Maschine trat dieses bekannte charakteristische Klopfen erst unterbrochen, dann fortwährend heftiger auf.

Ein an Ort und Stelle entsandter Monteur half sich auf oben besprochene Weise nach Fig. 148. Die Maschine lief ruhig. Der Besitzer der Maschine wünschte jedoch einen neuen Kolben mit **Spannvorrichtung**; dieselbe wurde nach Fig. 149—151 ausgeführt. Sie besteht aus einer Schraubenspindel mit rechtem und linkem feinen Gewinde;

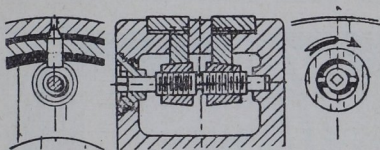


Fig. 149—151. Spannvorrichtung der Kolbenringe.

auf dieser bewegen sich zwei Metallconusse, welche je einen **Keil** tragen; dieser greift in die Teilungsspalte des Kolbenringes. Durch Drehen der Schraubenspindel werden die Keile in die Ringe gedrückt, diese auseinander gespannt und an die Cylinderwandung gepresst.

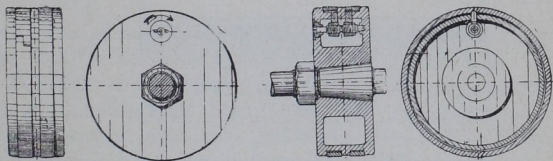


Fig 152—153.
Kleine Löcher im Kolbenkörper.

Fig. 154—155.
Spannvorrichtung.

Diese Spannvorrichtung wurde bereits bei mehreren Kolben von 320—665 mm Durchmesser ausgeführt, ist **sehr billig** und **bewährt** sich seit Jahresfrist. Fig. 154—155 stellt dieselbe bei einem von 320 mm Durchmesser dar.

Ein Bruch des Kolbens

führt zu längerer Betriebsstörung.

Die Brüche treten meistens bei sogenannten hohlen Kolben ein.

27tes Beispiel. (Bruch des Kolbens.)

Eine Compoundmaschine mit Kondensation zum Betriebe einer Cellulosefabrik hatte folgende Hauptdimensionen:

Durchmesser des Hochdruckcylinders	= 820 mm,
„ „ Niederdruckcylinders	= 1200 „
Kolbenhub	= 1300 „
Umdrehungen	= 80,
Dampfdruck	= 7 Atm.

Die Maschine ist etwa 6 Monate in Betrieb. Eines schönen Tages wurde dieselbe um 6 Uhr angelassen, sie

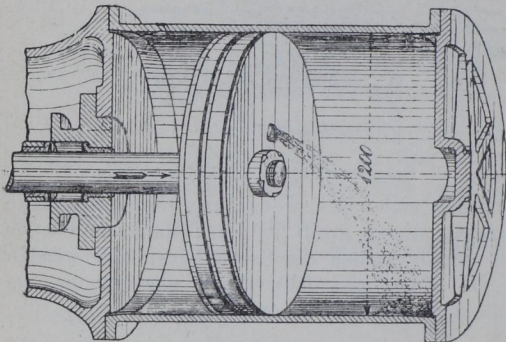


Fig. 156.
Loch
im
Kolben.

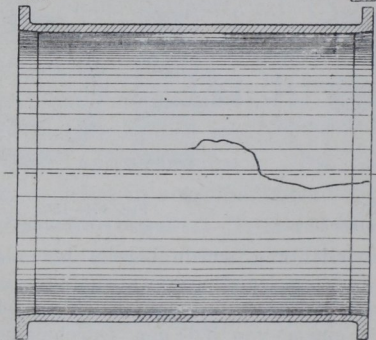


Fig. 157.
Längsriß
im
Cylinder.

arbeitete ohne Kondensation bis 8 Uhr anstandslos, als plötzlich sich so heftige Stöße in der Maschine einstellten, das sämtliche in der Nähe thätigen Arbeiter davon liefen. Der Maschinist hatte jedoch noch die Geistesgegenwart, das Dampfventil schnell zuzudrehen. Alle Rohrleitungen sowie das

Dach erzitterten. Aus dem Auspuffrohr trat eine Staubsäule, ähnlich wie bei einem stark qualmenden Schornsteine.

Was war geschehen?

Nachdem sich die Gemüter einigermaßen beruhigt hatten, wurde der Deckel des Niederdruckcyinders losgenommen und hier sah man die Bescherung.

Im Cylinder fand sich eine Menge (etwa ein Eimer voll) grauen, staubigen Sandes vor. Der Kolben hatte senkrecht über der Kolbenmutter ein Loch, am Dampfcyinder wurde an der untern Seite ein Längsriss von 800 mm Länge beobachtet (Fig. 157). Auch im Gehäuse der Kolbenschieber

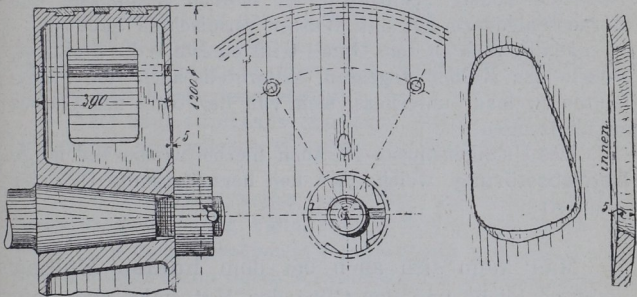


Fig. 158—159. Bruch des Kolbens.

Fig. 160—161. Loch ($\frac{1}{2}$ d. nat. Gr.).

fanden sich grosse Mengen von dem Staubsand. Die Ursache des Unfalls klärte sich folgendermassen auf:

Der aus einem Stück gegossene hohle Dampfkolben hatte an der hinteren Stirnfläche eine zu schwache beziehungsweise zu schlechte Stelle im Guss. Die Wandstärke betrug hier nur 5 mm (Fig 159). Das Loch an dieser schwachen Stelle ist in Fig. 160 in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse dargestellt.

Die Beschaffenheit des Loches lässt derauf schliessen, dass das Material an sich an dieser Stelle schon etwas porös war, also die schwache Wandstärke nicht allein die Entstehung der Öffnung veranlasst hat.

Zwei Tage vor dem Unfall hatte man schon einmal den Deckel des Niederdruckcyinders losgenommen, um sich zu überzeugen, ob der Kolben noch fest auf der Stange sass. Das Loch am Kolben war da noch nicht vorhanden, ist also erst kurz vor dem Unfall entstanden.

Den ganzen **Hergang des Unfalles** muss man sich folgendermassen erklären:

Der Kolben hatte ein poröse Stelle, es trat Dampf in den Kolben, dieser kondensierte und so füllte sich **der Kolben** im Laufe der Zeit bis über die Hälfte mit **Wasser**, welches sich mit dem im Kolben befindlichen Formsand mischte. Während des Arbeitens nimmt der Kolben samt seines Inhaltes eine mittlere Temperatur an, welche höher ist als die Temperatur im Cylinderraum während der Auspuffperiode. Es brach jetzt ein Stück aus der hinteren Stirnfläche. Der Überdruck beziehungsweise die höhere Temperatur im Kolben veranlasste das Herausschleudern des mit Wasser vermischten Sandes.

Die Schuld an dem Unfall trifft einesteils die Giesserei, welche den Kolben gegossen, andernteils auch den Fabrikanten, welcher unterliess, sich von der Güte des Gusses zu überzeugen.

Das Unangenehmste ist auch hierbei wieder die lange **Betriebsstörung**, welche der neu herzustellende Cylinder erfordert.

Man kann sich auch bei dem **hohlen Kolben** nicht so leicht von der Güte des Materials, der richtigen Wandstärke u. s. w. überzeugen. Sehr wichtig ist es, durch eine Anzahl Löcher von 50 mm Durchmesser an den Stirnwänden die Kerneisen und den Formsand vollständig aus dem Kolben zu beseitigen. Ebenso versäume man nicht, die Stirnflächen an verschiedenen Stellen durch kleine Löcher **anzubohren**, um sich über die richtige Wandstärke und die Güte des Gusses Gewissheit zu verschaffen. Erst nachdem dies alles sorgfältig geschehen ist, verschliesse man die Öffnungen durch Gewinde und Schrauben. Ein Nichtbeachten dieser Regel kann sich schwer rächen, wie vorstehender Vorfall zeigt.

28tes Beispiel. (Explosion des Kolbens.)

Ich erinnere mich eines Falles, wo man einen hohlen Kolben von der Kolbenstange entfernen wollte und ihn zu

dem Zweck durch Feuer erwärmte. Nachdem der Kolben bereits eine hohe Temperatur angenommen hatte, erfolgte eine **Explosion**, der Kolben sprang in Stücke, schlug dabei die schmiedeeiserne Platte, auf welcher er lag, durch und ein tiefes Loch in die Erde. Einem Arbeiter wurde dabei der Fuss zerschlagen.

29tes Beispiel. (Unfall durch gebrochene Schraubensicherung.)

„Kommen Sie doch einmal schnell nach unserer Fabrik; die Dampfmaschine will sich nicht drehen!“

„So, was ist denn damit los?“

„Ja, wenn wir das wüssten! Wir haben schon den ganzen Vormittag gesucht und alles Mögliche probiert; wenn man Dampf giebt, dreht sich die Maschine einigemal herum und bleibt dann stehen.“

Also eine streikende Maschine dachte ich und war neugierig, aus welchen Gründen die Maschine sich nicht drehen wollte.

Der Sicherheit wegen nahm ich den Indikator mit; denn es giebt häufig Fälle, wo ein Fehler erst durch umständliche und zeitraubende Untersuchung entdeckt werden kann, während man durch Anwendung des Indikators früher zum Ziele gelangt.

Die **Compoundmaschine**, um die es sich im vorliegenden Falle handelt, hat folgende Hauptdimensionen:

<i>Durchmesser des Hochdruckcyinders</i>	475 mm,
„ „ <i>Niederdruckcyinders</i>	800 „
<i>Kolbenhub</i>	800 „
<i>Umdrehungen</i>	70,
<i>Betriebsdruck</i>	6 <i>Atm.</i>

Die Maschine besitzt an beiden Cylindern Ventilsteuerung für den Einlass und Hahnsteuerung für den Auslass. Ich gab also der Maschine Dampf; das Resultat war, dass sich dieselbe einigemal (etwa 6—8 mal) drehte, um dann stillzustehen; ein Nachhelfen am Schwungrade führte zu keinem Resultat.

Während ich nun meinen Indikator anbringen liess, nahm ich eine **Besichtigung** der Maschine vor, hauptsächlich der äusseren Steuerungsteile, denn das war doch zweifellos, dass die Ursache in der Dampfverteilung liegen musste. Diese Untersuchung ergab jedoch nicht den ge-

ringsten Anhalt. Räder, Hebel u. s. w. sassen fest auf ihren Achsen; eine Verbiegung irgend welcher Art war nicht zu erkennen.

Die eigentümliche Form der Austrittskurve K von $a-b$ giebt zu erkennen, dass der Dampf überhaupt nicht entweichen kann; die ganze Austrittskurve ist eine Kompressionslinie, und zwar beginnt die Kompression schon im toten Punkt bei a und endet am anderen Hubende bei b . Dampfaustritt findet also überhaupt nicht statt.

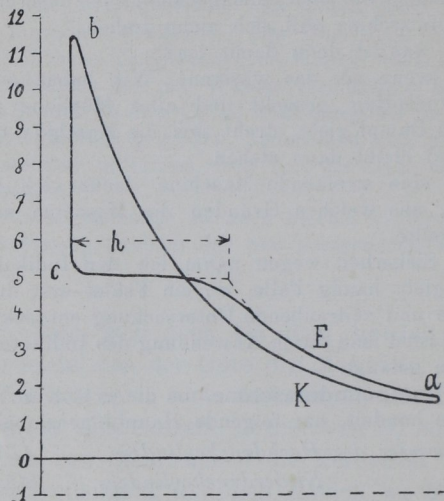


Fig. 162.

Diagramm des Hochdruckzylinders kurz vor dem Stillstand der Maschine.

h Dampfeintrittslinie, E Expansionslinie, K Austrittslinie (im vorliegenden Fall Kompressionslinie), $b-c$ Druckausgleich des Kompressionsdampfes mit dem Kesseldampf.

Durch die genannte Kompression wird ein Druck von $11\frac{1}{2}$ Atm. erzeugt, während der Kesseldruck nur 6 Atm. beträgt.

Am Hubende b öffnet sich das Dampfeintrittsventil, und es tritt der im schädlichen Raum mit 11 Atm. vorhandene Kompressionsdampf solange in die Dampfrohrlleitung beziehungsweise nach dem Kessel zurück, bis ein Druckausgleich mit der Kesselspannung stattgefunden hat, im Diagramm ist der letztere Moment mit c bezeichnet.

Dass sich die Maschine unter diesen Verhältnissen nicht drehen konnte, ist klar, auch dass der Fehler in den Auslasshähnen des Hochdruckcylinders seine Ursache hatte. Der Antrieb dieser Auslasshähne wurde nochmals sorgfältig untersucht, die Hähne herausgenommen und noch immer war nichts zu entdecken.

Nach langem Suchen endlich konnte mittelst eines gebogenen Drahtes durch die langen Gehäuse der Auslasshähne festgestellt werden, dass sich im Auslasskanal ein fremder Körper befand, welcher sich bewegen liess.

Es war nun nötig, den Cylinderdeckel abzunehmen, und so fand sich denn eine gebrochene Schraubensicherung.

Die Sicherung der Kolbenmutterschrauben bestand aus dem bekannten Flacheisenring, durch welchen die viereckigen Köpfe der Schrauben gegen Drehung geschützt werden, wie in Fig 163—165 angedeutet.

In welcher Weise nun aber die gebrochene Schraubensicherung die Dampfverteilung so beeinflussen konnte, dass der Austrittskanal stets geschlossen blieb, war immer noch rätselhaft. Die wiederholt vorgenommene Untersuchung ergab keinen Fehler beziehungsweise keine Beschädigung des Antriebes der Auslasshähne.

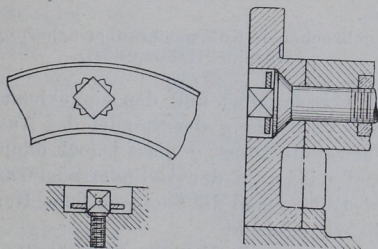


Fig. 163—165. Sicherung der Kolbenmutterschrauben.

Ich musste nun eine Verdrehung der Hahnspindel *b* (Fig. 166) annehmen und diese Annahme stellte sich denn auch als zutreffend heraus. Ohne an der äusseren Beschaffenheit der Spindel das Geringste erkennen zu können, ergab sich, dass dieselbe sich um 35° verdreht hatte.

Da, wie schon erwähnt, die Spindel fast keine Beschädigung aufwies, keilten wir einfach den Hebel neu auf,

so dass der Auslasskanal wieder rechtzeitig sich öffnete und die Maschine arbeitet wieder so zufriedenstellend wie vorher.

Die Untersuchung und das Neu-Aufkeilen des Hebels bedurfte bis zur Wiederinbetriebsetzung 4 Stunden.

Durch welche Umstände kann aber nun das Verdrehen der Spindel hervorgerufen sein? Die einzige Erklärung ist folgende:

Zuerst trat der erwähnte Bruch der Kolbenschraubensicherung ein; ein Stück von dieser Sicherung gelangte in den hinteren Auslasskanal (dieses Stück ist in Fig. 167 angedeutet und mit *a* bezeichnet). Das Steuergestänge

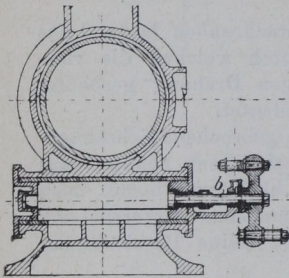


Fig. 166.

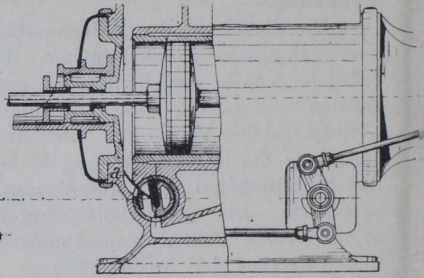


Fig. 167.

a Stück der gebrochenen Kolbenschraubensicherung, *b* um 35° verdrehte Hahnspindel.

setzte seine Bewegung fort und das eingeklemmte Stück *a* veranlasste die Verdrehung der Spindel des Auslasshahnes.

Dieses erwähnte Stück *a* muss jedoch dann aus irgend einem Umstand wieder in den Cylinderraum zurückgelangt sein, denn sonst hätte man die Sachlage beim Herausnehmen der Auslasshähne entdeckt.

Nachdem nun so die Ursache festgestellt, ergab eine nochmalige Besichtigung des Auslasshahnes eine ganz kleine kaum merkbare Beschädigung an der Stelle, an welcher sich das Stück *a* festgeklemmt hatte.

Die Folgerung, die wir aus diesem Unfall zu ziehen haben, heisst also: **Besondere Aufmerksamkeit den Schraubensicherungen bei Dampfkolben.**