

Wasser im Dampfzylinder.

Wasser im Dampfzylinder kann schwere Betriebsunfälle zur Folge haben, denn das Wasser ist nicht elastisch. Findet der Kolben am Hubende eine grosse Menge Wasser vor, so muss es „biegen oder brechen“; meist tritt beides ein.

41tes Beispiel. (Wasser im Dampfzylinder.)

Auf die Nachricht „Cylinder der neuen Maschine lose, Schlag im Kreuzkopf“ wurde der Monteur abgesandt.

Es handelte sich im vorliegenden Falle um eine einzylindrige **Walzenzugmaschine** (Auspuff) von

<i>Cylinderdurchmesser</i>	. 900 mm,
<i>Kolbenhub</i> 1300 „
<i>Schwungraddurchmesser</i>	8000 „
<i>Schwungradgewicht</i>	. . 35000 kg

mit Riderkolben-Schiebersteuerung nach Fig. 196–197.

Dieselbe ist, wie aus Fig. 225 und 231 ersichtlich, auf einen Grundrahmen aufgebaut und mit einer Turbine von 100 Pferdestärken durch Schleppbügel verbunden, so dass beide Motoren auf eine gemeinschaftliche Achse arbeiten, welche die Kraft unmittelbar an drei Walzenpaare abgibt.

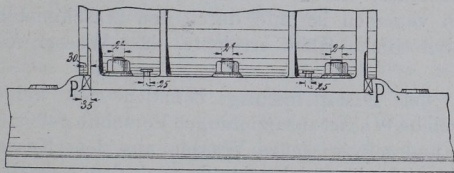


Fig. 225.

Bei Ankunft des Monteurs sagte ein Betriebsbeamter des Werkes: „Wir haben uns schon selbst geholfen; die **Passtücke** des Cylinders (in Fig. 225 mit *P P* bezeichnet) waren etwas **locker** geworden, so dass sich der Cylinder

in der Kolbenstangenrichtung hin und her bewegte und wurde durch Antreiben derselben das Übel behoben. Der Schlag am Kreuzkopf wurde durch Anziehen des Treibstangenkeiles beseitigt.

Thatsächlich lief die Maschine nach wie vor äusserst ruhig, doch belehrte ein Blick auf das **Treibstangengeschloss**, dessen Keil um ca. 50 mm höher getrieben worden war, dass dasselbe unter einem gewaltigen Druck gelitten hatte, und war es dem Monteur sofort klar, dass dieser **nur durch Wasser**, welches auf irgend eine Weise in den Cylinder gelangte, verursacht sein könne.

Diese Annahme wurde durch die Aussage des Maschinisten bestätigt, der den Vorgang folgendermassen beschrieb:

„Nach einer kleinen Pause setzte ich die Walzenstrecke durch die Turbine in Betrieb und liess, da auf derselben nicht gleich gearbeitet wurde, die Maschine mitschleppen. Nach etwa 10—15 Minuten öffnete ich das Dampfeinlassventil, und in demselben Moment **erbebte die ganze Maschine** samt Rohrleitung unter einem Schlag im Cylinder, lief jedoch weiter, nur zeigte sich bei jedem Hubwechsel ein **Ruck im Kreuzkopf** und später gesellte sich dazu die Bewegung des Cylinders.“

Hieraus konnte man schliessen, dass sich in dem inneren Rohr des Wasserabscheiders, der auf dem Ventil steht, sowie in letzterem eine Wassersäule angesammelt haben musste, welche beim plötzlichen Öffnen des Dampfweges in den Cylinder drang und den verhängnisvollen Druck erzeugte.

Möglich ist es indessen auch, dass der Wasserstand im Abscheider, der an tiefster Stelle mit einem $\frac{3}{4}$ " Ablasshahn versehen ist und durch den Maschinisten bedient wird, eine solche Höhe erreichte, dass Wasser mitgerissen wurde.

In der Dampfleitung befinden sich keine Säcke, durch welche Wasseransammlungen Vorschub geleistet werden könnte, und mitgerissenes Wasser aus dem Kessel konnte ebenfalls nicht im Spiel sein, da nach dem einmaligen Stoss sich kein Wasser im Cylinder mehr bemerkbar machte. Zur Zeit des Vorfalles sollen alle Wasserablassventile geöffnet gewesen sein; es befinden sich deren zwei am Steuerzylinder, zwei an den Dampfkanälen und zwei an den Cylinderringen.

Die Maschine hat doppelte Führung; die Treibstange einen geschlossenen Kopf nach der Kurbelzapfenseite und einen offenen mit Kappe nach der Kreuzkopfseite. Das Herausnehmen des Treibstangengeschlösses des letzteren konnte nur unter Zuhülfenahme des Vorhammers bewerkstelligt werden und zeigten die Keile die in Fig. 226—227 dargestellte Beschaffenheit.

Das Geschlöss hatte sich also nicht nur durchgebogen, sondern die mit Krampen versehenen Keile hatten sich auch da, wo sie einerseits an den Zugstangenkopf, andererseits an der Kappe anlagen, um 1,5 bzw. 1,2 mm eingedrückt. Andere mitgenommene Maschinenteile fanden sich nicht vor.

Das Geschlöss wurde durch Geraderichten (in warmem Zustande) und Einpassen in einen halbwegs brauchbaren Zustand gebracht, wobei noch zu erwähnen ist, dass die Krampenkeile sich unter dem Druck gereckt hatten und fassten die Krampen nicht mehr passend um die Kappe.

Die Maschine wurde wieder in Bewegung gesetzt und dem Maschinisten nochmals die grösste Aufmerksamkeit dringend anempfahlen.

Für Neuanfertigung des Geschlösses wurde sofort Sorge getragen.

Acht Tage später. Telegramm:

„Wieder dasselbe Unglück, Monteur kommen!“

Diesmal fand der Monteur die Maschine ausser Betrieb gesetzt vor und wurde ihm auf sein Befragen erklärt:

„Sie will überhaupt nicht mehr über den Hub.“

Der Maschinist schilderte den Vorfall wie folgt:

„Nach dem Schichtwechsel, abends, will ich die Maschine in Betrieb setzen. Die Kurbel steht oben, ich gebe Dampf auf und die Maschine macht $\frac{1}{4}$ Drehung bis auf den hinteren Hub (Maschine links umlaufend). Hier wird die Bewegung nicht nur gehemmt, sondern es dreht sich auch noch das Schwungrad entgegengesetzt. Mit Hülfe des Schaltwerkes wurde die Ma-

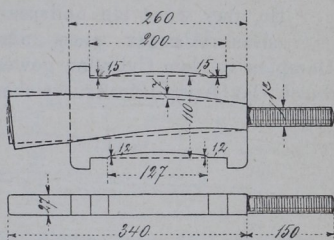


Fig. 226—227.

Keile des Treibstangengeschlösses.

schine über diesen Punkt gebracht, wobei aussergewöhnlich viel Kraft angewendet werden musste, und zeigte das Rad immer wieder das Bestreben, etwas zurück zu laufen. Wieder Dampf aufgegeben geht die Maschine vorwärts und bleibt am Ende des Hubes mit einem Ruck stehen. Es waren während der ganzen Zeit alle Ablassventile offen und war vorher noch das kondensierte Wasser gründlich abgelassen worden.“

So, das wäre ein anderer Fall.

„Das Wasser muss also schon vor Eintritt des Dampfes in dem Cylinder gewesen sein und kann also nur durch das **Auspuffrohr**, welches in einen Vorwärmer führt,

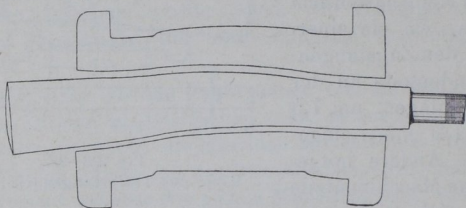


Fig. 228. Verbogenes Treibstangengeschloss.

in den Cylinder gelangt sein. Bevor wir jedoch näher auf die Feststellung der Ursache dieser Wasserzuführung eingehen, wollen wir uns die **Schäden**, welche dadurch entstanden sind, einmal ansehen.

Fig. 228 stellt den Abriss des Treibstangengeschlosses dar, welches zur Genüge besagt, welch ein gewaltiger Druck zwischen Kolben und Cylinderdeckel, zwischen

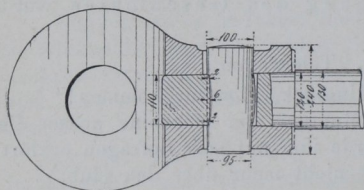


Fig. 229. Gebrochener Kreuzkopfkeil.

Cylinder, Kurbel und Schwungradwellenlager stattfand. Ferner hatte sich die **Kolbenstange** am Kreuzkopf gelöst und war der Befestigungskeil, wie aus Fig. 229 ersichtlich, krumm gebogen und das Material desselben (Stahl) auf beiden Seiten eingescheert; überhaupt haben alle Keillöcher sehr gelitten, auch ist die **Kappe** der Treibstange aufgebogen und zeigt bei *a* (Fig. 230) einen Knick, ebenso hat sie sich in der Bohrung (*b*) etwas ausgeweitet, so dass diese Teile erneuert werden müssen.

Der vordere Treibstangenkopf zeigte keinerlei Schäden, desgleichen auch der Kolben, der nach Wegnahme des hinteren Cylinderdeckels in tadellosem Zustand befunden wurde.

Sonst wurden, Dank des vorzüglichen Materiales, welches bei Anfertigung der Maschine, die erst sechs Wochen im Betrieb ist, zur Anwendung kam, keine weiteren Beschädigungen aufgedeckt.

Auch die Cylinderbefestigung hatte diesmal dem Druck widerstanden, und sei hierbei erwähnt, dass die infolge des ersten Ereignisses stattgefundene gleitende Bewegung des Cylinders dadurch hervorgerufen wurde, dass sich unter dem unnatürlichen Druck die etwas keilförmigen Passstücke *PP* (Fig. 225) zusammengepresst hatten und locker wurden, dem Cylinder also Spiel gebend.

Wenden wir uns nunmehr der Ursache des Wasserzudranges zu.

Fig. 231 stellt die Lage der Abdampf-Rohrleitung, sowie des Vorwärmers zur Maschine dar. Ich muss jedoch

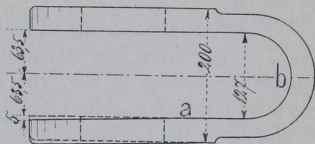


Fig. 230. Kappe der Treibstange.

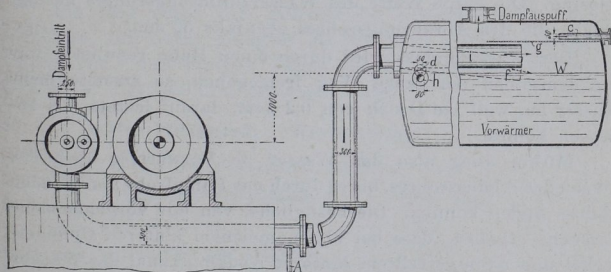


Fig. 231. Anordnung des Vorwärmers.

vorausschicken, dass mir die innere Beschaffenheit des Vorwärmers der schon über ein ehrwürdiges Alter verfügte und jedenfalls eine sehr bewegte Vergangenheit hinter sich hat, bis dahin nicht bekannt war, auch die Rohrleitung bei der Montage der Maschine vom Personal des Geschäftes für eigene Rechnung angebracht wurde.

Durch Rohr *e* wird dem Vorwärmer das Speisewasser zugeführt, welches einem Teiche, dessen Wasserspiegel ca. 2 m über dem Normalwasserspiegel im Vorwärmer *W* liegt, entnommen wird. Der Rohrstützen *d* dient zur Wasserüberschussabführung, Rohr *f* zeigt die Anordnung des Dampfrohres, *g* die des Siebes.

Wie auf den ersten Blick ersichtlich, liegt hier die **Quelle des Übels** und ist es nur ein blindes Spiel des Zufalls gewesen, dass das Malheur nicht schon früher eingetreten ist.

Bei Normalwasserstand im Vorwärmer lag die **Mündung des Dampfrohres** zur Hälfte des Querschnittes unter dem Spiegel desselben (in Fig. 231 punktiert angedeutet). Wenn nun auch der tiefste Punkt des Abdampfrohres immerhin noch 50 mm über dem Wasserspiegel lag, so war die Gefahr des Wasserziehens doch eine sehr grosse, indem, wenn mit hoher Expansion gearbeitet (der Regulator lässt einen vollständigen Dampfabschluss zu und verharret häufig in dieser höchsten Stellung, wenn im Betrieb auf allen drei Gerüsten kleine Pausen eintreten, dabei die Turbine mitangreift) oder die Maschine ausser Betrieb gesetzt wurde und dann der Dampfkolben als Luftpumpe wirkte.

Doch das war nur das kleinere Übel und weniger von Bedeutung. Die lichte Weite des Wasserzuführungsrohres beträgt 50 mm, die des Abführungsrohres ebenfalls 50 mm.

Der Wassereinlass wird durch einen Hahn reguliert; war nun demselben der ganze Weg freigegeben, so strömte mehr Wasser zu, weil ein Druck von 0,2 Atm. darauf lastete, als abfliessen konnte.

Mithin stieg also das Wasser im Vorwärmer über das Niveau des Abflussrohres, bis es durch das Dampfrohr genügenden Abfluss finden konnte. Diesbezügliche, von mir vorgenommene Versuche ergaben, dass bei abgenommenem hinteren Cylinderdeckel und offen gestelltem hinteren Abdampfkanal das **Wasser sich in Strömen aus demselben ergoss**, trotz stets offener Wasserabführung an tiefster Stelle *A* des Abdampfrohres.

Genau dieselben Umstände, welche diesem Versuche zu Grunde lagen, müssen im Augenblick der verhängnisvollen Inbetriebsetzung obgewaltet haben, da sonst das eingeströmte Wasser abfliessen konnte, auch erklärt sich hieraus der Umstand, dass beim Drehen des Rades über den Hub mittelst der Drehvorrichtung Kompression im Cylinder war.

Der Wasserspiegel des Vorwärmers liegt 1 m über Mitte Maschine, dass also das Innere des Steuercylinders, soweit es mit dem Abdampfrohr kommuniziert, sowie die hintere Dampfzylinderhälfte unter einem Wasserdruck von 0,1 Atm. stand. Der einströmende Dampf trieb den Kolben zurück, bis durch die Steuerung der hintere Abdampfkanal geschlossen wurde und Kompression eintrat, welche den Rückwärtslauf der Maschine bewirkte, in dem Masse, bis der hintere Abdampfkanal wieder etwas offen stand, also wieder Wasser nachströmen konnte. Dann wurde die Maschine mittelst der Drehvorrichtung gedreht und das hinter dem Kolben sitzende Wasser setzte demselben Widerstand entgegen, weil durch den Kolbenweg mehr Wasser verdrängt werden konnte, als durch die Ablassventile (Kanal und Cylinder) zum Ausströmen kam. Auf dem vorderen Hub wiederholte sich die Kompression genau unter denselben Verhältnissen, richtete aber auf demselben mehr Schaden an, weil durch den längeren Kolbenweg im Schwungrad mehr Kraft aufgespeichert war.

Um wieder flott zu werden, wurden die Schäden der Maschine gründlich ausgebessert, beziehungsweise die beschädigten Teile erneut und der „kranke“ Vorwärmer insofern kuriert, dass er bis zur Fertigstellung eines modernen Röhrenvorwärmers seine Schuldigkeit thun kann.

Fig. 231 zeigt die getroffenen Abänderungen: *h* erweitertes und tiefer gelegtes Abflussrohr, *i* richtig gelegtes Dampfrohr. Seit einigen Tagen befindet sich die Maschine wieder in Betrieb und arbeitet ruhig.

42tes Beispiel. (Wasserschlag.)

Eine Eincylinder-Auspuffmaschine von

<i>Cylinderdurchmesser</i>	. 450 mm,
<i>Kolbenhub</i> 730,
<i>Touren per Minute,</i> 70,
<i>Betriebsdruck</i> 6 Atm..

mit einer Eismaschine direkt gekuppelt, in einer Bierbrauerei machte sich durch zeitweise Stöße, welche etwa 10 Minuten andauerten und dann wieder verschwanden, bemerkbar.

Die Maschine war erst kurze Zeit in Betrieb und der Lieferant noch verantwortlich. Letzterer sandte Monteure, Meister und Ingenieure, welche Tag und Nacht arbeiteten,

die Hauptachse aushoben, Lagerschalen nachschabten u. s. w. und nach jeder Reparatur klopfte die Maschine nach wie vor.

Da der Termin der Zahlung des „letzten Drittels“ immer näher rückte, wurde ich als Gutachter zugezogen und fand folgendes:

Die Schlammhähne *h* (Fig. 232) am Kolbenschiebergehäuse, welche zum Entwässern der beiden Zylinderenden dienen, tropften auffallend Wasser während des Auftretens der Stösse und musste ich auf das Vorhandensein von **Wasser im Dampfzylinder** schliessen. Weitere Nachforschungen ergaben, dass der Kondenstopf *C* im vor-

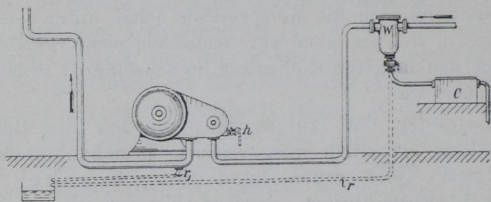


Fig. 232. Disposition der Rohrleitung.

hergehenden Winter durch Frost gesprungen und deshalb nicht mehr funktionierte. Das in dem Wasserabscheider *W* angesammelte Kondenswasser wurde deshalb von Zeit zu Zeit in grösseren Partien nach der Maschine gerissen.

Des weiteren stellte sich das Fehlen der Entwässerung der Abdampfleitung heraus. Nach Entfernung des Kondenstopfes *C* wurde ein Röhrchen *r* eingeschaltet und der Hahn am Wasserabscheider während des Betriebes etwas offen gehalten. Ferner wurde am Auspuffrohr ein $\frac{3}{4}$ "-Röhrchen *r*₁ (ohne Hahn) angebracht, und von Stund' an kehrte der Schlag in der Maschine nicht wieder.

Der Stoss war also auf diese einfache Weise beseitigt, während vorher auf unnütze Weise hunderte von Mark ausgegeben waren.

Der Monteur einer grossen Maschinenfabrik berichtet folgenden Vorfall:

43tes Beispiel. (Wasserschlag.)

Die Nachricht, dass der Dampfzylinder der erst seit einigen Tagen auf einem benachbarten Eisenwerke in vollem Betrieb befindlichen Maschine über Nacht gesprungen sei, überraschte mich früh morgens keineswegs aufs angenehmste, denn wenn ich als Monteur der Anlage auch ein reines Gewissen hatte, so wusste ich doch, dass ein solcher Fall für alle Beteiligten nur Unannehmlichkeiten bringen konnte und dass bei solchen Gelegenheiten gewöhnlich dem Monteur mit in erster Linie einige Federn gerupft zu werden pflegen.

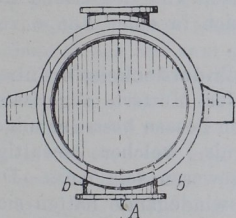


Fig. 233.
Gebrochener Dampfzylinder.

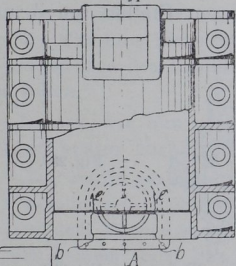


Fig. 234.

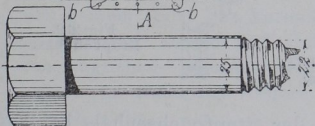


Fig. 235.
Gerissene Schrauben.

Die einzylindrige Walzenzugmaschine hat folgende Hauptdimensionen:

Durchmesser des Dampfzylinders	1170 mm,
Kolbenhub	1400 „
Umdrehung pro Minute	60 (im Mittel),
Dampfdruck	6 bis 7 Atm.,
Gewicht des Schwungrades	55000 kg.

Die Maschine ist mit Ventilsteuerung versehen und hat Einspritzkondensation, deren Luftpumpe vom Kreuzkopfbolzen aus angetrieben wird.

Rasch zur Stelle, fand ich die in Fig. 233—238 dargestellten Schäden vor.

Der Dampfeylinder zeigte an seinem hintern Ende klaffende Risse, diese sind in Fig. 233—234 mit *bb* bezeichnet. Das Stück *A*, welches Cylinderflansch und Auslasskanalwand bildet, war vollständig abgerissen, jedoch noch gehalten von den krummen, gebogenen, Cylinder und Auslassventilgehäuse verbindenden Stiftschrauben.

Die Sprünge *ee* (Fig. 236) gehen von den Ecken der Auslassöffnung aus und verlieren sich in einer Länge von 200 mm.

Die untere Partie der Cylinderdeckelschrauben (14 Stück) sind dicht unterhalb der Muttern abgerissen. Die Bruchflächen dieser 1" Schrauben liessen bestes sehniges Eisen erkennen und gaben Zeugnis, welcher gewaltige Druck die Ursache dieser Brüche gewesen sein muss. Die den Brüchen zunächst liegenden Gewindegänge hatten sich gedehnt und die Schrauben an diesen Stellen um 3 mm dünner gezogen (Fig. 235).

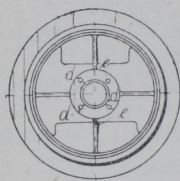


Fig. 236.

Gebrochener Cylinderdeckel.

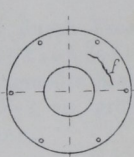


Fig. 237.

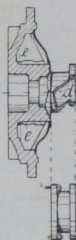


Fig. 238.

Fig. 239.
Stopfbüchse.

Am Cylinderdeckel war der Stopfbüchsenhals bei *dd* (Fig. 236 u. 238) zur Hälfte ausgebrochen und zwei der Verstärkungsrippen bei *ee* gerissen, auch hatte die guss-eiserne Deckelbekleidung (Fig. 237) bei *f* einen 250 mm langen Sprung davongetragen.

Die Aussagen über die den Bruch begleitenden Umstände gingen in verschiedenen Punkten wesentlich auseinander. Mögen die beiden wichtigsten und zuverlässigsten in Betracht gezogen werden.

Der Maschinist, gegen dessen Anstellung ich schon einige Tage vorher gelegentlich eines Vorkommnisses geringerer Tragweite der Betriebsleitung gegenüber meine Bedenken äusserte und der jedenfalls nicht befähigt war, seinem Posten voll und ganz vorzustehen, sagte folgendes aus:

„Es war abends 9 Uhr, zum Kühlen der Walzen trat auf der Walzenstrasse eine Pause ein; hierbei liess man die Maschine langsam laufen. Der Kondensator arbeitete mit.

Die Kessel hielten zur Zeit 6 Atm.

Überdruck, das Absperrventil war nur wenig geöffnet. Nach kurzer Zeit blieb in einem unbewachten Augenblick die Maschine stehen und zwar so, dass die Kurbel in ihrer oberen Stellung die Vertikale hinter sich hatte (Fig. 240).

Das Einlassventil war durch die Steuerung geschlossen und ging ich daran,

das vordere Einlassventil (Maschine links umlaufend) von Hand zu öffnen, um die Maschine wieder in Gang zu bringen. Vorher hatte ich das Absperrventil mehr geöffnet, trotzdem aber wollte sich die Maschine nicht drehen. Ich schickte zum Maschinenmeister, sperrte den Dampf ab und liess bis zu dessen Ankunft alles ruhen.“

Lassen wir nun den **Maschinenmeister**, der einige Minuten später zur Stelle kam, weiter erzählen:

„Ich wurde gerufen unter der Angabe, der Dampfcylinder habe sich in seiner Befestigung etwas gelockert und bewege sich auf dem Fundamentrahmen. Ich heisse den Maschinisten, der mit keinem Wort das Voraufgegangene erwähnt, die Maschine in Betrieb setzen und richte mein ganzes Augenmerk auf den fraglichen Umstand. Der Maschinist giebt Dampf auf und öffnet von Hand das vordere Einlassventil. Die Maschine rührte sich nicht.

Die Kurbel steht ca. 45° vom toten Punkte entfernt, das hintere Einlassventil lasse ich von Hand öffnen, (!) worauf die Maschine eine $\frac{1}{4}$ Umdrehung rückwärts macht. Hier angelangt, drehte sich die Maschine ohne weiteres selbstthätig in ihrer Laufrichtung (links) und, auf dem hinteren toten Punkt angelangt, ein **dumpfer Schlag** — und es war geschehen.

Ich ahnte sofort, dass nur Wasser die Ursache sein könne, der Maschinist hatte das in der Übergangsleitung von Maschine

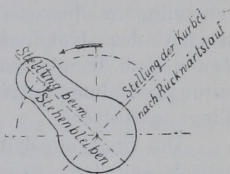


Fig. 240. Stellung der Kurbel beim Unfall

nach Kondensator sitzende Wechselventil nicht umgeschaltet. Nach der ihm streng anbefohlenen Weisung hätte er dieses vor jedem Stillsetzen oder sofort nach jedem Stillstehen thun müssen.“

Bevor wir nun zur näheren Ermittlung der eigentlichen Ursache schreiten, seien noch einige ins Gewicht fallende Umstände erwähnt.

Das zur **Kondensation** benötigte Wasser wird einem Teiche entnommen. Der Wasserspiegel des Teiches liegt zeitweilig in demselben Niveau wie der Wassereingangsstutzen des Kondensators, das Wasser kann also zu Zeiten dem Kondensator zulaufen (!). Die Mitte der Saugleitungsmündung liegt in einer Ebene mit der Mitte des Eingangsstutzens.

Die Übergangsleitung (400 mm lichte Weite) ist unterirdisch angelegt, das Wechselventil zum Umschalten des Dampfes befindet sich unmittelbar am Kondensator.

Diese Leitung ist mit einem **Belüftungsapparat** versehen, das Ventil des Apparates schliesst sich durch Dampfdruck, Letzterer wird unterhalb des Absperrventiles dem Einlassventilgehäuse entnommen.

Luftpumpen- und Dampfcylindermitte liegen in einer Ebene (die Luftpumpe steht also über Flur). Der Dampfcylinder ist dicht oberhalb der Auslassventile mit **Sicherheitsventilen** versehen, die 90 mm lichte Weite haben und bei 8 Atm. abblasen.

Die **Steuerung** ist dermassen eingestellt, dass die grösste Cylinderfüllung — bei niedrigster Regulatorstellung — 0,4, die geringste Füllung 0,01 beträgt. Die Voröffnung der Einströmung beginnt 5 mm vor Ende des Kolbenhubes; der Dampfaustritt beginnt, wenn der Kolben noch 75 mm zurückzulegen hat, die Kompression bei einem Kolbenweg von 1300 mm.

Suchen wir nunmehr an der Hand der gewordenen Aussagen nach der **Ursache des Unfalles**. Die durch das Absperrventil bewirkte zu grosse Drosselung des Dampfes hatte das Stehenbleiben der Maschine auf einem Punkte zur Folge, bei welchem beide Einlassventile geschlossen waren. In welcher Weise bis zu diesem Moment der Belüftungsapparat funktionierte, lässt sich mit Sicherheit nicht feststellen. Doch ist anzunehmen, dass stets Luft eintreten konnte, so lange die Steuerung die Einlassventile offen

hielt. Der in diesen Perioden auf dem Belüftungsventil lastende Dampfdruck war zu gering, dasselbe zu schliessen.

Während der Expansion dagegen genügte der Dampfdruck im Einlassventilgehäuse, den Apparat ausser Thätigkeit zu setzen. (Die Belastungsfeder war schwach gewählt, um auch bei der zeitweilig herrschenden geringen Kesselspannung zu genügen.) Ferner ist eine geringe Anfangsspannung des einströmenden Dampfes anzunehmen, welche also bei der Expansion unter 1 Atm. sank; demnach schon bei Beginn der Ausströmung ein gewisses Vakuum im Cylinder herrschte. Andernfalls wäre die Maschine wohl nicht zum Stehen gekommen. Der Belüftungsapparat konnte von diesem Moment an nicht mehr in Thätigkeit sein.

Die durch den Kondensator auf der hintern Seite des Cylinders bewirkte Luftleere zog das Kondensationswasser an und füllte sich der Cylinder in kurzer Zeit (nach den Ermittlungen in etwa 3—5 Minuten). Jetzt gab der Maschinist mehr Dampf und öffnete das vordere Einlassventil, um die Maschine in der Laufrichtung in Gang zu setzen. Die Maschine kam jedoch nicht in Bewegung. Das vor dem Kolben sitzende Wasser setzte Widerstand entgegen, denn das Auslassventil war nur wenig mehr geöffnet, das Wasser konnte nicht entweichen.

Dasselbe Manöver wiederholte sich 10 Minuten später in Gegenwart des Maschinenmeisters; dann öffnete man, heisst es weiter, das hintere Einlassventil und die Maschine drehte sich eine $\frac{1}{4}$ Drehung rückwärts, um, in dieser Stellung angelangt, sofort von selbst ihre Laufrichtung anzunehmen, und zwar, um nicht nur auf dem hinteren toten Punkte den Cylinder zu zertrümmern, sondern auch noch einige Umdrehungen zu machen.

Hier eben liegt das Unklare des angeblichen Sachverhaltes, denn wie eine nähere Betrachtung der Umstände ergeben wird, fehlt dann jede natürliche Erklärung für die Kraftäusserung der Maschine auf diesem Wege.

Der durch das vordere Einlassventil eingeströmte Dampf konnte nicht entweichen, da auf dieser Seite das Auslassventil geschlossen war, er muss sich aber rasch verdichtet haben durch die von der im hinteren Cylindertheil stehenden kalten Wassersäule bewirkten Abkühlung der Cylinder- und Kolbenwände; da anders beim Öffnen

des hinteren Einlassventils die Maschine sich unmöglich hätte rückwärts bewegen können.

Auffallend und doch erklärlich ist die grosse Kraftentwicklung auf der hinteren Cylinderseite. Durch das um 10 mm geöffnete Auslassventil konnte das Wasser nicht rasch genug entweichen. (Spätere an derselben Maschine gemachte Erfahrungen ergaben, dass bei 3 mm Auslassventilöffnung, ca. 25 mm Einlassventilöffnung und 4,5 Atm. Dampfdruck die Maschine nicht in Gang zu bringen war.) Gesetzt aber auch den Fall, es hätte bei der Rückwärtsbewegung vor dem Kolben durch die noch im vorderen Cylinder vorhandenen Dämpfe eine Kompression von 8 Atm. stattgefunden, welche den umgekehrten Gang der Maschine in der Laufrichtung herbeigeführt hätte, so ist es doch absolut unmöglich, dass dieselbe soviel Kraft entwickeln konnte, als zur Zertrümmerung des Cylinders und zum Weiterlauf der Maschine gehörte.

Es muss vielmehr sofort, nachdem die Rückwärtsbewegung der Maschine stattgefunden hatte, das vordere Einlassventil geöffnet worden sein und zwar, ehe das nachströmende Wasser den hinteren Cylinderteil wieder anfüllen konnte; und da das Öffnen der Einlassventile beim Rückwärtslauf der Maschine durch die Steuerung nicht bewirkt werden kann — es hebt sich statt dessen der Regulator in diesem Fall — so kann es nur von Hand geschehen sein.

Jedenfalls ist dieses dem Maschinenmeister entgangen, er legte dem allen kein Gewicht bei und bleibt bei seiner Behauptung.

Der Umstand, dass die Maschine beim Lüften des vordern Einlassventiles nicht in Gang zu bringen war, hätte ihn doch stutzig machen müssen. Auch durch den Maschinisten war keine Klarheit in die Sache zu bringen, da er in einem Atemzug zugab und bestritt. Derselbe hatte sich jedenfalls schon vor dem Unfall in hochgradiger Aufregung befunden, und hatte ihn beim Eintritt des Meisters das Erinnerungsvermögen vollständig verlassen.

Nach 12 Stunden zeigten die gusseisernen Bruchflächen noch den reinsten Glanz und waren nicht im geringsten mit den bekannten Rostflecken angesetzt. Dies brachte einen der Herren Ingenieure zu der Annahme, es könne überhaupt kein Wasser im Spiel gewesen sein, doch fanden sich hierfür nicht die geringsten Beläge, da

alle sonstigen Maschinenteile in schönster Ordnung befunden wurden.

Vom Dampf event. mitgeführtes Wasser kann ebenfalls nicht in Betracht gezogen werden, da das auf diese Weise in den hintern Cylinderteil gelangte Wasser hinreichend Zeit gefunden hätte, durch das geöffnete Auslassventil zu entweichen.

Die weitere Aussage des Maschinisten, er habe den an der tiefsten Stelle des Überströmrohres angebrachten 1" Ablasshahn geöffnet und durch diesen sei lange Zeit Wasser entströmt, behebt jeden Zweifel an der Ursache des Cylinderbruches; denn dieses Wasser musste sich zur Zeit desselben schon in der Leitung befunden haben, da sofort nach dem Unfall das Wechselventil durch den Maschinenmeister umgestaltet, also die Verbindung des Cylinders mit dem Kondensator unterbrochen wurde.

Der Bruch trat jedenfalls kurz nach völligem Schluss des Auslassventils — 1300 mm Kolbenweg — ein, indem das Sicherheitsventil nicht imstande war, das verdrängte Wasser zu entführen.

14 Schrauben rissen, 6 Schrauben hielten den Deckel am oberen Teil des Cylinderflansches fest und so wurde der Deckel „über Eck“ aus der Cylinderbohrung gepresst und die Stopfbüchse einseitig an die Stange gedrückt, infolgedessen das Stopfbüchsenfutter (Fig. 237 — 238) ausbrach.

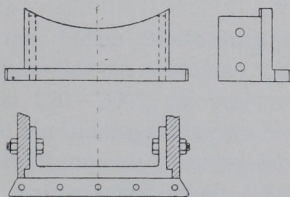


Fig. 241—243. Reparatur des Dampfzylinders.

Um den Betrieb wieder möglichst bald aufnehmen zu können, wurde der Cylinder in der Fig. 241—243 gezeichneten Weise geflickt und auch der Deckel durch Aufschrauben eines neuen Stopfbüchsenfutters (Fig. 239) wieder brauchbar gemacht. Beides ist auch einigermaßen betriebsfähig geworden, doch bietet diese Flickerei natürlich nicht

die geringste Sicherheit gegen irgend welche stärkere Kompression, und ist die Neuanschaffung eines Cylinders und Deckels ein Gebot der Notwendigkeit.

Um aber für die Zukunft eine **Wiederholung** dieses Falles gänzlich auszuschliessen, wird die Lage der Verbindungsrohrleitung dahin gehend abgeändert, dass es dem Kondensationswasser absolut unmöglich gemacht wird, in den Dampfcylinder gelangen zu können.

Übrigens hätte das Malheur nicht vorzukommen brauchen, wenn der „Maschinist“ nicht so gänzlich kopflos gehandelt hätte. In Anbetracht der Gefahr, welche bei solchen Anordnungen besteht, waren die beiden Maschinisten immer und immer wieder strengstens angewiesen worden, das Wechsel- und das **Wasserregulierventil** ja richtig zu handhaben, und musste der Maschinist nach den ihm gewordenen Instruktionen wissen, was er im vorliegenden Falle zu thun hatte; nämlich, sofort nach dem Stehenbleiben der Maschine das **Wechselventil** umzuschalten und den Ablasshahn in der Verbindungsrohrleitung zu öffnen, um dem event. eingedrungenen Wasser Abzug zu verschaffen. Auch hätte unter keinen Umständen ein Rückwärtslaufen der Maschine veranlasst werden dürfen.

Natürlich ist nunmehr für die Folge die Wartung der Maschine in andere Hände gelegt.

