

## Durchgehen der Maschine.

Diese Krankheit verdient ganz besondere Beachtung, da sie fast immer **längeren Betriebsstillstand** und sehr häufig Verluste an Menschenleben nach sich zieht.

Die bis jetzt bekannten Unfälle dieser Art lassen auf folgenden Hergang schliessen:

Durch irgend einen Umstand, sei es durch Reißen des Hauptriemens, Lösen einer Verbindung im Steuerungsmechanismus u. s. w. nimmt die Maschine eine übernormale Tourenzahl an, welche sich so hoch steigert, dass der Schwungradkranz der auftretenden Centrifugalkraft nicht mehr genug Widerstand bietet; er reisst und die Stücke fliegen tangential vom Radumfang ab (s. Fig. 469). Hierauf bricht das Hauptlager, dann die Treibstange, der Kreuzkopf und sehr häufig wird noch der Cylinderdeckel durch den Dampfkolben zertrümmert.

Eine **schneidig durchgehende Maschine** kann unter Umständen eine Erneuerung fast sämtlicher Hauptteile bedingen und auch sonst noch durch Zertrümmerung von in der Nähe stehenden Maschinen und Gebäuden grossen Schaden anrichten. Für uns ist es demnach sehr wichtig, die Punkte zu erörtern, welche ein **Durchgehen der Maschine veranlassen** können. Da müssen wir mit dem Konstrukteur ein Hähnchen rupfen.

Schon beim Entwurf der Steuerung, also beim Aufzeichnen der Dampfkanäle werden die grössten Dummheiten gemacht.

**60tes Beispiel.** (Falsche Steuerung.)

So sahen wir eine Maschine von einer renommierten Maschinenfabrik ausgeführt, welcher als kleinster Füllungsgrad 0,1 zu Grunde gelegt war. Beim Ausrücken von Arbeitsmaschinen war eine zu Zeiten sehr schwache Belastung der Maschine nicht zu vermeiden, der Regulator ging hoch. Seiner höchsten Stellung entsprach aber noch ein Füllungsgrad von 0,1, und die Maschine ging durch, wenn nicht der Maschinist immer rechtzeitig nach dem Absperrventil gesprungen wäre.

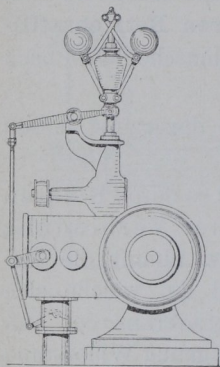


Fig. 466. Regulator wirkt auf Expansion und Drosselklappe.

Der Empfänger war natürlich mit dieser Art und Weise, eine Maschine zu bedienen, nicht einverstanden. Der Lieferant half dem Übel ab durch Anbringung einer Drosselklappe nach Fig. 466. Durch letztere wurde der Dampf bei höchster Regulatorstellung vollständig abgesperrt und ein Durchgehen der Maschine verhindert.

Der nicht denkende Konstrukteur, welcher die Masse zur Steuerung aus irgend einem Kalender entnommen, hat hoffentlich durch diese Lehre eine Anregung zum Denken und Verfolgen der neuesten Speciallitteratur erhalten.

Es mag als Regel für alle Maschinengattungen gelten:

**Kleinster Füllungsgrad** 0,0 für gewöhnliche Maschinen  
 „ „ — 0,02 für Kondensations- „  
 (mit grossen schädlichen Räumen).

Betreffs des letztgenannten **negativen Füllungsgrades** von 0,02 also 2% findet man häufig noch irrige Auffassung. Denken wir uns eine Maschine mit 0 Füllung, so schliesst der Expansionschieber den Dampfeintritt ab, wenn die Kurbel im toten Punkte steht. \*) Der schädliche Raum ist jedoch mit Frisch-

\*) Beachte Abschnitt VI: Das Einstellen der Steuerung.



Als **zweite Ursache**, welche ein Durchgehen der Maschine veranlassen kann, gilt die Konstruktion und Ausführung des Steuergestänges, und findet man hier die leichtfertigsten und widersinnigsten Ausführungen.

Insbesondere den Sicherungen der Schrauben und Bolzen wird wenig Wert beigelegt, und diese sind sehr häufig die Ursache von Unfällen.

Über die Verheerungen, welche selbst eine kleinere Maschine infolge Durchgehens anrichtet, kann sich nur derjenige eine Vorstellung machen, welcher Gelegenheit hatte, eine derartige Unglücksstätte zu besichtigen.

Wir wollen in nachstehendem einen Fall, welcher kürzlich in Schlesien passierte, beschreiben, und dem Leser denselben möglichst anschaulich machen.

**61tes Beispiel.** (Durchgehen der Maschine.)

Es handelt sich um eine Dampfmaschine

<i>Cylinderdurchmesser</i>	. . . . .	330 mm,
<i>Kolbenhub</i>	. . . . .	610 „
<i>Umdrehungen</i>	. . . . .	130 pro Min.
<i>Dampfdruck</i>	. . . . .	6 Atm.

Die Maschine mit Flachschiebersteuerung (sogenannte Guhrauer-Steuerung) diente zum Betriebe einer Dynamomaschine. Letztere versorgt die elektrische Beleuchtung und eine elektrisch angetriebene Schiebepühne. Die ganze Anlage ist fast immer Tag und Nacht in Betrieb.

Die **Bedienung** der Maschine wird des Nachts von einem älteren Maschinisten besorgt, tagsüber jedoch von einem 16—17jährigen jungen Menschen.

Am Unglückstage hatte sich der eben erwähnte junge Mensch auf kurze Zeit aus dem Maschinenhause entfernt, und der Teufel hatte freies Spiel. Die sich in den umliegenden Gebäuden sowie ausserhalb derselben aufhaltenden Personen hörten ein brummendes Geräusch, einige heftige Stösse und sahen aus dem Dache des Maschinenhauses vulkanartig Gegenstände auf **beträchtliche Höhe** emporfliegen.

Fig. 468 zeigt, welche Wanderungen die emporgeschleuderten Eisenstücke vollzogen haben. Das Gewicht der Stücke, sowie die Entfernung von der Unglücksstätte sind in die Zeichnung eingeschrieben.

Nachdem sich alles von dem ersten Schrecken erholt hatte betrachtete man die Unglücksstätte näher und fand, dass das Schwungrad von der Achse verschwunden war. Auf der Radnabe machten sich nur noch die Ansätze der

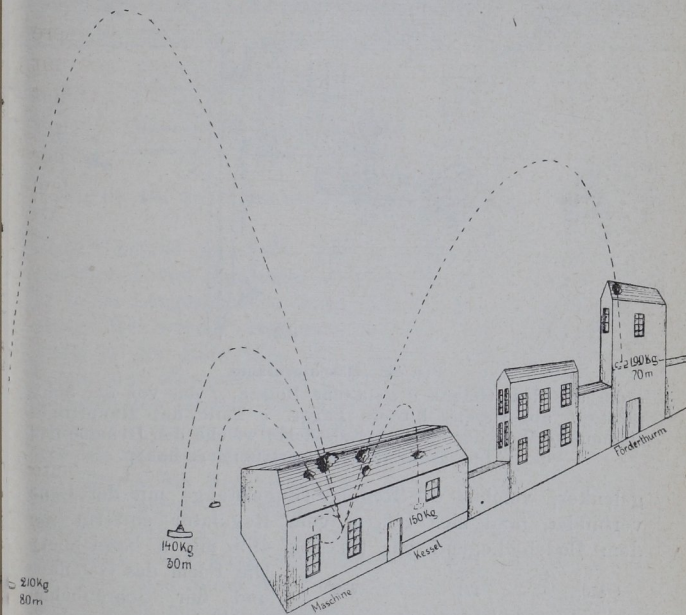


Fig. 468. Situation des Unfalls.

Schwungradarme bemerkbar. Es unterlag also keinem Zweifel, dass die Maschine durchgegangen, das Schwungrad in mehrere Stücke gesprungen, das Dach, die Giebelwand und den Dynamo zerstört hatte und zwar letzteren vollständig. Fig. 469 zeigt das Innere des Maschinenhauses.

Als gebrochene Teile fanden sich noch vor: das Hauptlager am Rahmen, die Excenterbügel und das hintere Lager Haeder, Die kranke Dampfmaschine.

der Hauptachse. Treib- und Excenterstange sind verbogen und die Kurbelachse an der Kurbelseite 300 mm nach vorn geschleudert. Cylinder und Schieberkasten liessen eine Beschädigung nicht erkennen.

Auffallend ist die Stellung des Regulators nach dem Unfall (Fig. 472). Der Bolzen des unteren Regulator-

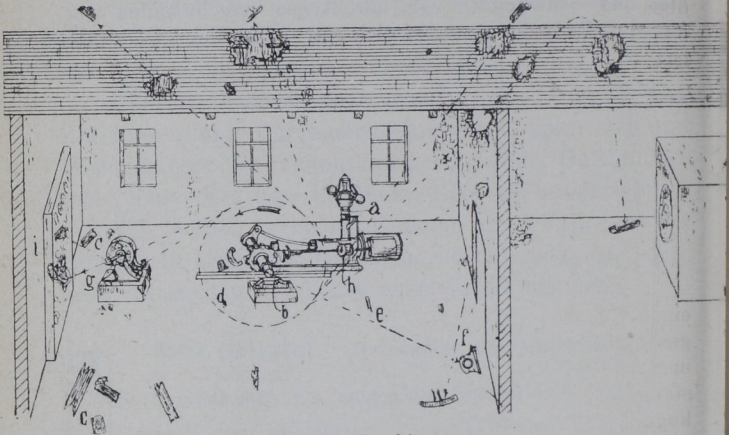
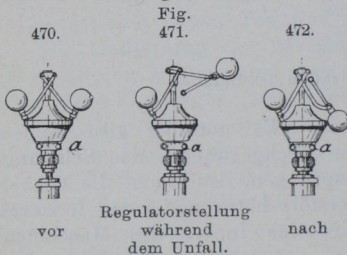


Fig. 469. Maschinenraum.

*e* der aus dem Gelenk *a* gefallene Bolzen, *f* das von der Sohlplatte *b* abgerissene hintere Lager, *c* Teile des Haupttreibriemens, *g* Weg der Schwungradstücke, welche den Dynamo und den Apparatschrank *i* zertrümmert haben.

gelenkes, welches die Regulatorkugelstange mit der Urne verbindet, fand sich  $1\frac{1}{2}$  m vom Regulator entfernt auf dem Boden liegend vor (in Fig. 469 mit *e* bezeichnet).



Die Form des Gelenkes und der Schraubchen zur Sicherung derselben sind in Fig. 473 in halber Grösse dargestellt. — Die Kugelstange selbst ist verbogen, ebenso die Zugstange, welche den Regulatorhebel mit dem Schieberstangenhebel verbindet.

Zum Antrieb des Regulators diente eine Gelenkkette, dieselbe, sowie die Kettenräder auf der Hauptachse und

am Regulator zeigten keine Beschädigung, woraus zu schliessen ist, dass die Kette vor dem Unfall herunterfiel, denn durch die Verschiebung der Hauptachse um 300 mm nach vorn hätte eine Beschädigung bezw. ein Zerreißen der Kette nicht ausbleiben können.

Nach genauer Prüfung der Sachlage ergibt sich über den Vorgang folgende Erklärung:

Das **Schräubchen**, welches als Sicherung des Regulatorbolzens (Fig. 473) dienen soll, hat sich durch irgend

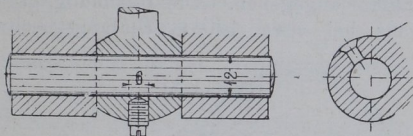


Fig. 473–474. Gelenk des Regulators bei *a*, vergl. Fig. 469 und 470.

einen Umstand gelockert. Der in seiner Welle mit aussergewöhnlich viel Spielraum sitzende **Bolzen** verschob sich in seiner Längsachse so lange, bis das Gelenk der Kugelstange frei wurde. In diesem Moment ging die Regulatorkugel in die Höhe (Fig. 471) und die eine Kugel allein konnte der schweren Urne das Gleichgewicht nicht halten, infolgedessen letztere den Regulator in seine tiefste Stellung zog und somit auch das Stellzeug des Expansionsschiebers auf die grösste Füllung einstellte.

Durch das Herabfallen der Kette jedoch verringerten sich die Touren des Regulators und er verharrte in seiner tiefsten Stellung, der Maschine eine Füllung von 65% zulassend. Nun stieg die Tourenzahl der Dampfmaschine so hoch, dass durch die Centrifugalkraft der Schwungradkranz brach und die Massenwirkung die Stücke mit ungeheurer Kraft tangential zum Radkranz abschleuderte. Die Stücke flogen nach allen Richtungen, jedoch meist in der Ebene des Schwungrades, wie aus den in das Dach geschlagenen Öffnungen und aus den sonstigen Beschädigungen hervorgeht.

Interessant und auffallend ist die Richtung, welche das **hintere Lager** (in Fig. 469 mit *f* bezeichnet) genommen hat. Der am Fuss gebrochene Lagerrumpf liegt 4 m vom Achszapfen entfernt; die Richtung schliesst einen Winkel von 45° mit dem Maschinenmittel ein. Es scheint

bei dem Stoss, welcher infolge des Bruches des Hauptlagers entstanden ist, abgebrochen und fortgeschleudert zu sein.

Was nun den **Hauptriemen**, dessen Stücke im ganzen Maschinenhaus herum liegen, anbetrifft, so lässt sich wohl kaum feststellen, ob derselbe vor der Schwungradexplosion gerissen und herabgefallen oder ob er bis zum Bersten des Schwungrades intakt blieb.

In Fig. 475—477 sind noch die Dimensionen des Schwungrades angegeben. Die Rechnung ergibt, dass der Radkranz bei etwa 100 m Umfangsgeschwindigkeit

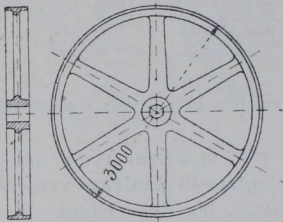


Fig. 475.  
Schwungrad.

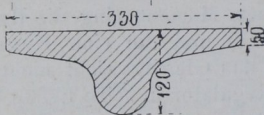


Fig. 476.  
Kranzquerschnitt.

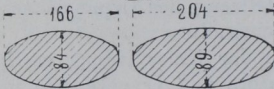


Fig. 477.  
Armquerschnitte.

pro Sekunde, also bei einer Umdrehungszahl der Maschine von ca. 500, hatte reissen müssen.

Ob das zweiteilige Schwungrad zuerst im Kranz oder in den Schrauben und Schrumpfringen gebrochen ist, kann nicht konstatiert werden. Auffallend ist jedoch, dass auch Teile der Arme mit hoch in die Luft geschleudert sind.

Welche Stosskraft den davonfliegenden Stücken innewohnte, erkennt man daraus, dass die zwei Steine starke Wand zwischen Maschine und Kesselhaus eine etwa 1 qm grosse Öffnung zeigt (Fig. 469 rechts). Das in Fig. 468 links gezeichnete Stück von 210 kg Gewicht durchschlug am Dach erst  $4\frac{1}{2}$  zöllige Balken und soll nach Aussage der Augenzeugen dann noch höher als 80 m (so hoch ist



der in der Nähe stehende Schornstein) geflogen sein. Das 190 kg schwere Stück (rechts) hat erst das Dach des Maschinenhauses durchschlagen, beim Herunterfallen schliesslich noch das Dach des Förderhauses.

Wir haben nun zwei Fragen zu beantworten:

1. Wen trifft die Schuld an dem Unfälle?
2. Wie lassen sich überhaupt derartige Vorkommnisse vermeiden?

Betreffs der Schuldfrage ist wohl kein Zweifel, dass sowohl auf Seiten des Lieferanten, als auch auf Seiten des Empfängers Ungehörigkeiten vorliegen.

#### a) Konstruktion bzw. Ausführungsfehler der Maschine.

Die Sicherung des Regulatorbolzens mit dem  $\frac{1}{4}$  zölligen Schraubchen (Fig. 473) ist eine ungenügende. Bei einem so wichtigen Teil, wie der Regulator, muss eine andere Befestigung des Bolzens gewählt werden.

#### b) Ungehörigkeiten in der Wartung der Maschine.

Die Beaufsichtigung durch einen 16 — 17 jährigen jungen Menschen ist eine unzulässige, um so mehr, als bei dem vorliegenden Betriebe die Schiebebühne häufig plötzlich aus- und eingerückt wird und der empfindlichste Teil der Dampfmaschine, der Regulator, seine Stellung sehr häufig zu verändern hat.

Auch muss angenommen werden, dass der Regulatorbolzen nicht plötzlich herausgeflogen ist, sondern, dass er eine geraume Zeit nötig hatte, um die Wanderung in seiner Hülle zu vollziehen, und ist es wohl wahrscheinlich, dass ein aufmerksamer Maschinist diese Unregelmässigkeit bemerkt und den Unfall verhütet haben würde.

Zum mindesten jedoch hätte der Unfall, falls wirklich ein Herausfliegen des Bolzens stattgefunden, nicht so schwere Folgen nach sich gezogen, denn der Maschinist würde selbstverständlich das Absperrventil zuge dreht haben und es wäre ein geringer oder gar kein Schaden entstanden.

Aus dem vorliegenden Thatbestand ergibt sich jedoch zu Lasten des Empfängers, dass der mit der Bedienung der Maschine beauftragte junge Mann sich zur Zeit des Unfalles überhaupt nicht da befunden hat, wo er sein sollte.

— Was nun die zweite Frage anbetrifft, so lassen sich

derartige Unfälle durch sachgemässe Bedienung vermeiden. Der Maschinist oder der Besitzer der Maschine mag sich von Zeit zu Zeit überzeugen, ob die Bolzen und Gelenke der Steuerung in Ordnung sind, ob der Regulatorriemen in gutem Zustande ist u. s. w.

Aber trotz dieser Aufmerksamkeit ist es zumal bei wechselnder Kraftentnahme nötig, dass im oder in der Nähe des Maschinenhauses sich jemand aufhält, der eventl. das Dampfabsperrentventil abstellen kann.

Besser ist es allerdings, wenn die Dampfmaschine eine besondere Einrichtung hat, durch welche ein Unglück, wie das beschriebene, verhindert wird.

Diese Sicherheitsvorrichtungen sollen einfach und nicht zu teuer sein, und wollen wir uns in einem besonderen Artikel damit beschäftigen.

**Mangelhafte Ausführung** des Regulators hatte auch nachstehenden Unfall zur Folge:

#### 62tes Beispiel.

Eine Maschine von

*Durchmesser des Dampfzylinders* . 600 mm,

*Kolbenhub* . . . . . 1000 „

*Umdrehungen* . . . . . 70 pro Minute

hatte Ventilsteuerung mit direkt wirkendem Regulator. Das Regulieren der Maschine liess zu wünschen übrig, so dass man beschloss, einen neuen schwereren Regulator anzubringen.

Bevor dies geschah, ereignete sich folgender Unfall:

Während des Betriebes und ohne dass der Maschinist besondere Unregelmässigkeiten bemerkte, löste sich die eine der beiden Regulatorkugeln und flog, wie in Fig. 478 angedeutet, in einer Entfernung von 2,5 m zu Boden, in die Mettlacher Platten ein Loch schiagend. Der Fabrikbesitzer befand sich zufällig in der Nähe, aber glücklicherweise nicht in der Flugrichtung der Regulatorkugel, denn sonst wäre es ihm schlimm ergangen.

Nach dem Herunterfliegen der Regulatorkugel nahm die Maschine einen schnelleren Gang an, sie wollte durchgehen; denn die eine Regulatorkugel konnte dem schweren Urnengewicht das Gleichgewicht nicht halten. Der Regulator sank in seine tiefste Stellung und stellte die Steuerung auf grösste Füllung ein.

Glücklicherweise war, wie schon erwähnt, der Maschinist zugegen und konnte durch schleuniges Schliessen des Dampf-  
absperrventiles die Maschine zum Stillstand bringen und  
so ein weiteres Unglück verhüten.

Die Besichtigung des Regulators ergab folgendes:

Wie in Fig. 479 angedeutet, war die Regulatorkugel  
auf dem Hebel durch Vernieten befestigt, das Loch in der

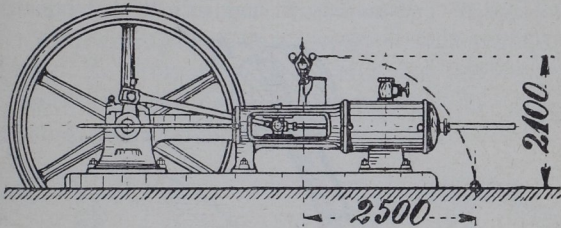


Fig. 478. Abfliegen einer Regulatorkugel.

Kugel etwas weit gebohrt und die Vernietung eine mangel-  
hafte.

Für denjenigen, welcher die Flugweite (in Zeichnung  
mit 2500 mm eingezeichnet) nachrechnen will, sei noch  
folgendes bemerkt:

Durchmesser der gusseisernen Regulatorkugel . . . . .	200 mm,
Schwingungskreis der Kugeln . . . . .	650 „
Umdrehungen pro Minute . . . . .	120.

Fassen wir alle Punkte zusammen, welche ein

### Durchgehen der Maschine

veranlassen können:

- Zu gross gewählter, kleinster Füllungsgrad,
- Abfallen oder Reissen des Hauptriemens,
- „ „ „ „ Regulatorriemens,
- Lösen einer Verbindung im Regulator,
- „ „ „ „ Steuergestänge,
- Brechen oder Lösen des Mitnehmers vom Expan-  
sionsschieber (im Schieberkasten),
- Lösen des Excenters auf der Hauptachse.

Die **Vorsichtsmassregeln**, welche wir treffen  
müssen, um ein Durchgehen der Maschine zu verhüten,

ergeben sich demnach von selbst; wir müssen sorgen für eine sachgemässe Steuerung mit genügend kleinem Füllungsgrad; haben uns von Zeit zu Zeit zu überzeugen, dass das Steuergestänge in Ordnung, alle Schrauben und Bolzen genügend gegen Herausfallen gesichert sind. Bei gelegentlichem Öffnen des Schieber-



Fig. 479. Befestigung der Regulatorkugel.

kastens überzeuge man sich von der richtigen Befestigung des Mitnehmers des Expansionschiebers. Der Regulatorriemen muss gut in Ordnung sein.

Bei Maschinen ohne Regulator, wie z. B. Walzenzugmaschinen, Sorge man für ein Reservedampfabsperrorgan, um beim Versagen des Absperrventils doch im Notfall den Dampf abstellen zu können.