

## Abschnitt IV.

# Stösse in der Maschine, deren Ursachen und Beseitigung.

Wie wir aus den vielen Beispielen ersehen haben, bilden die Stösse in der Dampfmaschine einen hohen Prozentsatz der Krankheiten und wollen wir im Nachstehenden uns einmal ausschliesslich mit den Stössen befassen.

### Stösse.

Die Stösse können ihre Ursachen haben:

1. In fehlerhafter Konstruktion, z. B. nicht zweckentsprechender Steuerung, zu schmaler oder zu niedriger **Kreuzkopfkeil**, Kolben lose auf der Stange durch zu schwach gewählten Conus, ungünstiger Massenwirkung, zu schwacher Rahmen, infolge dessen Durchbiegen desselben, zu schwache (also federnde) Kurbel oder Hauptachse.

2. In schlechter Ausführung, z. B. Schiefsitzen des Kurbelzapfens in der Kurbel, oder der Letzteren auf der Hauptachse, nicht genau rechtwinklig zur Geradföhrung, oder nicht genau horizontal eingepasstes Kurbellager, zu viel Überlauf der Kolbenringe, zu lose Excenterbügel etc., lose Kurbel, durch unrichtiges Aufziehen derselben.

3. In mangelhafter Montage, z. B. nicht genaue Einhaltung eines rechten Winkels zwischen Cylinder- und Geradföhrungsmittel zur Hauptachse, nicht rechtwinklig zur Schwingungsebene der Treibstange liegende Welle, schlechtes Untergiessen der Maschine etc.

4. In nicht sachgemäss hergestelltem Fundament,

z. B. Verwendung von minderwertigen Steinen und schlechtem Mörtel, und noch event. auf die ganze Tiefe freistehendes Fundament.

5. In schlechter Wartung, z. B. nicht rechtzeitiges Nachhelfen resp. Nachziehen der Lagerschalen von Kurbel-lager, Kurbelzapfen und Kreuzkopfbolzen, ungenügende Ölzufuhr oder Verwendung von schlechtem Schmieröle in das Innere des Cylinders, hierdurch Fressen der Kolben-ringe oder des Schiebers und als Folge zu viel Wider-stand und Schläge etc.

### Stösse im Hauptgestänge.

Jeder in dem Gestänge auftretende Stoss bedingt einen Spielraum zwischen Zapfen und Lagerschalen. Denken wir uns, alle Lager und Gelenke schliessen mathematisch genau dicht, so kann ein Stoss in der Maschine nicht auf-treten.

Um also die Ursache eines Stosses zu ermitteln, müssen wir zunächst unser Augenmerk auf die Lager lenken und zwar im besonderen beobachten: das Kurbelwellen-lager, den Kurbelzapfen, den Kreuzkopfbolzen und die Kreuzkopfführung.

1. Das **Kurbelwellenlager**. Zu viel Spielraum zwischen Zapfen und Lagerschalen kann folgende Er-scheinung hervorrufen:

- a) an den auf der Mitte der Kurbelachse meist noch sichtbaren **Körnern** kann man ein Tanzen bezw. das Hin- und Hergehen der Kurbelachse erkennen;
- b) die **Lagerschalen** zeigen eine hin- und hergehende Bewegung;
- c) Erschütterungen der **Treibstange** (bemerktbar, indem man die Hand während des Ganges auf dieselbe legt, Fig. 553).

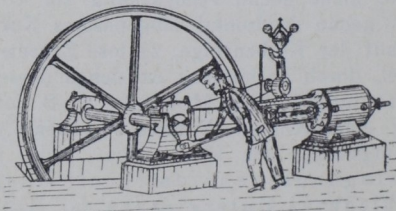


Fig. 553.

2. Der **Kurbelzapfen**. Der Schlag im Kurbelzapfen äussert sich im allgemeinen durch helleren Klang, als der des Kurbelachsenlagers. Man hält auch hier wieder während des Ganges die Hand auf die Treibstange und äussert sich der Schlag zuckender, als wenn der Kurbelzapfen dicht schliesst und im Hauptlager der Spielraum sitzt.

3. Der **Kreuzkopfbolzen**. Der Schlag äussert sich hier ähnlich, wie beim Kurbelzapfen. Um nun festzustellen, in **welchem Lager der Spielraum** sitzt, empfiehlt sich folgende höchst einfache Methode.

Man führt dem Lager möglichst schnell und möglichst viel Schmieröl zu (bei Schmierung mit Staufferbüchsen lässt sich dies am besten erreichen). Dies zugeführte Öl füllt für den Augenblick den Spielraum aus, der Schlag wird schwächer und dumpfer! Auf diese Weise kommt man in fast allen Fällen zum Ziele.

Wenn man so den **Sitz des Stosses** ergründet hat, ist es aber noch lange nicht so einfach, denselben zu beseitigen; viele Lager haben die unangenehme Eigenschaft, dass sie **heiss laufen**, sobald man die Lagerschalen zu dicht einstellt. Eine Maschine, welche schon längere Zeit geklopft, hat nicht selten **beschädigten Lagerlauf**.

4. Die **Kreuzkopfführung**. Zu viel **Spiel der Gleitbacken** gegen die Führung kann auch Schläge hervorrufen, welche sich dann immer in der Nähe des toten Punktes äussern, da in der Totpunktlage die Gleitbacken nicht auf die Führung gedrückt werden, sondern eine vollständige Entlastung eintritt.

### **Grundursachen der Stösse im Hauptgestänge.**

Wir haben schon erwähnt, dass ein gewisser Spielraum vorhanden sein muss, wenn Stösse eintreten und auch darauf hingewiesen, dass es mit dem besten Willen häufig nicht gelingt, das Spiel in den Lagern zu beseitigen. Die mehr oder weniger schlechte Beschaffenheit des Hauptlagers, unvollkommene Nachstellvorrichtung der Lagerschalen, schiefsitzender Kurbelzapfen etc. sind Hindernisse, welche sich ohne umfassende Reparaturen der Maschinenfabrik nicht beseitigen lassen.

In solchen Fällen müssen wir die **Grundursache** des Stosses ermitteln.

Diese kann bestehen in:

### 1. Ungünstigem **Druckwechsel** im Gestänge.

Jeder Stoss ist mit einem Druckwechsel im Lager verbunden.

Durch eine Änderung der Steuerung kann der Druckwechsel verlegt und auch die Stärke der Stosses mehr oder weniger beeinflusst werden, so z. B. kann durch das Vergrössern der Voreilung einer Maschine der Schlag stärker oder schwächer werden.

### **71tes Beispiel.** (Stoss im Gestänge.)

So wurde der Schieber des Donauschiffes „Szobb“ auf 3 mm lineares Voreilen gestellt, und als man die Maschine angehen liess, wurde jede Bewegungsumkehr von **einem solchen Stosse** begleitet, dass man nach wenigen Hübten für die Existenz der Maschine ernstlich Sorge tragen musste. Sie wurde nun abgestellt, der Schieber auf 5 mm lineares Voreilen justiert und die Maschine ging tadellos. Doch so oft man des Versuchs halber auf 3 mm zurückging, traten gleichzeitig die Stösse wieder in das Gestänge (s. auch Radinger, Dampfmaschinen, Seite 81).

Man untersuche jedoch stets die **Diagramme**\*) bevor man eine Änderung der Steuerung vornimmt.

2. **Losser Kolben.** Ein Kolben, welcher nicht fest auf der Stange sitzt und sich während jeden Hubes vom Conus abdrückt, veranlasst durch seine Masse eine **Erschütterung** der Kolbenstangen, welche sich dem Cylinder mitteilt, sich aber besonders auf **die Lager überträgt**, so dass demjenigen, welcher weniger mit kranken Dampfmaschinen umzugehen Gelegenheit hatte, die Hauptursache ganz entgeht.

3. **Festklemmen der Kolbenringe** in irgend einer Kolbenstellung.

Es kommt vor, besonders bei mangelhafter Schmierung des Innern des Dampfzylinders, dass die Kolbenringe „festbremsen“, wie man zu sagen pflegt. Dies macht sich gewöhnlich bemerkbar durch Brummen im Dampfzylinder, Zittern des Letzteren und durch Schlag in den Lagern.

4. **Durchbiegen des Bajonettrahmens.** Zu schwach konstruierte Bajonettrahmen findet man sehr häufig. In der Mittelstellung der Kurbel (Fig. 554) wirkt eine Kraft nach unten und verbiegt den Rahmen. Man sucht sich dann zu helfen nach Fig. 555 durch Anordnung der Stütze c.

\*) nach Haeder Indikator II. Aufl. S. 209—214.

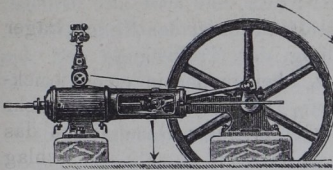


Fig. 554.

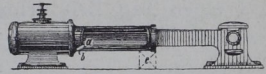


Fig. 555.

5. **Ungenaue Montage** der Maschine und schief-sitzende Kurbelzapfen.

Bilden Cylinder- und Achsenmittel nicht genau einen Winkel von  $90^\circ$ , so wird sich immer ein Schlag einstellen. Man ist nicht imstande, den Kurbelzapfen schliessend zu machen, die Schale wird in einer Kurbelstellung vorn, in der andern hinten anliegen. Dieselbe Erscheinung zeigt ein schiefsitzender Kurbelzapfen. Es ist nicht so einfach, diese beiden Fehler an einer Maschine festzustellen. Hierzu:

**72tes Beispiel.** (Stoss in der Maschine.)

Eine Dampfmaschine in der Gegend von Magdeburg zeichnete sich vom Tage der Inbetriebsetzung an durch heftige Stösse aus. Alle vom Lieferanten der Maschine angewandten Mittel waren fruchtlos, bis Ingenieure und Werkmeister durch Messung ein Schiefsitzen des Kurbelzapfens konstatierten. Daraufhin wurde eine neue Kurbelwelle mit Kurbel und Kurbelzapfen angefertigt, dieselbe eingebaut und die Maschine klopfte ruhig weiter.

Ein sehr gutes Kontrollmittel besteht darin, dass das **Treibstangenende** von dem Kreuzkopf gelöst und die Treibstange in die entgegengesetzte Richtung gelegt

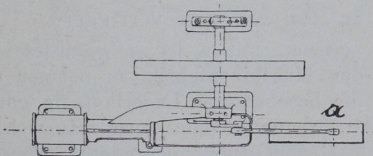


Fig. 556. Kontrolle.

wird (Fig. 556). Dreht man nun die Hauptachse, so muss das Ende der Treibstange auf einem Brette *a* während einer Umdrehung eine gerade Linie beschreiben.

Zeigen sich Abweichungen, so sitzt der Kurbelzapfen schief. Ein anderes Hilfsmittel ist das **Abschnüren**, welches sich nach Entfernung der Treibstange und des Kolbens gut ausführen lässt, aber immerhin einen halben bis einen Tag Zeit erfordert. Ohne Entfernung der genannten Teile wird sich kaum ein gutes Resultat erzielen lassen.

6. **Mangelhaft hergestelltes Fundament.** Das Fundament muss guten Baugrund haben und soll an den Seiten nicht freistehen. Beides kann Bewegung des ganzen Fundamentes, also auch der Maschine hervorrufen und zu Erschütterungen und Stößen Veranlassung geben. Ebenso wird die Stabilität des Fundamentes durch schlechte Steine und schlechten Mörtel beeinträchtigt.

7. **Lose Verbindung** zwischen Rahmen und Fundament, meist eine Folge des schlechten Untergiessens des Fundamentrahmens und zu geringer Berührungsfläche des Rahmens mit dem Fundament. Maschinen, welche seit längerer Zeit starken Stoss haben, lassen fast immer eine Verschiebung des Rahmens gegen das Fundament erkennen. Im Walzwerkbetrieb findet man Maschinen, bei welchen sich der Rahmen mehrere Millimeter hebt und senkt. Ein nachträgliches Untergiessen bringt wenig Vorteil, bezw. hält nicht lange vor, wenn man nicht den **Stoss** in der Maschine in sich beseitigt.

### Das Beseitigen der Stösse im Hauptgestänge.

Hat man die Grundursache des Stosses gefunden, so muss man darnach trachten, diese Ursache zu beseitigen oder wenigstens deren Einfluss zu vermindern. Schwächer wird der Stoss immer, wenn man den **Spielraum in den Lagern** verringert.

In den seltenen Fällen ist es gestattet, die Kurbelachse nach der Maschinenfabrik zu nehmen und so auf bequeme Art die beschädigten Lagerläufe in guten Zustand zu setzen. An Ort und Stelle muss man sich, so gut es angeht, durch Nacharbeiten, besonders Nachschaben des Lagerlaufs und der Schalen helfen.

Sehr häufig lässt die **Oberfläche der Kurbelzapfen** zu wünschen übrig, und besteht ein gutes Mittel, dieselben zu glätten, darin, dass man mittelst **Holzkluppe** nach

Seite 46 Fig. 103 erst mit feinstem Schmirgel und Öl und sodann mit Öl allein mehrere Stunden lang nachhilft.

Da besonders Lagerschalen von **Bronze** nach dem Warmwerden sich schärfer krümmen und infolgedessen an den Teilstellen kneifen (bei Rotgusslagern ist diese Erscheinung nicht so stark), so bohrt man zweckmässig zweitheilige Lager um 0,5 % und vierteilige um 0,8 % weiter als der Zapfendurchmesser.

**Fensterförmige Ausgiessungen** der Rotgusschalen mit Weissguss\*) sind zu verwerfen. Der Lagerlauf soll nur mit ein und demselben Lagermaterial in Berührung kommen.

Eine grössere Anzahl Fabrikanten will mit dem fensterförmigen Ausguss gute Erfahrung gemacht haben, und führt die Konstruktion heute noch aus. Man muss den Rotguss vorher verzinnen, damit der Weissguss gut hält. Geschieht dieses nicht, so bröckeln Stücke vom Weissguss ab und das Lager läuft heiss.

Während des Betriebes empfiehlt sich, zur **Beseitigung der rauhen**, bzw. der riefigen Lagerstellen das Einbringen von **Schwefelblüte**, welche in grösseren Mengen und mit Schmieröl vermischt, dem betreffenden Lagerlauf zugeführt wird. Das Lager kann hierbei in ziemlich heissem Zustande sein, doch muss man acht geben, dass ein Festbrennen nicht stattfindet. Die Zuführung der Schwefelblüte soll bei flottem Betriebe und längere Zeit stattfinden. In den meisten Fällen erhält man einen glatten Lagerlauf.

Wenn ein Hauptlager mit allen Mitteln nicht kalt zu bekommen ist, wendet man wohl auch ein **Gewaltmittel** an (welches jedoch gefährlich werden kann), darin bestehend, dass man die Maschine trotz Warmlaufens noch mehr Touren machen lässt als gewöhnlich und während des Ganges grössere Mengen Schwefelblüte und Öl auf die Laufflächen bringt. Unter geeigneten Verhältnissen geschieht dieses bei gelöstem Hauptlagerdeckel.

\*) **Die Mischung für Weissguss** wird nach Kirchweg er zweckmässig: Zuerst geschmolzen  $9\frac{1}{2}$  Teile Kupfer, in das flüssige Kupfer kommen 13 Teile Antimon, darauf 59 Teile reinstes Zinn. Gut gemischt, ausgegossen und zerkleinert. Von dieser Mischung werden 27 Teile geschmolzen, dann  $29\frac{1}{2}$  Teile reinstes Zinn zugesetzt, gut gemischt und in Barren gegossen.

Aber selbst beim besten und richtigsten Lagerlauf kann ein

### Heisslaufen der Lager

eintreten, sofern man die Lagerschalen zu fest gegen den Lauf presst.

Wichtige Faktoren, welche auf das Heisslaufen der Lager Einfluss haben, sind folgende:

1. zu hoher Flächendruck  $p$ ,
2. zu hohe Umfangsgeschwindigkeit des Zapfens bei gegebenem Flächendruck ( $p \cdot v$  zu gross),
3. unzuweckmässige Zuführung der Schmiermittel,
4. ungeeignetes Lagermaterial,
5. zu hohe Pressung durch Kräfte, die infolge mangelhafter Konstruktion auftreten, z. B. federnde Welle,
6. Stösse.

### Flächendruck und Umfangsgeschwindigkeit.

Es bezeichnen:

$d$  Durchmesser des Lagers in cm,

$l$  Länge des Lagers in cm,

$n$  Umdrehungszahl pro Min.,

$P$  Gesamtflächendruck in kg,

$$p = \frac{P}{d \cdot l} \text{ Flächendruck pro qcm in kg,}$$

$$v = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 100} \text{ Umfangsgeschwindigkeit des Zapfens}$$

in m pro Sek., so sollen folgende Werte nicht überschritten werden:

Tab. 1. Flächendruck und Produkt  $p \cdot v$ .

		Kurbellager	Kurbelzapfen
Druck pro qcm	$p =$	17—21	70—75
Produkt	$p \cdot v =$	25—32	45—65

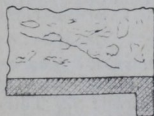


Fig. 557. Zu hoher Flächendruck.

Beim Vorhandensein zu hohen Flächendrucks wird das Material der Lagerschalen an der Lauffläche zerdrückt. Es lösen sich von der Oberfläche des Lagerlaufes ganz dünne Metallplättchen ab (Fig. 557). Diese erhöhen die Lagerreibung und führen zum Festbrennen. Hierzu ein Beispiel:



**73tes Beispiel.** (Flächendruck.)

Eine **Walzenzugmaschine** mit Kondensation

*Hochdruckcylinder*  $d = 540$  mm

*Niederdruckcylinder*  $D = 760$  ..

*Hub*  $H = 900$  ..

*Touren*  $n = 100$  pro Minute

*Dampfspannung*  $p = 11$  Atm. Überdruck

ergab:

**Tab. 2.** Ausgerechnete Werte für das Beispiel.

	Kurbelzapfen 16×20 cm			Kurbellager 29×44 cm		
	Umfangsgeschwindigkeit	Druck pro qcm	Produkt	Umfangsgeschwindigkeit	Druck pro qcm	Produkt
	$v$	$p$	$p \cdot v$	$v$	$p$	$p \cdot v$
Normalleistung	0,83 m	99 kg	82 kgm	1,5 m	25 kg	38 kgm
Maximalleistung	0,83 m	119 kg	99 kgm	1,5 m	30 kg	45 kgm

Diese Zahlen **übersteigen** wesentlich die in Tabelle 1 angegebenen zulässigen Werte.

In Wirklichkeit stellte sich denn auch heraus, dass die Maschine nicht arbeitsfähig war, nach kurzer Betriebszeit lösten sich Metallplättchen nach Fig. 557 ab, der Kurbelzapfen und das Hauptlager lief heiss. Der Lieferant der Maschine musste Letztere zurücknehmen und durch eine ganz neue Maschine ersetzen, ohne irgend welche Entschädigung.

**Stoss im Steuergestänge.**

Die **Heftigkeit der Stösse** im Steuergestänge hängt ebenso wie beim Hauptgestänge von der Grösse des Spielraumes in den Gelenken und den Excentern ab.

**Lose Schieber.**

Bekanntlich darf der Grundschieber nicht fest mit der Schieberstange verbunden sein, damit er auch nach erfolgter Abnutzung der Schieberfläche noch auf den Schieberspiegel gedrückt wird. Hat der Schieber jedoch

zwischen den Muttern oder Bunden *ee* (Fig. 558) zu viel Spielraum, so macht sich ein **Schlag** bemerkbar, welcher sich sehr häufig auf die Kurbelwelle *k* derart überträgt, dass man

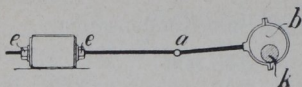


Fig. 558. Loser Schieber.

meint, der Stoss rühre vom Hauptgestänge her. Je mehr Spielraum nun das Gelenk *a* und das Excenter *b* hat, um so stärker ist der Schlag. Da es nun sehr selten dicht schliessende Excenter giebt, so findet man auch selten wirklich ruhig gehendes Gestänge bei Schiebermaschinen. Auch hier kann man sich durch die auf Seite 237 angegebene Methode (Zuführung grosser Partieen Schmieröl) überzeugen, ob der heftige Stoss vom Excenter auf die Hauptachse übertragen wird.

Um das Spiel am Schieber zu beseitigen, macht man den Schieberkastendeckel los und zieht die Muttern nach.

Ein **Klopfen im Cylinder selbst** kann auch durch Abklappen des Schiebers (vergl. Seite 131) hervorgerufen werden, besonders bei Maschinen, die mit Expansionsapparaten arbeiten; am Ende der Expansionsperiode herrscht im Schieberkasten wenig Druck, so dass die Kompression der anderen Cylinderseite den Schieber abdrückt. Über Fressen der Schieberspiegel s. Seite 110 u. Anhang I.

