

Abschnitt VI.

Das Einstellen der Steuerungen der Dampfmaschinen.

Das Einstellen der Steuerung erfordert sowohl in der Werkstatt, bei der Montage, als auch nach jeder Reparatur der Maschine besondere Aufmerksamkeit. Man soll es nie unterlassen, die Stellung der Steuerung zu kontrollieren und sich hierüber, wie auf Seite 251 und 252 angegeben, Notizen zu machen. Auch, wenn gleich nach der Inbetriebsetzung der Maschine Indikatorversuche vorgenommen werden, ist es hierbei erwünscht, dass die Notizen für die Steuerung vorliegen.

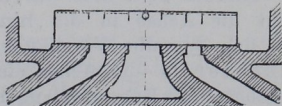
a) Einfache Schiebersteuerung.

Cylinder, Rahmen, Kurbelwelle (mit aufgezogener Kurbel und lose aufgestecktem, jedoch bereits genutetem Excenter) sind nach Wage und Winkel in der Werkstatt festgelegt.

Fig. 560.
Anzeichnen des Schiebers.



Fig. 561.
Anzeichnen des Schieberspiegels.



Man reißt die **Schieberkanäle** an der unteren Führungsfläche für den Schieber mittelst Reissnadel und Winkel nach Fig. 561 auf, kennzeichnet die Risse durch Meissel-

hiebe und die **Mitte** des Schieberspiegels durch Körner. (Gut ist es, die Stege, wie in der Zeichnung durch Punkte angedeutet, durch kleine Körner zu markieren.)

Ebenso werden am **Schieber** das Schiebermittel und die Kanalkanten aussen angezeichnet (Fig. 560); man ist hierdurch imstande, selbst bei eingebautem Schieber Eröffnung und Schluss der Kanäle von aussen zu erkennen.

Jetzt keilt man das **Excenter** provisorisch an beliebiger Stelle fest, verbindet dasselbe mit dem Schieber und dreht die Kurbelachse. Man ändert nun die Länge des Gestänges so lange, bis nach Fig. 562 der Schieber von Mitte Schieberspiegel gleichmässig nach vorn und hinten ausschlägt, also die **Strecke E** von Mitte Excenter bis Mitte Schieber gleich ist der **Strecke S** von Mitte Kurbelwelle bis Mitte Schieberspiegel.

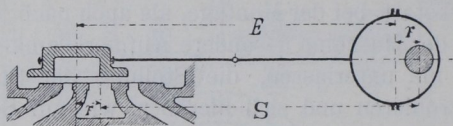


Fig. 562. Bestimmung der Entfernung E .

Nun stellt man die Kurbel in die **Totpunktlage**, dreht das Excenter auf der Achse, bis der vordere Einlasskanal um das **Voreilen v** geöffnet ist (Fig. 563).

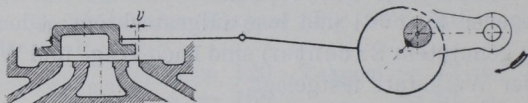


Fig. 563. Bestimmung der Richtung des Excenters.

Hierauf keilt man das Excenter provisorisch fest und dreht die Achse in die **hintere Totpunktlage**. Erhält man nun dasselbe Voreilen v , so kann die Nute für das Excenter in die Achse eingebracht und die Länge der Schieber- und Excenterstangen fixiert werden. (Beobachtet man noch, bei welchem Kolbenwege der Dampfeinlass und -Auslass geschlossen wird, so erhält man hinten etwas mehr Füllung als vorn, was sich des Fehlergliedes wegen nicht

vermeiden lässt.) Auch der Vorastritt hinten und vorn ist festzustellen und alles durch Anfertigung einer Tabelle für event. Fälle festzulegen (s. Seite 251 und 252).

b) Expansionssteuerung.

Der **Grundschieber** wird in derselben Weise eingestellt, wie bei der einfachen Steuerung angegeben.

Sodann bestimmt man zuerst die Länge E des Gestänges für den Expansionsschieber.

Man stellt zu diesem Zweck den Grundschieber auf Mitte Schieberspiegel (dabei ist die Excenterstange ausgekuppelt), sodann wird das **Expansions-excenter** provisorisch nach dem in der Zeichnung angegebenen Voreilwinkel aufgekeilt. (Wenn Angaben sich darüber nicht vorfinden, stelle man das Excenter der Kurbel gegenüber, also Voreilwinkel des Expansionsexcenters gleich 90° .)

Nun wird die Kurbel in die vordere, dann in die hintere Totpunktlage gestellt und die Länge des Gestänges derart geändert, dass der Expansionsschieber nach beiden Seiten um die Excentricität r_1 (den halben Schieberhub) desselben ausschlägt. (Fig. 564—565.)

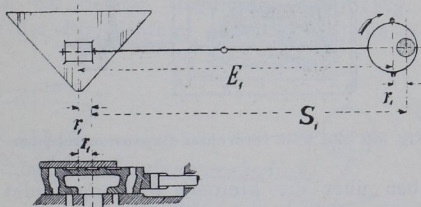


Fig. 564—565. Bestimmung der Gestängelänge E_7 .

Die Grundexcenterstange wird jetzt wieder eingekuppelt.

Man stellt nun den **Regulator** in die höchste Stellung, durch Unterlegung eines Klotzes unter die Muffe (Fig. 567), befestigt den Hebel R_1 auf der Expansionsschieberstange, so dass der Schieber die **kleinste Füllung** zulässt. (Fig. 566.)

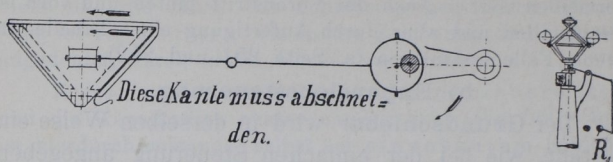


Fig. 566. Einstellen auf kleinste Füllung.

Fig. 567.

Hier ist besonders darauf zu achten, dass der Expansionschieber **nicht zu weit verdreht** wird. Fig. 568 zeigt falsche Einstellung bzw. zu weit verdrehten Riderschieber. Die Kanäle dürfen bei x nicht geöffnet sein.

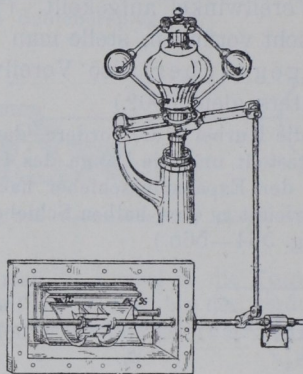


Fig. 568. Zu weit verdrehter Expansionschieber.

Angaben über die **kleinste Füllung** findet man in der betreffenden Schieberzeichnung.

Falls nichts angegeben ist, nehme man bei

Auspuffmaschinen kleinste Füllung 0,0

Kondensationsmaschinen kleinste Füllung — 0,02.

Betreffs des letztgenannten **negativen Füllungsgrades** von $-0,02$, also minus 2% , findet man häufig noch irri-
ge 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

Einfluss des Fehlergliedes auf den Füllungsgrad.

Tab. 3.

		Mittlerer Füllungsgrad.								
		0,0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1
Füllung	hinten	0,0	0,06	0,12	0,24	0,35	0,45	0,55	0,65	1,0
	vorn	0,0	0,04	0,08	0,17	0,26	0,35	0,45	0,55	1,0
Unterschied		0,0	0,02	0,04	0,07	0,09	0,10	0,10	0,10	0,0

Das Fehlerglied bewirkt:

Beim Hingang, also hinten (Deckelseite)	Beim Rückgang, also vorn (Kurbelseite)
Vergrößerung d. Füllungsgrades " der Kompression	Verkleinerung d. Füllungsgrades " der Kompression
Verkleinerung des Voraustrittes	Vergrößerung des Voraustrittes

Um dieses deutlicher zu machen, sei es an einem Diagramm (Fig. 572) veranschaulicht.

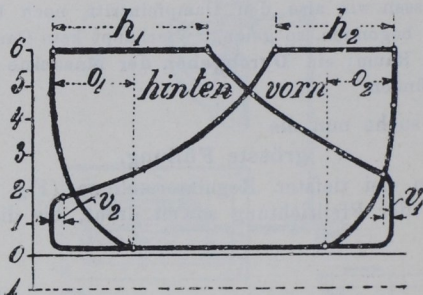


Fig. 572. Diagramm mit Einfluss des Fehlergliedes.

Die sich ergebenden ungleichen Füllungen gleicht man etwas aus auf folgende Weise:

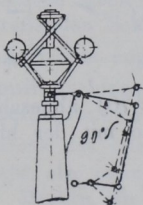


Fig. 573. Regulator in Mittelstellung.

Man stellt den Regulator in Mittelstellung, dreht die Pleuelstange und vergrößert die Länge des Expansionsgestänges E_I (Fig. 564) so viel, bis sich auf beiden Seiten ungefähr gleiche Füllung ergibt. Dadurch erhält man für die Normalleistung annähernd gleiche Füllungen. (S. Tab. 6 S. 254.)

Nun überzeugt man sich noch, ob der Ausschlag der Regulatorhebel gleichmässig ist. In Mittelstellung des Regulators sollen die Hebel mit der Zugstange einen Winkel von 90° bilden, wie in Fig. 573 angedeutet.

Bei all diesen Einstellungen und Untersuchungen der Steuerungen hat man sich über alle Daten **Notizen** zu machen, am besten in Tabellenform, wie nachstehendes Beispiel zeigt:

77tes Beispiel.

Walzenzugmaschine mit Kondensation (Bauart Tandem) Cylinderdurchmesser 800 u. 1200 mm, 1300 mm Hub, $n = 90$, erhielt neue Kolbenschiebersteuerung. Die Einstellung dieser ergab folgende Daten für den Hochdruckcylinder:

Tab. 4 (77tes Beispiel).

Die schrägen Zahlen beziehen sich auf Kolbenwege	vorn (Kurbelseite)		hinten (Deckelseite)	
	mm	% [*]	mm	% [*]
Voröffnung für den Eintritt $v =$	25	—	25	—
„ beginnt vor Tot-Punkt	38	2,9	40	3,1
Voraustritt $v_a =$	36	—	36	—
„ beginnt vor Tot-Punkt	78	6	58	$4\frac{1}{2}$
Kompression beginnt vor Tot- Punkt	130	10	169	13
Füllung Regulator hoch . .	—	0	—	—1
„ „ unten .	—	60	—	55
„ „ mitten .	—	13	—	13

Der schädliche Raum dieser Maschine beträgt ca. 18% , daher diese verhältnismässig grosse Voröffnung.

Zum **Ablesen der Kolbenwege** teile man sich an der Geradföhrung, wie in Fig. 574—575 angedeutet, den Hub in 10 gleiche Teile ein. Man kann dann ohne besondere Mühe dort stets die Kolbenstellungen ablesen.

*) Prozente des Kolbenhubes.

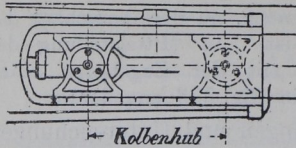


Fig. 574.
Kreuzkopf in den Totpunktlagen.
Anzeichnen des Kolbenhubes.

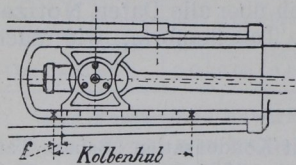


Fig. 575.
Abmessen des Kolbenweges für
Beginn des Voraustritts.

78tes Beispiel. (Voraustritt.)

In Fig. 575 steht die Maschine auf Beginn des Voraustritts vorne. Der Kolbenweg misst sich zu $f = 78$ mm, ergibt bei 1300 mm Kolbenhub $\frac{78 \cdot 100}{1300} = 6\%$.

79tes Beispiel.

Wir wollen nun noch ein **Beispiel** wählen für eine gewöhnliche Transmissionsdampfmaschine, 400 mm Cylinderdurchmesser, 700 mm Hub, $n = 85$, und nehmen an, die Steuerung ist schon montiert und soll an Ort und Stelle (im kalten Zustande) geprüft bzw. eingestellt werden. Die Excenter sind also schon aufgekeilt. Wir lassen die Maschine langsam drehen und entwerfen uns aus den Steuerungsverhältnissen die folgende Tabelle:

Tab. 5 (79tes Beispiel).

Die schrägen Zahlen beziehen sich auf Kolbenwege	vorn (Kurbelseite)		hinten (Deckelseite)	
	mm	%	mm	%
Voröffnung für den Eintritt $v =$	4	—	4	—
„ beginnt vor Tot-Punkt	0,7	0,1	1,8	0,25
Voraustritt $v_a =$	18	—	18	—
„ beginnt vor Tot-Punkt	24	3,5	17	2,5
Kompression beginnt vor Tot-Punkt	98	14	140	20
Füllung Regulator hoch . .	—	0	—	0
„ „ unten . .	—	55	—	65
„ „ mitte . .	—	11	—	15
		13		13

Die grosse Verschiedenheit der Füllungen vorn und hinten für die Mittelstellung des Regulators soll uns veranlassen, die Steuerung in der Weise zu korrigieren, dass die **Füllungen für die Normalleistung** (annähernd Mittelstellung des Regulators) auf beiden Cylinderseiten möglichst gleich sind. Zu dem Zweck verschieben wir den **Expansionsschieber** vorläufig schätzungsweise nach Tab. 6 um $2\frac{1}{2}$ mm **nach hinten** und sehen jetzt nach, ob die Füllungen auf beiden Seiten gleich sind. Wir stellen nun noch den Regulator in höchste und tiefste Stellung und korrigieren die Tabelle. Das Endresultat ist mit kleiner Schrift in Tab. 5 vermerkt.

Auch an Hand der Schieberdiagramme kann man die Verhältnisse zur Erzielung gleicher Füllungsgrade bestimmen.

In Fig. 576—579 ist der relative Schieberkreis III gezeichnet. Die Werte, welche sich bei der ersten Untersuchung der Steuerung ergaben, also hinten und vorn,

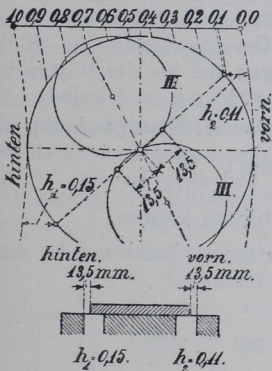


Fig. 576—577.
Füllungen verschieden.

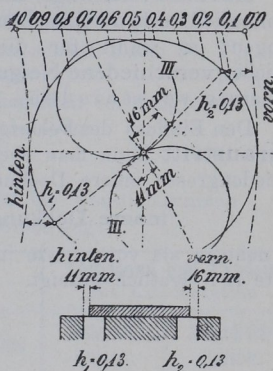


Fig. 578—579.
Füllungen gleich.

tragen wir in Fig. 576—577 ein (hinten 15% , vorne 11% Füllung) und ziehen die betreffenden Kurbelstellungen. Das arithmetische Mittel von $0,11$ und $0,15$ ist

$$\frac{0,11 + 0,15}{2} = 0,13 \text{ also } 13\%$$

Füllung wird in Fig. 578 vorn und hinten aufgetragen und ergibt die gezeichneten Kurbelstellungen. Man misst

dann aus dem Diagramm eine Kantenentfernung von 11 mm hinten und 16 mm vorne, also ungleiche Kantenentfernungen. Ein Vergleich der früheren Schieberstellung Fig. 577 mit der Korrektur Fig. 579 zeigt, dass der Schieber um 2,5 mm nach hinten geschoben werden muss. Mit dieser Korrektur ändern sich natürlich auch die kleinste und die grösste Füllung, wie man auch leicht aus dem Diagramm ermitteln kann.

Um **gleiche Füllungen** für Mittelstellung des Regulators zu erzielen, müssen wir also:

Den Expansionsschieber **nach hinten rücken** und zwar um

Tab. 6. (Verschiebung nach hinten.)

ca.	1,5	2	2,5	3	3,5	mm
bei Hub	300	500	700	900	1100	„

Mancher vorsichtige Konstrukteur berücksichtigt das Fehlerglied schon beim Anfertigen der Werkstattzeichnungen; er wählt für die Durchlasskanäle im Riderschieber **verschiedene Neigungen** und bei der Meyerschen Steuerung **verschiedene Steigung** im Gewinde.

Den Einfluss des Fehlergliedes auf **Kompression** und **Voraustritt** kann man ebenfalls ausgleichen durch **verschiedengrosse innere Deckung** und zwar ist die

innere Deckung hinten kleiner

zu nehmen als vorne, wie in Haeder, Indikator II. Aufl. Seite 197 deutlich gezeigt.



Das Einstellen der Steuerung bei Ventilmaschinen.

Das Einstellen der Ventile geschieht in ähnlicher Weise, doch kann man sich hier noch besser helfen, als bei den Schiebermaschinen, da wir es mit 4 Steuerorganen zu thun haben, also jedes einzelne für sich ändern können.

Als Voröffnung für die Einströmung gilt die Eröffnung des Ventiles in der Totpunktlage der Kubel. Beim Einstellen der Steuerung achtet man auch besonders darauf, in welcher Kurbelstellung die Eröffnung des Einlasskanales beginnt.

Die **Grösse der Voröffnung** richtet sich nach:
 der Höhe der Kompression,
 der Grösse des schädlichen Raumes,
 der Anzahl der **Umdrehungen** pro Minute.

Verstehen wir unter kleinem schädli. Raum 3—7⁰/₀ und
 „ „ „ „ „ „ „ „ 7—10⁰/₀,
 so kann man für normale Tourenzahlen vorläufig annehmen,
 falls nichts Besonderes vorgeschrieben:

Tab. 7.

Beginn des **Voreintritts** bei Ventilmaschinen
 in mm des Kolbenweges.

System	Eincylinder				Compound und Tandem mit Kondensation			
	Auspuff		Kondensation		Hochdruck- Cylinder		Niederdruck- Cylinder	
Kolben- hub	Schädlicher Raum		Schädlicher Raum		Kom- pression		Kom- pression	
	klein mm	gross mm	klein mm	gross mm	niedrig mm	hoch mm	niedrig mm	hoch mm
500	3	5	6	9	4	3	5	3
800	4	8	10	14	6	4	8	4
1000	5	10	12	17	7	5	10	5
1200	6	12	15	21	9	6	12	6
1500	7	15	19	26	11	7	15	7
Prozente ca.	1/2	1	1 1/4	1 3/4	3/4	1/2	1	1/2

80tes Beispiel. (Voreintritt.)

In welcher Kolbenstellung soll der Dampfeintritt beginnen, also das Eintrittsventil sich zu heben anfangen bei einer Eincylinder-Auspuffmaschine von 800 mm Hub. Der schädliche Raum derselben beträgt 6⁰/₀?

Nach Tab. 7 ca. 4 mm vor dem toten Punkt = 1/2⁰/₀ des Kolbenweges.

Bei Maschinen mit **sehr grossem schädlichen Raum** (12–18⁰/₀), wie z. B. **Walzenzugmaschinen, Schnellläufer** u. s. w. kann man das **Doppelte** der in Tab. 7 angegebenen Kolbenwege nehmen (s. Beispiel S. 251).

Für Voraustritt und Kompression kann man als Überschlagswert vorläufig annehmen, wenn nichts Besonderes angegeben ist.

Tab. 8. Voraustritt und Kompression für Ventilmaschinen.

	Voraustritt	Kompression
Auspuffmaschinen	6–10 ⁰ / ₀	15 ⁰ / ₀
Kondensationsmaschinen	6–10 ⁰ / ₀	30 ⁰ / ₀
Hochdruckseite bei Compoundmaschinen	6–10 ⁰ / ₀	6 ⁰ / ₀

Natürlich ist es immer erforderlich, schon kurz nach Inbetriebsetzung Indikatordiagramme zu nehmen und so an Hand der Diagramme die Steuerung, falls erforderlich, zu ändern.

81tes Beispiel.

Eine Compoundmaschine mit Kondensation

$$D = 600/900 \quad H = 1000 \quad n = 70$$

ergab:

Tab. 9. (Ventilmaschine.)

<i>Die schrägen Zahlen beziehen sich auf Kolbenwege</i>	kleiner Cylinder		grosser Cylinder	
	vorn	hinten	vorn	hinten
Voröffnung der Einströmventile *)	4,5	4,5	6	6 mm
Hub " "	24	24	30	30 mm
" " Ausströmventile	26	26	34	34 mm
Voraustritt " "	8	8	7	7 ⁰ / ₀
Kompression	5	5	15	15 ⁰ / ₀

*) gemessen an der Ventilspindel in der Totpunktlage der Kurbel.