

### Länge der Dampfwege.

Bisher wurde erkannt, dass eine zu große Strömungsgeschwindigkeit in den Canälen mit einem merklichen Druckabfall verbunden ist; es drängt sich nun der Schluss auf, dass die Druckübertragung im Dampf selbst auch nur mit einer gewissen Geschwindigkeit fortschreiten kann.

Dies muss selbst für eine stillstehende Dampfsäule gelten, in welcher sich jede Druckänderung etwa mit der Geschwindigkeit des Schalles oder einem Factor mal davon, fortpflanzen wird.

Daher kann die Druckübertragung vom Schieber zum Kolben hin nicht momentan platzgreifen, sondern nur mit einer endlichen Geschwindigkeit erfolgen, und da sie dabei die endliche Länge der Canäle durchheilen muss, wird sie hiezu eine gewisse Zeit beanspruchen, deren Mangel von einem Druckabfall begleitet sein müsste.

Unter den Krümmungen und Hindernissen des Dampfweges einer Maschine haben sich aber  $\sim 40\text{--}47\text{ m}$  per Sec. als jene Grenzgeschwindigkeit herausgestellt, bei welcher sich ein Druckabfall herauszustellen beginnt. Der Schluss rückt daher nahe, dass auch ein voller Druckausgleich sich hier nur mit einer ähnlichen Geschwindigkeit fortpflanzen könne.

Untersuchen wir nun die Zeit, die dem Dampf zum Druckausgleich zwischen Schieberkasten und Kolbenraum durch die Länge der Canäle hindurch in den relativ kurzen Zeiten vor Erreichen der mittleren Geschwindigkeit, d. i. zu Anfang des Hubes, verfügbar sind, und rechnen wir hieraus, mit welcher Geschwindigkeit die Druckübertragung stattfinden müsste, um an beiden Enden des Canales gleiche Höhe zu halten, so werden wir jene Verhältnisse, unter welchen die Druckübertragung mit mehr als  $40\text{--}47\text{ m}$  stattfinden muss, als Grenzwert für den Erhalt des vollen Druckes am Kolben ansehen.

Die Zeit  $t$ , welche dem Dampfe zum steten Druckausgleich zwischen Schieberkasten und Kolbenraum geboten wird, beträgt bis zu einer Kurbelerhebung um  $\omega^0$ :

$$\frac{\text{Weg im Kurbelkreis}}{\text{Geschw. im Kurbelkreis}} = t = \frac{r \omega}{v}, \quad \text{wobei } \omega \text{ im Bogen,}$$

$$\text{oder } t = \frac{r}{w} \frac{\pi}{180} \cdot \omega^0 \quad \text{„ } \omega \text{ in Graden gilt.}$$

Unter Einführung der gegenseitigen Abhängigkeiten von  $w$ ,  $v$  und  $n$  schreibt sich die letzte Formel auch noch:

$$t = \frac{r}{90 \cdot v} \cdot \omega^0 \quad \text{oder} \quad t = \frac{\omega^0}{6 \cdot n} *).$$

Ist nun

$\lambda$  die Länge de Dampfcanales,

$c_1$  die Fortschrittgeschwindigkeit des Druckausgleiches,

so folgt daher:

$$\lambda = c_1 \cdot t \quad \text{oder} \quad c_1 = \frac{\lambda}{t}$$

$$\text{und} \quad c_1 = 90 \frac{\lambda}{r} \frac{v}{\omega^0} \quad \text{oder} \quad c_1 = 6 \cdot n \frac{\lambda}{\omega^0} \cdot \dots \quad (20)$$

Letztere Gleichung besagt, dass insbesondere bei Maschinen mit hoher Umdrehungszahl, bei „Schnelllaufmaschinen“, die Länge der Dampfwege  $\lambda$  auf's kürzeste gebracht werden muss, um selbe nicht bei Beginn des Hubes unter einem lang dauernden Niederdruck leiden zu lassen.

\*) Bis zur Erreichung der mittleren Geschwindigkeit  $v$  vergeht die Zeit:

$$t_1 = \frac{r}{w} \cdot \text{arc. sin } \frac{2}{\pi}$$

$$= \frac{r}{\frac{\pi}{2} \cdot v} \cdot \text{arc. sin } \frac{2}{\pi}$$

$$= .44 \frac{r}{v}$$

Diese Zeit erscheint stets sehr kurz.

Bei  $l = 2r = .5 \text{ m}$  Hub und  $v = 4 \text{ m}$  (240 Umdrehungen per Minute) wird

$$t_1 = .027 \sim \frac{1}{37} \text{ Secunde.}$$

Bis  $5^0$  Kurbelerhebung steht derselben Maschine nur  $t = \frac{5}{6 \cdot 240} = \frac{1}{288}$

Secunde zur Verfügung.

Würde in der ersteren Gl. (20) beispielsweise die Länge der Verbindungswege zwischen Dampfkammer und Kolbenfläche  $\lambda = r$  der halben Hublänge gesetzt, was für die Mehrzahl der Locomotiv- und Walzwerkmaschinen zutreffen dürfte, so ergibt sich für einzelne Kurbelerhebungen und Kolbengeschwindigkeiten folgende

Tabelle der Druckübertragungs-Geschwindigkeiten:

Kurbelerhebung $\omega^0 =$	G r a d e											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Entspricht Kolbenweg $\frac{s}{l} =$ Hub	0	·0001	·0003	·0007	·0012	·0019	·0027	·0037	·0048	·0061	·0076	·0092
Kolbengeschwind. $v = 1 m$ per Sec.	$c_1 = \infty$	90	45	30	—	—	—	—	—	—	—	—
$v = 2 m$ „	$c_1 = \infty$	180	90	68	45	36	30	—	—	—	—	—
$v = 3 m$ „	$c_1 = \infty$	270	135	90	68	54	45	39	32	—	—	—
$v = 4 m$ „	$c_1 = \infty$	360	180	120	90	72	60	52	45	40	36	32
$v = 6 m$ „	$c_1 = \infty$	540	270	180	135	108	90	77	67	60	54	49

Aus der Tabelle ist zu entnehmen, dass eine Maschine, welche mit 4—6 m Kolbengeschwindigkeit arbeiten soll, nicht leicht mehr mit gewöhnlichem Schieber, d. i. Dampfwegen, welche je eine Länge von  $\lambda = r$  der halben Hublänge besitzen, gefahrlos zu steuern ist, indem sich der volle Druck, der durch die Krümmungen des Canales mit  $\sim 45 m$  per Sec. fortschreitend angenommen wurde, nicht vor 0·5—1 Percent durchlaufenen Kolbenhubes einstellen kann, wie weit immer und wie gut voreröffnet diese Canäle auch sein mögen.

Die kleineren Kolbenwege, welche bis zur vollen Druckübertragung bei geringeren Geschwindigkeiten mangelhaft durchlaufen werden, z. B.  $\sim \frac{1}{10}$  Percent bei  $v = 2 m$ , sind wegen der

Elasticität des Materiales der Gestänge und dem Spiel in den Schalen gefahrlos. Völlig momentan kann sich aber kein Druck durch eine endliche Länge hindurch fortpflanzen, und man erkennt, dass große Geschwindigkeiten getrennte Steuerungen mit kurzen Dampfwegen verlangen, um knapp vom todten Punkte hinweg den vollen Dampfdruck erhalten und beibehalten zu können.

Der endlichen Druckfortpflanzgeschwindigkeit im Dampfe soll aber stets durch eine nicht bis zur Anfangsspannung steigende Compression Rechnung getragen werden, indem dann bei entsprechendem linearem Voreilen der Druck in dem Canal seinen Weg vorzeitig beginnen, mit dem Kolben streng am todten Punkte zusammentreffen und unmittelbar von da an mit ihm weiter-schreiten kann.

Bei Voll-Compression würde aber der Canal mit gleich-hochgespanntem Dampf als der Schieberkasten gefüllt sein, und die Vor-Eröffnung böte keine Veranlassung zum Vor-Antritte der Druckübertragung. Diese könnte daher dem Kolben, wenn er seinen Lauf beginnt, mit ihrer Geschwindigkeit nur naheilen, wobei ein Druckabfall bis zum Punkte des Einholens unvermeidlich erscheint. Eine der feinsten Bedingungen möglichst hoher Kolben-geschwindigkeit liegt daher in der Beachtung nicht-voller Com-pression.

Aehnliches gilt auch für die Ausströmung. Bei Condensations-maschinen ist häufig das erreichbare Vacuum im Cylinder wesentlich geringer als im Condensator, was trotz genügend weiter Verbindung fast immer beobachtet wird, wenn die Entfernung zwischen beiden eine größere ist. Hilfeinspritzungen nahe den Ausströmorganen und Erweiterungen der Verbindungen werden dann wohl zur Abhilfe herangezogen, jedoch das sichere Mittel ist stets nur die Nähe der beiden.