

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1863

Einfache Schiebersteuerung für nicht expandierende Maschinen

[urn:nbn:de:bsz:31-270981](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-270981)

eincylindrigen Maschinen den Vorzug geben müssen, wenn nicht der Umstand wäre, dass diese Woolf'sche zweicylindrige Maschine eine grössere Gleichförmigkeit der Bewegung gewährt. Um diesen Nachtheil der eincylindrigen Expansionsmaschine zu beseitigen, werden gegenwärtig sehr oft zwei gekuppelte Maschinen, von denen jede eincylindrig ist, angewendet und die Kupplung geschieht in der Art, dass die Schwungradswelle mit zwei unter rechtem Winkel gegeneinander gestellte Kurbeln versehen wird, auf welche die beiden Maschinen einwirken. Diese gekuppelten Maschinen sind zwar noch komplizirter als eine Woolf'sche Maschine, allein wir werden in der Folge in der Schwungradstheorie erfahren, dass bei gekuppelten Maschinen ungemein leichte Schwungräder ausreichen, um einen hohen Gleichförmigkeitsgrad zu erzielen.

Wir schliessen hiermit die allgemeine Theorie der Dampfmaschinen; die Theorie der sogenannten Wasserhaltungsmaschinen oder überhaupt der einfach wirkenden Dampfmaschinen mit Ventilsteuerung werden wir bei den Pumpwerken behandeln.

Wir gehen nun zum Studium der Dampfmaschinendetails über.

Die Steuerungen.

Einleitendes. Die Steuerungen sind Vorrichtungen, durch welche das geeignete und rechtzeitige Ueberströmen des Dampfes aus dem Kessel nach dem Cylinder und Abströmen aus dem Cylinder nach dem Condensator oder in die freie Luft bewirkt wird.

Die Steuerung geschieht 1) mit Schiebern, 2) mit Ventilen, 3) mit Schiebern und mit Ventilen. Wir werden in Folgendem nur die Schiebersteuerungen erklären und die Ventilsteuerungen erst bei den einfach wirkenden Wasserhaltungsmaschinen behandeln.

Schiebersteuerungen gibt es sehr viele. Wir beschränken uns aber nur diejenigen zu erklären, welche gegenwärtig noch im Gebrauch sind.

Einfache Schiebersteuerung für nicht expandirende Maschinen. Wir legen unserer Erklärung eine Maschine mit horizontalem Cylinder zu Grunde und nehmen an, dass der Schieber direkt von der Schwungradswelle aus bewegt werde.

Auf Tafel XXVI., Fig. 11 sind f, f_1 die Dampfkanäle, die nach den Cylinderenden führen, g ist der Kanal, welcher bei condensirenden Maschinen nach dem Condensator, bei nicht condensirenden Maschinen in's Freie führt, h ist der Steuerungsschieber in seiner

mittleren Position, in welcher er gegen die Oeffnungen der Kanäle f und f_1 symmetrisch steht. Fig. 12 und 13 zeigen die Einströmungsöffnungen und die Ueberdeckungen in einem grösseren Maassstabe. $a b = a_1 b_1$ nennt man die innere, $c d = c_1 d_1$ die äussere Ueberdeckung. Wir nennen die erstere i , die letztere a . Die Bewegungen des Schiebers werden gewöhnlich durch eine excentrische Scheibe hervorgebracht, deren Wirkung gleich ist der einer Kurbel, deren Halbmesser gleich ist der Excentricität der excentrischen Scheibe. Für die Erklärung der Wirkung des Steuerungsschiebers nehmen wir an, er werde durch eine Kurbel bewegt und nennen dieselbe, sei es nun dass sie wirklich existirt oder nicht, die Steuerungskurbel. Die Kurbel hingegen, auf welche der Kolben durch Vermittlung der Kurbelstange oder Schubstange einwirkt, nennen wir die Dampfkurbel. Der Durchmesser $2 r$ des Kreises, welchen die Mitte des Kurbelzapfens der Steuerungskurbel beschreibt, ist gleich der Schublänge des Steuerungsschiebers. Der Durchmesser $2 R$ des Kreises, den der Mittelpunkt des Kurbelzapfens der Dampfkurbel beschreibt, ist gleich der Schublänge des Kolbens. Wenn die Steuerungskurbel senkrecht steht auf der Dampfkurbel, befindet sich der Schieber in der mittleren Stellung, wenn der Kolben seinen Schub beginnt. Die Einströmungsöffnungen sind dann am Anfange des Kolbenschubes durch den Schieberlappen geschlossen, und eine solche Gegeneinanderstellung nennt man eine Stellung ohne Voreilen. Sind jedoch die beiden Kurbeln so gestellt, dass der nach der Bewegungsrichtung der Kurbeln gemessene Winkel, den ihre Richtungen bilden, grösser als 90° und z. B. gleich $90^\circ + \alpha^\circ$ ist, so nennt man α den Voreilungswinkel und bei einer solchen Stellung der Kurbeln, die man eine voreilende nennt, steht der Schieber am Anfange des Schubes nicht in seiner mittleren Position, sondern ist bereits aus dieser mittleren Position nach der Richtung seiner Bewegung vorgerückt (vorgeeilt), so dass am Anfange des Schubes die Einströmungsöffnung bereits theilweise demaskirt sein kann.

Die Wirkungen des Schiebers hängen von den vier Elementen ab: 1) innere Ueberdeckung, 2) äussere Ueberdeckung, 3) Halbmesser der Steuerungskurbel, 4) Voreilungswinkel, d. h. von den Grössen, die wir mit i , a , r und α bezeichnet haben. Auf Tafel XXVII., Fig. 1 bis 8 sind diejenigen Stellungen der Kurbeln und des Schiebers dargestellt, welche die Wirkung desselben erklären.

A) Anfang des Kolbenschubes. Der Kolben steht links am Anfange des Schubes. Der Schieber ist wegen des Voreilungswinkels nicht in der mittleren Position, sondern steht so weit

nach rechts hin, dass links Dampfeinströmung, rechts Dampfentweichung statt findet.

- B) Ende der Schieberbewegung. Die Steuerungskurbel steht rechts. Die Einströmungsöffnung ist ganz demaskirt, was voraussetzt, dass der Halbmesser der Steuerungskurbel gleich ist $\bar{b} \bar{a}$, Tafel XXVI., Fig. 12. Der Kolben steht noch nicht auf halbem Schub.
- C) Absperrung. Der Schieber ist im Rückgang, schliesst die Einströmungsöffnung links ab. Rechts freies Entweichen. Der Kolben hat die mittlere Stellung bereits überschritten. Links beginnt demnach eine Expansion.
- D) Ende der richtigen Expansion. Der Schieber schliesst rechts ab. Der Dampf kann also rechts nicht mehr entweichen, links ist die Einströmungsöffnung geschlossen, von C bis D hat demnach links (hinter dem Kolben) Expansion statt gefunden, während von C bis D der Dampf stets rechts (vor dem Kolben) entweichen konnte, von C bis D findet also eine korrekte Expansionswirkung des Dampfes statt. Allein der Kolben hat bei dem Uebergang aus C und D nur einen kleinen Weg zurückgelegt, diese Expansionswirkung ist daher nicht erheblich.
- E) Mittlere Position des Schiebers. Beide Einströmungsöffnungen sind geschlossen. Hinter dem Kolben Expansion, vor dem Kolben Compression des Dampfes. Dieser Zustand ist natürlich nicht gut, weil durch die Compression des Dampfes der schädliche Vorderdruck vermehrt wird. Diese Expansionsweise wollen wir die falsche nennen.
- F) Ende der falschen Expansion. Der Dampf beginnt (aus dem Raum hinter dem Kolben) links zu entweichen, rechts ist die Einströmungsöffnung geschlossen, es herrscht also vor dem Kolben Compression. Auch dieser Zustand ist nachtheilig, denn hinter dem Kolben hört nun der Druck auf, und vor dem Kolben wächst er.
- G) Ende des Gegendruckes. Links freies Entweichen des Dampfes, rechts Oeffnung der Einströmungsöffnung, d. h. von nun an tritt der Kesseldampf vor dem Kolben ein und wirkt seiner Bewegung entgegen.
- H) Ende des Kolbenschubes. Links Entweichen, rechts Dampfeinströmung, also Gegendruck des Dampfes von G bis H, ist also der Zustand gerade das Umgekehrte von dem was sein sollte.

Kurz zusammengefasst besteht also die Wirkung des Steuerungsschiebers in Folgendem:

- Von A bis C regelmässige constante Dampfwirkung,
 „ C „ D durch kurze Zeit korrekte Expansion,
 „ D „ F falsche Expansion,
 „ F „ G hinter dem Kolben Entweichen, vor dem
 Kolben Compression,
 „ G „ H hinter dem Kolben Entweichen, vor dem
 Kolben Gegendruck.

Von A bis D (ungefähr durch $\frac{3}{4}$ des Kolbenschubes) ist also der Zustand gut, dagegen von D bis H ($\frac{1}{4}$ des Kolbenschubes) ist der Zustand fehlerhaft.

Macht man die äussere Ueberdeckung klein und nimmt man ferner nur ein schwaches Voreilen an, so wird zwar die ächte Expansion sehr eingeschränkt, werden dagegen die fehlerhaften Zustände beinahe aufgehoben. Als Expansionssteuerung ist dieser voreilende Schieber mit starker äusserer Ueberdeckung von keinem Werth, aber er bringt in anderer Hinsicht eine nützliche Wirkung hervor, und diese besteht theils darin, dass der Dampf gleich beim Beginn leicht eintritt, theils darin, dass gegen das Ende des Kolbenschubes hin, wenn der Kolben kaum noch vorrückt, kein Dampf mehr in den Cylinder einströmt.

Es sind von verschiedenen Technikern analytische Theorien und geometrische Konstruktionen zur Darstellung der Wirkungen der Steuerungsschieber ausgedacht worden *), ich will mich jedoch hier nicht tiefer in die Sachen einlassen, da dieselben von keinem grossen praktischen Werth sind. Das von *Zeuner* aufgestellte Konstruktions-Verfahren gründet sich auf Folgendes: Nennt man in dem Moment, wenn die Dampfkurbel einen Winkel φ mit der Bewegungsrichtung des Kolbens bildet, e die Entfernung eines bestimmten Punktes des Schiebers von der mittleren Stellung dieses Punktes, so ist e eine Funktion von φ , deren Form durch den geometrischen Zusammenhang aller Theile des Bewegungsmechanismus bestimmt wird. Betrachtet man φ als Polarwinkel und e als den Radiusvektor einer krummen Linie, so ist $e = f(\varphi)$ die Polargleichung derselben. Konstruirt man diese Kurve, so gibt jeder Radiusvektor die Stellung des Schiebers für den Polarwinkel φ , und indem man diese Kurve mit den Abmessungen des Schiebers und der Dampfkanäle vergleicht, lassen sich die Wirkungen des Schiebers sehr anschaulich darstellen. Der geometrische Zusammenhang

*) *Zeuner. Müller.*

der Mechanismen, durch welche die Schieber bewegt werden, ist meistens so, dass wenigstens sehr annähernd $\rho = f(\varphi)$ die Form annimmt: $\rho = A \sin k \varphi + B \cos k \varphi$ und dieser Gleichung entspricht ein Kreis, wobei der Pol des Coordinatensystems in einem Peripheriepunkt liegt und die Axen die Peripherie schneiden. Das Sehensystem eines solchen Kreises bestimmt also das Bewegungsgesetz des Schiebers.

Theorie der Schiebersteuerung von Professor Beuner. Wir wollen die von Professor Zeuner erdachte Theorie der Schiebersteuerung für den einfachsten Fall eines voreilenden mit innerer und äusserer Ueberdeckung angeordneten Schiebers anwenden. Nehmen wir an, der Schieber werde direkt von der Schwungradswelle aus durch ein Excentrum bewegt, das um einen Winkel α voreilt und dessen Excentricität gleich ρ ist, dann weicht der Radius AO der Excentricität, Tafel XXVII., Fig. 9, um einen Winkel $DOA = \alpha$ von der vertikalen Richtung ab, wenn die Maschinenkurbel OB horizontal steht, weicht dagegen der Halbmesser der Excentricität um einen Winkel $\alpha + \varphi$ von der vertikalen Stellung ab, wenn die Maschinenkurbel mit der horizontalen Richtung einen Winkel φ bildet. Da die Excentricitätsstange gegen den Halbmesser der Excentricität sehr gross ist, so begeht man keinen merklichen Fehler, wenn man annimmt, dass das Excentrum eine reine Sinusbewegung hervorbringt und unter dieser Voraussetzung ist die Horizontalentfernung ξ des Schiebers von seiner mittleren Stellung (in welcher er beide Einstromungsöffnungen in gleicher Weise überdeckt) $\xi = \rho \sin(\alpha + \varphi)$. Hieraus folgt:

$$\xi = (\rho \sin \alpha) \cos \varphi + (\rho \cos \alpha) \sin \varphi \dots \dots (1)$$

Wir wollen nun die geometrische Bedeutung dieser Gleichung in der Voraussetzung bestimmen, dass wir φ als Polarwinkel und ξ als einen Radiusvektor auftragen. Nennen wir, Tafel XXVII., Fig. 10, $\overline{Op} = x$, $\overline{mp} = y$ die rechtwinkligen Coordinaten des Punktes m , dessen Polarcoordinaten ξ und φ sind, so ist:

$$x = \xi \cos \varphi, \quad y = \xi \sin \varphi \dots \dots (2)$$

$$x^2 + y^2 = \xi^2 \dots \dots (3)$$

und die Gleichung (1) kann nun geschrieben werden:

$$\xi = \rho \sin \alpha \frac{x}{\xi} + \rho \cos \alpha \frac{y}{\xi}$$

oder

$$x^2 + y^2 = \rho \sin \alpha x + \rho \cos \alpha y$$