

Viertakt arbeiten, hat diese gedrungene Anordnung, namentlich bei kleineren Maschinen allgemeinen Eingang gefunden.

Indirekt wirkend nennt man jene Maschinen, deren Kolbenstange nicht unmittelbar, sondern durch Vermittelung eines Zwischengliedes mit der Schubstange gekuppelt ist. Da diese Bauart nur bei stehenden Maschinen Anwendung gefunden hat und das vermittelnde Glied als Balancier ausgebildet wurde, so nannte man diese Maschinen im allgemeinen Balanciermaschinen.

Derselbe Unterschied kann auch hinsichtlich jener Pumpmaschinen (Wasserhaltungs- und Gebläsemaschinen) gemacht werden, welche ohne Rotationsbewegung arbeiten, bei welchen somit der Pumpenkolben direkt oder indirekt an den Dampfkolben angehängt ist.

Nach der Lage des Cylinders unterscheidet man liegende und stehende Maschinen, sowie Maschinen mit geneigten Cylindern. Bei den stehenden Maschinen kann der Cylinder unter oder über der Kurbelwelle liegen; die letztere Anordnung ist die heute allein gebräuchliche.

Schließlich kann man nach den Verhältnissen, unter welchen Dampfmaschinen arbeiten, dieselbe in ortsfeste oder stationäre, Lokomotiv- und Schiffsmaschinen einteilen.

**200. Balanciermaschinen.** Die Balanciermaschine ist die älteste Bauart der Dampfmaschine. In der einfach wirkenden atmosphärischen Maschine von Newcomen war der Balancier ein notwendiges Glied, denn die Wasserabdichtung des Kolbens forderte, daß sich derselbe während des Arbeitshubes unter dem Drucke der Atmosphäre nach abwärts bewege; die Aufwärtsbewegung durch ein Gegengewicht machte daher die Anwendung eines zweiarmigen Hebels als Zwischenglied notwendig. Durch die Vervollkommnung der Dampfmaschine durch Watt wurde allerdings der Balancier entbehrlich; Watt wendete denselben jedoch bei allen von ihm erbauten Maschinen, mit Ausnahme der direkt wirkenden Pumpmaschinen an und infolgedessen blieb lange Zeit hindurch die Balanciermaschine die Bauart aller größeren Dampfmaschinen.

Von der auf- und niedergehenden Bewegung des Balanciers konnte man auch unter Benützung der von Watt ersonnenen Geradföhrung durch das nach ihm benannte Wattsche Parallelogramm leicht die Bewegung der Steuerorgane, Pumpen etc. ableiten; andererseits bereitete zu jener Zeit die korrekte Ausführung der genannten Parallelföhrung geringere Schwierigkeiten als die Herstellung einer größeren, vollkommen ebenen Oberfläche, wie solche die Geradföhrung der direkt wirkenden Maschine erfordert.

In der modernen Dampfmaschinenpraxis hat jedoch die direkt wir-

kende Maschine die Balanciermaschine nahezu gänzlich auf allen Gebieten verdrängt; selbst bei großen Wasserhaltungs- und Gebläsemaschinen ist die Neigung vorhanden, die direkt wirkende Maschine der indirekt wirkenden vorzuziehen.

Da das Wattsche Parallelogramm nicht nur historisches, sondern auch rein sachliches Interesse bietet, sei dasselbe als das einzige, charakteristische Detail der Balanciermaschine an dieser Stelle besprochen.

In Fig. 213 sei  $C$  ein Fixpunkt, um welchen der Balancier, dessen Mittellinie durch die Gerade  $AC$  dargestellt ist, schwingt. Die Kolbenstange soll nach der Geraden  $MN$  geführt werden. Ein Punkt  $B$  des Balanciers ist durch das Glied  $BD$  mit einem um den festliegenden Punkt  $E$  schwingenden Lenker  $ED$  verbunden. Wählt man in der Geraden  $BD$  einen Punkt  $P$ , welcher so gelegen ist, daß sich  $BP$  zu  $PD$  so verhält, wie  $EN$  zu  $CM$ , dann bewegt sich dieser Punkt in einer Bahn, welche sehr nahe mit der Geraden  $MPN$  zusammenfällt.

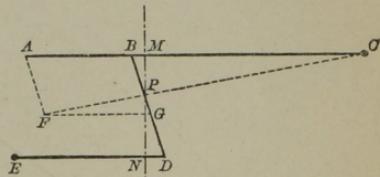


Fig. 213.

Irgend ein anderer Punkt  $F$  der Linie  $CP$  oder deren Verlängerung macht unter dem Zwange der zu  $BD$  und  $AC$  parallelen Glieder  $AF$  und  $FG$  genau dieselbe Bewegung wie  $P$ .

Bei der gewöhnlichen Anordnung der Wattschen Parallelführung ist im Punkte  $F$  zunächst die Kolbenstange der Maschine und in einem anderen Punkte  $P$  eine Pumpen- oder Steuerstange angehängt; ebenso können andere Punkte der Geraden  $CP$  unter Einschaltung von Gliedern, welche parallel zu  $AC$  und  $BD$  sind, zur geradlinigen Bewegung anderer Organe der Maschine benützt werden.

Das Wattsche Parallelogramm gibt nur eine Annäherung an eine genau geradlinige Bewegung; bei genauer Ausführung und richtiger Wahl der Konstruktionsverhältnisse beträgt jedoch die Abweichung der Bahn des geführten Punktes von einer geraden Linie nur ungefähr  $\frac{1}{4000}$  der Länge des Kolbenhubes.

Man hielt lange Zeit hindurch die Erzielung einer mathematisch genauen geradlinigen Bewegung durch Lenker für unmöglich, bis dieses Problem durch die Konstruktion des Oberstleutnants im französischen Geniecorps Peaucellier gelöst wurde.

Diese Lenkerführung, welche durch Fig. 214 in einfachen Linien dargestellt ist, hat zwei fixe Drehpunkte  $A$  und  $O$  und besteht aus dem um  $O$  drehbaren Einkurbellenker  $OM = a$ , dem um  $A$  drehbaren Lenkerpaare

$AB = AD = b$ , sowie den vier um die Punkte  $M, B, C$  und  $D$  scharnierartig beweglichen gleichlangen Gliedern  $c$ .

Der Lenker hat die Eigentümlichkeit, daß Punkt  $C$  in einer Geraden geführt wird, wenn  $M$  einen Kreis um  $O$  beschreibt und Drehpunkt  $O$  auf der von  $A$  senkrecht zur Bahn des Punktes  $C$  gefällten Geraden  $AP$  liegt; außerdem muß  $AO = OM = a$  sein. Ist  $OM > AO$ , dann be-

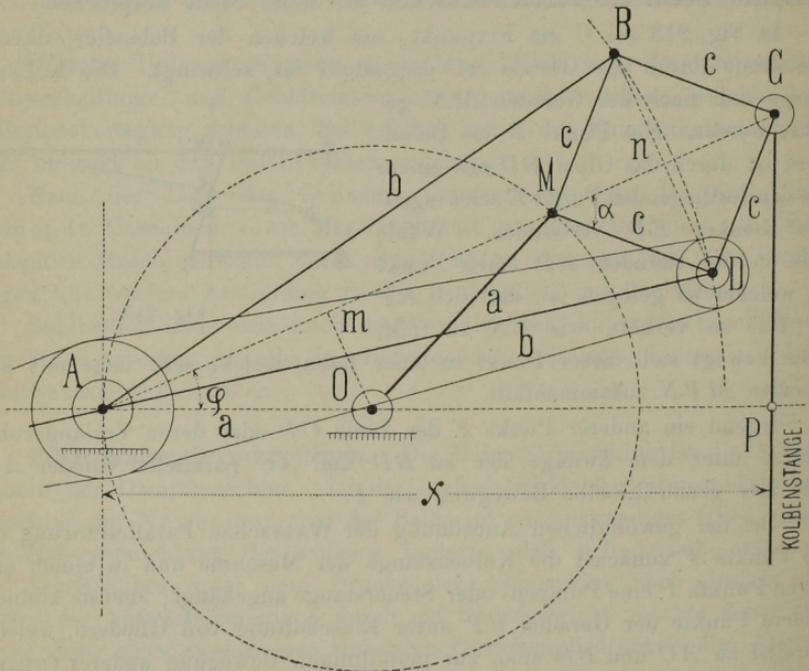


Fig. 214.

schreibt  $C$  einen Konvexbogen gegen  $A$ ; ist  $OM < AO$ , dann ist die Bahn des Punktes  $C$  ein Konkavbogen gegen  $A$ .

Damit  $C$  in der Geraden  $CP$  geführt werde, muß  $AP = x$  konstant sein. Diese Bedingung wird, wie der geometrische Zusammenhang der Fig. 214 ergibt, tatsächlich erfüllt.

Sei die veränderliche Strecke  $AM = m$  und  $MC = n$ , dann ist

$$AP = x = (m + n) \cos \varphi.$$

Aus dem  $\triangle AOM$  wird  $m = 2a \cos \varphi$ ,

„ „  $\triangle MDC$  „  $n = 2c \cos \alpha$ ,

„ „  $\triangle AMD$  „  $b^2 = m^2 + c^2 + 2mc \cos \alpha$   
 $= m^2 + c^2 + mn$ ,

$$\text{oder } b^2 = c^2 + m(m+n) = c^2 + 2a \cos \varphi (m+n),$$

$$,, \quad b^2 = c^2 + 2ax$$

und daraus

$$x = \frac{b^2 - c^2}{2a}.$$

$x$  ist somit konstant und infolgedessen unabhängig von den Veränderlichen  $\varphi$ ,  $m$  und  $n$ .

Die Anwendung der Peaucellierschen Geradföhrung bei Balanciermaschinen ist aus Fig. 214 ersichtlich; bei der großen Anzahl Glieder und Gelenke konnte sich dieselbe zur Übertragung größerer Kräfte nicht behaupten und hat daher auch nur in wenigen vereinzelt Fällen Anwendung gefunden; selbst das viel einfachere Wattsche Parallelogramm wurde bei Balanciermaschinen durch die Föhrung mittels Kreuzkopf und Gleitbahn verdrängt, gelangt daher immer seltener in Verwendung.

**201. Direktwirkende Maschinen.** Die Föhrung der Kolbenstange durch Kreuzkopf und Gleitbahn findet man bei allen modernen direktwirkenden Dampfmaschinen; der Kolben samt Stange, die Schubstange, die Kurbel und das Maschinenbett oder Maschinengestelle samt Cylinder bilden eine zwangläufige, viergliedrige kinematische Kette.

Die liegende Maschine wurde in neuerer Zeit durch die stehende Maschine vielfach verdrängt. Nebst anderen Gründen war hierfür der Umstand maßgebend, daß die stehende Maschine bei gleicher Leistungsfähigkeit eine viel kleinere Bodenfläche benötigt, als die liegende Maschine, ein Umstand, welcher namentlich bei der Anlage von Zentralstationen städtischer Elektrizitätswerke häufig sehr in die Wagschale fällt. Die liegende Aufstellung ist aber trotzdem die vorherrschende Bauart geblieben und werden namentlich kleinere Maschinen, wenn nicht lokale Gründe dagegen sprechen, fast ausschließlich liegend gebaut. Ein einfacher Frame oder Fundamentrahmen trägt alle wesentlichen Teile der Maschine, einschließlich des Kurbellagers, sodaß die Maschine gleichsam ein für sich abgeschlossenes Ganzes bildet. Der Cylinder ruht entweder auf der Fundamentplatte oder ragt vom rückwärtigen Teile des Maschinenbettes frei heraus, mit einer vertikalen tellerartigen Erweiterung des Frames verschraubt. Diese Bauart bietet den Vorteil freier Zugänglichkeit aller Partien des Cylinders, also in erster Linie der bei Ventil- und Drehschiebersteuerungen am unteren Teile desselben angebrachten Auslaßorgane. Größere Cylinder würden sich, wenn freitragend, durchbiegen, erhalten daher noch eine Mittelstütze.

Dem Maschinenbett gibt man namentlich bei kleineren Maschinen gern die sogenannte Bajonett- oder Balkenform, welche den Vorteil bietet,