

(an Pumpen verwendet), und das Schubkurbelgetriebe, dessen treibendes Glied 4 ist, z. B. in der Kolbendampfmaschine, wo die treibende Kraft am Kolben, bzw. Kreuzkopf angreift.

Eine Maschine ist ein Getriebe mit dem Zwecke bestimmter Kräftewirkung, bzw. Arbeitsverrichtung.

Betrachtet man an den Mechanismen, Getrieben und Maschinen nur die Bewegungsvorgänge, so lassen sie sich folglich als Sonderfälle von zwangläufig geschlossenen kinematischen Ketten auffassen. Denn die Relativbewegungen der Glieder einer solchen Kette sind an und für sich genau die gleichen, wie in dem Mechanismus, der aus der Kette durch Festlegung eines Gliedes, und in dem Getriebe, das aus letzterem durch Wahl eines weiteren Gliedes als treibendem hervorgeht. Es deckt sich sonach eine Hauptaufgabe der Lehre von den Mechanismen und Getrieben mit der der Lehre von den kinematischen Ketten und deren Bewegungen, weshalb auf letztere hier allein eingegangen werden soll, da die Anwendungen auf die Mechanismen und Getriebe, soweit sie der Bewegungslehre angehören, nur Wiederholungen sein würden.

Wenn aber Mechanismen und Getriebe Sonderfälle von zwangläufig geschlossenen kinematischen Ketten sind, so entsteht von selbst die Frage: Aus welcher Kette ist ein vorgelegter Mechanismus oder ein gegebenes Getriebe entstanden, bzw. wie findet man diese Kette? Die Antwort auf diese Frage wird durch die sogenannte kinematische Analyse des Mechanismus oder der Maschine gegeben.

Zweites Kapitel.

Die kinematische Analyse.

11. Die Feststellung der Art der Kette.

Es sind eine ganze Reihe von Gesichtspunkten, die bei der kinematischen Analyse in Rücksicht gezogen werden müssen. Zunächst ist die Anzahl und die Art der Elementenpaare zu ermitteln, die in einem vorgelegten Mechanismus oder einer Maschine auftreten; insbesondere ist festzustellen, ob nur niedere oder auch höhere Elementenpaare vorhanden sind, weil es hiervon abhängt, ob die Kette eine niedere oder höhere Elementenpaarkette ist. Ferner muß untersucht werden, ob die Elementenpaare zwangläufig sind oder nicht, und ob sie selbständig oder unselbständig zwangläufig sind. Weiter ist nachzusehen, ob singuläre Glieder auftreten, weil in diesem Falle die Kette eine offene wäre, während bei Ab-

wesenheit singulärer Glieder die Kette eine geschlossene sein müßte. Vor allem muß auch untersucht werden, ob alle Glieder gegen das ruhende Glied des Mechanismus ebene Bewegungen ausführen oder nicht, da im ersteren Falle die Kette eine ebene, im letzteren eine räumliche wäre. Endlich muß die Anzahl der sich gegeneinander bewegenden Glieder ermittelt werden, wobei das ruhende Glied (das Maschinengestell) mitzuzählen ist. Es empfiehlt sich, auf Grund dieser Feststellungen die erhaltene kinematische Kette schematisch aufzuzeichnen, d. h. ohne Rücksicht auf die Ausführungsform der Elementenpaare und der einzelnen Glieder, weil erst hierdurch der rechte Einblick in die Art der Kette gewonnen wird. Auf welche Weise man aus gegebenen Mechanismen die schematische Darstellung der entsprechenden kinematischen Ketten erhält, soll an zwei Beispielen erläutert werden.

12. Übertragungsmechanismus von Bonjour.

Der Zweck dieses in Fig. 15 dargestellten Mechanismus ist die Änderung der Expansion einer Dampfmaschine mit Schiebersteuerung vom Regulator aus. Er wird dadurch erreicht, daß

die nach der Regulatorhülse führende Stange z den Hebel 2 in drehende Bewegung gegen das Maschinengestell 1 bringt und die mit 2 gelenkig verbundene Stange 3 die Kurbel 4 in Bewegung setzt, die durch die Stange 5 die im Schieberkasten der

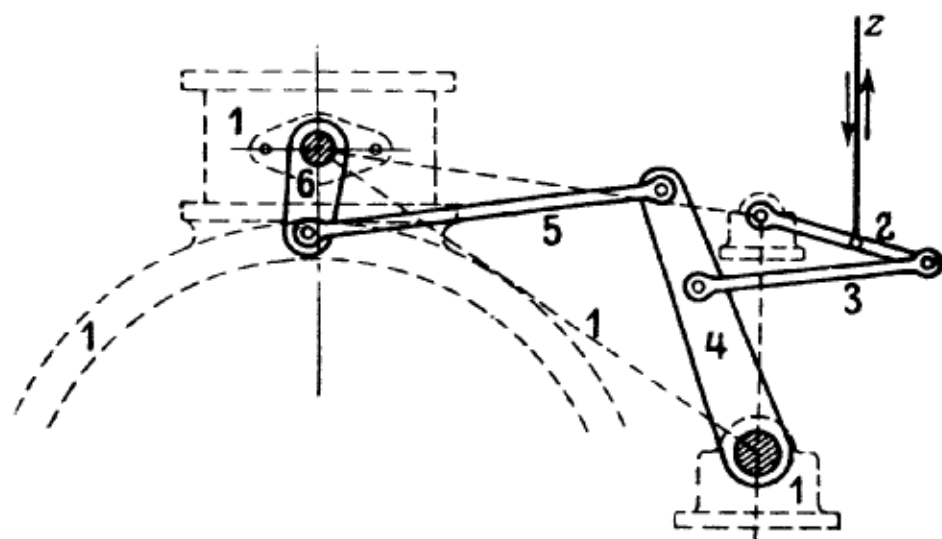


Fig. 15.

Dampfmaschine drehbar gelagerte Kurbel 6 dreht. Mit der Kurbel 6 ist die Regulierwelle starr verbunden, die mittels Schraubengewinde die Expansionsschieberplatten gegeneinander verschiebt. Dieser Mechanismus kann unabhängig von der Art, wie der Hebel 2 in Bewegung gesetzt wird, also ohne Hinzunahme der zum Regulator führenden Stange z und ohne Hinzunahme der Expansionsschieberplatten angesehen und demgemäß aus 6 Gliedern bestehend betrachtet werden, die untereinander nur durch Drehpaare mit parallelen Achsen verbunden sind. Die Kette ist demnach eine ebene Drehpaarkette von 6 Gliedern und 7 Drehpaaren. Vier von den Gliedern sind binär, und zwar die Glieder 2, 3, 5 und 6; zwei dagegen ternär, nämlich 1 und 4. Da die Kette keine singulären Glieder enthält, ist sie eine geschlossene. Daß sie zwangsläufig ist, soll später gezeigt

ven c und γ sind. Der Hebel h ist während des normalen Ganges der Dampfmaschine in Ruhe, denn er wird nur bewegt, wenn der Regulator in Tätigkeit tritt, und das ist nur bei Störungen des normalen Ganges der Fall. Folglich kann der Hebel h als dem Maschinengestell 1 zugehörig betrachtet werden. Das Elementenpaar ist unselbständig, da es nur ein Hüllkurvenpaar (c, γ) aufweist. Der Hebel 4 ist gelenkig in dem Drehpaar 34 an die Exzenterstange 3 angeschlossen, die durch das Exzenter 2 mit der Steuerungswelle 12 beweglich verbunden ist. Hierdurch wird erreicht, daß sich die Exzentermitte 23 auf einem Kreise um 12 bewegt, also genau so, als ob das Glied 2 eine Kurbel von der Länge $12-23$ wäre, die sich gegen 1 um 12 dreht. Diesen Umstand benutzen wir zur Vereinfachung der schematischen Darstellung der zugrunde liegenden kinematischen Kette, indem wir das Exzenter durch die Kurbel 2 in Fig. 18b ersetzen.

Ferner tritt in dem Mechanismus ein Schiebepaar auf, das durch die Ventilstange 5 und deren Führung im Maschinengestell gebildet wird. Wir stellen es wie in Fig. 18b schematisch durch eine Stange 5 dar, die in einer mit dem Maschinengestell 1 starr verbundenen Hülse gleitet, und bezeichnen es mit 15_∞ , um anzudeuten, daß die Bewegung von 5 gegen 1 als eine Drehung um den unendlich fernen Drehpunkt 15 aufgefaßt werden kann. Die Stange 5 ist

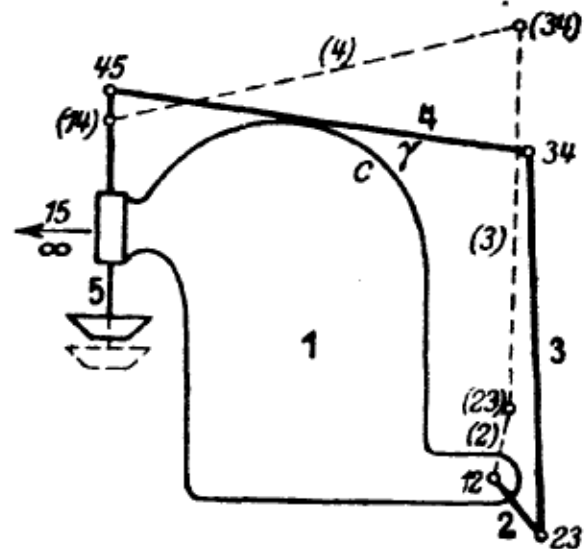


Fig. 18b.

mit dem Hebel 4 gelenkig durch das Drehpaar 45 verbunden. Dieses Drehpaar ruht, solange das Ventil in Ruhe bleibt, und das ist der Fall während der Expansion und dem Ausströmen des Dampfes. Während dieser Periode ist sonach das Glied 5 in Ruhe gegen 1; es kann demnach mit 1 starr verbunden gedacht werden. Die Anzahl der gegeneinander sich bewegenden Glieder des Mechanismus beträgt folglich während dieses Vorganges nur 4 und dementsprechend ist die zugrunde liegende Kette eine viergliedrige Drehpaarkette, ein sogenanntes Gelenkviereck, dessen 4 Gelenkpunkte 12, (23), (34) und (14) (s. Fig. 18b) sind. Somit erkennt man, daß der gesamte Bewegungsvorgang in zwei verschiedene Teile zerfällt. Während des einen Teiles, nämlich während des Einströmens des Dampfes bewegt sich das Ventil 5; die entsprechende Kette besteht aus 5 Gliedern und ist eine zwangläufige höhere Elementenpaarkette, wie später gezeigt werden soll. Während des anderen Teiles (der Expansion) dagegen bleibt das Glied 5 gegen 1 in Ruhe, und zwar solange sich die Kurven c und γ nicht

