

zugleich, unter welchen Bedingungen eine Maschine, ein Getriebe oder ein Mechanismus zwangläufig beweglich ist.

Früher hat man diese Frage in komplizierteren Fällen entweder durch die Anfertigung von Modellen, oder auf mühsamem zeichnerischen Wege zu beantworten gesucht, wobei nicht selten Irrtümer unterliefen. Es wird im folgenden dargetan, daß die Antwort recht einfach und allgemein ist, denn die Bedingung der Zwangläufigkeit besteht in einer ganzzahligen Beziehung zwischen der Zahl der Kettenglieder und der sie verbindenden Elementenpaare.

Drittes Kapitel.

Die Bedingungen der Zwangläufigkeit für die ebenen geschlossenen kinematischen Ketten.

15. Die Zwangläufigkeit der ebenen Drehpaarketten.

Wir bezeichnen mit n_2 die Anzahl aller in der Kette enthaltenen binären, mit n_3 die aller ternären, ..., mit n_i die Anzahl aller i Elemente enthaltenden Glieder, endlich mit n die Anzahl aller Glieder der Kette überhaupt. Dann ist, wie ohne weiteres ersichtlich,

$$n_2 + n_3 + \dots + n_i + \dots = n,$$

wofür wir kürzer setzen:

$$\sum_2 (n_i) = n. \dots \dots \dots (1)$$

Bezeichnet ferner g die Anzahl aller Drehpaare in der Kette, so ist die Anzahl aller Elemente, da jedes Paar aus 2 Elementen besteht,

$$e = 2g.$$

Die Anzahl e aller Elemente ist aber auch, wie leicht ersichtlich,

$$= 2n_2 + 3n_3 + \dots + in_i + \dots = \sum_2 (in_i);$$

es besteht folglich die Beziehung

$$\sum_2 (in_i) = 2g. \dots \dots \dots (2)$$

Um in möglichst einfacher Weise zur Bedingungsgleichung der Zwangläufigkeit zu gelangen, wollen wir uns die Kettenglieder durch starre Ebenen parallel den Ebenen der Bahnen ersetzt denken und sie alle in einer Ebene liegend, also komplan beweglich annehmen. Das ist möglich, weil alle Gliederpunkte senkrecht zu jenen Ebenen kongruente gleichliegende Bahnen beschreiben. Ferner denken wir uns die Drehpaare durch die Schnittpunkte ihrer Achsen mit den betreffenden Ebenen ersetzt; je zwei durch ein Drehpaar verbundene

