Vorlesungen über technische Mechanik

Föppl, August

Leipzig, 1901

Modell eines Schiffes

urn:nbn:de:hbz:466:1-84695

keitseigenschaften beider Systeme oder man vernachlässigt (je nach der Lage des einzelnen Falles) das Eigengewicht neben den übrigen äusseren Kräften, nimmt dagegen, um gleiches Material bei beiden Systemen voraussetzen zu können,

$$\mu = \lambda^3, \tag{201}$$

eine Gleichung, die sich mit den Bedingungen (200) nicht vereinigen lässt.

An einigen Beispielen wird man am besten erkennen, wie diese Bedingungen zu verwerthen sind. Zunächst sind zwei geometrisch ähnliche Pendel auch mechanisch ähnliche Systeme. Da bei ihnen das Eigengewicht in Frage kommt, muss man $\pi = \mu$ und daher wie in Gl. (199) $\tau^2 = \lambda$ setzen. Nach der Beanspruchung des Pendelmaterials und nach den elastischen Formänderungen, die das Pendel während der Schwingungen erfährt, fragt man in diesem Falle nicht. Wir sind daher nicht an die Erfüllung der Bedingungen (200) gebunden, ebensowenig an die Bedingung (201), können vielmehr μ ganz beliebig wählen, d. h. es macht keinen Unterschied, wie gross das specifische Gewicht des Pendelmaterials in beiden Fällen gewählt wird. Wesentlich bleibt nur die Bedingung $\tau^2 = \lambda$, die uns aussagt, dass sich die Schwingungsdauern wie die Quadratwurzeln aus den Pendellängen verhalten.

Als zweites Beispiel betrachten wir das Modell eines Schiffes, mit dessen Hülfe der Schiffswiderstand ermittelt werden soll. Das mechanische System, das ähnlich nachgebildet werden soll, besteht hier nicht nur aus dem Schiffe, sondern sehr wesentlich auch aus dem sich um das Schiff bewegenden Wasser. Hier ist daher an Gl. (201) festzuhalten, durch die ausgedrückt wird, dass es sich in beiden Fällen um dieselbe Flüssigkeit handelt. Ausserdem müssen auch die Gleichungen (199) erfüllt sein, da das Eigengewicht des Systems nicht vernachlässigt werden darf, sondern im Gegentheile eine wichtige Rolle spielt. Auf die durch die Gleichungen (200) ausgedrückte Bedingung, dass die specifischen Spannungen richtig nachgebildet werden, müssen wir dagegen verzichten, weil sich die

Gleichungen (200) mit den anderen Bedingungen, auf die hier das Hauptgewicht zu legen ist, nicht vereinigen lassen.

Durch Verbindung der Gleichungen (199) und (201) erhält man

$$\pi = \mu = \lambda^3 = \tau^6.$$

Macht man etwa $\lambda = 9$ (das Modell in $\frac{1}{9}$ der Schiffsgrösse), so wird $\tau = 3$. Die Geschwindigkeit des Modells muss, um den Vorgang mechanisch ähnlich zu gestalten, demnach so bemessen werden, dass es entsprechende Wege im dritten Theile der Zeit zurücklegt, als das Schiff. Das Geschwindigkeitsverhältniss sei v; dann folgt aus den Dimensionen der Geschwindigkeit

$$v = \frac{\lambda}{\tau} = \sqrt{\lambda},$$

also hier $v = 3$. Soll also das Schiff etwa 12 m in der Secunde zurücklegen, so muss die Geschwindigkeit des Modells 4 m sec^{-1} betragen. Misst man nun die Kraft, die man aufwenden muss, um das Modell mit der constanten Geschwindigkeit von 4 m sec^{-1} vorwärts zu bewegen oder, wie man auch sagen kann, den Widerstand des Wassers gegen die Bewegung des Modells, und bezeichnet sie oder ihn mit R, so ist der Schiffswiderstand bei der entsprechenden Geschwindigkeit gleich πR, also gleich $R\lambda^3$ oder in unserem Falle gleich $729\, R$. — Diese Methode, den Schiffswiderstand unter den Bedingungen der mechanischen Aehnlichkeit am Modell zu untersuchen, rührt von Froude her.

Schliesslich wähle ich noch ein Beispiel zur näheren Besprechung aus, das ich dem schon mehrfach erwähnten Werke von Routh, Dynamik der Systeme starrer Körper, deutsch von Schepp, Bd. I, S. 330 entnehme. Dort heisst es:

„Man soll die Durchbiegung einer Brücke von 15 m Länge und 100 t Gewicht, wenn eine Maschine, die 20 t wiegt, mit der Geschwindigkeit von 64 km in der Stunde über sie fährt, durch Experimente feststellen, die an einem Modell der Brücke gemacht werden, das 1,5 m lang ist und 2,8 kg wiegt. Man finde das Gewicht des Modells der Maschine und nehme an, das Modell der Brücke sei so steif, dass die statische Durchbiegung in der Mitte