Das Pendel

(3. Fortsetzung)

Von Dr. K. Giebel (Glashütte i. Sa.)

c) Technisches und absolutes Maßsystem

Aus den beiden vorhergehenden Abschnitten (2a u. 2b), in denen die Elemente der Mechanik erörtert wurden, ist zu ersehen, daß für alle Begriffe der Mechanik drei Maßgrößen ausreichen. Dies gilt auch für alle anderen Gebiete der Physik, da sich alle Energieformen vergleichen lassen, also auf die mechanischen Größen zurückführen lassen. Welche mechanischen Größen man als Maßgrößen einführt, ist beliebig. Man wählt sie natürlich so, daß sie für den Zweck möglichst bequem sind. So haben sich zwei Maßsysteme herausgebildet, das absolute und das technische. Wir wählen im allgemeinen das technische, können aber das absolute nicht ganz entbehren, weshalb wir im folgenden die beiden nebeneinanderstellen. Das absolute, das von Gauß stammt, benutzt als Grundmaße: Länge, Masse und Zeit und nimmt als Maßeinheiten: Zentimeter, Gramm und Sekunde (cm, g, sec), weshalb es auch das CGS-System genannt wird. Das technische Maßsystem benutzt als Grundmaße: Länge, Kraft und Zeit und nimmt als Maßeinheiten: Meter, Kilogramm und Sekunde. Man kann nun zu jeder mechanischen Größe die Grundmaße hinzufügen, wie wir es sogleich machen werden. Diese Maßbezeichnung nennt man die Dimension des Ausdrucks und pflegt sie in eckige Klammern einzuschließen.

Hat man irgendeine Gleichung aus der Mechanik, so müssen alle Glieder der Gleichung dieselbe Dimension haben. Die Dimensionsrechnung gibt uns also ein bequemes Mittel, festzustellen ob eine Gleichung richtig aufgebaut ist.

Wie wir sehen, haben die beiden Maßsysteme zwei gleiche Grundmaße: Länge und Zeit. Daß die Maßeinheiten verschieden gewählt sind, hat nicht viel auf sich. Auch wir benutzen, obgleich wir uns dem technischen Maßsystem anschließen, aus praktischen Gründen andere Maßeinheiten, nämlich meist Millimeter, Gramm, Sekunden.

Da die reine Bewegungslehre nur von Weg und Zeit handelt, werden die beiden Maßsysteme in diesem Gebiete keine wesentliche Verschiedenheit zeigen. Wir haben hier außer den beiden Grundmaßen Weg und Zeit zwei abgeleitete Maße: Geschwindigkeit und Beschleunigung. Geschwindigkeit ist Weg durch Zeit, also im technischen System $\left[\frac{m}{sec}\right]$. Da man nicht gern Ausdrücke im Nenner hat, ersetzt man $\frac{1}{sec}$ durch den gleichwertigen Ausdruck sec^{-1}, so daß die Dimension der Geschwindigkeit ist $[m\,sec^{-1}]$ oder im absoluten System $[cm\,sec^{-1}]$. Beschleunigung ist Geschwindigkeit durch Zeit oder Weg durch Quadrat der Zeit (wobei der bei der gleichförmigen Beschleunigung auftretende Zahlenfaktor $\frac{1}{2}$ in der Dimensionsrechnung nicht zu erkennen ist:

$$b = \frac{v}{t} = \frac{s}{t^2}.$$

Im T. S.[1]) ist die Dimension $\left[\frac{m}{sec^2}\right]$ oder $[m \cdot sec^{-2}]$, im A. S. $[cm\,sec^{-2}]$, z. B. ist die Beschleunigung der Schwere in mittlerer geographischer Breite:

$$g = 9{,}81\ [m\,sec^{-2}] \text{ oder } 981\ [cm\,sec^{-2}].$$

1) Im folgenden wollen wir Technisches Maßsystem durch T. S., Absolutes Maßsystem durch A. S. abkürzen.

Gehen wir nun zur Lehre von den Kräften (Dynamik oder Kinetik) über, so scheiden sich die Begriffe. Das T. S. wählt als drittes Grundmaß die Kraft, gemessen in Kilogramm, das A. S. die Masse, gemessen in Gramm. Weshalb das?

Wenn man mit Hilfe einer geeichten Federwage feststellt, daß ein Körper am Äquator 1 kg wiegt und mit derselben Wage am Pole denselben Körper nochmals wiegen würde, so würde man finden, daß er dort 1,0052 kg wiegt. Auf der Sonnenoberfläche würde unsere Federwage anzeigen, daß der Körper fast 28 kg wiegt, auf dem Mars 0,39 kg, auf dem Monde 0,17 kg; kurz das Gewicht, d. h. der Druck, den ein Körper auf seine Unterlage ausübt, ist keine Eigenschaft, die einem Körper unverändert anhaftet. Da aber das A. S., das für wissenschaftliche Zwecke dient, nach unveränderlichen Eigenschaften der Körper suchen muß, wählt es nicht das Gewicht oder den Druck als drittes Grundmaß, sondern die Menge Stoff, d. h. die Masse. Und es erklärt als Maßeinheit die Menge Stoff oder die Masse, die in dem gesetzlich festgelegten Grammstück enthalten ist. Das T. S. hingegen sagt: Wir haben vorwiegend mit Kräften, d. h. Gewichten zu tun, und wir wollen nicht der Sonne oder dem Mond zuliebe auf eine einfache Bezeichnung verzichten, die für unseren Zweck völlig ausreicht. Es erklärt als Maßeinheit den Druck, den das in Breteuil bei Paris aufbewahrte gesetzliche Grundmaß des Gewichts, das Kilogramm, dort auf seine Unterlage ausübt. Dieser Zwiespalt ist besonders unangenehm, weil die beiden Systeme dieselbe Bezeichnung für verschiedene Dinge anwenden, was sich durch ein Entgegenkommen der Wissenschaftler leicht hätte vermeiden lassen. Wir werden, soweit Verwechslungen auftreten können, das Kilogramm = Masse mit einem Stern versehen (kg*), um es von dem Kilogramm = Gewicht (kg) zu unterscheiden.

Welche Folgerungen ergeben sich aus dieser Verschiedenheit in der Wahl des Grundmaßes?

Unsere Gl. (7a) sagt, daß Gewicht und Masse durch die Gleichung verbunden sind:

$$P = m \cdot g. \qquad (7a)$$

In dieser Gleichung sieht das A. S. m und g als gegebene Größen an, aus denen P bestimmt werden kann, während das T. S. die Größen P und g als gegeben ansieht, woraus die Masse m bestimmt werden kann, die wir schon früher lediglich als Proportionalitätsfaktor bezeichneten.

Im technischen System spielt die Masse eine untergeordnete Rolle. Ist die Kraft in [kg] gegeben und die Beschleunigung g in $[m\,sec^{-2}]$, so ergibt sich aus der Gleichung

$$m = \frac{P}{g}$$

für m die Dimension $[m^{-1}\,kg\,sec^2]$.

Im T. S. ist also die Masse eines Kilogrammstückes:

$$m = \frac{1}{9{,}81} = 0{,}102\ [m^{-1}\,kg\,sec^2],$$

oder in Gramm und Zentimeter ausgedrückt:

$$m = \frac{1000}{981} = 1{,}02\ [cm^{-1}\,g\,sec^2].$$

Ist im A. S. die Masse in [g*] und die Beschleunigung in $[cm\,sec^{-2}]$ gegeben, so ist nach Gl. (7a) die Dimension der Kraft $[cm\,g^*\,sec^{-2}]$. Da man auch im A. S. viel mit der Kraft zu rechnen hat, so erwies es sich als notwendig, dafür eine neue, abgeleitete Maßeinheit einzuführen. Man nennt sie ein Dyn (von dem griechischen dynamis = Kraft).

SLUB Wir führen Wissen. http://digital.slub-dresden.de/id318594536-19270100/554