zur Bestimmung der Lage eines Körpers nicht neun, sondern nur sechs Stücke erforderlich sind.

Sämmtliche Punkte der Schraubenachse haben Geschwindigkeiten von der übereinstimmenden Grösse c, deren Richtungen sämmtlich in diese Achse fallen, weil die Drehungshalbmesser r Null sind. Legt man durch den Körper irgend eine Gerade, welche der Schraubenachse parallel ist, so haben deren Punkte wohl auch Geschwindigkeiten gleicher Grösse und Richtung, doch bildet letztere mit der Schraubenachse einen Winkel α, für den $\operatorname{tg} \alpha = \frac{r\omega}{c}$, der also von Null verschieden ist. Legt man aber durch den Körper eine Gerade, die mit der Schraubenachse nicht parallel ist, deren Punkte also verschiedene Abstände von der Schraubenachse haben, so sind die Geschwindigkeiten dieser Punkte nach Grösse und Richtung verschieden. Hiernach kommt die kennzeichnende Eigenschaft der Schraubenachse, dass die Geschwindigkeiten aller ihrer Punkte in der Richtung der Achse liegen, nur der einen Geraden zu. Während also der augenblickliche Bewegungszustand eines Körpers (nach S. 25) in unendlich vielen verschiedenen Weisen auf eine Verschiebung und eine Drehung zurückgeführt werden kann, ist die Zurückführung auf eine Schraubenbewegung nur in einer Weise möglich. Daher hat man den Satz:

Jede Bewegung eines Körpers kann für einen Augenblick, und zwar nur in einer Weise, auf eine Schraubenbewegung zurückgeführt werden.

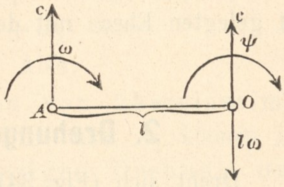
C. Zusammensetzung und Zerlegung der Bewegungen eines Körpers.

I. Drehung und Verschiebung.

Ein Körper habe eine Drehung um eine Achse A mit einer Winkelgeschwindigkeit ω und erleide gleichzeitig eine Verschiebung in einer Richtung, rechtwinklig zu der Achse, mit der Geschwindigkeit c (Fig. 33). Dieser Fall kommt z. B. vor, wenn sich ein

Rad um eine Achse dreht, die Achse aber nicht festliegt, sondern verschoben wird. (Ein besonderer Fall hiervon ist jedes rollende Rad.) Schneidet man den Körper durch eine zur Achse A rechtwinklige Ebene E, so bewegt sich die Schnittfigur nur in ihrer Ebene; es ist daher diese zusammengesetzte Bewegung eine ebene Bewegung, die nach S. 14 für jeden Augenblick als Drehung um einen Pol O oder um eine rechtwinklig zur Ebene stehende Achse O aufgefasst werden kann. Legt man durch A in der Ebene E eine Gerade $AO = l$, rechtwinklig zu c, so bekommt der Endpunkt O in Folge der Winkelgeschwindigkeit ω eine Geschwindigkeit $l\omega$ nach unten, in Folge der Verschiebungsgeschwindigkeit c, an der alle Punkte übereinstimmend theilnehmen, eine Geschwindigkeit c nach oben. Ist nun

Fig. 33.



1) $$l\omega = c,$$

so wird die Geschwindigkeit in O zu Null; hierdurch kennzeichnet sich der Pol O und die in O rechtwinklig zur Bildebene errichtete augenblickliche Drehachse. Nennt man ψ die zu suchende Winkelgeschwindigkeit um O, so muss ψ derartig bestimmt werden, dass daraus der gegebene Geschwindigkeitszustand wieder hervorgeht. Die mit der Achse A zusammenfallenden Punkte des Körpers hatten aber nur die Geschwindigkeit c, rechtwinklig zu OA; durch ψ bekommen sie eine Geschwindigkeit $l\psi$ in derselben Richtung mit c, daher muss

$$l\psi = c$$

sein, und weil auch $l\omega = c$ (Gl. 1), so wird

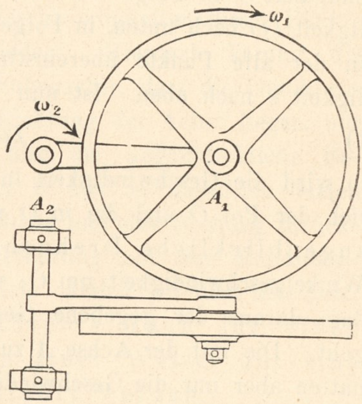
2) $$l = \frac{c}{w} \quad \text{und} \quad \psi = \omega.$$ Das heisst:

Eine Drehung um eine Achse A mit der Winkelgeschwindigkeit ω und einer gleichzeitigen Verschiebung rechtwinklig zu O mit der Geschwindigkeit c lassen sich zu einer einzigen Drehung um eine Achse $O \parallel A$ mit der Winkelgeschwindigkeit ω zusammensetzen. A und O liegen in einer zu c rechtwinkligen Ebene; ihr Abstand ist $l = c : w$. Umgekehrt lässt sich natürlich eine Drehung um O mit der Winkelgeschwindigkeit ω zerlegen in eine Drehung um eine zu O parallele Achse A im Abstande l von O mit derselben Winkelgeschwindigkeit ω und eine gleichzeitige Verschiebung rechtwinklig zu der durch O und A gelegten Ebene mit der Geschwindigkeit $c = l\omega$.

2. Drehungen um parallele Achsen.

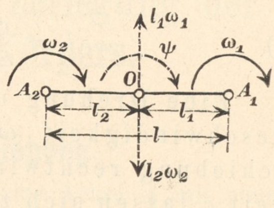
Dreht sich (Fig. 34) ein Körper, vielleicht ein Rad, um eine Achse A_1 mit einer Winkelgeschwindigkeit ω_1, befindet sich aber die Achse A_1 an einem Kurbelarme von der Länge l, der sich zugleich mit der Geschwindigkeit ω_2 um eine Achse A_2 dreht, so hat der Körper eine von beiden Drehungen beeinflusste Bewegung, die aber, weil sie eine *ebene* Bewegung ist, in jedem Augenblick auf eine einzige Drehung um eine Achse O zurückgeführt werden kann.

Fig. 34.



Haben ω_1 und ω_2 übereinstimmenden Drehsinn, so wähle man in der durch A_1 und A_2 gehenden Ebene (Fig. 35) eine zu beiden parallele Achse O, welche von A_1 und A_2 die Abstände l_1 und l_2 hat; diese Achse empfängt von ω_1 eine Geschwindigkeit $l_1\omega_1$ aufwärts, von ω_2 eine Geschwindigkeit $l_2\omega_2$ abwärts. Die Gesammtgeschwindigkeit der Achse O ist also Null, wenn

Fig. 35.



3) $$l_1\omega_1 = l_2\omega_2 \quad \text{oder} \quad \frac{l_1}{l_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}.$$

Hierdurch ist die augenblickliche Drehachse gefunden. Für ihre Winkelgeschwindigkeit ψ ist Bedingung, dass die zur Zeit in den gegebenen Achsen befindlich gedachten Körperpunkte ihre wahren Geschwindigkeiten wiedererhalten. A_1 bekommt durch ω_2 eine Geschwindigkeit