5. Ueber den Luftwiderstand fliegender Geschosse; von Robert Emden.

Bewegen wir eine senkrecht gestellte Fläche vom Querschnitte F mit der horizontalen Geschwindigkeit v durch Luft von der Dichte ρ , so ist der Widerstand, den sie erfährt:

$$W = \rho \cdot F \cdot v^2.$$

Für den Widerstand, den ein fliegendes Geschoss vom Querschnitte F erfährt, hat sich durch Versuche ergeben¹⁾, dass wir dies W noch multipliciren müssen mit einem Factor λ , der von der Form desselben und der Beschaffenheit seiner Oberfläche abhängt, und mit einer Function der Geschwindigkeit, $K(v)$, weil der Widerstand nicht genau proportional mit v^2 wächst, sodass wir haben:

$$W = \lambda \cdot \rho \cdot F \cdot v^2 \cdot K(v).$$

Für Fluggeschwindigkeiten des Geschosses, die kleiner als Schallgeschwindigkeit sind, hat $K(v)$ den konstanten Werth 0,14; nähert sich jene der Schallgeschwindigkeit, so steigt $K(v)$ plötzlich sehr rasch an, um nach Ueberschreitung derselben wieder constant zu werden, = 0,39.

Die Function nimmt $K(v)$ also ungefähr folgenden Verlauf:

Die Ursache dieses plötzlichen Wachsens von K ist noch unerklärt. Mir scheint folgende Erklärung einfach und über-

1) Vergleiche C. Cranz. Lehrbuch der theoretischen äusseren Ballistik. pag. 39.

zeugend. Zur Ueberwindung des Widerstandes hat das Geschoss Arbeit zu leisten. Diese Arbeit steigt an, sobald die Geschwindigkeit der Art angewachsen ist, dass sich nach den Versuchen von E. Mach eine conische Kopfwelle ausbildet; denn dies findet statt, sobald das Geschoss mit Schallgeschwindigkeit fliegt. Eine jede Schallwelle enthält aber Energie; dieselbe ist, wie ich in einer früheren Arbeit¹⁾ gezeigt, $= c^2 \varrho_0 \int s^2 dV$, wobei die Integration über den von der Welle eingenommenen Raum auszudehnen ist und s die Condensation bedeutet. Diese Energiemenge muss der lebendigen Kraft des Geschosses entnommen werden. Sowie das Geschoss beginnt mit Schallgeschwindigkeit zu fliegen, hat es ausser Ueberwindung des Widerstandes noch Arbeit zu leisten zur Bildung der Kopfwelle, welche Arbeit steigt, bis die Kopfwelle in ihrer Maximalintensität sich entwickelt hat. Diese Maximalwelle muss stets neu erzeugt werden, und der vergrösserte Widerstand des Geschosses bleibt von da an wieder constant. Ich konnte keine Versuchsdaten auffinden, die entscheiden lassen, ob die Maximalintensität in Wirklichkeit existirt, oder die Intensität der Kopfwelle dauernd mit der Geschwindigkeit wächst.

1) R. Emden, Wied. Ann. 69. p. 264. 1899.

(Eingegangen 19. März 1899.)