

Das Wesen des Modells ist in den Abb. 1 angedeutet: Ein beliebiger, in diesem Fall gekrümmter Träger, ruht



Abb. 1

auf 2 Unterlagen. Diese können durch Drehung in jede gewünschte Lage gebracht werden; auf ihnen kann sich der irgendwie belastete Träger vollkommen frei bewegen. Außer dieser freien Beweglichkeit der Trägerenden kann auch deren gelenkige

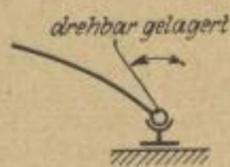


Abb. 1a



Abb. 1b

Drehbarkeit oder feste Einspannung in Lagern veranschaulicht werden. Durch Kombination dieser Lagerungsarten in Bezug auf die beiden Trägerenden können sämtliche, überhaupt mögliche Befestigungen von Balken u. dgl. und damit eine mannigfache Zahl von Demonstrationsversuchen vorgeführt werden. Wie an einem Bogenträger, so kann das Gesagte auch an einem geraden Träger, sowie an einem Rahmenträger gezeigt werden. Die Belastung kann man als Einzellast anhängen oder kann sie auch gleichmäßig verteilt wirken lassen. Greift sie als Einzellast an einer beliebigen Stelle des vollständig frei beweglichen Trägers an (s. Abb. 2) so wird der Träger einzig durch Anbringen der 2 Vertikalauflagerwiderstände  $V_1$  und  $V_2$  „freigemacht“. Soll die freie Beweglichkeit der Trägerenden aufgehoben und durch drehbare Lagerung ersetzt werden, so tritt ein neuer Zwang hinzu, dessen Freimachung das Anbringen zweier gleichgroßer Kräfte  $H$  (sog. Horizontalschub) erfordert. Diese sind bekanntlich statisch unbestimmte Kräfte, deren Größe am Modell durch Abwägen leicht festzustellen sind. Die sich einstellende Formänderung des Trägers (in Abb. 2 gestrichelt angegeben) ergibt ein Abweichen der Tangentenrichtung an den Enden gegenüber der ursprünglichen Richtung um die Winkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$ . Wenn nun weiter zum Fall der Einspannung übergegangen werden soll, so ist zu bedenken, daß durch die Einspannung, d. h. die absolut starre Befestigung, ein Ausbiegen des Trägers an seinen Enden nicht stattfinden kann, so daß also der durch die Kraft  $H$  verbogene Träger zurückzubiegen ist, solange bis die anfängliche Tangentenrichtung wieder erreicht ist, d. h. bis die Winkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  zu Null geworden sind (Formänderung durch Einspannung in Abb. 2 punktiert angedeutet). Dieses Zurückbiegen an den Befestigungsstellen erfordert dort jeweils ein Kräftepaar, das bekannte Einspannmoment, das also die Wirkung des durch Einspannung erfolgten Zwangs auf den Träger vorstellt und in seiner Größe durch Abwägen am Modell festgestellt werden kann. Das Einspannmoment verursacht an dem Balken eine Spreizwirkung, weswegen sich die Horizontalkraft  $H$  gegenüber seither verändert.

Nachdem so die erwähnten Kräfte der Reihe nach in Wirkung getreten sind, sieht der Beschauer des Modells, daß dieses sich in vollkommener Ruhe befindet und daß die Lage des Trägers im Raum mit der ursprünglichen wieder übereinstimmt, daß also

m. a. W. der gesamte Körper nicht aus dem Gleichgewicht gekommen ist. Der Körper ist damit frei gemacht und zu weiteren Untersuchungen gemäß den Bedingungen der Statik klargestellt. Danach muß außer  $\sum V = 0$  u.  $\sum H = 0$ , die algebr. Summe der Momente der äußeren Kräfte gleich Null sein, wovon sich der Uebende leicht überzeugen kann, denn die Abwägungen bestätigen, daß

$$P \times b = V_1 \times a + M_1 + M_2.$$

Der mit dem Modell Arbeitende erkennt auch, daß die zuletzt zustande gekommene Gesamterscheinung sich aufbaut auf der gleichzeitigen Wirkung dreier Einzelperscheinungen, welche der Reihe nach sind:

1. Wirken der Belastung  $P$  allein
2. Wirken der Horizontalkraft  $H$  allein
3. Wirken der Einspannmomente  $M$  allein.

Im Zusammenhang damit kann auf das bekannte Superpositionsgesetz hingewiesen werden, welches bezüglich des eingespannten Trägers verlangt, daß die bei den erwähnten 3 Einzelperscheinungen gegenüber dem ursprünglichen Ruhezustand zustande kommenden Aenderungen in den Tangentenrichtungen des Trägers an den Lagerstellen algebraisch addiert gleich Null sein müssen. Dies bestätigt der Modellversuch sehr schön. Die Abb. 3 bis 5 veranschaulichen die besprochenen 3 Einzelperscheinungen. Besonders Interessantes bietet

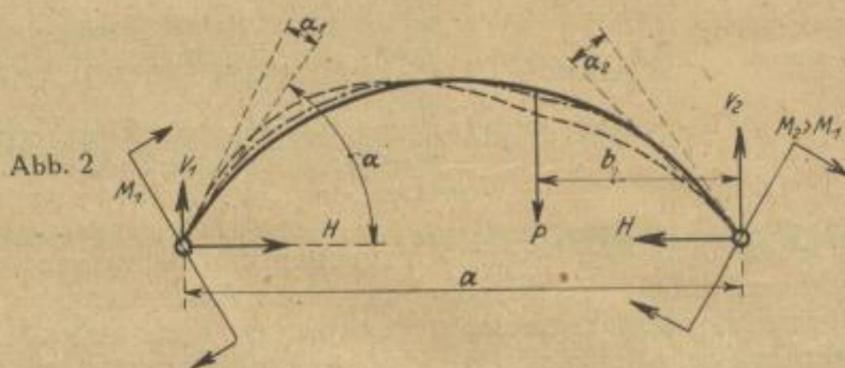


Abb. 2

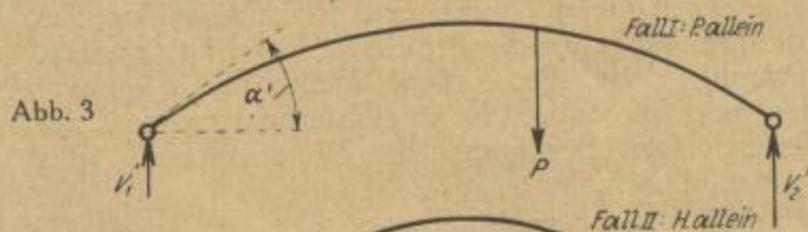


Abb. 3

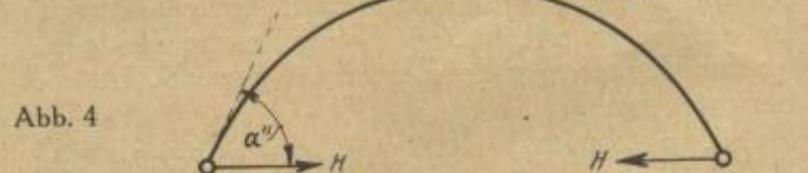


Abb. 4

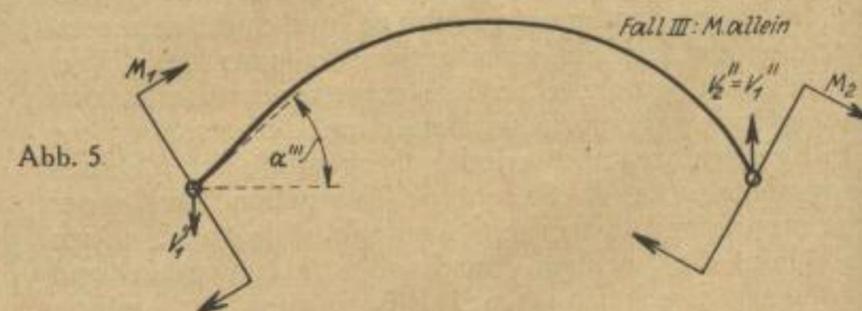


Abb. 5

das Wirken der Einspannmomente. Die beiden Momente sind ungleich groß und haben denselben Drehsinn. Sie bringen an den Lagerstellen Vertikalreaktionen hervor, die gleich groß, doch umgekehrt gerichtet sind,