

metergang, ändert sich dies Verhältnis. Da das freischwingende Pendel (oder die Unruhe) in derselben Zeit eine Schwingung machen soll, wie das mit der Hemmung in Verbindung stehende, so muß die Fläche des Normaldiagrammes ebenso groß sein, als die des Wirkungs bzw. Hemmungseinfluß-Diagrammes. Wenn nur bei jeder zweiten Schwingung ein Antrieb erteilt wird, dann ändert sich das Verhältnis etwas, wie wir sehen werden.

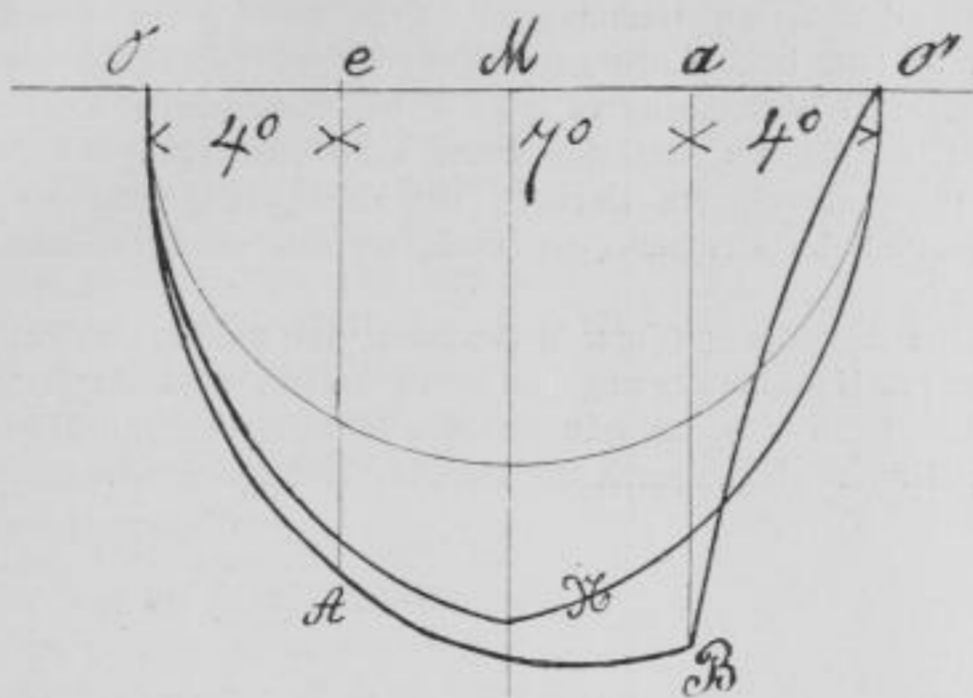
Die Konstruktion des Wirkungsdiagrammes können wir vorläufig nur typisch und angenähert durchführen; genau kann sie nur auf Grund der photographischen Momentaufnahme erfolgen.

Wir wollen das Wirkungsdiagramm von jetzt ab mit *W*, das Normaldiagramm mit *N* bezeichnen.

**A. Rückführende Hemmung.**

Konstruktion des Wirkungsdiagrammes der Pendelschwingung bei Anwendung des rückführenden Ankerganges.

In einem rückführenden Ankergang, z. B. Stockuhrgang (Figur 2),



Figur 2.

sei der Hebungswinkel gleich  $7^\circ$ , der Überschwungswinkel  $2 \times 4^\circ = 8^\circ$ ; die Sehne des Pendelspitzenkreises gleich 60 mm für  $7^\circ + 8^\circ = 15^\circ$  ( $1^\circ = 4$  mm). Also für den Mindestwinkel von  $7^\circ$  ist die Sehne *ea* gleich  $\frac{7^\circ}{15^\circ} \times 60$  mm = 28 mm lang. Sie ist symmetrisch zur Mittellinie *M* verteilt, beginnt bei *e* und endet bei *a*; wir tragen sie an *M* auf  $00'$  auf.

Zunächst zeichnen wir uns nun die Normalkurve (*N*) aus Figur 1 ein.

Von  $0$  bis *e* nimmt das unter dem Einfluß der Hemmung schwingende Pendel an Geschwindigkeit etwas mehr als beim *N* des freischwingenden Pendels zu, weshalb wir, von  $0$  ausgehend, außerhalb der *N*-Fläche eine Kurve (die *W*-Linie  $0A$ ) bis zu der in *e* auf  $00'$  errichteten Senkrechten zeichnen.

Von *e* bis *a*, d. h. während der Hebung, weicht die *W*-Linie *AB* stärker gegen die *N*-Linie ab, um endlich von der Normalen in *a* ab, wegen der nun folgenden Rückführung, steil abfallend in  $0'$  zu enden. Die Flächen, die die *W*-Linie und die *N*-Linie mit  $00'$  einschließen, müssen gleich groß sein, weshalb diese typische Zeichnung wiederholt abgeändert werden muß, bis sie nach Augenmaß\*) stimmt, ähnlich wie bei den Endkurven der isochronischen Spirale, die z. B. nach Professor Straßers Methode beim erstmal nicht gleich so gezeichnet werden, daß sie unbedingt entsprechen.

**B. Ruhende Hemmungen.**

**1. Grahamgang (Figur 3).**

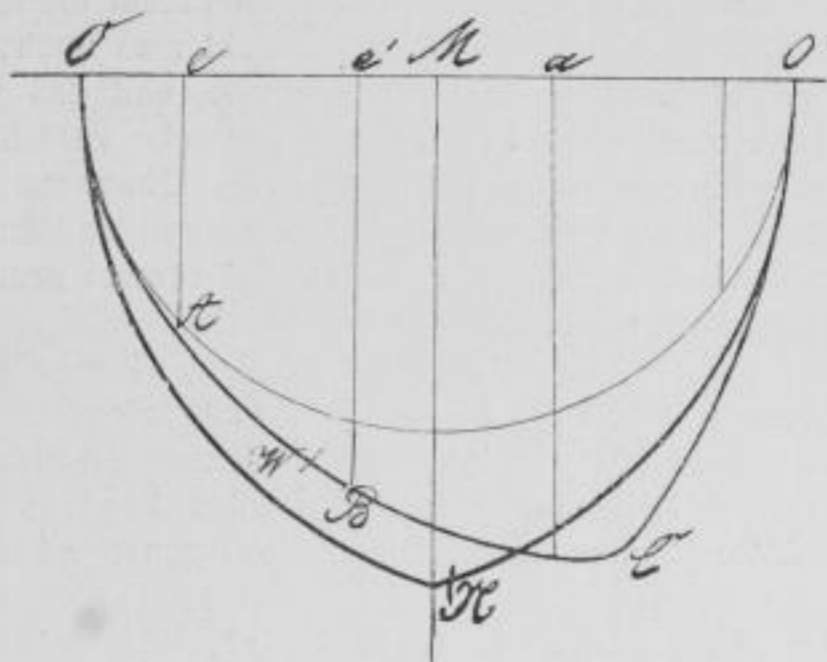
Ruhe  $1\frac{1}{2}^\circ$ , Hebung  $1^\circ$ , Gesamtschwingungswinkel  $3^\circ$ , also Überschwungswinkel  $\frac{3^\circ - 1\frac{1}{2}^\circ - 1^\circ}{2} = \frac{1\frac{1}{2}^\circ}{2} = \frac{3}{4}^\circ$ . Der Gesamtschwingungswinkel ist hier durch  $00' = 60$  mm dargestellt.

\*) Wir können die Flächen genau berechnen. Hier, wo es sich zunächst um typische, also grundsätzliche Darstellungen handelt, genügt das Augenmaß. Die Beobachtung wird dann genaue Abmessungen ergeben.

(Anmerkung des Verfassers.)

Ferner ist dargestellt: der Mindestwinkel von  $1\frac{1}{2}^\circ$  durch  $ea = 30$  mm, die auf  $00'$  symmetrisch zur Mittellage aufzutragen sind, der Ruhewinkel von  $1\frac{1}{2}^\circ$  durch  $\frac{1\frac{1}{2}^\circ}{3^\circ} \times 60$  mm = 10 mm (*ee'*).

Wir errichten in *e'* und *a* je eine Senkrechte auf  $00'$ , zeichnen das *N*-Diagramm wieder ein und entwickeln dann das *W*-Diagramm.



Figur 3.

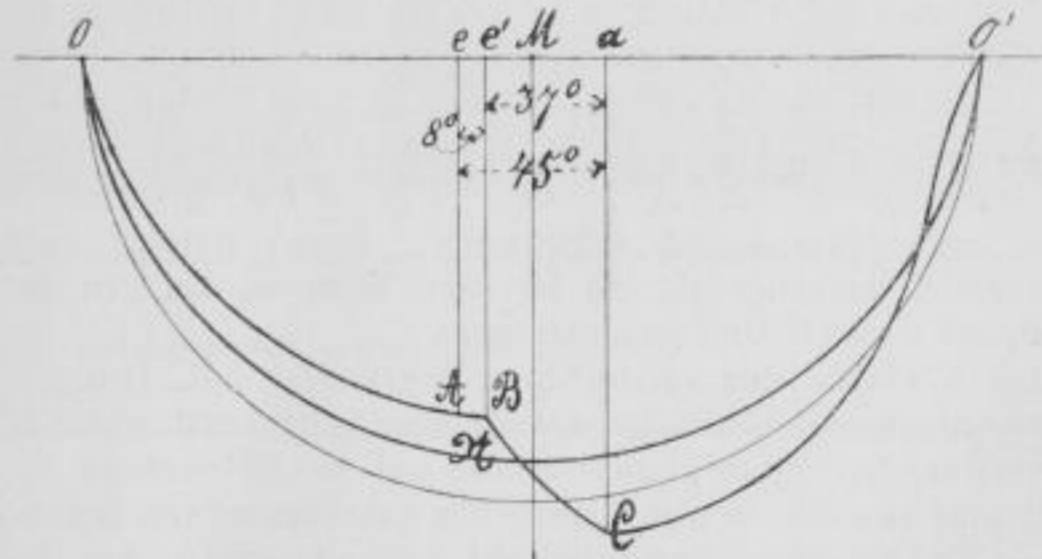
Die *W*-Linie beginnt bei  $0$ , und weil nun die Geschwindigkeit des Pendels bis *e'* kleiner sein wird als beim freischwingenden Pendel, so läuft die *W*-Linie nahe der *N*-Linie auf der *N*-Fläche bis zur Normalen in *e'*; dann beginnt die Hebung: die Geschwindigkeit des Pendels nimmt stärker zu als die des freischwingenden Pendels, und die *W*-Linie tritt über die *N*-Linie hinaus.

Bei der Senkrechten in *a* beginnt der Überschwung, die Geschwindigkeit nimmt stärker ab als beim freischwingenden Pendel, weil von *a* bis  $0'$  eingehende Reibung erfolgt. Die Flächen, welche beide Linien (*N* und *W*) mit  $00'$  einschließen, müssen wieder einander gleich sein.

**2. Zylindergang (Figur 4).**

Die Gesamtschwingung ist zu  $270^\circ$  angenommen.

Der Mindestwinkel ist beim Zylindergange gleich Ruhewinkel = Hebungswinkel; ersterer ist gleich  $8^\circ$ , letzterer an den Zylinderlippen und Gangradzähnen gleich  $37^\circ$ , also haben wir als Mindestwinkel  $45^\circ$ .



Figur 4.

Da wir  $00'$  gleich 90 mm annehmen, so haben wir bei  $270^\circ$  Gesamtschwingung für die  $1^\circ$  darstellende Strecke auf  $00'$   $\frac{1^\circ}{270^\circ} \times 90$  mm =  $\frac{1}{3}$  mm, und der Mindestwinkel von  $45^\circ$  ist durch  $ea = 45 \times \frac{1}{3}$  mm = 15 mm, *ee'* aber (die  $8^\circ$ -Ruhe) durch 8 mal  $\frac{1}{3}$  mm =  $2\frac{2}{3}$  mm dargestellt. *ea* = 15 mm wird symmetrisch zu *M* auf  $00'$  aufgetragen.

Von  $0$  nimmt infolge der Widerstände bei ausgehender Reibung die Geschwindigkeit gegen die Normalkurve ab und steigt gegen diese bei der Hebung von *e'* bis *a* und nimmt dann bis zum Ende der Schwingung, und zwar wegen der eingehenden Reibung verhältnismäßig stärker ab als bei der ausgehenden von  $0$  bis *e*.

Von einem regelmäßigen, dem freien ähnlichen Schwingen kann bei der Anwendung rückführender und ruhender