

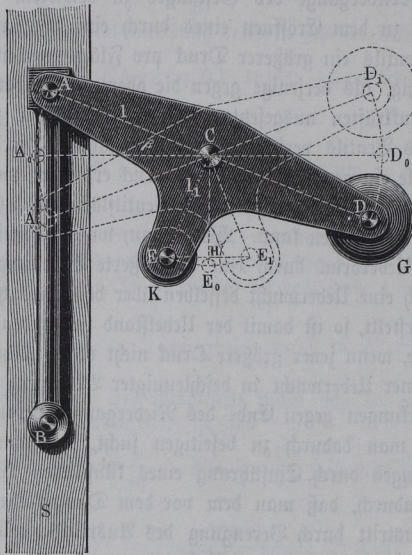
spiele etwa zwölfmal kleiner sind als die der hydraulischen und pneumatischen Apparate.

Kraftregenerator. Eine interessante Anordnung eines Gegengewichtes §. 184. ist von Bockholz für Wasserhaltungsmaschinen *) angegeben worden, um durch die Wirkung des Gegengewichtes das Oeffnen der Druckventile in den Pumpen bei beginnendem Niedergange des Gestänges zu bewirken. Erfahrungsmäßig ist nämlich zu dem Eröffnen eines durch eine Wassersäule in seinen Sitz gedrückten Ventils ein größerer Druck pro Flächeneinheit auf die untere Ventilfläche nöthig, als derjenige gegen die obere Fläche beträgt, weil die beiden diesen Druckkräften ausgesetzten Flächen wegen der nothwendigen Auflagerfläche des Ventils verschiedene Größen haben. Hierdurch wird zum Heben der Ventile ein gewisser specifischer Druck erfordert, welcher den specifischen Druck der Wassersäule auf die obere Ventilfläche um 10 bis 12 Procent und noch mehr übersteigen kann. Wenn man, wie dies meistens zu geschehen pflegt, diesen Ueberdruck durch eine vergrößerte Belastung des Gestänges, d. h. also durch eine Ueberwucht desselben über das Gewicht der zu hebenden Wassersäule herstellt, so ist damit der Uebelstand verbunden, daß nach Eröffnung der Ventile, wenn jener größere Druck nicht mehr nöthig ist, das Gestänge in Folge seiner Ueberwucht in beschleunigter Bewegung sinkt. Hierdurch werden Stößwirkungen gegen Ende des Niederganges veranlaßt, deren schädlichen Einfluß man dadurch zu beseitigen sucht, daß man die lebendige Kraft des Gestänges durch Einführung eines künstlichen Widerstandes vernichtet, z. B. dadurch, daß man dem vor dem Dampfkolben befindlichen Dampfe den Austritt durch Verengung des Austrittscanals erschwert. Damit geht die beim vorhergehenden Aufgange zum Heben der besagten Ueberwucht aufgewendete mechanische Arbeit nutzlos verloren, und es wiederholt sich dieser Verlust bei jedem Kolbenspiele von Neuem. Um diese Verluste ebensowohl wie die Stößwirkungen zu vermeiden, ist von Bockholz die Anbringung eines Gegengewichtes in der durch Fig. 734 (a. f. S.) veranschaulichten Weise vorgenommen worden. Hierbei ist das Gestänge *S* mit Hilfe des Gegengewichtsbalanciers *AD* durch das Gewicht *G* so weit abbalancirt, daß die Ueberwucht des Gestänges *S* gerade zur Hebung der Wassersäule und zur Ueberwindung der schädlichen Widerstände in den Nöhren genügt, eine besondere Ueberwucht zum Eröffnen der Steigventile dagegen nicht vorhanden ist. Zur Ueberwindung des Widerstandes, welchen diese Steigventile ihrem Oeffnen entgegensetzen, wird vielmehr ein besonderes an dem Arme *CE* des Balanciers angebrachtes Gewicht *K* benutzt. Dieser Arm *CE*, welcher rechtwinkelig auf dem Balancier *ACD* steht, schwingt nämlich

*) S. u. A. Zeitschr. deutsch. Ing. Jahrg. 1872, S. 1; 1873, S. 1, 79, 141; 1874, S. 449.

bei dem Spiele des Balanciers pendelartig um seine mittlere verticale Lage CE_0 nach jeder Seite gleichfalls um den Winkel β aus, so daß das Gewicht abwechselnd auf die Höhe $HE_0 = l_1 (1 - \cos \beta)$ gehoben wird und um ebenso viel sinkt. Ist nun K so bemessen, daß es in der äußersten Lage CE gerade genügt, die zum Oeffnen der Ventile erforderliche Ueberwucht auszuüben, so wird die

Fig. 734.



niedergehende Bewegung des Gestänges beginnen. Da nun dieser Oeffnungswiderstand mit dem Beginne der Bewegung verschwindet, so wird zwar auch nun durch fernere Einwirkung von K eine beschleunigte Bewegung des Gestänges sich einstellen, aber nur so lange, bis das Gewicht K in der mittleren Lage E_0 seinen tiefsten Stand erreicht hat. Bei dem weiteren Niedergehen des Gestänges muß das Gewicht K wieder nach E_1 genau um seine vor-

herige Fallhöhe emporsteigen, wobei es dieselbe mechanische Arbeit wieder in sich aufnimmt, welche es beim Fallen verrichtete. Während dieser zweiten Hälfte der Bewegung wirkt daher das Gewicht verzögernd auf das Gestänge ein, welches, wie daraus leicht erkannt wird, in der tiefsten Lage mit einer Geschwindigkeit gleich Null ankommt. Ein Stoß ist daher nicht zu fürchten und eine Vernichtung von Arbeit durch Abdröseln des Gegendampfes nicht nöthig, vielmehr wird die durch das Gewicht K verrichtete Arbeit immer wieder aufgespeichert, so daß das Gewicht nachher beim Rückgange von E_1 durch E_0 nach E in ähnlicher Weise bei dem Anheben des Gestänges wirksam ist. Wegen dieser Eigenschaft der Vorrichtung, die beim Fallen verrichtete mechanische Arbeit immer wieder zu neuer Wirkung zu verwenden, hat der Erfinder den Namen Kraftregenerator für diese Anordnung gewählt.

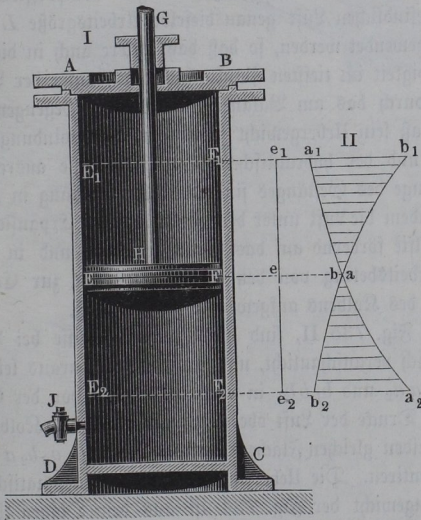
Außer der ökonomischen Verwendung der Kraft und der Vermeidung der schädlichen Stöße, welche sonst wohl zur Anwendung besonderer Fang-

hörner zc. nöthigen, wird dem Apparate insbesondere noch ein günstiger Einfluß auf die Geschwindigkeitsverhältnisse des Gestänges nachgerühmt, welches letztere dabei in der Mitte seines Weges eine maximale Geschwindigkeit annimmt, welche allmählig von Null aus sich steigerte, um ebenso allmählig wieder zu Null herabzusinken. Es ist übrigens deutlich, daß man die beiden Arme *CD* und *CE* mit ihren Gewichten *G* und *K* auch durch einen einzigen Arm ersetzen kann, welcher ein Gewicht gleich $G + K$ trägt, das in dem Schwerpunkte dieser Einzelbelastungen angeordnet ist. In diesem Falle nimmt der Gegengewichtsbalancier die Form eines stumpfwinkligen Winkelhebels an.

Anmerkung. In Laboulaye, *Traité de cinématique*, findet sich die Anordnung eines Gegengewichtes für den Balancier von Expansionsdampfmaschinen derart angegeben, daß ein von dem Balancier in der Mitte desselben nach oben ausgehender Arm zur Aufnahme des Gewichtes dient. Dieses Gegengewicht hat daher in den äußersten Kolbenstellungen seine tiefste Lage, aus welcher es durch den im Anfange mit voller Spannung wirkenden Dampf gehoben wird. Die hierdurch aufgenommene mechanische Arbeit soll beim Nieder sinken während der zweiten Hälfte des Kolbenweges die Wirkung des durch die Expansion geschwächten Dampfes unterstützen, und dadurch eine gewisse Regulirung bewirken.

Auch bei dem Kraftregenerator hat der Erfinder das Gegengewicht durch einen pneumatischen Apparat, Fig. 735, ersetzt. Derselbe besteht im Wesentlichen

Fig. 735.



aus dem cylindrischen Gefäße *ABCD*, in welchem dicht schließend der Kolben *EF* auf- und abgeht, dessen Stange *GH* mit dem Gegengewichtsbalancier des Gestänges verbunden ist. Die Räume *AF₁* und *CE₂* zwischen den äußersten Kolbenstellungen und den Cylinderdeckeln sind dabei von gleicher Größe V_0 gemacht. Ist das ganze Gefäß zunächst bei der tiefsten Kolbenstellung *E₂F₂* mit atmosphärischer Luft gewöhnlicher Spannung gefüllt, und man denkt den Kol-

ben durch das aufsteigende Gestänge in die höchste Lage gebracht, so wird die in dem Raume ABF_2E_2 oder dem Volumen $V + V_0$ enthaltene Luft von atmosphärischer Spannung p_0 auf den Raum V_0 und zu der Pressung

$$p = p_0 \frac{V + V_0}{V_0}$$

zusammengepreßt, wozu eine bestimmte Arbeit von dem Gestänge aufgewendet werden muß. Während des ersten Kolbenaufganges wird ein bei J befindlicher Lufthahn geöffnet, und in der höchsten Stellung des Kolbens E_1F_1 geschlossen, um auch fernerhin immer geschlossen zu bleiben, wodurch der Raum DEF_1C_1 ebenfalls mit Luft gewöhnlicher atmosphärischer Pressung p_0 gefüllt wird. Beim darauf folgenden Niedergange des Gestänges und des Kolbens EF wirkt dann auf den letzteren der Ueberdruck $F(p - p_0)$ abwärts, und es müssen die Größen von F und p so gewählt werden, daß diese Kraft das Eröffnen der Steigventile bewirkt. Nachdem dies geschehen, wird durch weitere Ausdehnung der Luft oberhalb des Kolbens die Spannung p sich vermindern, die Spannung p_0 unterhalb sich vergrößern, bis in der mittleren Kolbenstellung EF die Drücke auf beiden Seiten gleich groß geworden sind. Bis hierher hat daher die oberhalb des Kolbens befindliche Luft eine gewisse mechanische Arbeit L ausgeübt, welche auf Beschleunigung des Gestänges wirkte. Bei der darauf folgenden zweiten Hälfte des Kolbenniederganges von E nach E_2 wird zur Compression der unterhalb des Kolbens befindlichen Luft genau dieselbe Arbeitsgröße L von dem Gestänge wieder aufgewendet werden, so daß das letztere auch in diesem Falle mit Null Geschwindigkeit im tiefsten Punkte ankommt, unter der Voraussetzung, daß dasselbe durch das am Balancier angebrachte Gegengewicht so weit ausgeglichen ist, daß sein Uebergewicht gerade zur Ueberwindung der zu hebenden Wassersäule und der hydraulischen Nebenhindernisse ausreicht. Bei dem folgenden Aufgange des Gestänges findet derselbe Vorgang in umgekehrter Richtung statt, indem die Luft unter dem Kolben mit der Expansionsarbeit L in der ersten Hälfte fördernd auf das Gestänge wirkt, und in der zweiten Hälfte derselbe Arbeitsbetrag von dem Gestänge wieder zur Compression der Luft oberhalb des Kolbens aufgewendet werden muß.

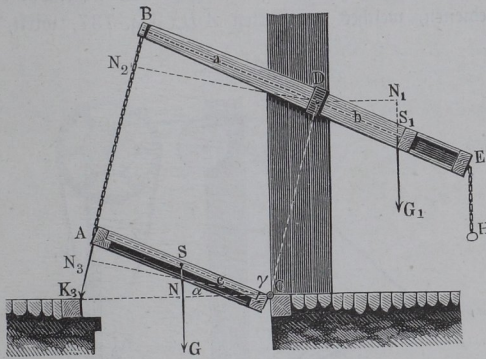
Durch das Diagramm, Fig. 735 II, sind die Druckverhältnisse bei dem gedachten Vorgange graphisch veranschaulicht, und man erkennt daraus leicht, daß die beiden Curven $a_1 a a_2$ und $b_1 b b_2$ in ihren Abständen von der Geraden $e_1 e_2$ die bezüglichen Drücke der Luft ober- und unterhalb des Kolbens darstellen, sowie daß die beiden gleichen Flächenräume $a_1 b_1 a$ und $a_2 b_2 a$ die erwähnte Arbeit L repräsentiren. Die Uebereinstimmung des pneumatischen Apparates mit dem Gegengewicht der Fig. 734 ist aus dem Obigen klar. Daß durch die Anwendung des Kraftregenerators neue Nebenhindernisse in

der vergrößerten Zapfenreibung des Balanciers, bezw. in der Kolbenreibung eingeführt werden, ist selbstverständlich, doch dürfte dieser Nachtheil durch die Vortheile des Apparates mehr als aufgewogen werden.

Zugbrücken. Mancherlei Gegengewichtsarrordnungen kommen bei den §. 185. Zugbrücken vor, bei denen man zu erreichen sucht, daß das Gegengewicht der Klappe in allen Lagen das Gleichgewicht hält, so daß zur Bewegung nur die Ueberwindung der schädlichen Reibungswiderstände erforderlich ist.

Die einfachste Anordnung bietet die Zugbrücke mit Schlagbäumen, Fig. 736, dar, bei welcher die um die Angeln C drehbare Klappe AC mit der Ketten AB an dem Schwengel oder Schlagbaum BDE auf-

Fig. 736.



gegangen ist. Der letztere ist durch ein Gegengewicht G_1 derart belastet, daß dadurch das Gewicht G der Brückenklappe im Gleichgewichte gehalten wird, und es kann die Bewegung der Klappe durch Arbeiter an der Handhabe H geschehen. Wenn die Drehaxe C und D und die Aufhängepunkte A und B die Eckpunkte eines Parallelogramms bilden, also

$$CA = DB = a$$

ist, so wird die Brücke, wenn sie in irgend einer Lage durch das Gegengewicht G_1 abbalancirt ist, auch in jeder beliebigen anderen Stellung im Gleichgewichte sein, wie folgende Rechnung zeigt. Ist G das Gewicht der Brückenklappe und hat deren Schwerpunkt S den Abstand $CS = c$ von der Drehaxe C , so wird in irgend einer Stellung der Klappe, in welcher dieselbe den Winkel $\alpha = ACN$ mit dem Horizonte bildet, in den Ketten AB eine Spannung K erzeugt werden, welche durch

$$G \cos \alpha = K a \sin \gamma$$