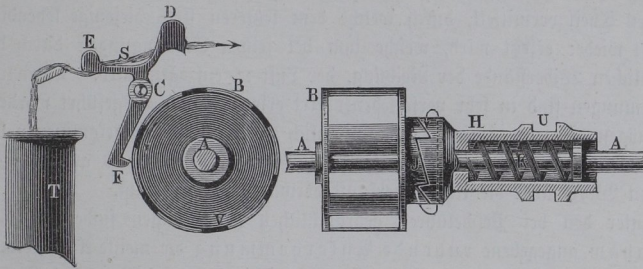


die Schraubenfeder *K* gegen *J* gedrückt wird. Es ist danach klar, wie bei festgehaltener Trommel *B* die sich weiter drehende Hülse *H* vermöge der schrägen Zähne sich auf der Axe *A* verschieben muß und mit Hülse der Hals-

Fig. 699.



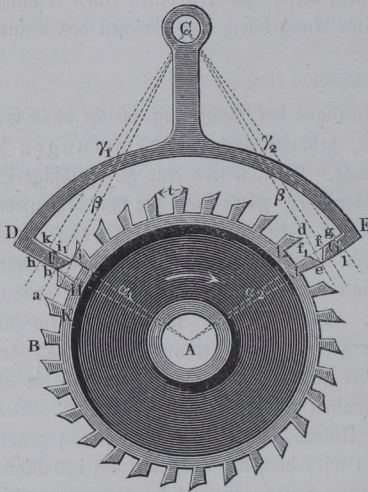
nuth *U* die Ausrückgabel für den Betriebsriemen der Strecke bewegen kann. Alle derartigen Auslösungen sind wegen der Zartheit des Bandes so eingerichtet, daß das Auslösen nicht durch dieses, sondern durch einen besonders bewegten Theil geschieht, dessen Einwirkung durch das Brechen des Bandes eingeleitet wird.

**Hemmungen.** Zu den Ausrückungen der Bewegung, welche durch Ein- §. 173.  
schaltung eines Hindernisses wirken, gehören auch die Hemmungen der Uhren und sonstigen Zeitmeßapparate. Man würde eine gleichmäßige Bewegung der Zeiger einer Uhr nicht erreichen, wenn man die von dem niedersinkenden Gewichte oder der gespannten Feder ausgeübte Kraft ohne Unterbrechung auf das die Zeiger bewegende Triebwerk wirken lassen wollte, indem dann die Bewegung eine beschleunigte werden und der Zweck einer genauen Zeitmessung verloren gehen müßte. Es ist vielmehr nöthig, die Bewegung des ganzen Werkes in gewissen, regelmäßig auf einander folgenden Zeitpunkten zu unterbrechen und wieder stattfinden zu lassen, so daß die Bewegung eine in sehr kleinen Intervallen erfolgende absetzende wird. Wenn auch während eines solchen kleinen Intervalls die Bewegung streng genommen keine gleichmäßige sein kann, so wird doch die Totalwirkung des Mechanismus einer gleichmäßigen Bewegung um so mehr sich nähern, je größer die Regelmäßigkeit ist, mit welcher die gedachten Aus- und Einrückungen des Triebwerkes erfolgen. Als Regulator, d. h. als dasjenige Organ, durch welches diese Bewegungsunterbrechungen in gleichen Zeitabschnitten herbeigeführt werden, bedient man sich bekanntlich des Pendels bei stationären und der Unruhe, d. h. einer schwingenden Feder, bei transportablen Uhren, und man versteht unter der Hemmung einer Uhr den Mechanismus, welcher

dazu dient, die erwähnten Unterbrechungen des Triebwerkes durch den Regulator zu bewirken. Jede Hemmung ist daher zunächst als ein Sperrwerk anzusehen, bei welchem das Pendel, resp. die Unruhe als Sperrklinke wirkt. Gleichzeitig muß aber jede Hemmung auch so eingerichtet sein, daß sie von Zeit zu Zeit eine beschleunigende Einwirkung der Triebkraft auf den regulierenden Theil vermittelt, durch welche dem letzteren stets diejenige lebendige Kraft wieder ersetzt wird, welche ihm bei seinen Schwingungen durch die schädlichen Widerstände der Reibung, der Luft zc. entzogen wird. Derartige Hemmungen sind in sehr verschiedener Art erdormen und ausgeführt worden, es mögen hier nur einige der hauptsächlich zur Anwendung gekommenen im Allgemeinen besprochen werden, indem hinsichtlich der Details auf die speciellen Werke über die Uhrmacherkunst verwiesen werden muß.

Unter den bei Pendeluhrn gebräuchlichen Hemmungen findet die von Graham angegebene ruhende Ankerhemmung die meiste Anwendung. Bei derselben dient das auf der Aze *A*, Fig. 700, befestigte Rad *B* als Sperr- oder Hemmungsrad, wofür hier wie bei allen anderen Hemmungen

Fig. 700.



der Name Steigrad gebräuchlich ist. Diesem Rade wird durch das Uhrgewicht stetig die Tendenz einer Drehung im Sinne des Pfeiles ertheilt, durch die Hemmung soll diese Drehung, wie schon erwähnt, regelmäßig unterbrochen und wieder zugelassen werden. Als Sperrklinke dient der um die feste Aze *C* schwingende Bügel oder Anker *CDE*, welcher mit dem Pendel derartig in Verbindung gebracht ist, daß er an den Schwingungen desselben Theil nehmen muß. Das Pendel schwingt zwar in der Regel nicht um dieselbe Aze *C*, sondern ist an einer Feder oberhalb *C* be-

festigt, für die Erläuterung der Hemmung kann man sich aber vorstellen, *C* sei die gemeinschaftliche Schwingungsaxe für das Pendel und den Anker. Die Figur läßt erkennen, wie die Arme *D* und *E* des Ankers zu zwei Haken *DF* und *EG*, sogenannten Paletten, gestaltet sind, welche an den Enden durch geneigte Flächen *bi* und *ef* begrenzt sind, während die Seitenflächen



*bh*, *ik*, *el* und *fg* concentrisch zu der Schwingungsaxe *C* gebildet sind. In der gezeichneten Lage des Pendels und Ankers stemmt sich der Zahn *H* des Steigrades mit seiner äußersten Kante *b* gegen die schräge Fläche *bi* der linken Palette, während der Punkt *e* der rechten Palette gerade mit der Spitze des Zahnes *J* in Berührung ist. Denkt man das Pendel zur Inangsetzung der Uhr ein wenig nach links zum Ausschlage gebracht, so schiebt sich die Spitze *b* des Zahnes *H* an der Fläche *bi* der Palette entlang, indem durch den Zug des Steigrades die Erhebung des Ankers und Pendels befördert wird, so lange bis der Punkt *i* der Palette in den Kreis durch *b* nach  $i_1$  getreten ist. In diesem Augenblicke läßt die linke Palette den Zahn *H* frei, und das Rad würde seinem Streben, sich noch weiter nach rechts umzudrehen, folgen können, wenn nicht in demselben Augenblicke die Spitze *d* des Zahnes *L* mit dem Punkte *f* der anderen Palette *EG*, die der Bewegung des Pendels nach links gefolgt ist, in  $f_1$  zusammentreffen würde. In Folge dessen übernimmt nunmehr die Palette *EG* mit dem Punkte *f* die Hemmung des Steigrades. Während dieses Vorganges hat sich der Anker offenbar um den Winkel  $iCi_1 = fCf_1 = \beta$  gedreht, während die Drehung des Rades den Winkel  $bAi = \alpha_1$  beträgt.

Bei der Ankunft des Ankers in der neuen Lage wird das Pendel seine Schwingung nach links im Allgemeinen noch nicht beendet haben; gesetzt es schwinde noch weiter nach links um den Winkel  $\gamma_2 = fCg$ , so wird während dieser Bewegung das Steigrad in Ruhe verharren, indem nämlich die zu *C* concentrische Fläche *fg* der rechten Palette sich an der Spitze *d* vorüberschiebt, ohne daß eine andere Wirkung als die der Reibung auf diesen Zahn hervorgebracht wird. Von dieser Reibung möge hier abgesehen werden. Hat nun das Pendel seine Schwingung nach links vollendet, und beginnt die Rückschwingung, so schiebt sich die cylindrische Fläche *gf* zunächst an der Zahnschneide *d* nach außen, während welcher Zeit das Steigrad ferner in Ruhe verbleibt. Indes von dem Augenblicke an, in welchem *d* den Punkt *f* wieder berührt, gestattet die geneigte Fläche *fe* der Zahnschneide *d* ein Vorbeischieben, wobei wiederum durch die Zugkraft des Steigrades dem Anker ein Impuls ertheilt wird, welcher jetzt die Schwingung desselben nach rechts befördert, und welcher so lange ausgeübt wird, bis der Punkt *d* mit dem Punkte *e* der Palette in Berührung kommt. Das Steigrad *B* hat sich während dieser Rückschwingung des Pendels um den Winkel  $f_1Ae = \alpha_2$  gedreht, während die Rückschwingung des Ankers die Summe der Winkel

$$gCf + fCf_1 = \gamma_2 + \beta$$

beträgt. Das Steigrad kann seine Drehung nicht weiter fortsetzen, da mittlerweile der Punkt *b* der linken Palette wieder in den Kreis *B* getreten ist und die Zahnschneide *a* des folgenden Zahnes *K* gerade in dem Augenblicke

gegen  $b$  sich stützt, in welchem die Spitze  $d$  des Zahnes  $L$  von der rechten Palette bei  $e$  abfällt. Der Anker wird auch jetzt noch weiter nach rechts schwingen, wobei das Rad stehen bleibt, da nunmehr die um  $C$  concentrische Fläche  $bh$  sich an der herangetretenen Zahnspitze  $a$  entlang und auch wieder zurückzieht. Nunmehr ist das ganze System in eine mit der Ausgangsstellung in allen Punkten übereinstimmende Lage gekommen, und dasselbe Spiel wiederholt sich von Neuem. Das Rad hat sich während des betrachteten Vorganges um den Winkel einer Zahntheilung  $aAb = \tau$  gedreht, und zwar zuerst um den Winkel  $\alpha_1 = bAi$  und dann nach einer Pause um den Winkel  $\alpha_2 = f_1 Ae$ ; worauf das Rad wieder eine gewisse Zeit zur Ruhe gekommen ist. Während der beiden Bewegungen des Rades um  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  ist der Anker nach der einen und nach der anderen Seite um den Winkel  $\beta = iCi_1$  resp.  $f_1 Cf$  ausgeschwenkt oder gehoben, weswegen man diesen Winkel den Hebungswinkel und die schrägen Flächen  $bi$  und  $fe$  die Hebungsf Flächen nennt. Die beiden Ruhepausen des Rades haben während derjenigen Zeit gedauert, welche der Anker zum Hin- und Zurückschwingen des Winkels  $fCg = \gamma_2$  bzw.  $bCh = \gamma_1$  gebraucht hat. Diese Winkel  $\gamma_1$  und  $\gamma_2$  nennt man die Ruhewinkel. Eine einfache Schwingung des Ankers bestimmt sich daher zu:  $\gamma_1 + \beta + \gamma_2$ , oder, wenn  $\gamma_1$  gleich  $\gamma_2$  vorausgesetzt wird, so beträgt der Ausschlag des Ankers von der Mittellage aus nach jeder Seite  $\gamma + \frac{1}{2}\beta$ .

Die Drehungswinkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  des Rades heißen die Fallwinkel, man pflegt auch diese gleich groß zu machen, so daß man  $\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{1}{2}\tau$  hat. Die Anzahl der Zähne des Steigrades ist daher gleich der Anzahl der doppelten Schwingungen des Pendels, beispielsweise würde ein dreißigzahniges Steigrad unter Anwendung eines Secundenpendels gerade einen vollen Umgang in einer Minute machen, also zur Aufnahme des Secundenzeigers geeignet sein.

Die Axc  $C$  des Ankers pflegt man bei dieser Hemmung in den Durchschnittpunkt der beiden Tangenten zu setzen, welche in den Spitzen  $b$  und  $e$  der beiden Zähne  $H$  und  $J$  an den äußersten Kreis des Steigrades  $B$  gelegt werden. Damit nun die Fallwinkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  gleich groß werden und jeder gleich dem halben Theilwinkel  $\frac{1}{2}\tau$  ist, hat man die radial gemessene Dicke  $bi_1$  und  $f_1 e$  der Paletten von gleicher Größe und gleich der halben Zahntheilung  $\frac{1}{2}t$  zu machen, denn man ersieht aus der Figur, daß, unter  $r$  den Halbmesser  $Ab$  des Steigrades verstanden,

$$\alpha_1 = \frac{bi_1}{r} \text{ und } \alpha_2 = \frac{f_1 e}{r}$$

ist. Wollte man die Paletten dünner ausführen, so daß die Summe ihrer Dicken kleiner als  $t$  wäre, so würde das Steigrad nicht in demselben Augen-



blicke von der einen Palette aufgenommen werden, in welchem die andere Palette dasselbe frei läßt, und es würden die Zähne des Steigrades kleine Stöße auf den Anker ausüben, welche, als dem ganzen Getriebe nachtheilig, vermieden werden müssen. Der Erhebungswinkel  $\beta = i_1 Ci$  des Ankers bestimmt sich aus der Dicke  $d = bi_1$  der Palette und dem Winkel  $i_1 ib = \delta$  an der Spitze der Palette zu

$$\beta = \frac{i_1 i}{Ci} = \frac{d \cot \delta}{l},$$

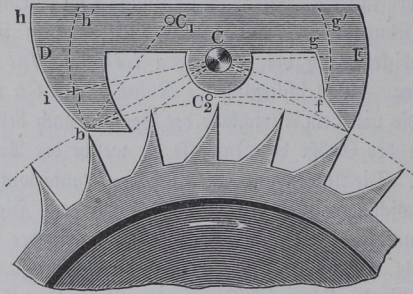
wenn mit  $l$  der Radius der inneren Palettenbegrenzung  $ki_1$  bezeichnet wird. Damit daher die Hebungswinkel auf beiden Seiten gleich sind, müssen bei gleichen Palettendicken auch die Neigungen  $i_1 ib$  und  $fel$  der Hebungsf lächen übereinstimmen. Was schließlich die Ruhewinkel  $hCb$  und  $gCf$  anbetrifft, so hängen diese von dem Ausschlage des Pendels nach beiden Seiten, daher wesentlich von der Größe der Impulse ab, welche der Anker von dem Steigrade empfängt. Die Anwendung eines stärkeren Laufgewichtes wird daher auch größere Ausschlagswinkel des Pendels bewirken. Hierin liegt ein Nachtheil dieser Hemmung, denn aus den Untersuchungen über das gewöhnliche Kreispendel (s. Thl. I, §. 345) ergab sich, daß die Schwingungsdauer desselben in gewissem Grade abhängig ist von der Größe des Ausschlagswinkels. Wenn daher in der Größe der Triebkraft Aenderungen eintreten, so wird hierdurch die Regelmäßigkeit des Ganges der Uhr ebenfalls in gewissem Grade beeinträchtigt werden.

Dieser Uebelstand ist die Ursache gewesen zur Construction der sogenannten rückfallenden oder rückspringenden Hemmungen, welche sich von der vorstehenden, die im Gegensatze dazu als ruhende Hemmung bezeichnet wird, in Folgendem unterscheiden. Während bei den ruhenden Hemmungen das Steigrad in derjenigen Zeit in Ruhe verbleibt, die zwischen den Einwirkungen der Steigradzähne auf die beiden Hebeflächen verstreicht, während welcher also der Anker um den sogenannten Ruhewinkel ( $\gamma$ ) hin- und zurückschwingt, giebt man bei den rückfallenden Hemmungen den betreffenden Paletten eine solche Form, daß durch dieselbe das Steigrad in der gedachten Zeit ein wenig zurückgedrängt wird. Die Absicht hierbei ist, durch den Widerstand, welchen das Steigrad bei diesem Zurückdrängen dem Anker entgegensetzt, das weite Aus schlagen des letzteren möglichst zu beschränken, und in dieser Weise gewissermaßen eine Regulirung des Ausschlages und somit der Schwingungsdauer zu erreichen. Für den Fall nämlich, daß z. B. die Triebkraft an Intensität zunimmt, wird zwar durch den kräftigeren Impuls der Zähne gegen die Hebeflächen eine Vergrößerung des Anker ausschlages angestrebt, welchem letzteren indessen durch den gleichfalls vermehrten Widerstand entgegengewirkt wird, den das Steigrad bei dem Zurückdrängen den

Paletten entgegengesetzt. Indessen sind die Ansichten über die Vorzüge und Nachteile der zurückfallenden Hemmungen getheilt, und man ist in der neuern Zeit zum großen Theile davon abgegangen, die Hemmungen rückfallend zu machen.

Die Art, wie man das Zurückdrängen des Steigrades durch die Paletten erreicht, ist sehr einfach. Ist wieder  $C$  die Schwingungsaxe des Ankers  $f$ , Fig. 701, so hat man, um die Hemmung rückfallend zu machen, nur nöthig, die äußere Begrenzung der linken Palette  $D$  in  $bh$ , anstatt sie concentrisch

Fig. 701.



zu  $C$  auszuführen, wie  $bh'$  andeutet, nach einer Curve wie  $bh$ , etwa nach einem Kreisbogen um  $C_1$  zu bilden. Bei einem Ausschlagswinkel  $bCi$  des Ankers wird dann der Zahn  $b$  um die Größe  $ii_1$  zurückgedrängt. Schwingt der Anker um diesen Winkel wieder zurück, so dreht sich natürlich das Steigrad um

denselben Betrag wieder vorwärts. In derselben Art hat man die innere Seitenbegrenzung der Palette  $E$  nicht wie  $fg'$  concentrisch zu  $C$ , sondern etwa nach einem Kreisbogen  $fg$  um den Mittelpunkt  $C_2$  zu formen.

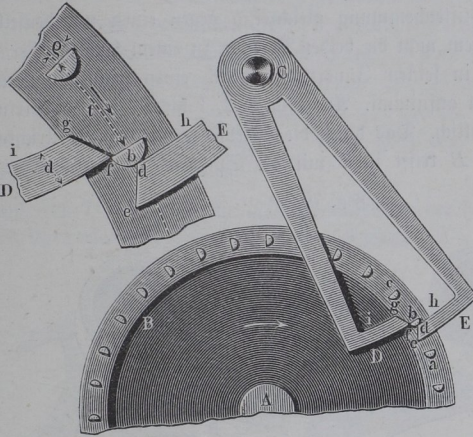
Der Anker, wie er in besseren Taschenuhren vielfach zur Verwendung kommt, weicht im Allgemeinen nicht von dem Graham'schen Anker, Fig. 700, ab, nur pflegt man ihm einen größeren Ausschlagswinkel zu geben als diesem und legt zu dem Ende die Schwingungsaxe  $C$ , Fig. 701, näher an das Steigrad heran. Ein größerer Ausschlag ist wegen der Verwendung einer Unruhe, d. h. einer schwingenden Feder anstatt des Pendels hier erwünscht, und man pflegt auch wohl die Einrichtung so zu treffen, daß die Unruhe nicht direct auf die Schwingungsaxe  $C$  des Ankers gesetzt wird, sondern auf eine besondere Aze, welche auf einen entsprechenden Arm des Ankers wirkt.

Bei der oben besprochenen Ankerhemmung erleidet die Ankeraxe durch die Einwirkung der Steigradzähne auf die beiden Paletten abwechselnd nach verschiedenen Richtungen einen Druck, wodurch ein schnelleres Abnutzen der Lager eintritt, als bei constant bleibender Richtung des Druckes. Letzteres zu erreichen, ist die sogenannte Stiftenhemmung oder der Stiften-gang entworfen und insbesondere von Lepaute zur Anwendung gebracht worden. Bei dieser Hemmung trägt das auf der Aze  $A$ , Fig. 702, befindliche Steigrad in seinem Kranze  $B$  in gleichen Abständen die Zähne in Form hervorstehender mit der Aze  $A$  paralleler Stifte  $a, b, c \dots$  von halbcylindri-



schem Querschnitte. Die beiden Arme  $CD$  und  $CE$  greifen hierbei an einem und demselben Stifte an, und die Wirkung der Heblächen  $de$  und  $fg$ , sowie der Ruheflächen  $dh$  und  $gi$  ist nach dem Früheren leicht erklärt. Die Figur stellt den Augenblick dar, wo der Stift  $b$  vermöge der Drehung des

Fig. 702.



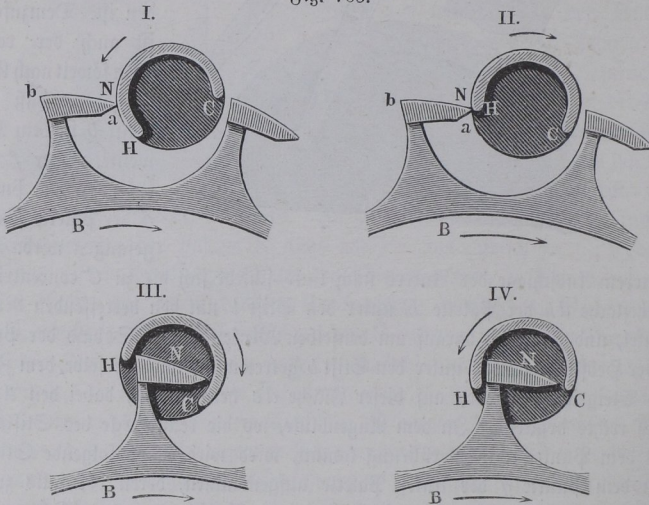
Steigrades im Sinne des Pfeiles von der Hebläche  $gf$  der linken Palette herabgeglitten und eben im Begriffe ist, von der Spitze  $f$  abzufallen, wobei der Anker nach links gedrückt worden ist. Demzufolge ist auch der rechte Arm soweit nach links geschoben, daß der Stift  $b$  in dem Momente, wo er  $f$  verläßt, von dem Punkte  $d$  der Palette  $E$  aufgefangen wird. Bei

weiterem Ausschlage des Ankers nach links schiebt sich die zu  $C$  concentrische Ruhefläche  $dh$  der Palette  $E$  unter den Stift  $b$  um den betreffenden Ruhewinkel, und zieht sich darauf um denselben Winkel zurück. Sobald der Punkt  $d$  der Hebläche wieder unter den Stift  $b$  getreten ist, wird derselbe, dem Zuge des Steigrades folgend, auf dieser Fläche  $de$  herabgleiten, dabei den Anker nach rechts drückend. In dem Augenblicke, wo die rechte Ecke des Stiftes  $b$  mit dem Punkte  $e$  in Berührung kommt, wird wieder der folgende Stift  $c$  von dem Punkte  $g$  der linken Palette aufgenommen, deren ebenfalls zu  $C$  concentrische Ruhefläche  $gi$  sich bei weiterem Ausschwunge des Ankers nach rechts unter den Stift  $c$  schiebt. Die erfolgende Rückschwingung des Ankers nach links bringt dann den Punkt  $g$  unter den Stift  $c$ , welcher nunmehr auf der Hebläche  $gf$  herabgleiten kann. In dieser Weise wiederholt sich das Spiel ununterbrochen. Auch hier macht das Pendel für jede Umdrehung des Steigrades so viele doppelte Schwingungen, als die Anzahl der Stifte beträgt. Halbcylindrisch sind die Stifte gemacht, um beim Abgleiten derselben von dem Punkte  $d$  der rechtsseitigen Hebläche der nach rechts gerichteten Bewegung der linken Palette  $f$  die Bewegung zu gestatten. Die Paletten sind auch hier von gleicher Breite  $d$  und zwar ist  $d + \varrho = \frac{1}{2}t$  zu machen, wenn  $\varrho$  den Halbmesser des Stiftes und  $t$  die Zahntheilung bedeutet. Diese

Hemmung, welche eine ruhende ist, eignet sich besonders für große Pendeluhren.

Eine ruhende Hemmung für Taschenuhren, bei welcher also die Unruhe als Regulator auftritt, ist die gleichfalls von Graham angegebene Cylinderhemmung. Diese Hemmung kann man sich ebenfalls aus der Ankerhemmung entstanden denken, indem man annimmt, daß die beiden Paletten ebenso wie bei der Stiftenhemmung gleichzeitig gegen einen und denselben Zahn wirken, und indem man die beiden Paletten zu einem Hohlcyylinder zusammenzieht, welcher in seinem Innern den durch einen Einschnitt hineintretenden Steigradzahn aufnimmt. Aus Fig. 703, I bis IV, ist die Wirkung dieser Hemmung ersichtlich. Das durch die Triebfeder nach der Pfeilrichtung angetriebene Steigrad *B* trifft in I mit der Spitze *a* seines Zahns gegen

Fig. 703.



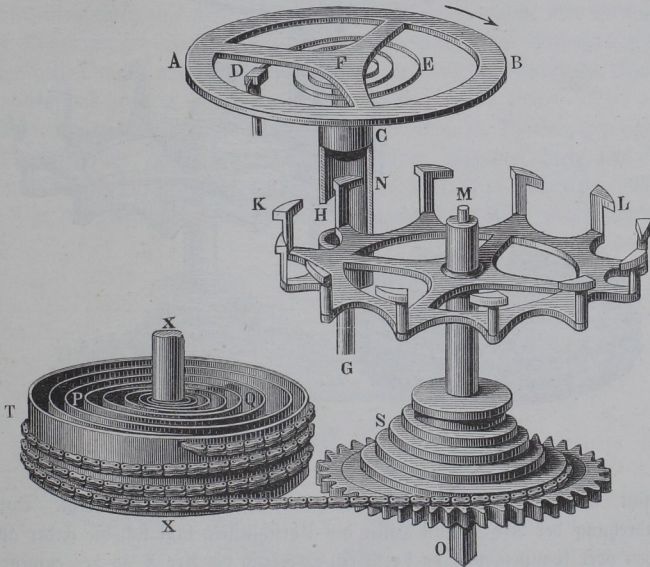
den äußeren Umfang *N* des den Anker ersetzenden stählernen Cylinderchens und wird dadurch an der Bewegung gehindert, während der Cylinder, nach links sich drehend, seine Schwingung vollendet. Wenn dann der Cylinder zurückschwingt, so wird das Rad bis zu dem Augenblicke noch in Ruhe bleiben, in welchem die Zahnspitze *a* mit der Wandung des Cylinderausschnittes oder der vorderen Lippe *H* in Berührung kommt, wie in II angegeben ist. Nunmehr kann der Zahn in den Cylinder eintreten, bis die Zahnkante *a* in III gegen die innere Cylinderwandung *N* stößt, welche als zweite Palette anzusehen ist. Hierdurch wird das Rad zum zweiten Male so lange angehalten, bis der Cylinder seine Schwingung nach rechts vollendet hat und auf der Rück-



schwingung nach links in IV die zweite Lippe C an die Spitze des Zahnes tritt, welchem dadurch der Austritt aus dem Cylinder gestattet ist. Unmittelbar darauf kommt der folgende Steigradzahn in die Stellung *ab* in I. Da die äußere Begrenzung der Zähne hierbei nicht concentrisch zur Ase A gebildet ist, so erkennt man, daß durch das Vorbeigehen der schrägen Zahnflächen *ab*, die hier die Wirkung der Heblflächen vertreten, an den Lippen des Cylinders diesem zweimal ein Impuls ertheilt wird, welcher die durch schädliche Widerstände aufgekehrte Arbeit ersetzt. Jedem Zahne entspricht auch hier eine Doppelschwingung des Cylinders. Die Drehung des letzteren kann hier sehr bedeutend angenommen werden, was für die Anwendung einer Unruhe als Regulator erwünscht ist. Man giebt dem Cylinder Ausschlagswinkel von  $180^\circ$  und darüber.

In Fig. 704 ist noch eine Zusammenstellung der hauptsächlichsten Theile eines Uhrwerkes mit Cylinderhemmung gegeben. Die Unruhe besteht aus

Fig. 704.

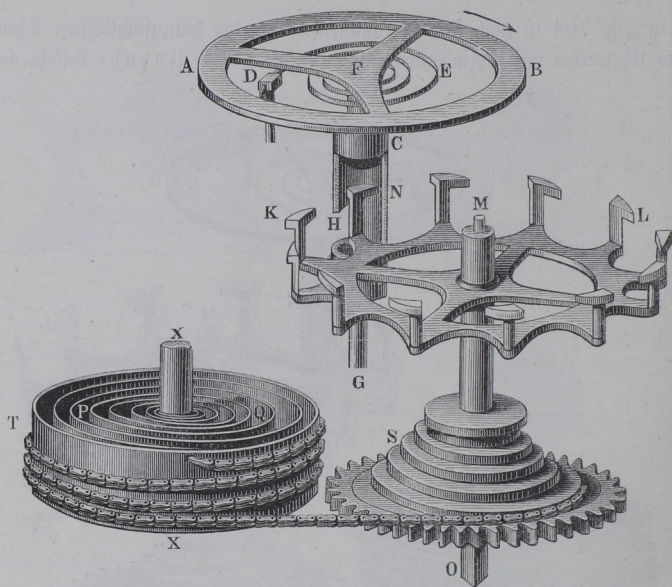


dem um die Ase C drehbaren Schwungrädchen AB und der dazu gehörigen feinen Spiralfeder DEF, deren eines Ende D am festen Gestelle und deren anderes Ende an der Ase C befestigt ist. Wird das Rad in der Richtung des Pfeils ein wenig gedreht und dann sich selbst überlassen, so wird es durch

die Elasticität der Spirale nicht nur zurückgeführt, sondern es geht vermöge seiner Trägheitskraft über die Gleichgewichtslage hinaus, wobei die Feder in entgegengesetztem Sinne gespannt wird. In Folge dieser Wirkungen gerathen die Feder und das Schwungradchen in Schwingungen, welche in der oben betrachteten Art durch die wiederholten Impulse des Steigrades dauernd erhalten werden (siehe Thl. I Anhang, §. 5).

Aus der Figur erkennt man außerdem auch die Einrichtung des Triebwerkes, welches bei tragbaren Uhren natürlich ebenfalls auf die Wirkung von Federn basirt sein muß. *PQ* ist hier die stählerne Triebfeder, deren eines Ende an der Ase *XX*, deren anderes an dem Umfange der Trommel *T*

Fig. 704.



festsetzt, welche, die Feder umschließend, lose auf der Ase sich dreht. Durch Umdrehung der Ase *X* mit Hülfe des Uhrschlüssels läßt sich die Feder aufziehen oder spannen, und da durch ein Sperrrad die Ase *X* an der entgegengesetzten Drehung verhindert wird, so erhält die Trommel die Tendenz, sich in der Richtung umzudrehen, in welcher das Aufziehen geschah (siehe auch Fig. 682). Bei den neueren Uhren ist die Trommel mit einem Zahnrade versehen, welches ein System von verschiedenen Vorgelegsaxen in Bewegung setzt, deren letzte am schnellsten gehende das Steigrad erhält. In Fig. 704





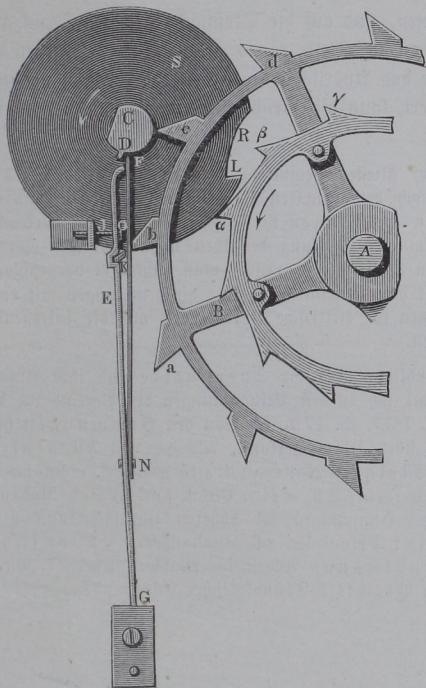
*a, b, c* ... und den auf der ebenen Fläche angebrachten Zähnen *d, e, f* ... Die Axe *C* der Unruhe trägt einen kleinen aus hartem Stahl oder Rubin gefertigten Cylinder *E*, gegen welchen sich die Zähne *a, b, c* stützen, und in der Ebene der Zähne *d, e, f* einen Daumen *D*, welcher von dem Steigrade bei jeder Doppelschwingung der Unruhe einmal einen Impuls erhält. Wenn der Cylinder *E* durchweg genau cylindrisch wäre, so würde er dem Steigrade jede Drehung im Sinne des Pfeiles verwehren. Bei *i* aber ist eine feine axiale Rinne oder Ruth in dem Cylinder angebracht, welche die absetzende Drehung des Steigrades um je einen Zahn *a, b, c* bei einer Doppelschwingung der Unruhe ermöglicht. Denkt man nämlich die letztere in dem Sinne des Pfeiles *a* schwingend, so passiert die Furche *i* unter der Zahnspitze *b*, ohne dem Steigrade die Bewegung zu gestatten. Erst bei der Rückschwingung der Unruhe, wenn die Furche zum zweiten Male unter die Spitze *b* tritt, nimmt sie dieselbe mit, und das Steigrad dreht sich um einen Zahn rechtsum, nämlich bis der folgende Zahn *c* sich wieder gegen den Cylinder *E* lehnt. Gleichzeitig ist bei dieser Auslösung des Zahnes *b* während des Rückschwunges der Unruhe der kleine Daumen *D* mit seiner Spitze *h* bei *k* in den Wirkungskreis der Zähne *d, e, f* getreten und hat von der Spitze *e* einen Anstoß empfangen. Bei dieser Hemmung wird daher, wie überhaupt bei den besseren Uhren während jeder Doppelschwingung der Unruhe nur einmal eine Hemmung resp. Auslösung des Steigrades bewirkt und auch nur einmal ein Impuls auf den Regulator ausgeübt.

Bei allen bisher besprochenen Hemmungen steht der regulirende Theil, also das Pendel oder die Unruhe, fortdauernd in directem oder indirectem Zusammenhange mit dem Triebwerke, d. h. mit dem Steigrade. Während der Ertheilung der Beschleunigung oder eines Impulses an den regulirenden Theil wird dieser Zusammenhang natürlich immer unvermeidlich sein, sobald aber dieser Impuls ertheilt ist, kann die fernere Einwirkung des Steigrades auf den Regulator nur von störendem Einflusse auf den letzteren sein, indem dessen freie Schwingungen dadurch beeinträchtigt werden. Am bedeutendsten ist dieser störende Einfluß natürlich bei den rückfallenden Hemmungen, bei denen die Triebkraft dem Regulator ein directes Hinderniß in den Weg stellt, aber auch bei den ruhenden Hemmungen tritt in der gleitenden Reibung ein solches störendes Hinderniß auf. Da die Größe dieser Reibung von mancherlei äußeren Umständen, wie Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre, Beschaffenheit der Schmiermittel *z.*, abhängt und mit denselben sich ändert, so muß hierdurch auch eine gewisse Unregelmäßigkeit in dem Schwingungszustande des Regulators eingeführt werden, wie sie mit genauen Zeitmessapparaten nicht vereinbar ist. Man hat daher vielfach sich bemüht, für genaue astronomische und nautische Instrumente sogenannte freie Hemmungen auszuführen, bei denen der Regulator, nachdem ihm die erforderliche Be-



schleunigung durch das ausgelöste Steigrad ertheilt worden ist, seine Schwingung ganz frei von dem Triebwerke vollführen kann. Als Beispiel sei eine solche freie Hemmung hier noch angeführt, wie sie von dem berühmten Uhrmacher *Jürgensen*

Fig. 706.



*Jürgensen* für Schiffschronometer mehrfach erfolgreich ausgeführt worden ist. Auch bei dieser Hemmung, Fig. 706, ist das auf der Ase *A* befestigte Steigrad *B* ein Doppelrad mit gleichviel Zähnen auf jedem Kranze (in der Regel je zwölf). Hiervon dienen die Zähne *a*, *b*, *c* als Hemmungszähne, während diejenigen *α*, *β*, *γ* als Stoßzähne zur Ertheilung der Beschleunigung der Unruhe fungiren, deren Ase wieder durch *C* dargestellt ist. Das Anhalten des Steigrades geschieht durch den kleinen Knaggen *K*, gegen welchen in der Zeichnung der Zahn *b* des Hemmrades sich stützt. Dieser Knaggen ist auf einer

bei *G* befestigten federnden Schiene *E* angebracht, welche durch ihre Elasticität fortwährend gegen das Hemmrad gedrückt, diesem Bestreben aber nur so weit folgen kann, als der vorstehende Kopf *O* des Stiftes *J* gestattet. Zur Auslösung des Steigrades, d. h. zur Zurückbiegung der Schiene *E* mit dem Knaggen *K* dient die schwache Feder *F*, welche bei *N* mit der Schiene *E* verbunden, an ihrem oberen Ende *F* einen Impuls von dem kleinen Daumen *D* der Unruhswelle empfängt. Dreht sich nämlich die Welle *C* in der Richtung des Pfeiles linksrum, so bewirkt der Daumen *D* nur ein leichtes seitliches Ausbiegen (nach rechts) der schwachen Feder *F*, ohne weitere Wirkung auf die Schiene *E*. Dagegen drückt der Daumen *D* bei der Rückschwingung der Unruhe die Feder *F* und mit dieser die federnde Schiene *E*

nach links zurück, löst den Zahn *b* dadurch aus und ermöglicht die Bewegung des Steigrades, welches indeß von der sofort wieder zurückschwingenden Schiene *E* an dem folgenden Zahne *c* von Neuem angehalten wird. Bei dieser Bewegung des Steigrades hat gleichzeitig der Zahn  $\beta$  des Stoßrades Gelegenheit gefunden, in den Einschnitt *R* der auf der Unruhwelle *C* befestigten Scheibe *S* einzutreten, und auf die Stoßfläche *L* einen Druck auszuüben, bis dieser Zahn  $\beta$  an die Stelle von  $\alpha$  gelangt ist. Abgesehen von der sehr kurzen Zeit, welche das Ausrücken der Feder und das Beschleunigen durch den Stoßzahn erfordert, kann die Unruhe ihre Schwingungen ganz frei vollführen.

Anmerkung. Von der ältesten Hemmung, dem sogenannten Spindelgange, wie sie jetzt nur noch bei ordinären Taschenuhren und in modificirter Art etwa bei den Werkervorrichtungen der Schwarzwälderuhren vorkommt, ist hier wegen der unvollkommeneren Wirkung derselben nicht gesprochen worden. Ueber die mancherlei sonstigen Hemmungen, welche man außerdem vorgeschlagen und zur Ausführung gebracht hat, so namentlich über die Hemmungen mit constanten Kraft und diejenigen für elektrische Uhren muß auf die betreffenden Specialwerke verwiesen werden.

Eine ausführliche Abhandlung über die Sperrwerke und ihre Anwendungen von Reuleaux findet sich in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbleißes, 1877, S. 17 u. f. Von den Hemmungen handeln die meisten Lehrbücher über Uhrmacherkunst, wie die von Jürgensen: Die höhere Uhrmacherkunst; Moinet: Nouveau traité général, élémentaire pratique et théorique d'horlogerie; Th. Reid: Clock and Watch Making; Martens: Beschreibung der Hemmungen der höheren Uhrmacherkunst u. a. Siehe darüber auch Willis: Principles of Mechanism; Laboulaye: Traité de cinématique; Rühlmann: Allgemeine Maschinenlehre, 1. Band, sowie den Artikel „Uhren“ in Prechtl's Technologischer Encyclopädie.