

Achtzehntes Kapitel.

G E S P E R R E.

§. 235.

Hauptarten und -Anwendungen der Gesperre.

Die Gesperre sind Getriebe, in welche sich die Räderwerke überführen lassen. Sie dienen dazu, Theile von Maschinen oder von Mechanismen zeitweise zu verhindern, die ihnen eigenthümlichen Bewegungen zu vollziehen. Man kann zwei Hauptarten von Gesperren unterscheiden, je nachdem nämlich durch sie die Bewegung des gesperrten Theiles in nur einem Bewegungssinne oder in beiden verhindert werden kann. Gesperre der ersteren Art kann man

laufende Gesperre,

solche der anderen Art

ruhende Gesperre

nennen. Ein laufendes Gesperre im Sinne dieser Unterscheidung ist das in Fig. 653 dargestellte Radgesperre *abc* mit zackenförmigen Radzähnen und zackenförmig profilirter Sperrklinke, ein ruhendes das in Fig. 654 gezeigte Gesperre, dessen Radzähne zinken-

Fig. 653.

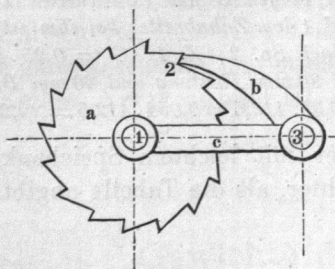
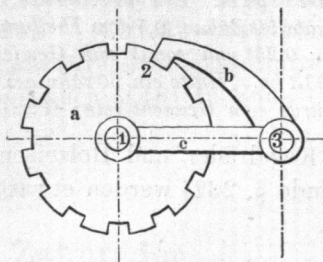


Fig. 654.



förmig gestaltet sind und bei welchem zugleich die Sperrklingen-Endigung die Zahnücke ausfüllt. Das Ausheben der Klinke aus

der Zahnücke heisst das Lösen, das Einlegen derselben das Schliessen des Gesperres.

Wird in den dargestellten, beide aus drei Stücken bestehenden Gliederungen der Verbindungssteg c fest aufgestellt, so ist das Rad a das gesperrte Stück; wird indessen statt des Steges das Rad a fest aufgestellt, so ist der Theil c das gesperrte Stück; Beispiele: das brüchliche Gesperre an Hebezeugen und das Gesperre des Umsteuerungshebels bei Lokomotiven.

Von allen Mechanismen, über welche die praktische Mechanik verfügt, zeigen sich bei näherer Untersuchung die Gesperre als die am meisten benutzten. Sie lassen sich hinsichtlich ihrer Verwendungsweise in die folgenden sechs Gruppen theilen.

1) Sperrwerke schlechthin, Gesperre bestimmt zum blossen Aufhalten des gesperrten Stückes, zum jeweiligen Verhindern seiner Drehung oder Verschiebung; Beispiele: Gesperre einer Wagenwinde oder Domkraft, eines Kranes, eines Zettelbaumes.

2) Spannwerke, d. i. Gesperre wesentlich bestimmt, durch ihre Lösung die auf das gesperrte Stück wirkenden Kräfte in einem gegebenen Zeitpunkte zur Wirkung kommen zu lassen; das gesperrte Stück gibt nach der Lösung die durch das Spannen aufgespeicherte mechanische Arbeit ganz oder theilweise ab. Beispiele: die Gesperre an Rammen, an Flintenschlössern, an manchen Dampfmaschinen-Steuerungen.

3) Fangwerke, Gesperre bestimmt, bereits begonnene Fortschreitungen von Maschinetheilen zu unterbrechen; Beispiele: die Fangvorrichtungen an Fördergefässen.

4) Schaltwerke, Gesperrmechanismen wesentlich bestimmt, dem gesperrten Stücke entgegen dem Sinne der durch die Sperrung aufgehaltene Kräfte eine absetzende Fortschreitung zu verleihen; Beispiele: die Hebelade, viele Zählwerke u. s. w.

5) Schliesswerke, Gesperre zur Herstellung leicht lösbarer und dennoch den aufgehaltene Kräfte gegenüber fester Verbindungen; Beispiele: manche Eisenbahnkuppelungen und lösbare Wellenkuppelungen, sodann die Schlösser.

6) Hemmwerke, Gesperrmechanismen wesentlich bestimmt, das gesperrte Stück im Sinne der aufgehaltene Kräfte einen absetzend fortschreitenden Bewegungszustand durchlaufen zu lassen; Beispiele: die gebräuchlichen Uhrhemmungen.

Von den in dieser Uebersicht zusammengefassten äusserst zahlreichen Gesperr-Anwendungen werden die wichtigsten und am meisten grundlegenden Konstruktionen kurz zu behandeln sein.

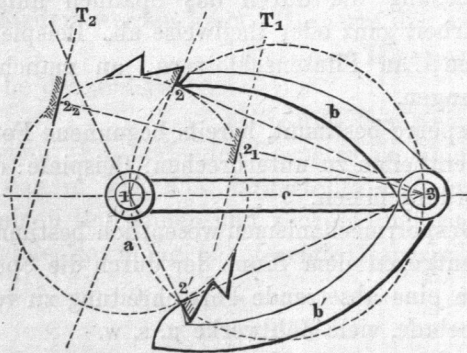
§. 236.

Laufende Zahngesperre.

Im laufenden Gesperre heisse diejenige Bewegung des gesperrten Stückes, welche durch die Sperrung nicht behindert wird, dessen Vorwärtsgang, die Bewegung im Gegensinne demnach sein Rückwärtsgang. Die Zahnformen müssen nun so beschaffen sein, dass die Zähne bei geschlossenem Gesperre den Rückwärtsgang hindern, den Vorwärtsgang aber nicht. Ausserdem muss die Einrichtung so getroffen sein, dass die Sperrklinke oder der Sperrkegel bei beginnendem Rückwärtsgang stets durch eine genügende Schliesskraft in die Zahnlücken eingeführt werde.

Betrachten wir zunächst hinsichtlich der Zahnformen das Stirnradgesperre, Fig. 655, so finden wir alsbald, dass der günstigst gelegene Angriffspunkt der Klinke am Radumfang derjenige ist,

Fig. 655.



bei welchem die Verbindungslinie 1.2 des Radmittels 1 mit der Klinkenspitze 2 senkrecht auf dem Klinkenradius 3.2 steht. Schlage über dem Abstand 1.3 der Achsen als Durchmesser einen Kreis, so sind dessen Einschnitte 2 und 2' in den Theilkreis des Rades die günstigst gelegenen Angriffspunkte.

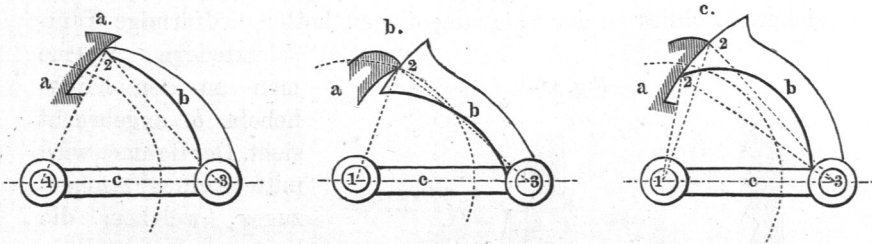
Benutzt man den Punkt 2, so beansprucht der angestrebte Rückwärtsgang des Rades die Klinke auf Druck, Druckklinke; wird 2' benutzt, so wird die Klinke auf Zug beansprucht, Zugklinke, Sperrhaken. Sollen hier die Sperrflanken am Rade geradlinig werden, so sind sie radial zu setzen.

Wählt man die Angriffspunkte 2_1 oder 2_2 , welche hinter oder vor 2 oder 2' liegen, so wird die Sperrung auch ausführbar, aber ungünstiger als vorhin; denn der Arm des auf das Rad wirkenden Kräftepaars wird nun kleiner als 1.2, somit der Druck auf 3 grösser als vorhin. Die Flankenrichtung, bei welcher die Kraft, welche auf die

Klinke kommt, durch deren Achse 3 geht, wird durch Errichtung einer Senkrechten in 2_1 oder 2_2 auf $2_1.3$ oder $2_2.3$ gefunden*).

Die Einschränkung, wonach die Klinke nur in einer einzigen Stellung an der Zahnflanke die Sperrkraft P so aufnimmt, dass diese durch ihre Achse geht, ist nicht nöthig; man kann die Profilierung auch so vornehmen, dass P stets durch 3 geht, wo an der Flanke auch der Angriff stattfindet. Zu dem Ende braucht man nur das Profil der Zahnflanke nach einem Kreis aus 3 zu formen, Fig. 656 a. Dasselbe Ziel wird erreicht; wenn man der Klinkenendigung dieses Profil, dem Zahn aber eine Spitze gibt, wie in Fig. b, endlich auch, wenn man beide Profile nach demselben aus 3 geschlagenen Kreisbogen gestaltet, Fig. c. Da die Sperrkraft eine

Fig. 656.



verstellende Wirkung auf die Klinke hier nicht ausüben kann, wollen wir die vorliegende Verzahnung die todte Sperrverzahnung nennen**). Von anderen Verzahnungsarten weiter unten.

Das Rad kann auch innere Verzahnung erhalten, wobei die Klinke sowohl Zug- als Druckklinke sein kann, 2 und 2', Fig. 657 (a. f. S.). Statt ausserhalb des Rades kann die Achse 3 auch innerhalb fallen, Fig. 658 (a. f. S.), wobei allerdings die obige Bedingung für die günstigste Stellung des Angriffspunktes nicht erfüllbar ist.

Wird der Halbmesser des Rades unendlich, so geht das Rad in eine Zahnstange über, Sperrstange, Sperrstab zu nennen, Fig. 659 (a. f. S.), wo bei a Druckklinke, bei b Zugklinke.

Eine wichtige Anwendung des Stabgesperres zeigt Figur 660, welche das Obertheil des Lüpfrahmens einer aufholbaren Schiffs-

*) Die möglichen Flankenrichtungen $1.2\dots$, $2_1 T_1\dots$, $2_2 T_2\dots$ u. s. w. hüllen eine Hyperbel ein, deren Hauptkreis der Kreis 1.2 ist und in deren einem Brennpunkte der Punkt 3 liegt; die $1.2\dots$ und die $1.2'\dots$ sind Asymptoten derselben.

***) In derselben steht bei angestrebtem Rückwärtsgange der Radzahn in einem todtten Punkte oder einer Todtlage gegen die Klinke.

schraube darstellt*). Die beiden Sperrstäbe *a*, welche den Rahmen tragen, wenn derselbe schrittweise aufgelüpft wird, stehen

Fig. 657.

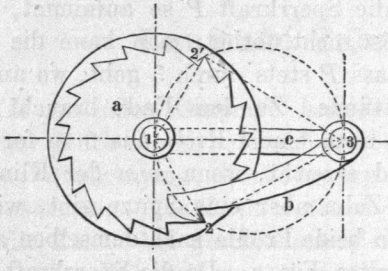
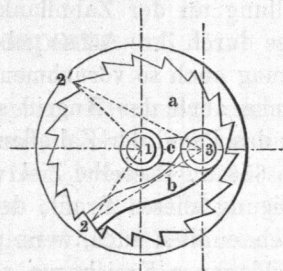
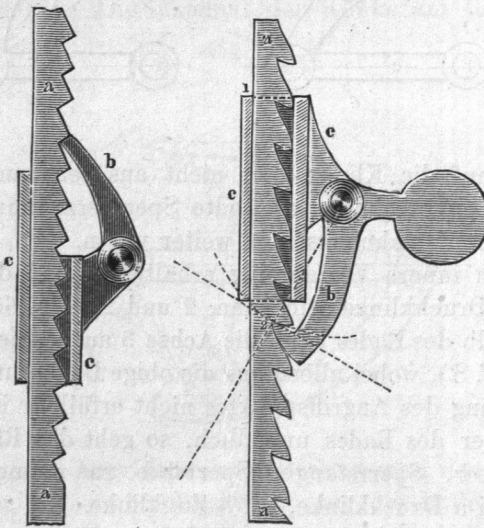


Fig. 658.



in der Mittelebene des Schiffes an den Wänden des Schraubenbrunnens fest (*c* ist das gesperrte Stück, vergl. §. 335). Zum sicheren Schliessen der Sperrung dienen kettengliedförmige Kautschukfedern, welche

Fig. 659.



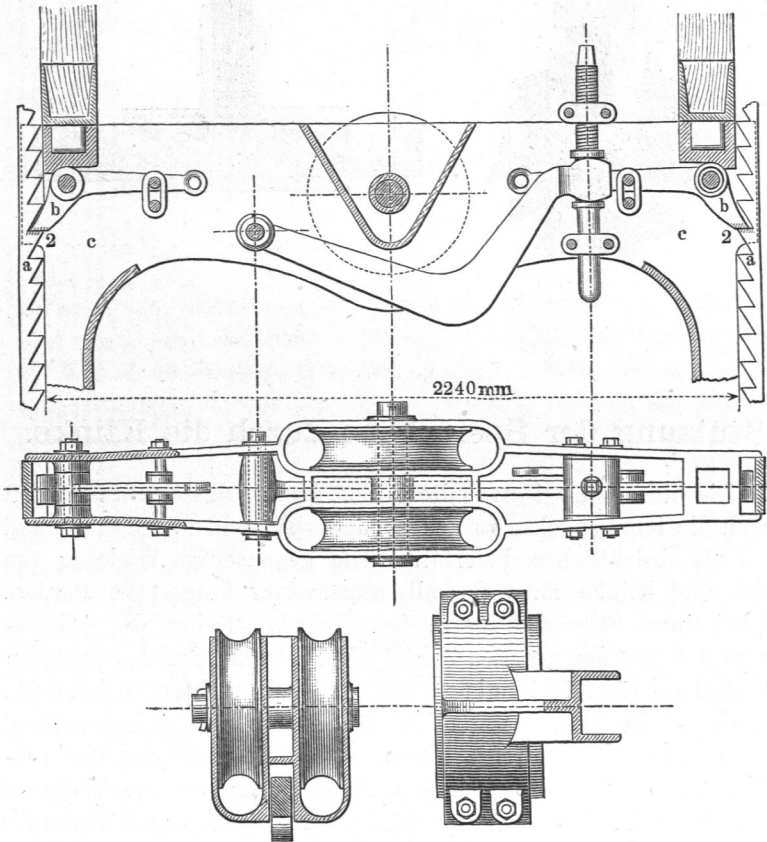
man an den Klinkhebeln *b* angebracht sieht. Der Rahmen wird mittelst eines Flaschenzuges, welchem die beiden dargestellten Rollen angehören, aufgezogen und niedergelassen, nachdem die sogenannte Käsekuppung (s. §. 156) mit ihrer Nuth genau senkrecht gestellt worden. Beim Niederlassen werden die Klinkhebel mittelst Zuglein so lange als erforderlich ausser Eingriff gehalten. Material des Rahmens wie der Sperrstäbe Bronze. Der mittlere gebogene Hebel ist ebenfalls eine Sperrklinke, zugehörig zu einem ruhenden Gesperre. Mittelst derselben wird die Schraube, die an einem Flügel entsprechend eingekerbt ist, während des Senkens und Hebens an

*) Vergl. Fig. 326, § 117, wo das eine der beiden zugehörigen Zapfenlager für die Schraube vorgeführt ist.

Drehung verhindert. Durch zwei hölzerne Spreizen, deren bronzebeschlagene Enden man links und rechts über *b* sieht, wird der Rahmen in seiner tiefsten Stellung noch besonders festgehalten.

Eine verbreitete Anwendung des Stabgesperres ist in den sogenannten Kapphebeln („caps“) der Hängebank an Schachtförderungen zu finden*).

Fig. 660.



Nicht nur dem Rade, sondern auch der Sperrklinke 2.3 kann und zwar ohne Rücksicht auf den Radhalbmesser, ein unendlich grosser Halbmesser gegeben werden. Sie geht dann in einen geradlinig zu bewegendem Schieber über, den wir einen Riegel

*) S. Berliner Verhandlungen 1877 S. 27.

nennen wollen. Fig. 661 Radgesperre mit Riegel, Fig. 662 Stabgesperre mit Riegel. Anwendungen von beiden sind nicht selten.

Fig. 661.

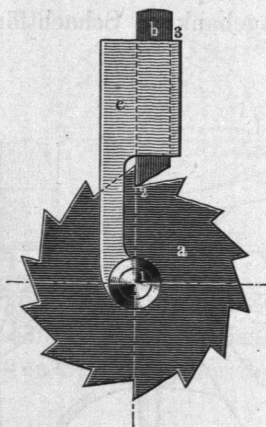
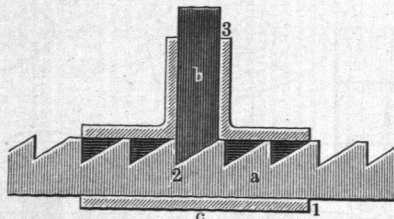


Fig. 662.



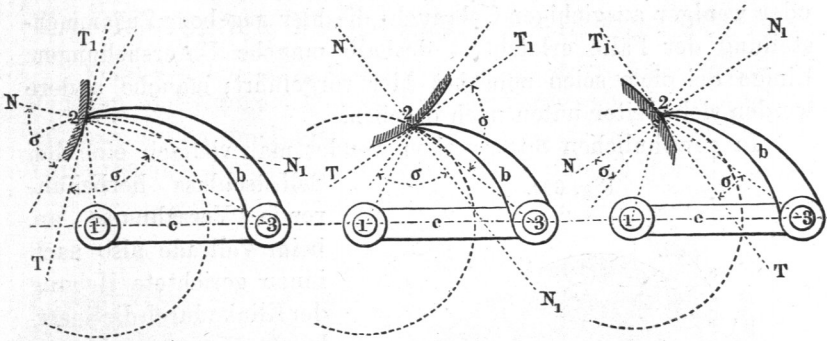
§. 237.

Stützung der Sperrzähne durch die Klinke.

Die bisher hier festgehaltene Bedingung, dass die Sperrkraft durch die Klinkenachse zu gehen habe, ist nicht unerlässlich und wird oft absichtlich nicht erfüllt. Die gegenseitige Wirkung von Zahn und Klinke muss deshalb allgemeiner festgestellt werden. Ist bei einem Stirnradgesperre der Winkel, welchen die Achsen-ebene 3.2 mit der geraden Zahnflanke oder mit der Tangente an die etwa gekrümmte Flanke einschliesst, kein rechter, so kann die Sperrkraft die Klinke unter Umständen um ihre Achse drehen, oder es kann eine auf die Klinke ausgeübte Kraft das Rad versetzen. Errichtet man behufs Untersuchung der verschiedenen Fälle in dem Berührungspunkte 2, Fig. 663, eine Normale NN_1 auf der die Zahnflanke berührenden Ebene, so kann diese „Stütznormale“ NN_1 entweder ausserhalb des Dreiecks 1.2.3 fallen, äussere Stützung, oder dieses Dreieck schneiden, innere Stützung, oder sie kann mit einer der Dreieckseiten zusammenfallen. Fällt sie mit 2.3 zusammen, so ist die Stützung neutral, fällt sie mit 2.1 zusammen, so ist die Stützung Null, d. h. es findet ausser etwaiger Reibung keinerlei Einwirkung des Rades auf die Klinke oder umgekehrt statt.

Der Winkel σ zwischen der Klinkenrichtung 3.2 und der Tangente in 2, welcher gleich ist dem zwischen der Normalen zu 3.2 und der Stütznormale, heisse der Stützungswinkel. Je

Fig. 663.



nachdem sich dieser zum Reibungswinkel φ verhält, treten andere Wirkungen ein. Einestheils kann die Sperrkraft unter Umständen die Klinke in Bewegung setzen, heben wollen wir es nennen; andertheils kann eine von aussen bewirkte Hebung das Rad zum Rückwärts- oder Vorwärtsgehen, Rückfall oder Vorwärtsfall wollen wir sagen, veranlassen. Eine Hebung der Klinke, bei welcher sich der Stützpunkt 2 von 1 entfernt, soll eine Hebung nach aussen, die umgekehrte eine Hebung nach innen heissen. Es treten folgende Fälle ein.

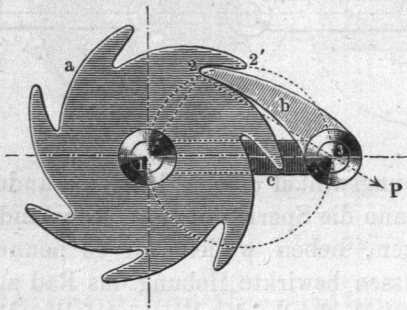
Stützungswinkel $\sigma = 90$

Die Stützung ist	Die Sperrkraft	Hebung nach aussen	Hebung nach innen
1) neutral	ist wirkungslos	ist wirkungslos	ist wirkungslos
<i>Stützungswinkel $\sigma < 90$ und $> 90 - \varphi$</i>			
2) innere	ist wirkungslos	bewirkt Rückfall	bew. Vorwärtsfall
3) äussere	ist wirkungslos	bew. Vorwärtsfall	bewirkt Rückfall
<i>Stützungswinkel $\sigma < 90 - \varphi$ und $> \varphi$</i>			
4) innere	bew. Hebung n. innen	bewirkt Rückfall	ist d. Sperrkft.bewkt
5) äussere	bew. Hebung n. aussen	ist d. Sperrkft.bewkt	bewirkt Rückfall
<i>Stützungswinkel $\sigma < \varphi$</i>			
6) innere	bew. Hebung n. innen	ist wirkungslos	ist d. Sperrkft.bewkt
7) äussere	bew. Hebung n. aussen	ist d. Sperrkft.bewkt	ist wirkungslos
<i>Stützungswinkel $\sigma = 0$</i>			
8) null	bewirkt Rückfall	bewirkt allenfalls Reibung	bewirkt allenfalls Reibung

Bei der todten Verzahnung ist $\sigma = 90$, Fall (1); hinsichtlich der Hebung ist festzuhalten, dass je nachdem die Verzahnung eine äussere oder innere ist, eine Hebung entweder Schliessung oder Lösung des Gesperres bewirkt. Von allen Abänderungen, welche sich vorstehend als unterscheidbar ergaben, macht die Praxis mehr oder weniger ausgiebigen Gebrauch; die hier gegebene Zusammenstellung der Fälle erleichtert deshalb manche Untersuchungen. Einige Beispiele seien zunächst hier vorgeführt; manche andere werden sich weiter unten noch ergeben.

In gewöhnlichen Sperrwerken wendet man vielfach eine den

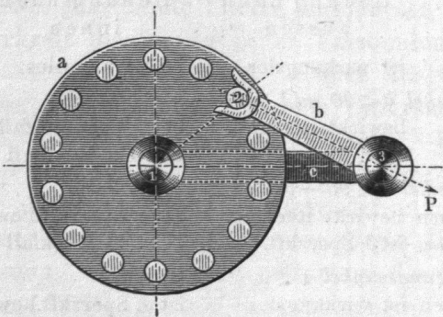
Fig. 664.



Selbstschluss herbeiführende Verzahnung an, beim Vollrade also nach innen gerichtete Hebung der Klinke durch die Sperrkraft, Fig. 664, entsprechend dem vierten oder sechsten Fall. Sie gewährt den Vortheil, dass, wenn einmal die Klinke in die Lücke eingeführt ist, der Sperrdruck der

Lösung entgegenwirkt. Bei Hebemaschinen findet sich das übliche Gesperre zum Aufhalten der Last öfter in dieser Art ausgeführt; vergl. auch das Gesperre der Pouyer'schen Kupplung, Fig. 455, wo die Erzielung des Selbstschlusses von besonderer Wichtigkeit ist. Gilt für ein Gesperre insbesondere der sechste Fall, $\sigma < \varphi$,

Fig. 665.



so ist das Lösen durch blosses Einwirken auf die Klinke unmöglich (Ruhrast bei den Flintenschlössern).

Solcher Selbstschluss findet auch statt bei dem Gesperre, Fig. 665. Als Radzähne dienen daselbst Triebstöcke. Die Klinke ist gabelförmig profilirt, an der

Innenflanke auf Hebung nach innen, an der Aussenflanke auf Hebung nach aussen. Hier wie bei der vorigen Sperrung muss,

wenn die Sperrung gelöst werden soll, das Rad zuerst um einen gewissen Winkel rückwärts bewegt werden.

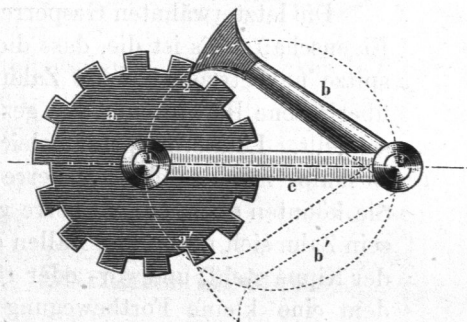
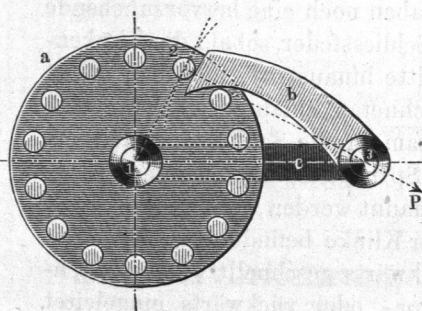
§. 238.

Die laufenden Flanken an Zahn und Klinke.

Vorstehendes bezog sich allein auf die stützenden Flanken an Radzahn und Klinke. Hinsichtlich der laufenden Flanken beider hat man weiten Spielraum. Sie sind nur so einzurichten, dass der Vorwärtsgang der Sperrzähne eine solche Hebung der Klinke be-

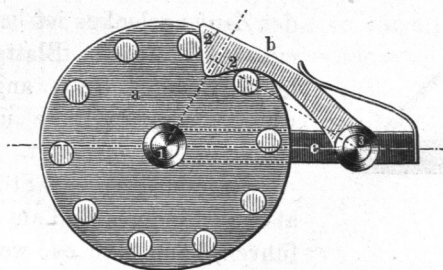
Fig. 666.

Fig. 667.



wirkt, dass Lösung des Gesperres eintritt. Die Formen fallen also unter die Fälle 4 bis 7. Sehr üblich sind die oben gezeichneten Zickzackprofile; doch sind auch andere im Gebrauch, wie die

Fig. 668.



in Fig. 666 und 667, wo beidemale die Radzähne symmetrisch zu ihrer Mittelebene gestaltet sind. Thut man dasselbe auch bei der Klinke, wie in Fig. 667, so kann letztere auch umgelegt und dadurch die Laufrichtung des Gesperres umgekehrt

werden (Schaltwerke bei Werkzeugmaschinen).

Selbst solche Gestaltungen der Stützflanken, bei welchen der Sperrdruck auch bei ihnen auf Lösung des Gesperres wirkt,

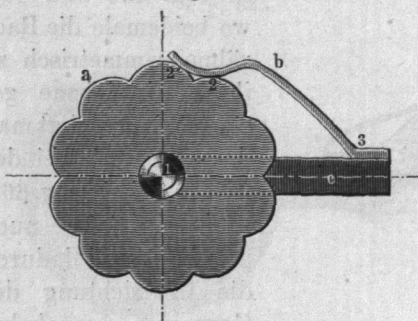
sind nicht ohne praktische Bedeutung. Soll ein so verzahntes Gesperre als Sperrwerk dienen, so muss die Klinke stets mit genügender Schlusskraft in die Zahnücke gedrängt werden, um ein gegebenes Maximum von Sperrkraft zu hindern, die Lösung herbeizuführen. Aussergewöhnlich starke Einwirkung auf das Rad gestattet aber dann seine Verstellung. Fig. 668 (a. v. S.) stellt ein solches durch eine Feder geschlossenes Gesperre dar, angewandt bei der Schraubensicherung Fig. 244.

§. 239

Sprung- oder Kippgesperre, Quadranten.

Die letzterwähnten Gesperre haben noch eine hervorzuhebende Eigenschaft. Es ist die, dass die Schliessfeder, sobald die Klinkenspitze nur etwas über die Zahnmitte hinaustritt, das sich selbst überlassene Rad in eine der gezeichneten entsprechende Stellung schnell. Letzteres springt gleichsam in die Schliessungsstellung, weshalb man solche Gesperre Sprunggesperre nennen kann. Sie könnten auch Kippgesperre genannt werden, da das Rad, wenn sein Zahn sich unter dem Ballen der Klinke befindet, gleichsam auf der Kippe steht, und vor- oder rückwärts geschnellt wird, je nachdem eine kleine Fortbewegung vor- oder rückwärts eingeleitet wird. Angewandt u. a. bei den Schlagwerken der Repetiruhren, wo das Sperrrad seiner Form wegen Stern, die Klinke Sternkegel, manchmal auch Springer genannt wird*). Auch angewandt mit kleiner Abweichung bei der Thomas'schen Rechenmaschine, wo

Fig. 669.



das Gesperre die in Fig. 669 dargestellte Form hat. Statt des Zapfengelenkes ist bei 3 ein federkräftiges Blattgelenk (vergl. §. 180) angewandt, somit Klinke und Feder in eins vereinigt.

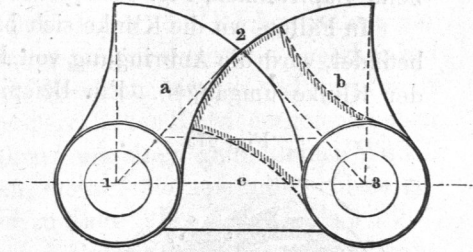
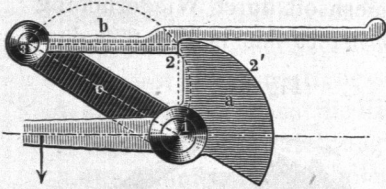
Statt das gesperrete Stück als vollständiges Rad auszuführen, kann man es, wenn wenig Spiel erfordert wird, auch auf einen blossen Zahnbogen verkleinern, ja bis auf einen einzigen Zahn zurückführen, wie in Fig. 670. Sperrad und

*) Vergl. auch unten bei den Spannwerken.

gesperrtes Stück können in ähnlichen Fällen ganz gleichgeformt erscheinen, ja bei ihrem Aufeinanderwirken abwechselnd ihre Rollen vertauschen, vergleiche Fig. 671. — Anwendungen bei den

Fig. 671.

Fig. 670



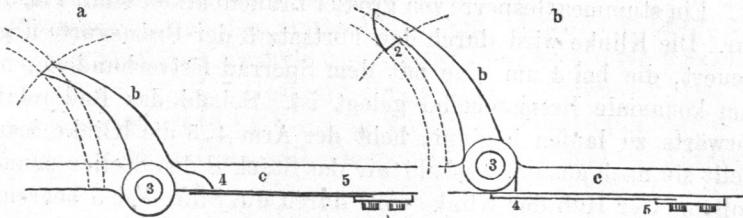
Steuerungen der kornischen Dampfmaschinen. Die Klinken hat man dort, nur äusserlich zutreffend, Quadranten oder Sextanten genannt. Sie haben tote Verzahnung (s. Fig. 656 c).

§. 240.

Schliessvorkehrungen. Stumme Gesperre.

Die Schliessung eines laufenden Gesperres geschieht am einfachsten durch das Gewicht der Klinke, gelegentlich verstärkt durch dasjenige eines Griffes, Knaufes, Gegengewichtes (vergl. Fig. 659). Häufig hat man indessen, der Lage der Klinke wegen, eine Feder zu Hülfe zu nehmen. Es ist gut, der Feder wenig Hub und wenig Reibungswiderstände zu geben. Man lasse sie deshalb nahe der Achse 3, und wenn es angeht in der Centrale 1.3.. so angreifen, dass 3.4.5 eine Gerade wird, Fig. 672 a. Bereitet dies

Fig. 672.



Schwierigkeiten, so nähere man wenigstens diesen günstigsten Fall an, siehe bei b. Eine weiche weitgebogene Andrückfeder im

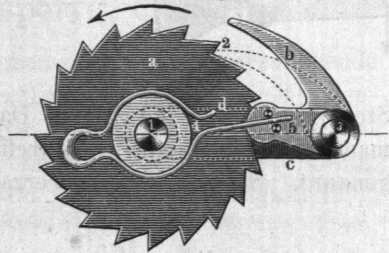
laufenden Gesperre siehe unten bei Fig. 680; auch dort ist 3. 4. 5 ein nur wenig gebogener Linienzug. Im Spinnmaschinenfach hat weitgehende Erfahrung dazu geführt, vorzugsweise stählerne Schraubenfedern zu verwenden; Gummifedern fanden wir oben beim Lüpfrahmen, Fig. 660.

In Fällen, wo die Klinke sich bald über, bald unter dem Rade befindet, wird die Anbringung von Federn oft durch Wiederholung der Klinke umgangen. Ein Beispiel liefert das in Fig. 673 dar-

Fig. 673.



Fig. 674.



gestellte Wilbers'sche Gesperre für Grasmähmaschinen. Eine der hier bei 3 mit Halbzapfen versehenen Klinken befindet sich immer in einer Lage, in welcher sie durch die Schwere in die Schlusslage gedrängt wird, da die Achse 1 horizontal liegt.

Das beim Vorwärtsgang im gewöhnlichen laufenden Gesperre stattfindende Ratschen, d. i. das wiederholte Einfallen der Klinke in die Zahnlücken, nutzt sowohl die Klinke, als die Radzähne, wie auch das Klinkengelenk 3 ab, manchmal in störender Weise. Man hat deshalb Gesperrkonstruktionen erdnen, bei welchen das Ratschen vermieden wird und die deshalb stumme Gesperre genannt werden.

Ein stummes Gesperre von grosser Brauchbarkeit stellt Fig. 674 dar. Die Klinke wird durch den Fortsatz 5 der Bremsgurte *d* gesteuert, die bei 4 um eine mit dem Sperrad festverbundene, mit ihm konaxiale Bremsscheibe gelegt ist. Sobald das Rad relativ vorwärts zu laufen beginnt, hebt der Arm 4.5 die Klinke *b* aus, stellt sie nach aussen, weshalb wir das Stück *d* den Steller nennen wollen. Der Hub der Klinke wird durch die Stifte bei 5 begrenzt. Bei fortgesetztem Vorwärtsgang schleift der Steller bei 4; beginnt dagegen relativer Rückwärtsgang, so legt der Arm 4.5 die Klinke wieder ein. Angewandt ist dieses stumme Gesperre beim Selbst-

spinner*), auch bei der Pouyer'schen Kupplung, siehe Fig. 455, wo zwei Klinken, jede mit einem besonderen Steller, benutzt sind. Das in diesem Getriebe enthaltene Prinzip ist noch besonderer Ausbildung und bedeutender Verwendung fähig, wie sich weiter unten zeigen wird.

Ein anderes stummes Gesperre ist das der Uhlhorn'schen Kupplung, siehe Fig. 456. Dort legen die Rückenflanken der Sperrzähne beim relativen Vorwärtsgang zunächst die Sperrklinken *b* aus. Wieder eingelegt werden dieselben durch ein kleines (nicht stummes) Hülfsgesperre, dessen Sperrklinken Blattfedergelenk haben (§. 180). Diese heben die Klinken *b* um einen ganz kleinen Winkel in der Schliessungsrichtung an, worauf die auf Selbstschluss gestellte Zahnflanke das Einlegen zu Ende führt, Fall 4 oder 6 §. 237.

Die sogenannten Ratschhebel, Bohrknarren etc. werden häufig mit stummem Gesperre ausgeführt. Auch das Wilbers'sche Gesperre (Fig. 673) lässt sich in ein solches verwandeln. Bringt man dasselbe so an, dass die Achse 1 senkrecht zu stehen kommt und die Klinken durch die Schwere gegen die Radwand gedrückt werden, so bewirkt die Reibung zwischen Klinken und Radwand das Ausheben beim relativen Vorwärtsgang, das Einlegen beim relativen Rückwärtsgang (die Reibung wirkt während dieser Vorgänge als treibende Kraft auf die Klinken). Noch zahlreiche andere Formen des stummen Gesperres sind möglich.

§. 241.

Andere Formen der Sperräder.

Beim Stirnradgesperre liegen die Achsen 1 und 3 des gesperrten und des sperrenden Stückes parallel. Diese Achsen können aber auch, wie die der Zahnräder, gegenseitig so gelegt werden, dass sie einander schneiden oder dass sie geschränkt stehen. Die hierbei im Gesperre entstehenden Abänderungen sind mannigfaltig. Sie scheinen auf den ersten Blick lange nicht so wichtig, als sie in der That sind, weshalb hier darauf hingewiesen werden muss.

Ein laufendes Gesperre für winklige Achsen ist das Krongesperre Fig. 675 (a. f. S.), in ähnlicher Aufstellung wie hier angedeutet oft an Gangspillen angewandt, Rad *a* ruhend, *c* gesperrtes Stück (vergl. §. 235). Auch bei geschränkten Achsen, Fig. 676 und Fig. 677 (a. f. S.), nennt man das Gesperre ein Krongesperre.

*) S. Stamm Selfactor, übersetzt von Hartig. Leipzig 1862, S. 75.

Die Ueberführung des Rades *a* in ein Hohlrad, ein Planrad, einen Stab, die Ueberführung der Klinke in einen Riegel kann auch hier wieder stattfinden und liefert jeweilig sehr nützliche Ausführungen. Fig. 678 stellt ein bei Schaltwerken für Weinkeltern

Fig. 675.

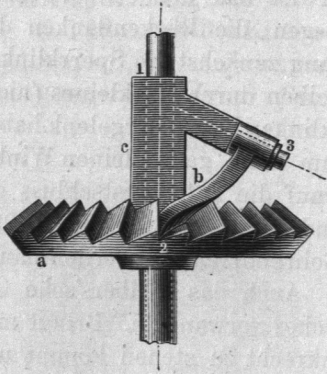


Fig. 676.

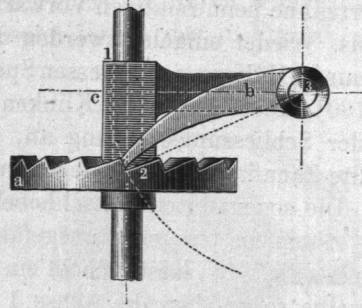


Fig. 677.

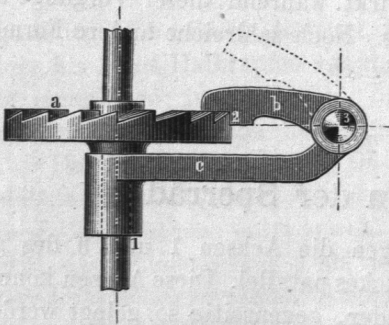
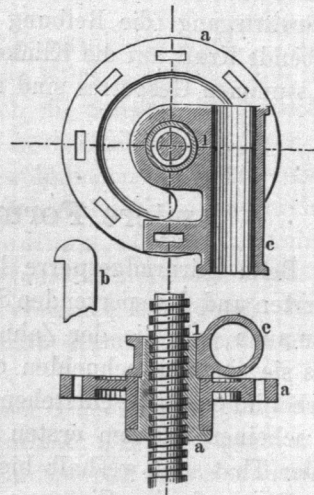


Fig. 678.



übliches Krongesperre mit Riegel dar. Dieser letztere kann leicht herausgehoben und umgesetzt werden (vergl. auch Fig. 667), so dass Vorwärts- und Rückwärtsbetriebe möglich ist.

Die gewöhnliche Zahnkupplung, Fig. 443, ist an sich nichts anderes als ein laufendes Krongesperre mit Riegel. Die auf der

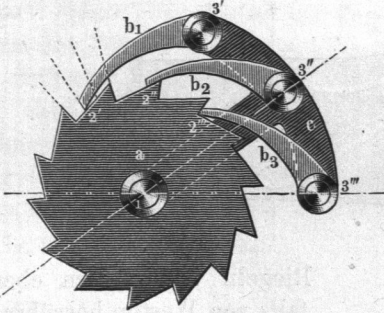
Welle *A* festgekeilte Kupplungshälfte ist das Sperrrad *a* mit Zackenverzahnung, die auf der Welle an Nuth und Feder gleitende Hälfte der Riegel *b*; die Welle *B* vertritt das Stück *c* des Gesperres; gegen dasselbe dreht sich *A* (*a*) in einem Lager (Zäpfchen an der Trennungsfuge der Wellen), während der Riegel parallel der Drehungsachse an *B* (*c*) gleitet*).

§. 242.

Laufende Theilgesperre.

Manchmal ist es erwünscht, ein Gesperre so einzurichten, dass es nach Durchlaufung kleinerer als der Theilungswinkel sperrt. Dies kann erreicht werden durch Anbringung von zwei oder mehr

Fig. 679.



Klinken, die um Bruchtheile einer Theilung versetzt sind, weshalb man solche Gesperre Theilgesperre nennen kann. Diese Gesperre sind ausserordentlich formenreich und ungemein häufig angewandt. Sehr oft hat man dabei ihre eigentliche Natur nicht erkannt.

Fig. 679 zeigt ein bekanntes dreiklinkiges Theilgesperre, bei welchem die Klinken um $\frac{1}{3}$

Theilung nach einander versetzt sind, Drittelgesperre. Man kann bei demselben das Rad nach

$\frac{1}{3}$ $\frac{2}{3}$ 1 $1\frac{1}{3}$ $1\frac{2}{3}$ u. s. w. Theilungen,

d. i. nach Dritteltheilungen und Vielfachen derselben sperren. Angewandt u. a. bei den Sägegattern, wo durch eine verhältnissmässig grobe Theilung feine Abstufungen im Vorschub erzielt werden. Ein halbirendes oder Zweitelgesperre ist in dem in Fig. 680 (a. f. S.) dargestellten Weston'schen Ratschhebel angewandt. Die beiden

*) Mannigfache Abänderungen von laufenden Gesperren kommen in den „Mechaniken“ der Klaviere zu massenhafter Anwendung. Sie sind den zu erfüllenden Zwecken sorgfältig angepasst und mit ebenfalls besonders eingerichteten Lösungsvorkehrungen versehen. Durch sie ist es thatsächlich erst möglich geworden, dem Instrument die hohe Vollkommenheit des Anschlages zu verleihen, welche heute dasselbe auszeichnet.

Klinken b_1 und b_2 liegen auf verschiedenen Seiten des Armes c , die Radhälften a_1 und a_2 desgleichen. Ein Viertelsgesperre mit
Fig. 680.

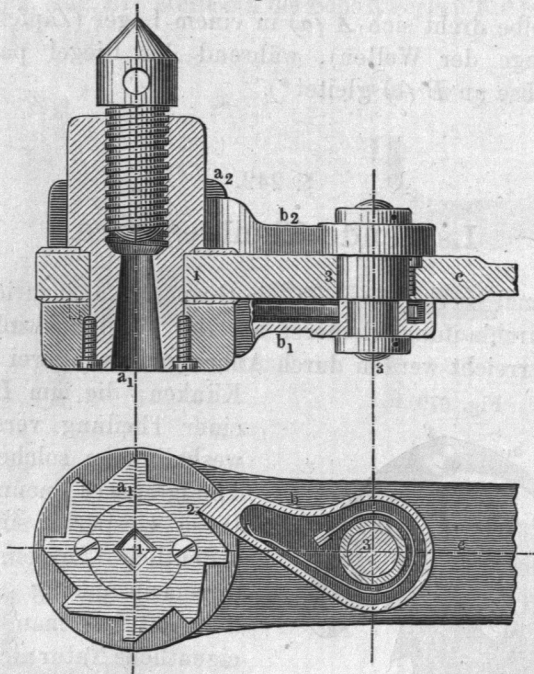
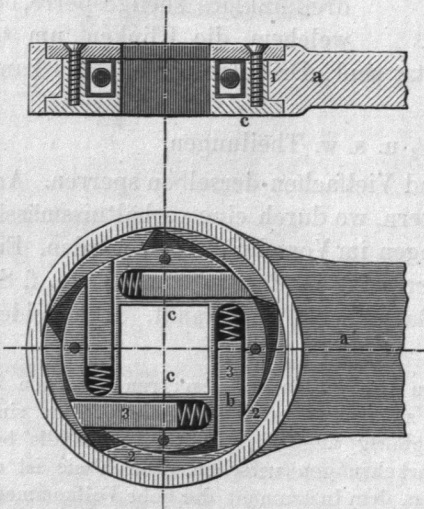


Fig. 681.



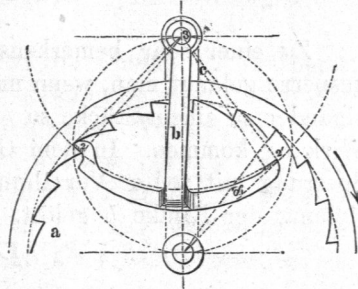
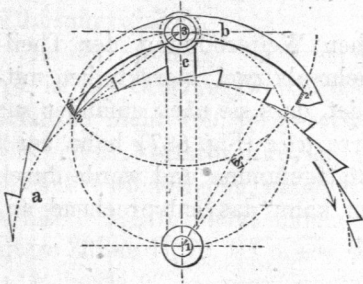
Riegeln ist in dem ebenfalls von Weston herrührenden Ratschhebel mit Riegeln, Fig. 681, angebracht. Innere Verzahnung, fünf Zähne, vier Klinken. Halbierring ist auch das Gesperre der Uhlhorn'schen Kupplung (Fig. 450), desgleichen das an der Poyer'schen Kupplung (Fig. 449).

Soll die Gespertheilung überhaupt nur halbiren, oder noch allgemeiner: die Zerlegung des Theilungswinkels in zwei beliebige Stücke erzielen, so lassen sich die

Sperrklinken zu einem einzigen Stück vereinigen (Fig. 682 u. '83). Hier sind beidemal je eine Zug- und eine Druckklinke verschmolzen und lassen, wenn um Achse 3 schwingend bewegt, das Rad *a*

Fig. 682.

Fig. 683.



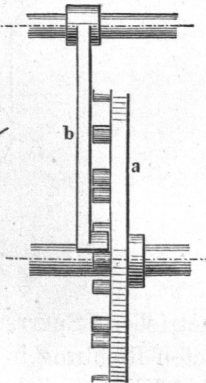
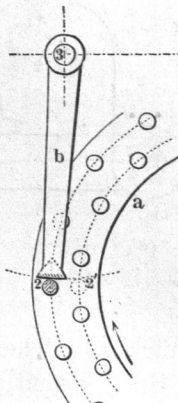
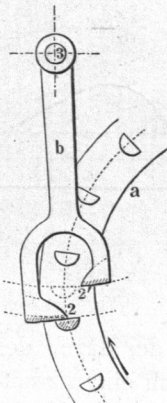
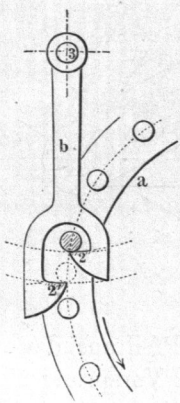
stets je um $\frac{1}{2}$ Theilung ablaufen, erster Fall Vollrad-, zweiter Fall Hohlradverzahnung. Dreht man das Rad vorwärts, so heben dessen Zähne abwechselnd die Zug- und die Druckklinke aus. Der Form der Doppelklinke wegen kann man das vorliegende Gesperre ein Ankergesperre nennen.

Gibt man dem Rade Schildform, d. h. seitlich vorspringende Zähne (vgl. §. 211), so kann man zwei gleichartige Klinke, beides Zug- oder beides Druckklinken, zu einem Anker vereinigen (Fig. 684 u. '85). Versetzt man die Zähne so, dass sie in zwei kon-

Fig. 684.

Fig. 685.

Fig. 686.



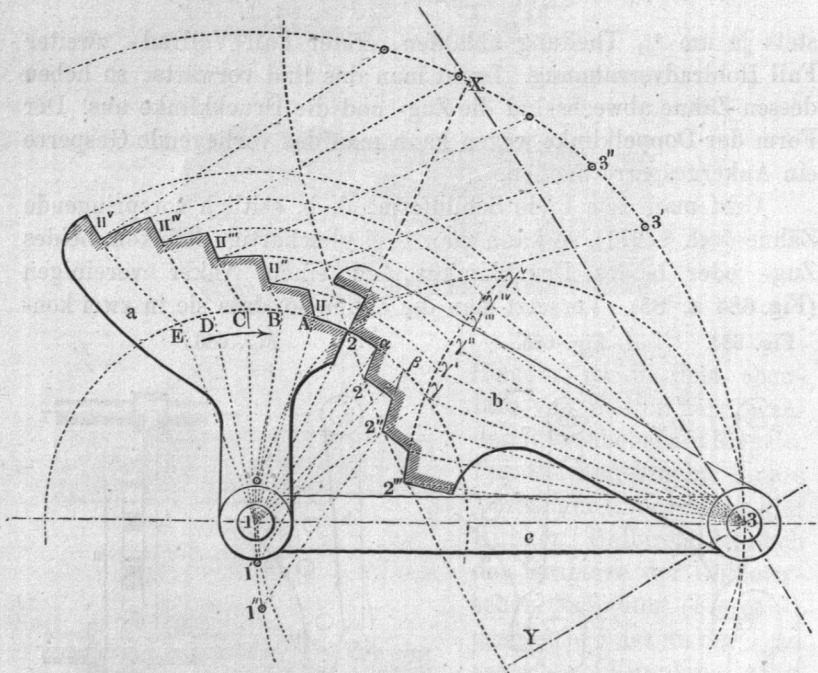
zentrischen Ringen abwechselnd aufeinander folgen, so lassen sich die beiden Zugklinken aus Fig. 684 oder die beiden Druckklinken aus Fig. 685 in je eine einzige Klinke verschmelzen (Fig. 686). Dieses Theilgesperre scheint neu.

§. 243.

Stufen- oder Staffelgesperre.

Zu einer sehr bemerkenswerthen Weiterbildung der Theilgesperre gelangt man, wenn man mehr als zwei Sperrklinken miteinander zu einem Stücke so verbindet, dass sie nach einander zur Wirkung kommen. In dem Gesperre *abc* (Fig. 687) habe bei 2 Sperrung mit tochter Verzahnung stattgefunden und werde durch Hebung der Klinke *b* gelöst. Dann kann das entsprechend an-

Fig. 687.



getriebene Sperrstück *a*, welches in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung in Gang kommt, durch einen zweiten Vorsprung 2' der Klinke wieder gesperrt werden. War die Flanke α 2' nach einem Kreisbogen aus 3 profilirt, so bewirkt eine weitere Hebung von *b* ohne Störung von *a* eine abermalige Auslösung und erneutes Fallen des Rades bis zum Zahn β 2'', dann abermals ein solches bis zur Flanke γ 2''', wobei die Punkte 2, α , β , γ auf einem Kreis

auf 1 liegen. So werden also durch allmähliches Heben von b drei einzelne Fortschreitungen von a eingeleitet. Der Winkel der jedesmaligen Fortschreitung von a heisse Fallwinkel, derjenige, um den b behufs einer Lösung gedreht werden muss, Lösungswinkel. Hier sind die Fallwinkel alle untereinander gleich gemacht, desgleichen die Lösungswinkel.

In der Stellung, wo 2 bei γ durch die Flanke $\gamma 2'''$ gesperrt wird, ist der Stützwinkel σ bereits so klein geworden, dass das Verfahren nicht wohl fortgesetzt werden kann. Will man indessen noch weitere Fortschreitungen erzielen, so kann man das Verfahren umgekehrt wiederholen, nämlich nunmehr die Flanke $\gamma 2'''$ wie vorher die 1. 2 behandeln, indem man an a hinter Flanke 2 noch weitere Zähne II, II', II'' u. s. w. anbringt, die beim ferneren Heben von b durch $2'''$ gesperrt werden. Todte Verzahnung ist leicht anzuwenden, die Figur zeigt alles Nöthige. Die Fallwinkel sind auch hier untereinander und den früheren gleich gemacht, desgleichen die Lösungswinkel. In dieser Weise sind bei unserem Mechanismus im Ganzen neun aufeinanderfolgende Sperrungen vorgesehen. Die Sperrflächen an b sind alle aus 2, die Scheitelflächen an a alle aus 1 beschrieben, die Sperrflanken an a mit dem Halbmesser $3.2''' = 3\gamma$, die Scheitelflanken an b mit demjenigen 1. 2.

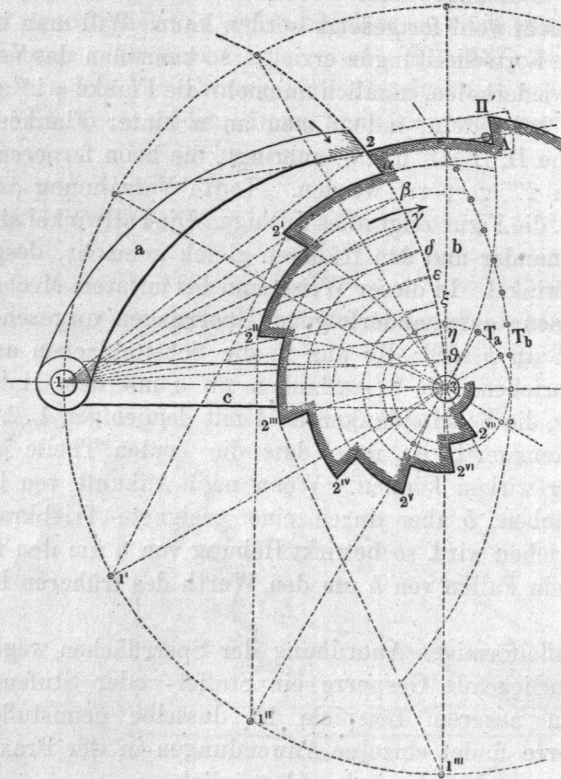
Bemerkenswerth ist nun, dass die beiden Theile a und b wechselseitig wirken können. Wenn nach Ankunft von II' nunmehr a gehoben, b aber durch eine geeignete Triebkraft nach links angetrieben wird, so bewirkt Hebung von a um den früheren Fallwinkel ein Fallen von b um den Werth des früheren Lösungswinkels.

Der staffelförmigen Anordnung der Sperrflächen wegen kann man das vorliegende Gesperre ein Staffel- oder Stufengesperre nennen. In unserem Beispiele ist dasselbe neunstufig. Das Staffelgesperre findet einzelne Anwendungen in der Praxis, viele nützliche Verwendungen sind noch möglich.

Fig. 688 (a. f. S.) zeigt ein Staffelgesperre mit ebenfalls konstantem Fall- wie Lösungswinkel. Das Sperrstück a , durch eine angemessene Kraft in der Pfeilrichtung gedrängt, zeigt Klinkenform, das sperrende Stück ist eine gezahnte Scheibe. Der Kreis 1. 2 durch 3; die Lösungswinkel an b sind $= 30^\circ$, die Fallwinkel an $a = 5^\circ$ gemacht. Das Gesperre ist bei den Schlagwerken der repetirenden Uhren in Gebrauch. Dort führt das sperrende Stück den Namen die Staffel, der Staffen, die Schnecke (Staffelschnecke könnten wir sagen). Der Arm a erhält in den Schlagwerken am Ein-

griffende meist die bei A punktierte Form. Interessant ist die Hauptform der Schnecke. Ihre ausspringenden Spitzen $2.2'.2'' \dots$ liegen, wenn die obigen Bedingungen erfüllt sind, in einer Pericycloide, und zwar in einer verkürzten; hier, wo $1.2 = 1.3$ ist, ist dieselbe insbesondere eine homozentrische Pericycloide*). In einer ebensolchen Kurve liegen die Spitzen der einspringenden Winkel.

Fig. 688.



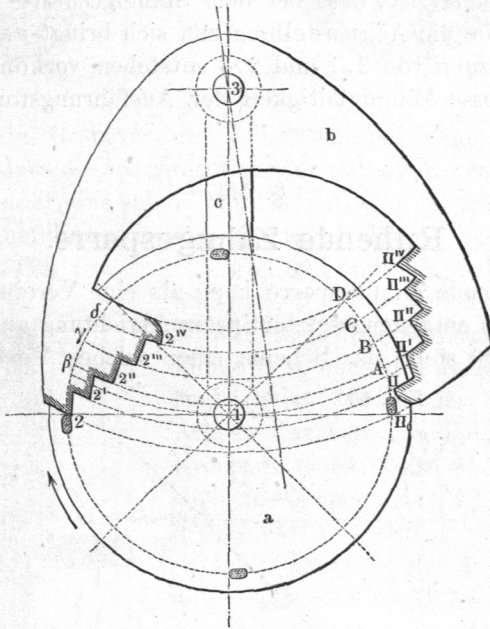
Die Kreise, bei deren gegenseitiger Wälzung diese Kurven beschrieben wurden, sind in die Figur eingetragen, Ta aus 1, Tb aus 3 beschrieben; ihre Halbmesser verhalten sich verkehrt wie die Fall- und Lösungswinkel. Bei stetiger Drehung der Stücke b und a würden die Kreise aufeinander rollen; bei der jetzigen Bewegungs-

*) Siehe wegen dieser vom Verf. vorgeschlagenen Bezeichnung: Reuleaux, theor. Kinematik. §. 24.

weise kommen Paare der in der Figur angedeuteten diskreten Punkte nach dem jedesmaligen Fallen in gegenseitige Berührung*).

Bei dem vorigen Staffelgesperre verhielten sich die Fall- und Lösungswinkel wie 1:2. Auch dort liegen die Zahnspitzen auf Cykloiden, und zwar die von a auf einer Pericycloide, die von b auf einer Hypocykloide. Der Berührungspunkt der erzeugenden Kreise fällt auf die verlängerte 3.1 ausserhalb der Figur. Da sich die Halbmesser der Kreise wie 1:2 verhalten und innere Berührung vorliegt, ist die Hypocykloide eine Ellipse. Ein Bogen derselben

Fig. 689.



ist in die Figur eingetragen; $3 X \dots$ und $3 Y \dots$ sind die Halbachsen. Hiernach würde die einfachste Form für die Zahnreihe an b erhalten, wenn man $1.2 = 1.3$ machte, indem für diesen Fall die Ellipse in einem Durchmesser des Grundkreises an b , hier die Gerade $\dots 3. X \dots$, übergehen würde.

Vereinigt man für ein und dasselbe Sperrstück zwei mehrstufige Sperrklinken, von denen die eine Zug-, die andere Druckklinge ist, so erhält man das ausgebildete Ankergesperre, Fig. 689.

*) Kinematisch gesprochen sind die Punktreihen Reihen von Polen; Polreihen würde man sie zu nennen haben.!

Hier kann man durch Hin- und Herführen des Ankers das Rad in absetzend fortschreitende Bewegung gelangen lassen, wie bei den Vorrichtungen in Fig. 682 bis 686. Der Anker ist 10 stufig, das Rad 3 zählig. Man erkennt in dem vorliegenden Getriebe den allgemeinen Fall, aus welchem die Ankergesperre Fig. 682 bis 686 abgeleitet werden können.

Interessante Probleme in grosser Zahl liessen sich noch hier anschliessen, u. a. solche, bei denen bei stetiger Drehung des sperrenden Stückes absetzende Drehung des gesperrten entsteht. In der Uhrmacherkunst gibt es Anwendungen derselben.

Einleuchtend ist, dass bei dem Staffelgesperre alle Abänderungen, welche die Achsenstellung mit sich bringt und welche bei Unendlichkeitsetzung von 2.1 und 2.3 entstehen, vorkommen können und eine grosse Mannigfaltigkeit der Ausführungsformen ermöglichen.

§. 244.

Ruhende Zahngesperre.

Das ruhende Zahngesperre kann als eine Vereinigung zweier laufenden von entgegengesetzter Sperrungsrichtung angesehen werden. Fig. 690 stellt das Schema einer solchen Verbindung dar.

Fig. 690.

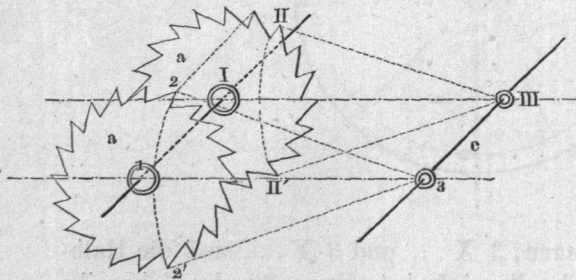
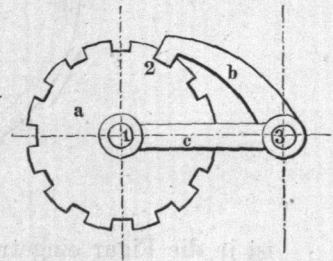


Fig. 691.



Von den vier Sperrungen bei 2, 2', II und II' können viermal je zwei entgegengesetzt sperrende Klinken- und Zahnpaare vereinigt werden, nämlich

$$\begin{array}{ll} 2 \text{ mit II,} & 2' \text{ mit II'} \\ 2 \text{ mit II',} & 2' \text{ mit II.} \end{array}$$

Die beiden ersten Verbindungen liefern identisch das bereits früher dargestellte ruhende Gesperre Fig. 691. Vermöge des Zusammenrückens der sperrenden Zahnflanken aus den beiden Zacken-

rädern erhalten die Zahnlücken ein schartenförmiges Profil; die Sperrklinkenendung wird eine Art Zinke, welche in die Scharte eingreift; auch die Radzähne erhalten Zinkenform. Man kann

Fig. 692.

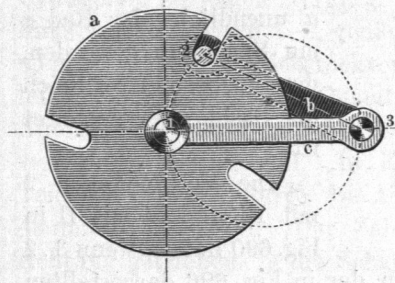
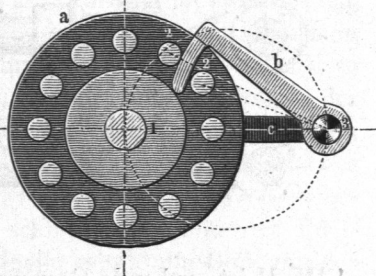


Fig. 693.



dieses ruhende Gesperre ein Schartengesperre nennen. Festzuhalten ist, dass die Sperrung sicher erzielt wird, wenn man todte Verzahnung, oder eine solche mit $(90 - \sigma) < \varphi$ (§. 237) anwendet. Mancherlei Ausführungsformen bieten sich dar.

Fig. 694.

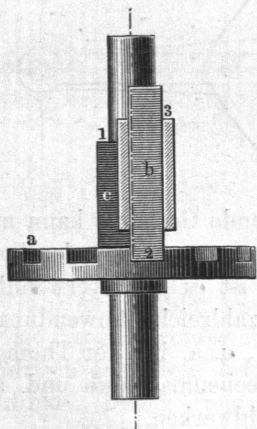
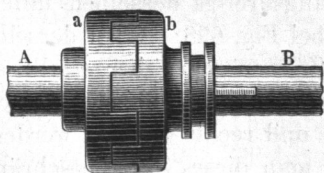


Fig. 692 und 693 stellen zwei Abänderungen des Schartengesperres dar. Die Unterscheidung von Zug- und Druckklinke fällt weg, weil die Klinke beides zugleich ist. Wird der Abstand der Achsen 1 und 3 unendlich, so geht die Klinke in einen Riegel über. Fig. 694 stellt das Gesperre dar, welches sich bei geschränkten Achsen ergibt. Das Rad wird ein Kronrad; der Riegel könnte auch mehr als eine Zinke haben*).

Ein anderes Schartengesperre mit unendlich weit auseinander liegenden Achsen 1 und 3 ist der in Fig. 695 (a. f. S.) dargestellte Stellfallen - Mechanismus,

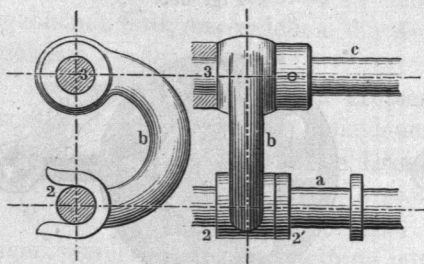
*) Dieses Schartengesperre erkennen wir wieder in der gewöhnlichen



Zahnkupplung, welche nebenstehende Figur darstellt. Die Welle A trägt das Kronrad a, die Kupplungshälfte b ist der Riegel; die Welle B vertritt, indem sie gegen A mittelst eingreifenden Zapfens drehbar ist und die Führung für b an sich trägt, das Verbindungsstück c.

der dazu dient, die Achsen ausrückbarer Räder an Windwerken, Drehbänken und anderen Maschinen in der einen oder anderen

Fig. 695.



Stellung an Längsverschiebungen zu hindern. Hier ist der Halbmesser *a* unendlich, das Rad *a* ein Sperrstab geworden, der insbesondere noch als Drehkörper gestaltet ist.

Die Verbindungen 2 mit II' und 2' mit II in Fig. 690 liefern, wenn 3. 2 = III. II ist, ruhende Gesperre von der in Fig. 696 dargestellten Art. Die Klinke ist in einen Cylinderausschnitt übergegangen; sie wirkt stets mit Druck, bei der Abänderung Fig. 697 dagegen

Fig. 696.

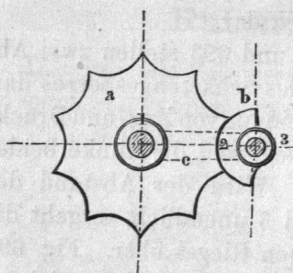
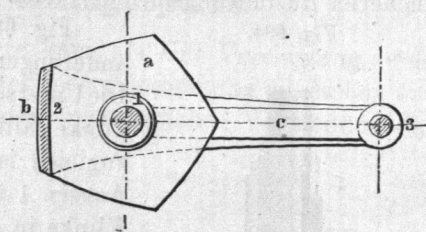


Fig. 697.



immer mit Zug. Das sich ergebende ruhende Gesperre kann man der Klinkenform wegen ein Cylindergesperre nennen. In der Form

Fig. 698.

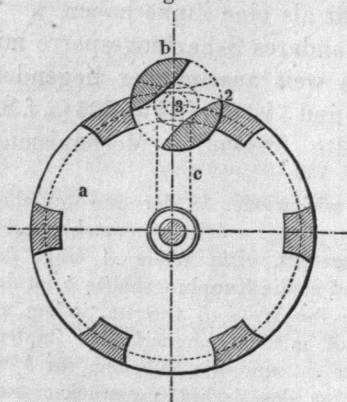
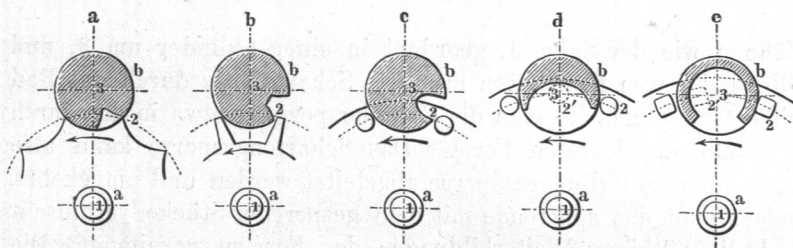


Fig. 696 ist es sehr verwendbar und hat zahlreiche Anwendungen gefunden, u. a. bei der Thomas'schen Rechenmaschine und anderen Zählwerken.

Der Ausschnitt des Cylinders *b* kann auch ganz innerhalb des Umfangskreises desselben fallen, wie bei Fig. 698. Wird derselbe den Zähnen gegenübergestellt, so kann das Rad beliebig weit nach links und rechts gedreht werden. Will man dieses Spiel beschrän-

ken, z. B. auf eine Theilung begrenzen, so kann dies durch entsprechende Gestaltung der Cylinderscharte geschehen, u. a. so, wie es in Fig. 699 *a* gezeigt ist. Die Verzahnung des Rades *a* braucht hierbei mit ihren Profilen nicht unbedingt den Kreisprofilen des Cylinders *b* zu folgen (vergl. §. 237); die Stützung an zwei Stellen, links und rechts von 1. 3, genügt, siehe bei *b*; demnach kann man auch dem Rade *a* Triebstockverzahnung geben, wie bei *c*. Diese letztere Figur zeigt die Gestaltung, welche der Scharte bei der Anordnung Fig. 698 zu geben ist, wenn der Spielraum des Rades *a* verkleinert werden soll. In Fig. 699 *d* geht der Theilkreis des Triebstockrades *a* durch die Achse 3; die Cylinderscharte ist bedeutend vergrößert. Der Zahn 2 schlüpft, wenn in der Pfeilrichtung getrieben, in die Scharte hinein, sobald die Oeffnung der letzteren ihm zugewendet wird; er trifft sodann das Hohlprofil der Scharte, kann aber nach der anderen Seite erst hinausschlüpfen, sobald die Schartenöffnung dorthin gewendet wird. Es findet somit eine Art Theilsperrung statt.

Fig. 699.

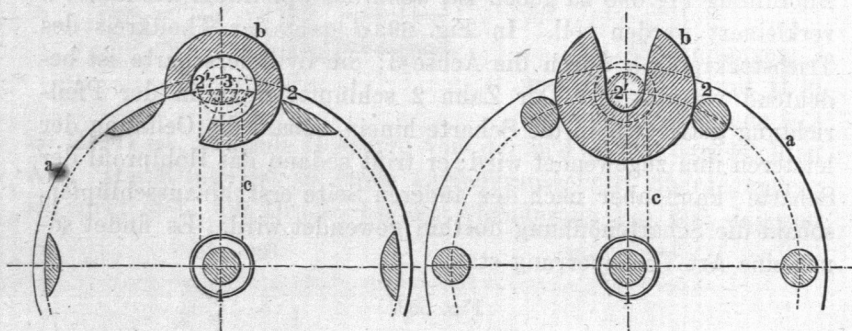


Ganz ausgebildet erscheint diese bei der Einrichtung Fig. 699 *e*. Hier ist das Schartenprofil innerhalb *b* konaxial dem Aussenprofil cylindrisch gestaltet, d. i. so, wie das in Fig. 697 besprochene der Zugklinke. Druck- und Zugklinke sind also hier vereinigt angewandt. Der Zahn 2 tritt, wenn ihm die Schartenöffnung zugekehrt wird, nach 2' an die innere Sperrfläche, und rückt von da um den Rest der Theilung weiter, wenn die Scharte nach links gewendet wird. Soll dieses Theilgesperre spielfrei werden, so müssen die beiden ausserhalb des Cylinders diesem zunächst liegenden Radzähne den Cylinder berühren, Fig. 700 (a. f. S.). Wird auch noch verlangt, dass die Theilung der Sperrung eine genaue Halbierung sein soll, so ist der Theilungsbogen, welcher der Zahndicke am Rade *a* entspricht, gleich dem von der Hohlscharte abgeschnitte-

nen Theilkreisbogen zu machen. Wird Spielraum gestattet, so fällt die Zahndicke geringer aus*).

Wenn wir nunmehr, nach Betrachtung verschiedener Gestaltungen des Cylindergesperres, dasselbe nochmals mit dem Schartengesperre, z. B. dem in Fig. 692 dargestellten vergleichen, so wird ersichtlich, dass wir das zweite auch aus dem ersten hätten ableiten können. Gäbe man der Klinke *b* in Fig. 692 eine Reihe von

Fig. 700.



Zähnen wie der Zahn 2, geordnet in einen Cylinder um 3, und führte die vom Kreisbogen profilirte Scharte an *a* durch das Rad hindurch, so erhielte man die Cylindersperrung etwa in der durch Fig. 698 angedeuteten Form. Das Schartengesperre kann also auch aus dem Cylindergesperre abgeleitet werden und umgekehrt, indem man das sperrende mit dem gesperrten Stücke vertauscht und die nöthigen Weiterbildungen der Formen vornimmt. Die Vertauschbarkeit der beiden Stücke kann auch in der vollständigen Gleichheit beider ihren Ausdruck finden, wie in dem in Fig. 701 dargestellten Falle**).

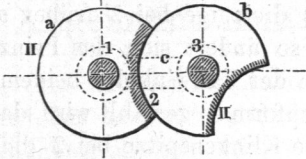
Bei den höheren Achsenstellungen lässt sich das Cylindergesperre in verschiedene recht brauchbare Formen bringen, von denen einige angeführt werden mögen. Bei rechtwinkliger Schränkung der Achsen kann man den Sperrcylinder in eine von Plan-

*) Vergleicht man mit dem vorliegenden Theilgesperre das in Fig. 682 dargestellte, so bemerkt man eine ähnliche Bildung. Die cylindrische, tote Verzahnung bei 2 Fig. 682 ist hier, Fig. 699, zu einem überstumpfen Winkel ausgedehnt; desgleichen die hohlcyllindrische bei 2'; Druckklinke bei 2, Zugklinke bei 2'; der Umfassungsbogen 2, 2' ist hier sehr klein gemacht; die Halbmesser beider sind dagegen dort gleich, hier verschieden; ausserdem die Sperrung hier ruhend, dort laufend.

***) Vergl. dieses Gesperre mit dem laufenden Gesperre Fig. 671.

kegeln begrenzte Scheibe überführen, Fig. 702; dieses Plankegelgesperre ist u. a. angewandt von Thomas in seiner Rechenmaschine, wo von dem Rade *a* nur ein einziger Zahn zur Ausführung gebracht ist.

Fig. 701.



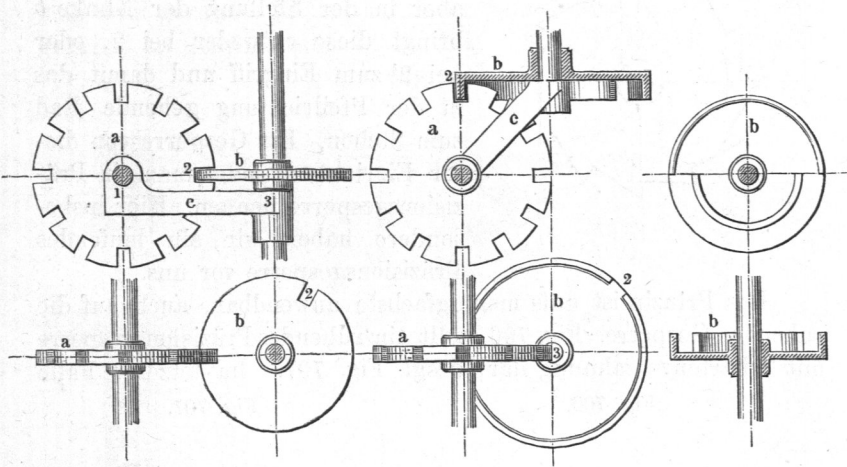
Aus dem Globoidräderwerk Klasse III (vergl. §. 224 zu Ende) geht das Gesperre Fig. 703 hervor; sperrend wirkt ein cylindrischer Ring mit Scharte. Fig. 704 zeigt, wie man auf dieser Grundlage ein Theilgesperre bilden kann.

Von den sämmtlichen vorliegenden ruhenden Gesperren, bei welchen das sperrende Stück ein Drehkörper mit Ausschnitt ist, gilt noch eine hervorzuhebende Eigenthümlichkeit. Es ist die, dass man aufeinanderfolgende Auslösungen sowohl bei stetiger Drehung

Fig. 702.

Fig. 703.

Fig. 704.



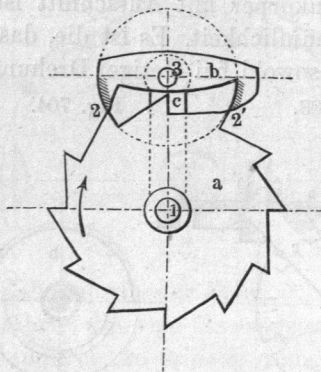
oder Fortdrehung, als auch bei hin- und hergehender Drehung, Wendedrehung oder Kehrdrehung wie man sagen kann, hervorzubringen im Stande ist. Wäre also die Aufgabe gestellt, von einer sich fort-drehenden Welle aus das Lösen eines der vorliegenden Gesperre zu bewirken, so brauchte man dieselbe nur unmittelbar mit dem Sperrcylinder zu kuppeln; stände dagegen nur eine schwingende Bewegung eines Maschinentheiles zur Verfügung, so würde auch mit dieser die Aufgabe erfüllbar sein, indem man nur *b* durch sie mit genügender Schwingungsweite um die Achse 3 hin- und herzdrehen hätte. Von beiden Formen der Auslösung macht die Praxis ausgiebigen Gebrauch.

§. 245.

Präzisionsgesperre.

Denkt man sich das laufende Gesperre, Fig. 682, so abgeändert, dass nach Lösung der Sperrung bei 2 diejenige bei 2' früher als nach einer halben Theilung eintritt, so ändert sich das Prinzip nicht. Wohl aber geschieht dies, wenn der Fallwinkel δ beidemale bis auf Null vermindert, d. h. die Klinkenform so gewählt wird, dass im Augenblick des Auslassens bei 2 die Klinkenspitze bei 2' dicht über dem Zahnspitzenkreise steht,

Fig. 705.



über dem Zahnspitzenkreise steht, Fig. 705. In diesem Falle kann das rückwärts betriebene Rad *a* an beiden Klinkenspitzen vorbeigedreht werden. Jede kleine Ungenauigkeit aber in der Stellung der Klinke *b* bringt diese entweder bei 2, oder bei 2' zum Eingriff und damit das in der Pfeilrichtung gehende Rad zum Stehen. Ein Gesperre von dieser Einrichtung kann man ein Präzisionsgesperre nennen. Hier insbesondere haben wir ein laufendes Präzisionsgesperre vor uns.

Das Prinzip ist aufs mannigfachste anwendbar, auch auf die ruhenden Gesperre. Fig. 706 stellt ein ruhendes Präzisionsgesperre mit Schartenverzahnung dar, desgl. Fig. 707. Im letzteren Falle

Fig. 706.

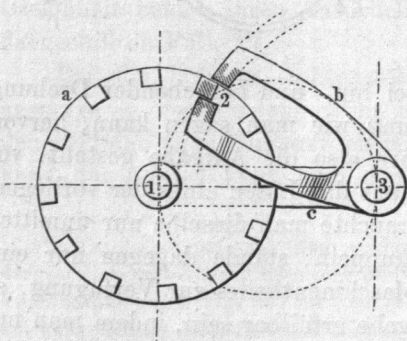
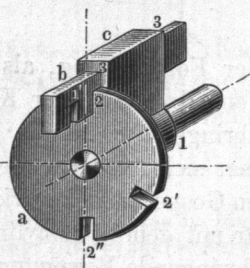


Fig. 707.



ist die Klinke in einen Riegel übergegangen, dem hier mehrere aufeinanderfolgende Scharten gegeben sind. Die praktischen An-

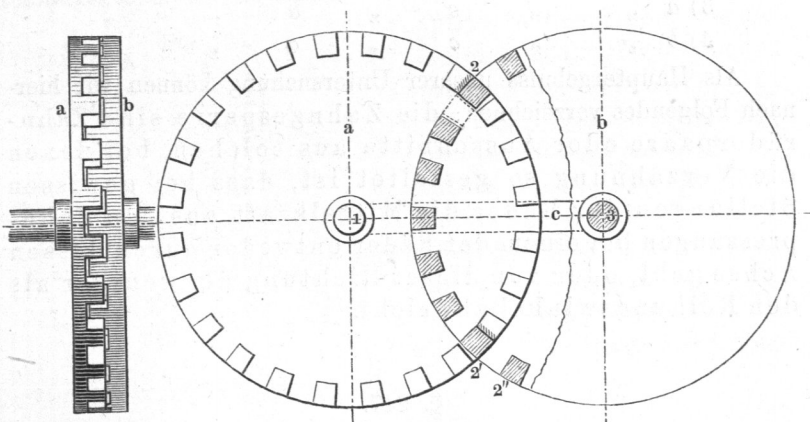
wendungen der Präzisionsgesperre sind zahlreich; wir kommen weiter unten auf dieselben zurück.

§. 246.

Allgemeine Auffassung der Zahngesperre.

Mehrere der bis hierhin betrachteten Gesperrformen, bei welchen das gesperrte und das sperrende Stück bis zur Uebereinstimmung ähnlich erschienen oder gar wirklich vertauschbar und thatsächlich wechselwirkend auftraten, deuten darauf hin, dass es noch eine allgemeinere als die besprochenen Formen geben mag, aus welcher diese letzteren durch besondere Ausbildung hervorgehen, und in welcher der Unterschied zwischen sperrendem und gesperrtem Stück an sich nicht bleibend ist. In der That kann man zwei gezahnte Räder, und zwar Schildräder (§. 211) drehbar gelagert an gemeinsamem Stege, Fig. 708, so einrichten, dass sie

Fig. 708.



bei geeigneter Verzahnung völlig gegenseitig als sperrende und gesperrte Stücke wirken. In unserer Figur ist als Beispiel ein ruhendes Schartengesperre gewählt. Rad *b* sperrt Rad *a* bei 2 wie bei 2' in der gezeichneten Lage; wird es aber um den halben Theilungswinkel gedreht, so lässt es *a* frei. Wird darauf aber *a* wie eine beliebige ungerade Zahl von halben Theilungswinkeln gedreht, so sperrt *a* das Rad *b*. Beide Male haben wir zugleich ein Präzisionsgesperre vor uns, und zwar eines von der Art, welche bei Fig. 706 erklärt wurde. Die Theilgesperre mit ankerförmiger

Klinke ergeben sich auch leicht; es wird deutlich, dass der Anker nicht sowohl vermöge eines Kunstgriffes durch Vereinigung zweier Gesperre gebildet werden muss, sondern so in dem allgemeinen Problem vorgebildet daliegt. Zackenverzahnung, Schartenverzahnung, Staffilverzahnung, auch gemischte, alle sind anwendbar und führen zu den einzelnen Gesperrarten; immer ist darauf zu achten, dass in den Sperrungslagen die Zahnform solche Krafrichtungen bedingt, dass das zu sperrende Stück das sperrende nicht drehen kann. Zwischenformen ergeben die „hebende“ Wirkung (§. 237). Einleuchtend ist auch, dass das sperrende Stück unter Umständen eine Kehrdrehung, unter anderen Umständen eine Fortdrehung haben kann.

Da auch hier, wie oben §. 235 gezeigt worden, bei fest aufgestelltem Rade der Lenker *e* gesperrtes Stück wird, so kann die vorliegende Kombination von Theilen auf vier Arten zu einem Gesperre gemacht werden, nämlich:

- 1) *c* fest aufgestellt, *a* gesperrtes, *b* sperrendes Stück
- 2) *c* „ „ *b* „ *a* „ „
- 3) *a* „ „ *c* „ *b* „ „
- 4) *b* „ „ *c* „ *a* „ „

Als Hauptergebniss unserer Untersuchung können wir hienach Folgendes verzeichnen: die Zahngesperre sind Zahnradpaare oder Ausschnitte aus solchen, bei denen die Verzahnung so gestaltet ist, dass bei gewissen Stellungen der Räder die Mittelkraft aus den Zahnpressungen bei einem der Räder entweder durch dessen Achse geht, oder von dieser Richtung um weniger als den Reibungswinkel abweicht.

§. 247.

Abmessungen der Gesperrtheile.

Die Mannigfaltigkeit in der Gestaltung der Zahngesperre ist so gross, dass die Bestimmung ihrer Abmessungen nicht füglich in enge Regeln gebracht werden kann. Durchweg kann bei der besonderen Ermittlung übrigens auf bereits Besprochenes zurückgegriffen werden. Für die Sperräder geben die Zahnäder den nöthigen Anhalt, namentlich die Räder mit Daumenverzahnung, §. 212. Das stossartige Aufsetzen der Klinken ist zu berücksich-

tigen; dies gilt auch hinsichtlich der Bestimmung der Zapfendicken. Häufig erhalten die Klinken ein gebogenes Profil; sie sind dann auf zusammengesetzte Festigkeit, s. §. 18, beansprucht. Bei oft auszurückenden Sperrklinken ist die Anwendung von Stahl an den Sperrflächen empfehlenswerth und ist jedenfalls auf Kleinhaltung des Flächendruckes hinzuwirken.

§. 248.

Laufende Reibungsgesperre.

Mechanismen, welche geeignet und bestimmt sind, die Fortschreitung bewegter Körper durch Reibung zu mässigen, heissen Bremsen oder Bremswerke. Sind solche so eingerichtet, dass nach ihrer Ansetzung der aufzuhaltende Körper vollständig durch die Reibung behindert wird, die Bewegung zu machen, in welche die auf ihn wirkenden Kräfte ihn zu versetzen streben, so sind sie Reibungsgesperre. Auch hier können laufende und ruhende Gesperre unterschieden werden

(vergl. §. 235). Wir betrachten zunächst die ersteren.

Fig. 709.

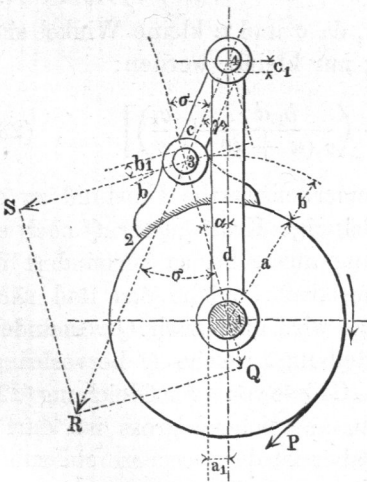


Fig. 709 stellt ein laufendes Reibungsgesperre für parallele Achsen dar. An demselben wird durch den Sperrbacken b , sobald derselbe nur anliegt, Reibung hervorgebracht, wenn das Rad in der Pfeilrichtung abzulaufen beginnt, indem der Backen die Klinke c mitzunehmen sucht und die Klinke nach 4 hin presst. Die radiale Komponente Q der in der Richtung 4.3 wirkenden Pressung drückt den Backen b an. Es entsteht

die tangentielle Seitenkraft S , welche wir uns zusammengesetzt denken können aus den mit ihr gleichgerichteten Kräften S_1 und S_2 , welche den Reibungen bei 1 und bei 2 das Gleichgewicht halten. In 3 greifen aber zwei entgegengerichtete Kräfte S_3 und S_4 an,

welche vermöge der Reibungen bei 3 und 4 entstehen. Das Moment M der vier Reibungen ist: $M = (S_1 + S_2 - S_3 - S_4) (a + b)$. Hierin ist bei den eingeschriebenen Winkelbezeichnungen, und wenn $1.2 = a$, $2.3 = b$, $3.4 = c$, $4.1 = d$, und wenn a_1 , b_1 und c_1 noch die bezüglichen Zapfenhalbmesser sind, $S_1 = Qf a_1 : (a + b)$, $S_2 = Qf a : (a + b)$, $S_4 = Rf c_1 : c \cos \sigma = (Qf : \cos \sigma) c_1 : c \cos \sigma$ und $S_3 = S_4 (b_1 : c_1) (d\alpha + d\gamma) : d\gamma$. Es ist aber $(a + b) \sin \alpha = c \sin \gamma$. Hiermit kommt $S_3 = (Rf b_1 : c \cos \sigma) d : (a + b) \cos \alpha = (Qf : \cos \sigma) (b_1 : c \cos \sigma) d : (a + b) \cos \alpha$. Man hat hiernach für M :

$$M = Qf \left(\frac{a + a_1}{a + b} - \frac{1}{\cos^2 \sigma} \frac{b_1 d}{c (a + b) \cos \alpha} + \frac{c_1}{c} \right) (a + b).$$

Die Kraft P , welche das Rad a in der Pfeilrichtung, bei 2 angreifend, zu drehen strebt, möge durch ein Kräftepaar hervorgerufen sein. Dann folgt für $M = Pa$:

$$\frac{Pa}{a + b} = Qf \left[\frac{a + a_1}{a + b} - \frac{1}{\cos^2 \sigma} \left(\frac{b_1 d}{c (a + b) \cos \alpha} + \frac{c_1}{c} \right) \right]$$

Nun ist aber Q eine Funktion von P und zwar hat man $Pa : (a + b) = Q \operatorname{tg} \sigma^*$. Dies einsetzend erhält man:

$$\sin \sigma \cos \sigma - f \sin \sigma \frac{a + a_1}{a + b} = f \left[\frac{a + a_1}{a + b} - \frac{b_1 d}{c (a + b) \cos \alpha} + \frac{c_1}{c} \right]$$

und mit genügender Annäherung, da σ und α kleine Winkel sind, die mit zunehmender Anpressung nur kleiner werden:

$$\sin \sigma \leq f \left[\frac{a + a_1}{a + b} - \left(\frac{b_1 d}{c (a + b)} + \frac{c_1}{c} \right) \right] \quad \dots \quad (233)$$

Hierbei ist noch folgender bemerkenswerthe Umstand zu erwähnen. Wird durch eine unabhängige Kraft ausser Q noch ein Normaldruck N auf den Radumfang ausgeübt, so vermindert die Reibung Nf die treibende Umfangskraft, welche das Rad rückwärts zu treiben strebt, demzufolge wird aber auch Q vermindert. Soll nun Aufhaltung durch die Reibung, welche Q hervorbringt, eintreten, so muss nach wie vor die Grösse von σ der Gleichung (223) entsprechen. Nur wenn N allein ausreichend gross ist, darf Q auch Null sein; in solchem Falle aber ist das Gesperre ein ruhendes, und kein laufendes; die Zufügung von N ist also nutzlos.

Der Klinkendruck R fällt sehr gross aus. Man erhält nämlich: $R = Q : \cos \sigma$, woraus annähernd:

*) Das Moment der der Kraft P gleichgewordenen Reibungen bei 2 und 1 ist nämlich $= P (a + a_1) - Pa_1 = Pa$.

$$R = \frac{Pa}{(a + b) \sin \sigma} \dots \dots \dots (234)$$

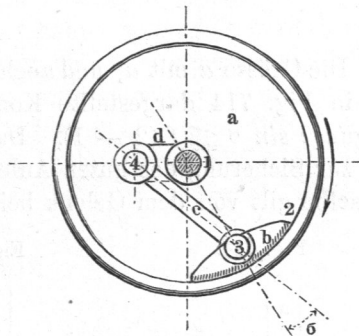
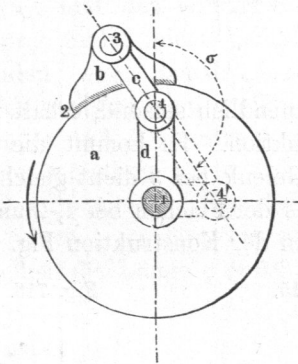
Beispiel. $a = 360$, $a_1 = 40$, $b = 50$, $b_1 = 15$, $c = 300$, $c_1 = 15$ mm, f an allen vier Stellen*) $= 0,10$, gibt zunächst annähernd $d = a + b + c = 710$ und damit $\sin \sigma \leq 0,10$ ($400 : 410 - (15 : 300)$) ($710 : 400 - 15 : 300$), woraus $\sin \sigma \leq 0,084$, was nahe $4\frac{5}{6}^\circ$ entspricht. Der Sicherheit halber wählen wir $\sigma = 4\frac{1}{2}^\circ$, d. i. $\sin \sigma = 0,0787$ und haben noch $R = P(360 : 410) : 0,1787 \sim 11,18$ P. Die Länge d wird nur wenig kleiner als $a + b + c$.

Wie man sieht, fallen die Verhältnisse ungünstig aus. Von der Abhülfe weiter unten.

Die Klinke c kann auch nach dem Innern des Rades hin gerichtet sein, Fig. 710, wobei σ ein stumpfer Winkel wird. Dabei kann die Klinkenachse statt nach 4 auch nach 4' oder darüber

Fig. 710.

Fig. 711.



hinaus in die Verlängerung von 3.4 verlegt werden; die Klinke wird hier eine Zugklinke. Ist a ein Hohlrad, so erhält man die in Fig. 711 dargestellte Einrichtung, bei welcher die Klinke wieder auf Druck beansprucht wird.

Bemerkenswerth sind die Fälle, in welchen eine oder mehrere der Drehachsen in unendliche Ferne rücken. Fig. 712 (a. f. S.) stellt den Fall dar, in welchem die Klinkenlänge c und damit sowohl d als c_1 unendlich gesetzt erscheint. Hier verlangt Gleichung (233) für den Stützwinkel: $\sin \sigma \leq f [(a + a_1) : (a + b) - b_1 : (a + a_1) - 1]$. Die Lösung wird unmöglich, wenn a_1 klein, z. B. $= b$; das Ganze erzeugt sich also als unpraktisch.

*) Will man unterscheiden, so hat man für S_1, S_2, S_3 und S_4 verschiedene Koeffizienten f_1, f_2, f_3, f_4 einzuführen.

Macht man den Arm a unendlich, so muss auch a_1 unendlich werden, und man erhält die Anordnung Fig. 713. Das Rad ist in einen Sperrstab übergegangen. Die Bedingung für die Sperrung wird: $\sin \sigma \leq f [2 - \frac{1}{2} (b_1 : c) - (c_1 : c)]$, eine gut verwirklichte Forderung.

Fig. 712.

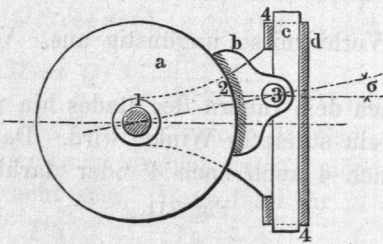
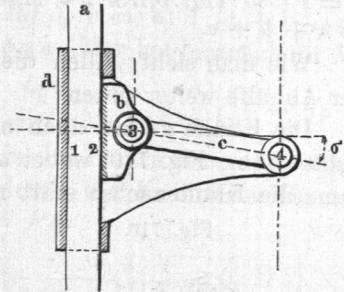


Fig. 713.



Die Grösse a mit a_1 und auch c unendlich setzend, erhält man die in Fig. 714 dargestellte Konstruktion. Es kommt die Bedingung: $\sin \sigma \leq f (2 - 1)$. Das Gelenk bei 3 dient gleichsam nur zur Sicherung des guten Anlegens der Flächen bei 1, 2 und 4. Dasselbe gilt von dem Gelenk bei 4 in der Konstruktion Fig. 715,

Fig. 714.

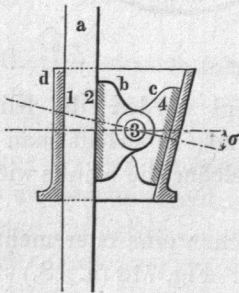


Fig. 715.

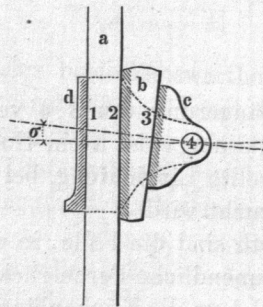
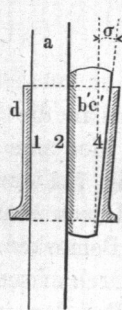


Fig. 716.



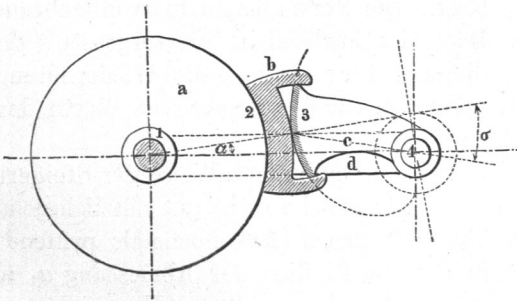
wo a, a_1, b_1, c und d unendlich, b aber, als der Unterschied zwischen zwei unendlichen, aber verschieden gerichteten Längen a und b_1 wieder endlich wird. Man erhält demzufolge aus (244) die Bedingung: $\sin \sigma \leq f (2 - 1)$. Wegen Erlässlichkeit des Gelenkes könnte man die beiden Konstruktionen auch in die vereinfachte Fig. 716 überführen. Der Sperrschuh ist in einen keilförmigen

Riegel übergegangen, wie schon in Fig. 715, sodann die Zahl der Stücke auf drei vermindert (siehe übrigens den folgenden §.).

Die gefundenen Beziehungen sind nicht besonders günstig für das untersuchte Gesperre; sie zeigen, dass man bei der Wahl der Abmessungen mit besonderer Sorgfalt verfahren und u. a. auf die Formänderungen unbedingt Rücksicht nehmen muss, welche die Theile bei grossem P erleiden. Wie das obige Beispiel erkennen lässt, ist die Kleinheit des Stützungswinkel σ bedenklich. Ergab sich doch die Länge d daselbst nur um etwa 1 mm kleiner, als $a + b + c$. Nun wird aber durch die Pressungen Q und R eine Dehnung von d und eine Kürzung von a , b und c bewirkt. Bei $P = 200$ kg berechnen sich diese Formänderungen bei gewöhnlicher Konstruktionssicherheit zusammen etwa auf $\frac{1}{2}$ mm. Gesellt sich hierzu noch eine kleine Abnützung, so geht σ leicht auf Null und das Gliederwerk bc schlägt durch die Zentrale, Sperrung findet nicht mehr statt. Hiergegen sind Mittel anzuwenden, wenn das Gesperre überhaupt benutzbar werden soll.

Als wirksam kann geeignete Annahme der numerischen Grösse von a_1 , c und d benutzt werden, um wenigstens die Abnützung weniger schädlich zu machen. Indessen ist dieses Mittel doch selten willkommen. Nur bei dem Stabgesperre Fig. 713 ist es nicht schwer, von ihm Gebrauch zu machen; man wähle also bei demselben die Länge c recht gross.

Fig. 717.

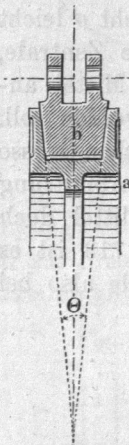


Sodann wird man auf Mittel sinnen müssen, das Durchschlagen des Gestänges zu verhüten. Dies kann gelingen, wenn man bei 3 statt des runden Zapfens zwischen die Klinke und den Backen einen geeigneten Zahn- oder Kurvëneingriff einschaltet, siehe Fig. 717. Gibt man dem Backen aussen Kreisprofil aus 1 und der Klinke Evolventenprofil, abgewickelt von einem Kreise aus 4 vom

Halbmesser $d \sin \alpha$, so bleibt σ trotz eintretendem elastischen Nachgeben der Theile und entstehender Abnützung nahezu konstant. Der zu erwartenden Vergrößerung von 1.4 wegen möge man die Halbmesser des Grundkreises der Evolvente noch um ein Geringes grösser wählen als $d \sin \alpha$. Die Konstruktion scheint neu. Noch andere Abänderungen von ähnlichem Erfolge bieten sich dar, vergl. den folgenden §.

Man kann auch sein Augenmerk auf den Koeffizienten f , d. h. dessen Steigerung bei 2 richten. Hinsichtlich der Materialien ist wenig zu thun, da Holz selten anzuwenden, auch Schmierung der reibenden Flächen in der Regel unerlässlich sein wird. Dagegen

Fig. 718.



kann man durch Anwendung von Keilprofil an Backen und Radkranz, s. Fig. 718, bedeutend helfen (vergl. die Keilräder, §. 196). Statt der Koeffizienten f tritt der Werth $f : \sin \frac{1}{2} \Theta$ ein. Bei dem Keilwinkel $\Theta = 60^\circ$ gibt dies $2f$, bei $\Theta = 30^\circ$ nahe $4f$, was wesentlich in Betracht kommen kann*). Vereinigt man noch diese Methode mit der vorigen, so gelangt man zu recht gut anwendbaren Verhältnissen.

Weiterhin kann auch auf Herabziehung der Kraft R gewirkt werden, um die Formänderungen zu vermindern. Dies kann dadurch geschehen, dass man statt eines einzigen Gesperres zwei oder mehr von derselben Gattung auf dasselbe Sperrstück wirken lässt. Die Praxis macht hiervon Gebrauch, s. folg. §. Doch ist auch nicht zu vergessen, dass die Bedingung für σ durch die Wiederholung nicht geändert wird, indem in ihr der numerische Werth der Sperrkraft P nicht vorkommt.

Endlich steht noch eine andere Weise der Steigerung der Gesperrwirkung zu Gebote, welche recht gut nützlich gemacht werden kann. Geht man auf Formel (223) nochmals prüfend zurück, so erkennt man in ihr den Einfluss der Abmessung a_1 als ungefähr ebenso wirksam wie den von a selbst. Vergrössert man also a_1 bis auf nahezu den Werth von a , s. Fig. 719, so steigert man dadurch beträchtlich den Minimalwerth von σ . Freilich tritt dann das Hinderniss ein, dass nunmehr die Zapfenreibung bei 1 auch beim Leergang und Vorwärtsgang stark hinderlich auftritt. Dies

*) Man beachte übrigens die Anmerkung S. 633.

aber kann man umgehen, wenn man die Scheibenachse besonders lagert und den Mechanismus um die entsprechenden Theile bereichert, etwa wie in Fig. 720 dargestellt ist. Beim Bestreben des

Fig. 719.

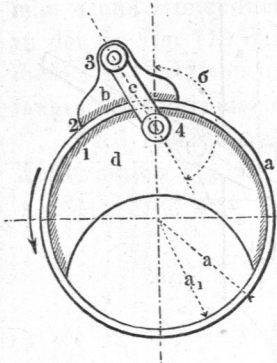
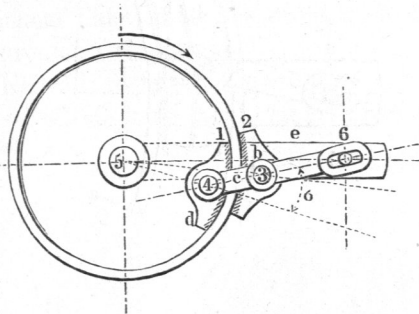
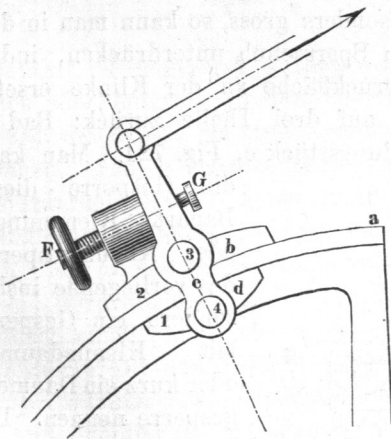


Fig. 720.



Rücklaufs von a werden die Stücke b und d nun gegen den Radkranz a von aussen und von innen gepresst. Winkel σ kann nun ungefähr doppelt so gross genommen werden, als bei der früheren Anordnung, alles

Fig. 721.



Uebrige gleichwerthig vorausgesetzt. Eine praktisch benutzte Form dieses Gesperres zeigt Fig. 721, an Sägegattern angewandt; die Schraubenvorrichtung FG dient zur Einstellung des Spieles des Hebels c^* . Macht man $a_1 > a$, so kommt man auf die in Fig. 722 (a. f. S.) dargestellte Einrichtung, welche auch anwendbar sein möchte. Wird aus dem Rad- in das Stabgesperre übergegangen,

so erhält man die Konstruktion Fig 723 (a. f. S.). Auf dieses Gesperre mit Doppelbacken kommen wir noch zurück.

*) S. Goodeve, El. of mechanism, London 1860, p. 49.

Es bedarf nur der Erwähnung, dass das Backengesperre auch für die höheren Achsenstellungen anwendbar ist; es hat auch für dieselben Anwendung gefunden.

Fig. 722.

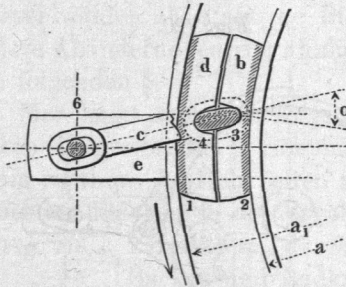
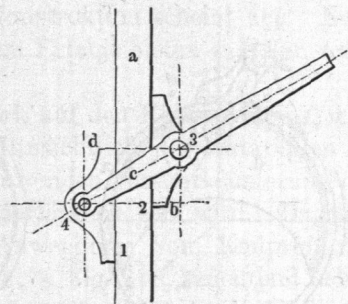


Fig. 723.

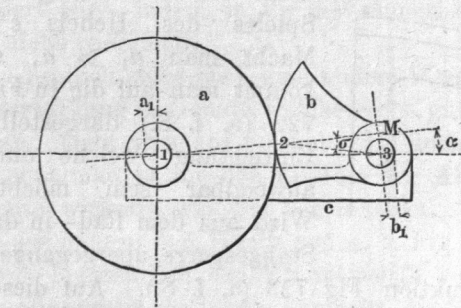


§. 249.

Laufende Klemmgesperre.

Ist die Sperrkraft nicht besonders gross, so kann man in dem laufenden Backengesperre den Sperrschuh unterdrücken, indem man ihn durch eine ballige Druckfläche an der Klinke ersetzt. Der Mechanismus geht dann auf drei Theile zurück: Rad *a*, Klinke *b*, Gestell oder Verbindungsstück *c*, Fig. 724. Man kann

Fig. 724.



die Gesperre dieser Bauart Klemmungs- oder Klemmgesperre, das vorliegende insbesondere ein Gesperre mit Klemmdaumen oder kurz ein Daumengesperre nennen. Die Bedingung für den Stützwinkel σ ist aus dem Früheren

leicht abzuleiten. Man erhält gemäss den hier beigeschriebenen Beziehungen:

$$\sin \sigma \leq f \left(\frac{a + a_1}{a} - \frac{b_1}{b} \right) \dots \dots \dots (235)$$

Als zweckmässiges Profil für den Daumen ergibt sich nach dem, was bei Fig. 717 erörtert wurde, die Evolvente zum Grundkreis $c \sin \alpha$ aus 3. Wir können dasselbe sehr wohl durch einen Kreisbogen aus M annähern, wobei $3.M \perp 1.M \dots$ ist. Lässt man a und c unendlich werden, so gelangt man hier unmittelbar zu der in Fig. 712 dargestellten Sperrung (das gerade Profil 2 ist dann Evolvente von unendlichem Fahrstrahl, das Profil 3 ein Umfangsstück eines unendlich grossen Cylinders).

Wird das Sperrrad als Keilrad gestaltet, so erhalten wir die Konstruktion Fig. 725. Das Keilrad kann auch mehrspurig aus-

Fig. 725.

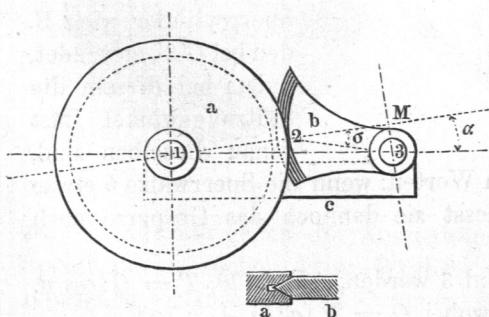
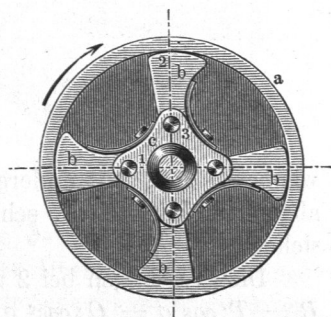


Fig. 726.



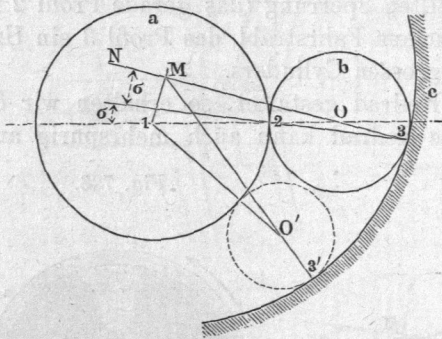
geführt werden (vergl. §. 196), womit man bei grossen Sperrkräften den Flächendruck an den Sperrflächen herabziehen kann. Man kann die Klinke als eine Vereinigung mehrerer gleichartiger ansehen. Ein Klemmgesperre, bei welchem sich eine wirkliche Wiederholung der Daumen behufs Herabziehung des Klinkendruckes angewandt findet, ist das Dobo'sche Gesperre Fig. 726, durch A. Clair an seinem Indikator mit grossem Geschick verwerthet*).

Wird der bei Fig. 717 erwähnte Grundsatz, einen Drehzapfen durch einen Zahn- oder Kurvengriff zu ersetzen, beim Daumengesperre auf den Zapfen 3 angewandt, so gelangt man zu einer sehr nützlich gewordenen Abänderung des Klemmgesperres. Man kann offenbar die Kurven, welche bei 2 und 3 anzuwenden sind, auf mancherlei Weise gestalten. Sehr einfach gelangt man zum Ziel, wenn man die Kurve bei 2 und die bei 3 als einem einzigen Kreise angehörig ausführt und die zugehörige Kurve bei 3 für den Gestelltheil entsprechend gestaltet. Der Daumen b geht dann in

*) S. Morin, Notions géométriques sur les mouvements, Paris, 1861, p. 200.

einen Cylinder über, s. Fig. 727. Macht man den Winkel $O 2.3 = \sigma$, zieht und verlängert den Radius $3 O$ bis N , so ist $3 O N$ die Normale zu der in 3 mit b in Berührung zu bringenden Kurve, indem $\angle 2.3 O$ ebenfalls $= \sigma$. Recht geeignet als Kurve für c ist ein

Fig. 727.



Kreis, beschrieben aus dem Punkte M der verlängerten $3 O N$, wenn $1 M \perp 3 O N$. Diese Profilierung bleibt ungefähr ebenso günstig wie jetzt, wenn man einen dünneren Sperrcylinder, wie z. B. den bei $O' 3'$, anwendet, indem bei diesem die Stützwinkel fast genau dieselben sind,

wie bei $O 1.2$. Mit anderen Worten: wenn die Sperrwalze b etwas abgenutzt sein sollte, schliesst sie dennoch das Gesperre noch sicher.

Die Pressungen bei 2 und 3 werden, s. Fig. 728, $T = Q : \cos \sigma$, $R = T : \cos \sigma = Q : \cos^2 \sigma$, wobei $Q = P [a : (a + a_1) f]$.

Eine ziemlich derbe Anwendung des vorstehenden Gesperres ist in demjenigen der Wheeler & Wilson'schen Nähmaschine, Fig. 729, zu finden. Statt der Walze dient eine Kugel aus Kautschuck als sperrendes Stück. Sehr vorzüglich ist die Anwendung desselben Gesperres in der älteren Langen'schen Gaskraftmaschine,

Fig. 728.

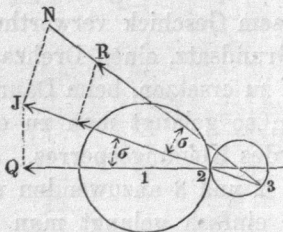
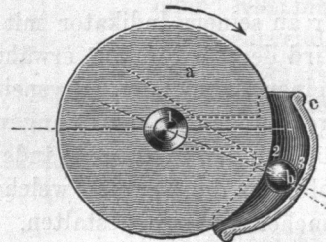


Fig. 729.



s. Fig. 730. Der Sperrwalzen sind viele angewandt, um die auf die einzelne kommende Kraft, wie oben besprochen, herabzuziehen. Vermöge der gleichförmigen Vertheilung derselben rings um das Sperrrad wird der Einfluss von a_1 aufgehoben. Das Ganze dient

in einem Schaltwerk, in welchem durch Kehrdrehung (Hin- und Herdrehung) von *c* das Rad *a* vorwärts bewegt werden soll, s. Pfeil II. Sperrung tritt ein, wenn *c* aus der Drehung in der Richtung des Pfeiles I in die umgekehrte übergeht. Die vorher durch die

Fig. 730.

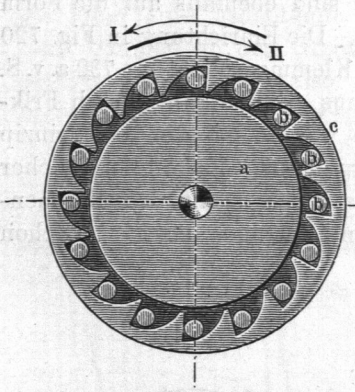
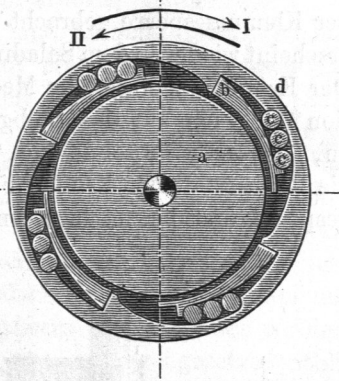
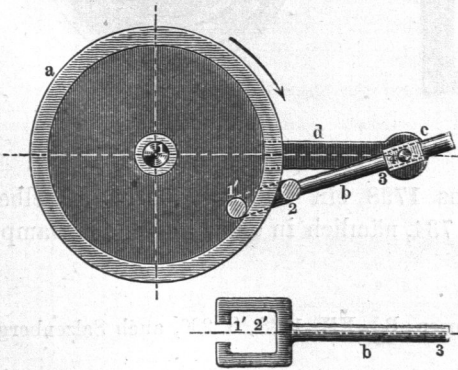


Fig. 731.



Zentrifugalkraft gegen die Aussenwände der Lücken gedrängten Sperrcylinder suchen beim Wechsel der Drehungsrichtung ihre Bewegung fortzusetzen und klemmen sich deshalb sofort zwischen *c* und *a* ein. Diese Sperrwalzen haben in der Gaskraftmaschine eine sehr beträchtliche Pressung auszuhalten; schmiedeiserne Wälzchen nutzten sich rasch ab, solche aus Phosphorbronzzeitensich indessen recht haltbar, obwohl auch sie allmählich sich zusammenpressten, dafür aber verlängerten.

Fig. 732.



Ein zweites von Langen angegebenes Gesperre, zu demselben Zwecke wie das vorige bestimmt, zeigt Figur 731. Auch hier ist Wiederholung der Theile benutzt, zugleich aber das Backengesperre wieder vervollständigt. Die Sperrwalzen sind die umgestalteten Klinken. Bei der Klinke *c* des ursprünglichen Mecha-

nismus in Fig. 709 ist an beiden Enden, bei 3 und 4, der Zapfen durch Kurvengriff ersetzt und zwar nach der bei Fig. 727 besprochenen Weise. Der Backen *b* ist erhalten, sein Anpressungsdruck durch Wiederholung auf ein Viertel des Gesamtwertes herabgezogen.

Die Gesperre mit Doppelbacken sind ebenfalls auf die Form der Klemmgesperre gebracht worden. Die Einrichtung in Fig. 720 erscheint wieder in dem Saladin'schen Klemmgesperre Fig. 732 a. v. S. Der Erfinder nannte den Mechanismus „Einklinkung durch Friktion *). Auch auf das Stabgesperre wandte Saladin das Prinzip an, und zwar in der in Fig. 733 dargestellten Form, bei welcher die Ringgestalt der Klinke die Verwandtschaft mit dem Daumengesperre erst bei näherer Analysirung erkennen lässt**). Schon

Fig. 733.

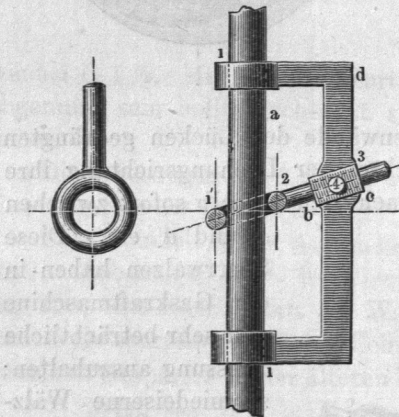
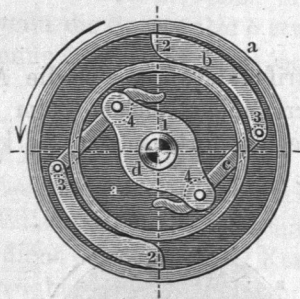


Fig. 734.



Hornblower hatte übrigens 1798 ein Klemmgesperre desselben Prinzips angewandt, s. Fig. 734, nämlich in einer rotirenden Dampfmaschine***).

*) S. Bulletin von Mülhausen, Bd. XII, 1838, S. 296, auch Salzenberg's Maschinendetails.

**) Bei den Ringspindeln haben in neuerer Zeit Vorrichtungen zahlreiche Anwendung gefunden, die mit dem vorliegenden Gesperre aufs engste verwandt sind. Die Klinke *b*, Fig. 732, ist aus dünnem Draht hergestellt und wird bei 4 vom Faden in einem Ohr gefasst. Indem Winkel σ grösser gewählt ist, als die Sperrung erfordern würde, entsteht eine Bremsung, nicht wirkliches Festhalten; vergl. den Eingang von §. 248.

***) Zu einer ähnlichen Aufgabe benutzte Carter noch ein anderes Klemmungsgesperre. Bei demselben war bei der Wegschaffung eines der

§. 250.

Entlastung laufender Reibungsgesperre.

Das Auslösen eines unter Druck stehenden Reibungsgesperres kann eine bedeutende Kraft erfordern, indem die Backen oder Daumen an den Gleitflächen eine Reibung haben, die mindestens gleich P ist, also auch mit einer ebenso grossen Kraft daselbst P entgegen bewegt werden müssen, wenn die Lösung unter Druck stattfinden soll. Die Lösung ist deshalb unter weit ungünstigeren Umständen zu vollziehen, als bei den Zahngesperren, wo z. B. bei todter Verzahnung nur der f te Theil von P am Sperrpunkte aufzuwenden ist. Man kann die Lösungskraft

Fig. 735.

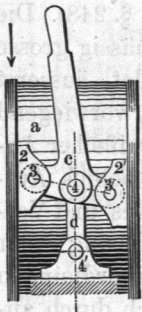
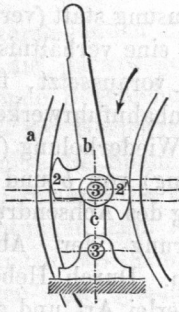


Fig. 736.



dadurch einigermaassen herabziehen, dass man zwei Reibungsgesperre mit einander verbindet, welche entgegengesetzte Schliessungsrichtungen haben, siehe Fig. 735 und 736. Während das Gesperre bei 2 durch die dem Pfeile nach wirkende Richtung geschlossen wird, erfährt dasjenige bei 2' eine Einwirkung auf Lösung. Wegen der Verschiedenheit der Abstände 43 und $43'$ u. s. w.

bleibt ein auf Schliessung wirkendes Moment übrig. Diese Gesperre scheinen neu. Man kann sie Drosselgesperre nennen*).

§. 251.

Ruhende Reibungsgesperre.

Ein ruhendes Reibungsgesperre ist ein solches, bei welchem die Schliesskraft von dem Sinne der durch die Sperrkraft an-

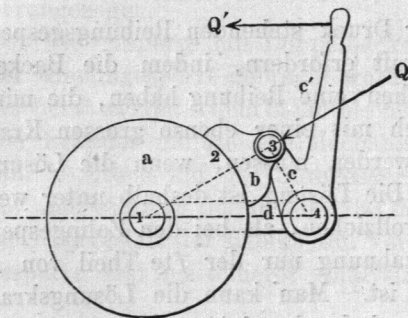
Zwischentheile †) statt des Backens die Klinke beseitigt; siehe beide Konstruktionen in Farey's Steam Engine Taf. XV, Fig. 8 und 9, auch Severin's Abhandlungen S. 141.

*) Es möge bemerkt werden, dass Reibungsgesperre auch in der Natur vorkommen. Mehrere Fische stellen mittelst dreitheiliger Gesperre gewisse Knochengebilde (Stacheln) aufrecht fest und können sie auch niederlegen. S. u. a.: O. Thiele, die Sperrgelenke einiger Welse etc., Dorpat 1879.

†) Kinematisch gesprochen der angewandten „Verminderung“ der Gliederzahl.

gestrebten Drehung unabhängig ist. Fig. 737 stellt ein solches Gesperre dar. Parallele Achsen 1 und 4, Backen b mit solchem

Fig. 737.



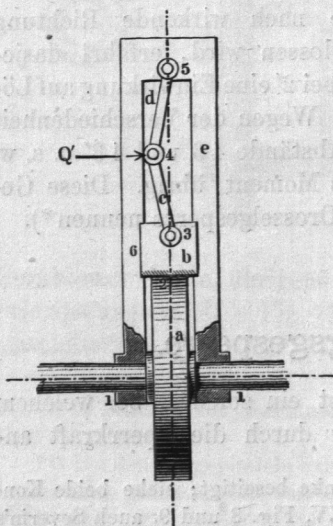
radialem Drucke Q gegen das Sperrrad a gepresst, dass bei der Umfangskraft $\pm P$ die folgende Beziehung besteht: $Qf(a + a_1) \geq Pa$, oder:

$$Q \geq \frac{P}{f} \left(\frac{a}{a + a_1} \right) \dots (236)$$

Ist Q kleiner als der Werth zur Rechten, so wird P nur theilweise aufgehoben; es findet Bewegung von a gegen d unter Gleitung

bei 2, mit anderen Worten unter Bremsung statt (vergl. §. 248). Die vorliegende Konstruktion, obwohl sie eine verhältnissmässig grosse Schliessungskraft Q' am Hebel cc' voraussetzt, findet äusserst zahlreiche Anwendung bei den Eisenbahnfuhrwerken, vorwiegend

Fig. 738.



unter Wiederholung (zweifacher Anwendung) von b und c behufs Aufhebung des Achsendruckes und Verminderung der Abnutzung der Backen. Durch Hebelanordnungen mancherlei Art und auch durch andere Mechanismen zieht man bei den genannten wie anderweitigen Benutzungen das Verhältniss $Q' : Q$ herab.

Bei Schränkung der Achsen 1 und 4 entstehen hierbei auf leichte Weise günstige Konstruktionsverhältnisse. Geschränkte Achsenstellung liegt bei dem Schema Fig. 738 vor, wo zugleich durch die Hebelanordnung die Schliessungskraft Q' im Verhältniss zu Q stark herabgezogen wird;

das Hebelwerk 3, 4, 5 ist durch eine Gleisführung 6 vor Seitenpressungen geschützt. Verwandelt man a in ein Hohlrad und macht auch die Berührung bei 1 zu einer solchen im Hohlrad, so werden bei derselben Hauptanordnung die Verhältnisse ganz

besonders günstig. Ein derartiges ruhendes Reibungsgesperre mit Wiederholung ist die früher mitgetheilte Fossey'sche Kupplung, Fig. 452. Ebenso ist die Köchlin'sche Kupplung Fig. 451 ein ruhendes Reibungsgesperre und zwar mit Wiederholung zu 3 und einem Schraubenmechanismus zum Andrücken der Sperrschuhe. Ueberhaupt sind die weiter oben behandelten Reibungskupplungen ausnahmslos aus dem ruhenden Reibungsgesperre gebildet; die verschiedenen in §. 248 besprochenen Mittel zur Verkleinerung des Schliessdruckes und der Abnutzung finden dabei Anwendung und sind auch Gegenstand fortwährender Ausbildung auf dem Erfindungswege.

§. 252.

Spannwerke.

In den vorstehenden Paragraphen haben bei Besprechung der Gesperre die daraus gebildeten Aufhalte- oder Sperrwerke bereits genügende Besprechung gefunden; die anderen fünf Anwendungsarten der Gesperre (vergl. §. 235) bleiben noch zu behandeln, zunächst die Spannwerke.

Damit ein Spannwerk seinen Zweck gut erfüllen könne, ist es mit Einrichtungen zum Auslösen zu versehen. An Geräthen und Vorrichtungen, wo Spannwerke gelegentlich durch Menschenhand auszulösen sind, genügt meist ein griffartiger Fortsatz der Sperrklinke, der Drücker (Gewehrschlösser, Fallwerke etc.). Wo aber die Auslösung in regelmässigen Wiederholungen automatisch zu vollziehen ist, sind besondere Auslöser hinzuzufügen, welche auf den Drücker wirken.

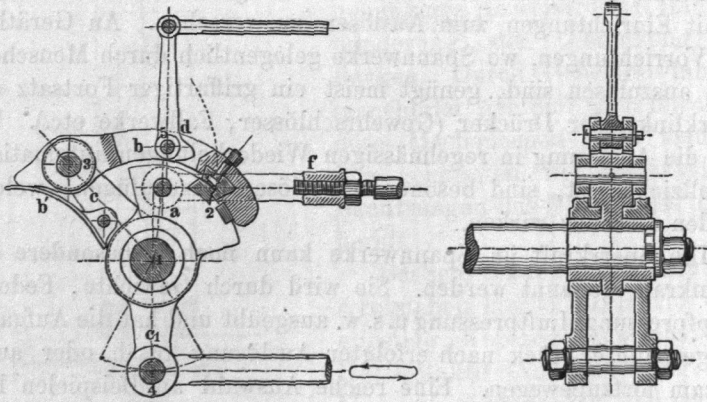
Die Sperrkraft im Spannwerke kann noch insbesondere die Spannkraft genannt werden. Sie wird durch Gewichte, Federn, Dampfpressung, Luftpressung u. s. w. ausgeübt und hat die Aufgabe, das gespannte Stück nach erfolgter Auslösung rasch oder auch langsam fortzubewegen. Eine reiche Auswahl an Beispielen liefern die nach Millionen zählenden Gewehrschlösser, sodann auch die Dampfmaschinen in zahlreichen Steuerungsmechanismen, u. a. denjenigen, zu deren Ausbildung die Corlissmaschine das Signal gegeben, die aber von Sickles*) erfunden worden sind. Es sei hiermit vorgeschlagen, sie Spannwerksteuerungen zu nennen. Bei

*) F. E. Sickles in Providence, V. St., der 1842 sein erstes Patent auf den „Trip cut off“ erhielt.

denselben werden durch Spannwerklösung Ventile geschlossen; dies soll rasch, aber ohne Stoss geschehen, weshalb Buffer zu Hilfe genommen werden. Je nach der Wahl der Spannkraft, des Gesperres selbst, des Drückers, des Auslösers und des Buffers unterscheiden sich die verschiedenen Systeme der Spannwerksteuerungen von einander. Die ursprüngliche Corliss'sche Konstruktion und die ihr bei der Corlissmaschine rasch folgende Konstruktion von Spencer und Inglis werden bei uns kaum noch gebaut; andere Bauarten sind jenen gefolgt, und zwar in grosser Anzahl, was sich leicht daraus erklärt, dass, wie wir gesehen haben, die Zahngesperre in so viele Formen gebracht werden können. Die bereits ausserordentlich grosse Zahl liesse sich noch leicht vergrössern. Einige Beispiele ausgeführter Steuerungen seien vorgeführt.

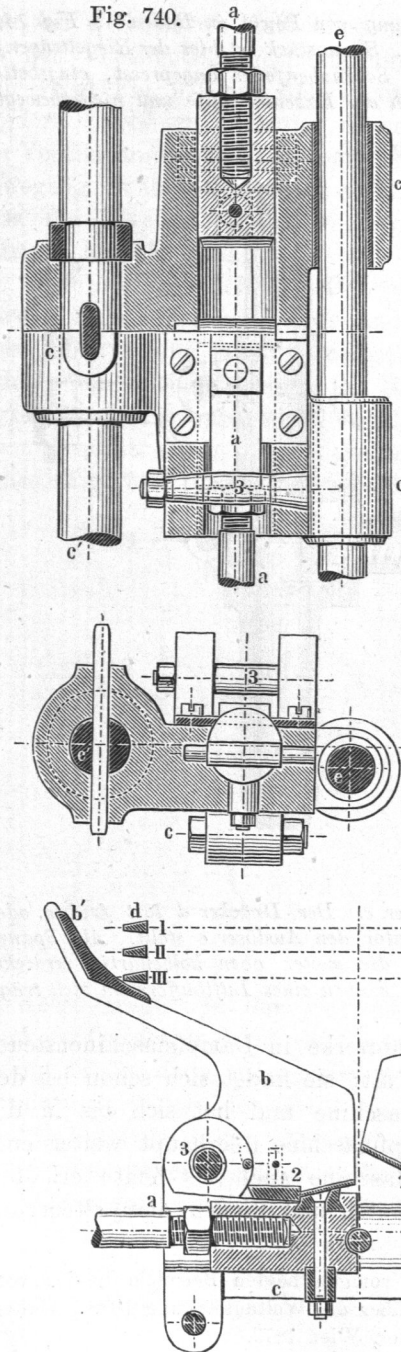
1. *Beispiel.* Spannwerksteuerung von Cail & Cie. in Paris, Fig. 739. *a* gesperres oder Spannstück, einzahniger Radsektor, auf der Achse 1 des Drehschiebers befestigt, *b* Sperrklinke, *c* Lenker, auf der Nabe bei *a* frei drehbar, *b'* Schliessfeder, *d* Auslöser. Drücker ist derjenige Theil der Klinke, an welchem der Zapfen 5 des Auslösers angreift. Bei 2 sollte todt

Fig. 739.



Verzahnung sein, ist aber nicht vorhanden, wie der aus 3 beschriebene Kreis erkennen lässt. Die Zähne sind aus Stahl hergestellt und in Rad wie Klinke besonders eingesetzt. Die Spannkraft wird einer Schraubenfeder entnommen, welche vermittelst Koppel *f* zusammengedrückt wird, wenn das Werk vermöge der durch *c*₁ eingeleiteten schwingenden Bewegung gespannt wird. Buffer ist eine von derselben Stange *f* betriebene Kolbenpumpe, welche beim Spannen Luft aufnimmt. Je nachdem der Regulator den Auslöser neigt, tritt die Lösung früher oder später ein.

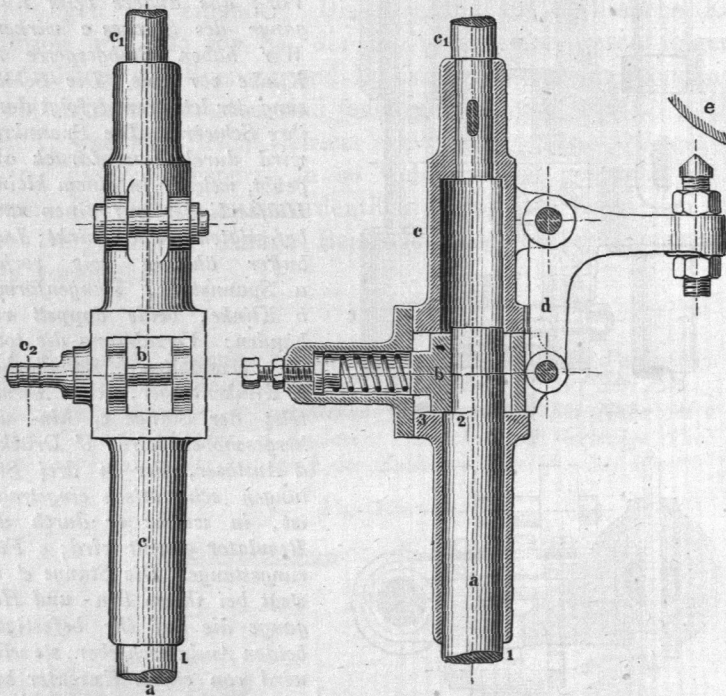
Fig. 740.



2. Beispiel: Spannwerksteuerung von Wannick in Brünn, Fig. 740. Hier liegen die Spannwerke für die beiden flachen Einlassschieber dicht hintereinander, das eine beim Vor-, das andere beim Rückgange des Stückes c wirkend. Wir haben Stabgesperre mit Klinke vor uns. Die Schließung der letzteren erfolgt durch ihre Schwere. Die Spannkraft wird durch Dampfdruck ausgeübt, welcher in einem kleinen Hülfszylinder auf einen an a befestigten Kolben wirkt; Luftbuffer ähnlich wie vorhin. a Spannstück, stangenförmig, b Klinke, beide doppelt vorhanden; Verzahnung die totte an verstärkten Zahnflächen. c Klümenträger, der vermittelt der Stange c_1 hin- und hergeschoben wird; b' Drücker, d Auslöser, der in drei Stellungen schematisch eingetragen ist, in welche er durch den Regulator gestellt wird; e Führungsstange. Die Stange c' bewegt bei ihrem Hin- und Hergange die auf ihr befestigten beiden Auslassschieber; sie selbst wird von einem Exzenter hin- und hergeschoben.

3. Beispiel. Spannwerksteuerung von Powel in Rouen*), Fig. 741, gebildet aus Stabgesperre mit Riegel. Spannstück ist hier der Riegelträger *c*, in welchem der Riegel *b*, von einer Schraubenfeder angepresst, eingebettet liegt. Die Sperrstange *a* wird durch ein Exzenter auf- und niederbewegt;

Fig. 741.



*c*₂ ist Führung für den Riegelträger *c*. Der Drücker *d* löst früher oder später aus, je nachdem der Regulator den Auslöser *e* stellt. Als Spannkraft wirkt der Dampfdruck auf die weiter oben kolbenartig verdickte Schieberstange *c*₁, welche auch den Kolben eines Luftbuffers an sich trägt.

Die Verwendung der Spannwerke in Dampfmaschinensteuerungen ist an sich schon sehr alt; sie findet sich schon bei der alten Newcomen'schen Pumpmaschine und hat sich bis in die zwanziger Jahre bei der Dampfmaschine überhaupt weiter entwickelt, bei der kornischen Maschine auch bis heute erhalten und sehr ausgebildet. Nur dienen und dienen diese Steuerun-

*) Näheres über dieses wie die vorigen beiden Beispiele in dem vorzüglichen österreichischen Bericht über die Weltausstellung 1878, Abtheilung Dampfmaschinen, von A. Riedler, Wien 1879.

gen, bei welchen vor Hubschluss eines oder mehrere Spannwerke für den Ventilbetrieb gespannt und dabei andere ausgelöst werden (vergl. Fig. 670 und 671) nicht dazu, Ventile zu schliessen, sondern solche zu öffnen. Ausserdem bewirken die Lösungen der Ventilspannwerke auch noch den Richtungswechsel der Kolbenbewegung, während in den obigen Beispielen vorausgesetzt ist, dass der Wechsel der Bewegungsrichtung durch das Kurbelgetriebe bewirkt wird.

Spannwerke, welche den Bewegungswechsel einzuleiten haben, werden auch anderweitig angewandt, z. B. so, dass ein belasteter Hebel bis in eine labile Gleichgewichtslage geführt wird, aus welcher ein kleiner Anstoss ihn links oder rechts heraustreiben und dadurch das Spannwerk lösen kann. Eine beliebtere ältere Form besteht darin, dass der besagte Hebel mit horizontaler Achse, Fig. 742, ein Spangewicht G an seinem Ende oberhalb

Fig. 742.

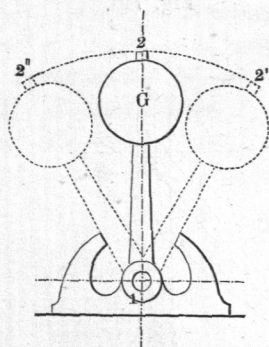
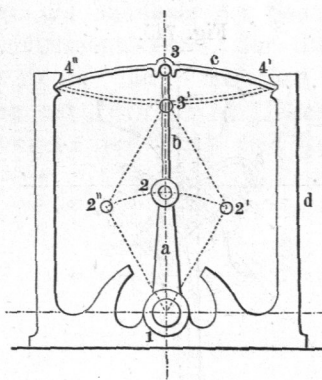


Fig. 743.



der Achse trägt. In der senkrechten Stellung 1. 2 wird der Druck des Gewichtes durch die Achse 1 aufgenommen; die Zapfenreibung bildet dann eine meist genügende Sperrung. In der Mittellage 1. 2 steht der Hebel auf der Kippe, wonach man ihn Kipphebel nennen kann. Anwendungen bei den Wendegetrieben für Hobelmaschinen, Schraubenschneidmaschinen u. s. w.

Eine andere Form des Kipphebels zeigt Fig. 743. Hier wird die Spannkraft durch eine Feder ausgeübt und durch einen Lenker 3. 2 auf 2. 1 übertragen. (Von Ing. Kley bei Wasserhaltungsmaschinen benutzt). Eine dritte Form des Kippspannwerkes ist die, u. a. von Shanks bei Hobelmaschinen benutzte, Fig. 744 a. f. S.

Hier ist der Kipphebel a mit seiner Achse rechtwinklig zu der von b gestellt, und letzterer Hebel durch eine Rolle ersetzt. Hubbegrenzungen von a bei $2'$ und $2''$.

Die in §. 239 behandelten Kippgesperre könnte man hiernach als aus Wiederholungen von Kippspannwerken gebildet ansehen;

man darf indessen nicht vergessen, dass hier ein weiter ausgebildeter Mechanismus vorliegt, indem das für die Mittellage erforderliche Gesperre nur unterdrückt (hier und da aber auch angebracht) ist.

Eine vierte Form des Kippspannwerkes, deren auch manche möglich sind*) ist in der sogenannten Schleife an den Hofmann'schen Steuerungen für Hubdampfmaschinen zu erblicken, siehe Fig. 745; a nach Kreisbogen

Fig. 744.

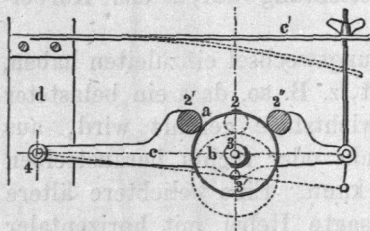


Fig. 745.

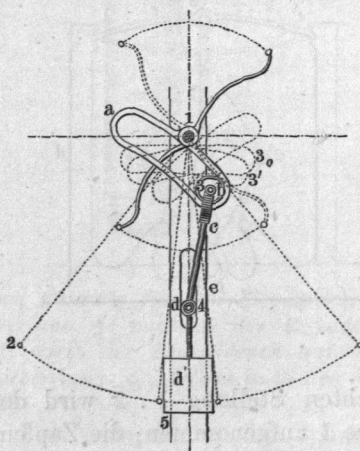
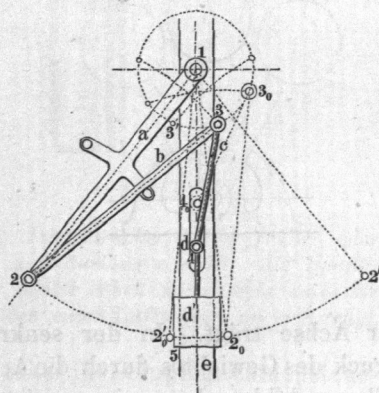


Fig. 746.



aus 2 profilirte Schleife, b schwere und durch das Gewicht bei d' noch ferner beschwerte Rolle. Es entstehen zwei Kipplagen 3_0 und $3_0'$, aus welchen das Gewicht zur jenseitigen Hubgrenze

*) Dem Kinematiker ist einleuchtend, dass alle Variationen der Ketten (C_4''), ($C_3''P\perp$), ($C_2''P_2\perp$) u. s. w., bei welchen ein Glied gegen ein Nachbarglied durch eine Feder verschoben wird, zu mehr oder weniger brauchbaren Ergebnissen führen können; vergl. die modernen Flaschenverschlüsse.

hinrollt und die Schleife im Sinne der begonnenen Drehung noch weiter bis zur Hubgrenze dreht. Die Rolle kann durch eine um 2 drehbare, wie vorhin bei $d d'$ belastete Schwinge b ersetzt werden, siehe Fig. 746, die nach Ueberschreitung der Kipplage $2_0 3_0$ in die Lage $2' . 3'$ fällt und den Hebel a dahin mitnimmt. Die Aehnlichkeit mit dem obigen Kipphebel leuchtet ein. Macht man $3 . 2$ unendlich, d. h. die Schleife gerade, so fallen die beiden Kipplagen zusammen. Hofmann hat gelegentlich seinen Mechanismus als Gesperrwerk wieder vervollständigt, nämlich für die Stellungen bei 3_0 und $3'$ ein Gesperr angebracht, welches den Zapfen 3 auffängt, selbst aber rechtzeitig durch den Katarakt gelöst wird *).

Manchmal ist es erforderlich, ein Spannwerk so einzurichten, dass es mit sehr geringer Kraft ausgelöst werden kann. Man nimmt dann gern ein zweites Spannwerk zu Hülfe, welches an sich leicht auslösbar ist, dessen Spannstück aber bei seiner Lösung durch Schlag oder Stoss den Drücker des Hauptspannwerkes in Bewegung setzt. Das Ganze bildet dann ein Spannwerk höherer, hier zweiter Ordnung. Vergl. die Schösser der Scheibenbüchsen, wo der Drücker des Hülffspannwerkes der Stecher heisst**). Auch in Maschinen des Spinn- und Webefaches kommen Spannwerke höherer Ordnung zur Verwendung (Jacquard-Stuhl). Ferner bilden die Treibgewichte der Wand- und Thurmuhren mit ihren Walzen und Gesperren ebenfalls Spannwerke, ebenso die Federn („Zugfedern“) der Wand- und Taschenuhren. Auch der Betrieb der Laufwerke an Morsetelegraphen und vielen anderen Vorrichtungen geschieht durch Gewichts- oder durch Federspannwerke. In allen diesen zuletzt angeführten Fällen ist die durch das Spannwerk bewirkte Fortbewegung eine langsame. Weiter unten davon noch mehr.

§. 253.

Fangwerke.

Fangwerke können in mancherlei Maschinen benutzt werden***), ihre hauptsächlichste Anwendung finden sie aber bei

*) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1860, Bd. IV, S. 209 ff.

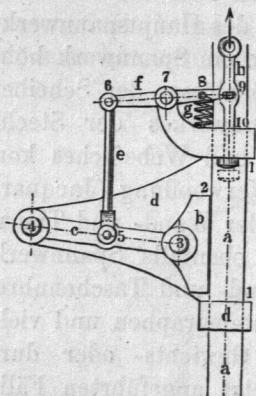
***) Die Stecherschösser waren schon vor Jahrhunderten bei den Armbrüsten in Gebrauch, und zwar in sehr feinen Ausführungen. Da Bogen und Sehne etc. an der Armbrust schon ein Spannwerk bilden, so ist die mit Stecherschloss versehene Armbrust ein Spannwerk zweiter Ordnung.

***) Vergl. z. B. die letzte Anmerkung in §. 251.

Maschinen zum Heben und Senken von Lasten, insbesondere den Schachtaufzügen, Fahrstühlen u. s. w., um daselbst bei allfälligem Seilbruch das Fallen der Last zu verhüten. Man hat bisher meines Wissens sein Augenmerk nicht darauf gerichtet, dass die Fangvorrichtungen der Gruben- und anderen Aufzüge nichts anderes sind, als besondere Benutzungen der Gesperre; das Vor-
aufgehende lässt aber erkennen, dass dem so ist und dass die Uebersichtlichkeit der zahlreichen hier in Betracht kommenden Konstruktionen durch diese Auffassung sehr gewinnt. Hier kann allerdings nur in grösster Kürze auf die Vorrichtungen eingegangen werden.

Als Schema der Fangwerke für Aufzüge kann ein Stabgesperre gelten, Fig. 747, bei welchem der Sperrstab *a* fest auf-

Fig. 747.



gestellt, das belastete Stück *d* der zu sperrende Theil ist und die Klinke *e* mit Backen *b* durch einen Auslöser *f* ausgerückt gehalten wird, so lange das Zugkraftorgan *g* gespannt ist; im anderen Falle lässt der Auslöser *f* mittelst der Verbindung *e* die Schliessvorrichtung *g* zur Wirkung kommen, welche dann das Gesperre schliesst. Wird Zahn- statt Reibungsgesperre angewandt, so fehlt der Backen *b*. Je nachdem die Theile *a* bis *h* angeordnet und konstruktiv hergestellt sind, unterscheiden sich die verschiedenen Arten oder Systeme der Fangvorrichtungen, welche die Praxis jetzt benutzt oder nur versucht hat.

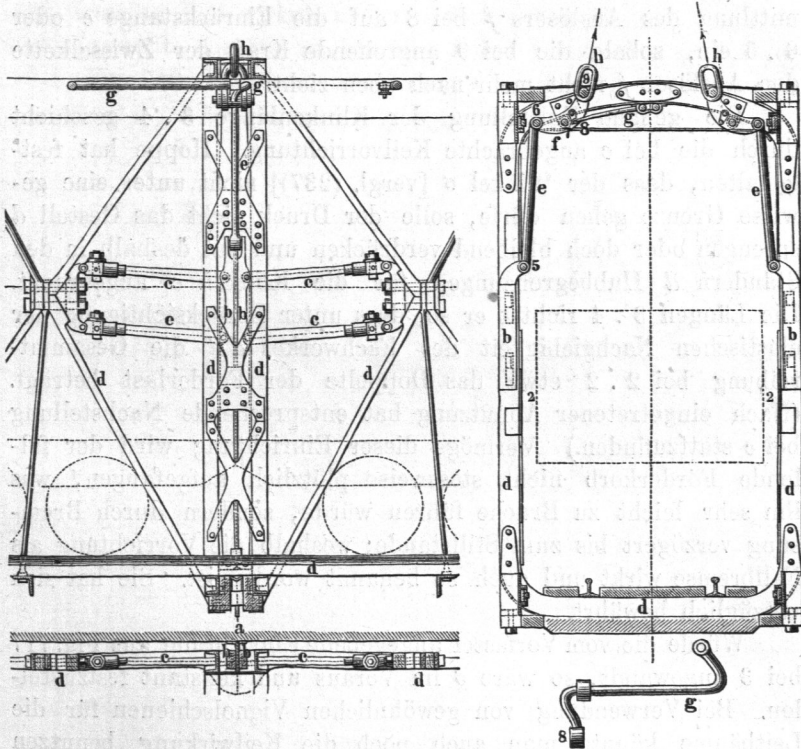
Man übersieht alsbald, dass die Abänderungen zahlreich sein müssen, da die Gespertheile, wie nachgewiesen, in so mannigfacher Weise gestaltet werden können.

Eine Zusammenstellung der eingeführten wie der vielleicht bloss vorgeschlagenen Systeme hat der Verein für Gewerbefleiss im Jahre 1879 veröffentlicht*). Auf dieselbe kann hier wegen Einzelheiten verwiesen werden. Ueber 80 Fangvorrichtungen werden daselbst beschrieben. Der überwiegenden Zahl nach haben

*) Berliner Verhandlungen 1879, S. 345: Gekrönte Preisschrift von Dr. F. Nitzsch über Fangvorrichtungen an Bergwerksförderungen etc. Vergl. auch: Maiss, Beschreibung der Fangvorrichtungen etc. in der berg- und hüttenmänn. Z. 1879, S. 361 ff.

die Konstruktionen mehr den Charakter derber Nothbauten, als denjenigen von ausgebildeten Maschinenwerken. Als Sperrstab werden vielfach die Zimmerhölzer des Schachtausbaues, meistens indessen die Schachtlatten oder Führungsbäume, in einigen Fällen auch senkrecht gespannte Leitseile benutzt. Die Reibungsgesperre überwiegen an Zahl; Klemmgesperre nach Art der in Fig. 724 dargestellten sind häufig, dabei meist das Raummachen

Fig. 748.



der Klemmdaumenflächen bis zur Zähnelung oder Zahnung getrieben. Unter den wenigen der in der Abhandlung dargestellten Vorrichtungen, welche mit der der Aufgabe heute gebührenden konstruktiven Sorgfalt durchgearbeitet sind, steht diejenige von Hoppe oben an. Bei ihr sind die in §. 248 behandelten Prinzipien als durchgeführt deutlich erkennbar. Das eigentliche Fangwerk derselben, deren an jeder Flanke des Förderkorbes eines angebracht ist, stellt Fig. 748 dar.

Das benutzte Reibungsgesperre ist das in Fig. 713 vorgeführte mit Wiederholung zu 4 (zusammen also 8). Als Sperrstäbe dienen die Schachtlatten oder Leitschienen *a*, aus T-Eisen hergestellt und stark und genau verlascht. Bei 1 Führungsprismen zwischen *d* und *a* (Schachtführungen); bei 2 greifen die stählernen, gehärteten Doppelbacken *b*, *b* an, welche bei 5 gemeinschaftlich an den Einrücker *e* gebolzt sind. Die Schliessfeder *g* ist eine Torsionsfeder (vergl. VII, S. 64, auch Fig. 9, S. 68), sie ist am Dache des Förderkorbes bei *gg* befestigt und wirkt durch Vermittlung des Auslösers *f* bei 8 auf die Einrückstange *e* oder 6 . 5 ein, sobald die bei 9 angreifende Kraft der Zwisselkette den Auslöser *f* nicht mehr nach oben zieht.

Die genaue Einstellung der Klinkenlänge 3 . 4 geschieht durch die bei *c* angebrachte Keilvorrichtung. Hoppe hat festgehalten, dass der Winkel σ [vergl. (237)] nicht unter eine gewisse Grenze gehen dürfe, solle der Druck nicht das Gestell *d* sprengen oder doch bleibend verdrücken und hat deshalb in den Ständern *d* Hubbegrenzungen für die Klinken *c* angebracht. Die Längen 3 . 4 richtet er so, dass unter Berücksichtigung der elastischen Nachgiebigkeit des Fachwerkes *dd* die Gesamtreibung bei 2 . 2 etwa das Doppelte der Förderlast beträgt. (Nach eingetretener Abnutzung hat entsprechende Nachstellung bei *c* stattzufinden.) Vermöge dieser Einrichtung wird der fallende Förderkorb nicht stossweise plötzlich aufgefangen, was ihn sehr leicht zu Bruche führen würde, sondern durch Bremsung verzögert bis zum Stillstande; weshalb die Vorrichtung als Fallbremse wirkt und auch so benannt worden ist. Sie hat sich vorzüglich bewährt.

Würde die vom Verfasser angegebene Einrichtung aus Fig. 717 bei 3 angewandt, so wäre σ im Voraus und konstant festzustellen. Bei Verwendung von gewöhnlichen Vignolschienen für die Leitbäume könnte man auch noch die Keilwirkung benutzen (Fig. 718), indem man die Backen *b* beiderseits an den Schienenkopf greifen liesse. Es ergäbe sich dann eine weit geringere Beanspruchung des Fachwerkes *d*.

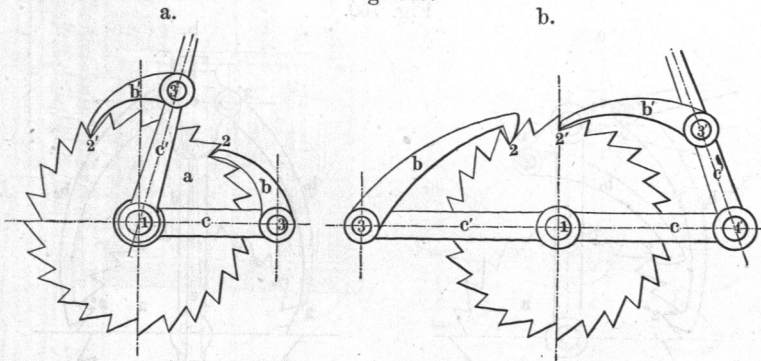
Die Bremsapparate der Eisenbahnzüge sind ebenfalls Fangwerke. Auch bei ihnen muss der Stoss, welcher plötzlichen Stillstand herbeiführen würde, aus denselben Gründen, die Hoppe für das Schachtfangwerk anführt, vermieden werden. Wenn die Laufräder bis zum Festhalten gebremst sind, üben die Radreifen auf den Schienen Bremswirkung aus wie hier die Backen *b*.

§. 254.

Schaltwerke aus laufendem Zahngesperre.

Durch geeignete Anordnung und Betriebseinrichtung von Gesperren lassen sich Schaltwerke, d. i. Mechanismen für absetzend fortschreitende Bewegung, erzielen. (§. 235, Nr. 4.) Die Verbindung zweier laufenden Gesperre gleicher Art, die auf ein und dasselbe Rad wirken und von denen das eine auf den Lenker *c* gestellt, das andere um die Achse 1 schwingend bewegt wird, Fig. 749, liefert ein allbekanntes Schaltwerk. 3.2 ist dann

Fig. 749.



die Sperrklinke, 3'. 2' die Schaltklinke. Ein Hub der Schaltklinke von 1 bis nahe 2 Theilungen gibt 1 Theilung Vorschub, ein Hub von 2 bis nahe 3 Theilungen gibt deren 2 u. s. w.; im allgemeinen also beträgt der Vorschub bei regelmässigen Schwingungen von *c* stets ganze Theilungen.

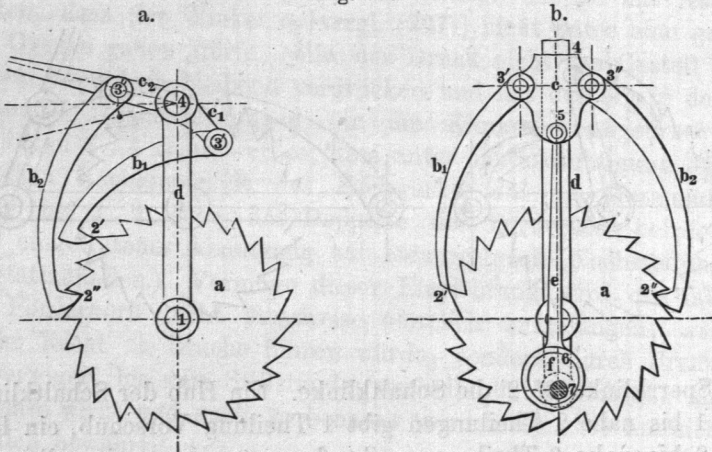
Legt man diesem Schaltwerk Theilgesperre nach §. 242 zu Grunde, so können Vorschübe von $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ u. s. w. Theilungen und Vielfache derselben erzielt werden, wie u. a. bei den Sägegattern sehr gebräuchlich ist. Wenn man den Lenker *c* der Schaltklinke um eine ausserhalb 1 gelegene Achse 4 schwingen lässt, Fig. 749 b., so findet beim Schalten an der Eingriffstelle 2 Relativbewegung zwischen Klinke und Rad statt, während in der Anwendungsform *a* zwischen Schaltklinke und Rad beim Schalten keine Bewegung, also auch keine Abnutzung entsteht.

Man kann nun die beiden Gesperre auch noch anders verbinden, z. B. so, dass beide Klinken schalten. Richtet man es so

ein, dass dies abwechselnd geschieht, 'siehe Fig. 750 a., so entsteht Vorschub bei jeder halben Schwingung der verbundenen Lenker c_1 und c_2 ; man erhält die Doppelschaltung oder sogenannte Lagarousse-Schaltung*). Dieselbe lässt sich noch auf mancherlei Art einrichten, u. a. auch so wie Fig. 750 b. zeigt. Gibt man den Klinken einen Hub, der < 1 und $> 1/2$ Theilung ist, so beträgt der Fortschritt des Rades bei jeder ganzen Schwingung 1 Theilung; bei jeder halben Schwingung können somit Vorschübe von $1/2$ Theilung und Vielfachen davon erzielt werden. Auch Theilgesperre lassen sich hier wieder verwenden (Furniersägen).

Stellt man bei der Einrichtung Fig. 750 a. den Hebel $c_1 c_2$ fest, lässt dann aber das Verbindungsstück d um die Achse 4 mit

Fig. 750.



dem früheren Schwingungswinkel schwingen**), so geht das Radmittel hin und her, das Schalten findet aber wie früher statt. Thompson hat ein solches Schaltwerk bei einem Telegraphenapparat benutzt.

Auch aus einem einzigen laufenden Gesperre lässt sich ein Schaltwerk bilden und zwar unter Benutzung des Rückfalls der Radzähne bei gleichzeitiger Erzielung vollständig zwangläufiger Bewegung. Dies ist u. a. gezeigt worden von Gebr. Mauser in Oberndorf, die ein derartiges Schaltwerk an ihren Revolvern und

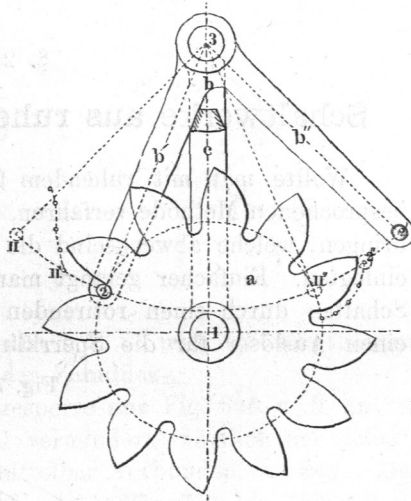
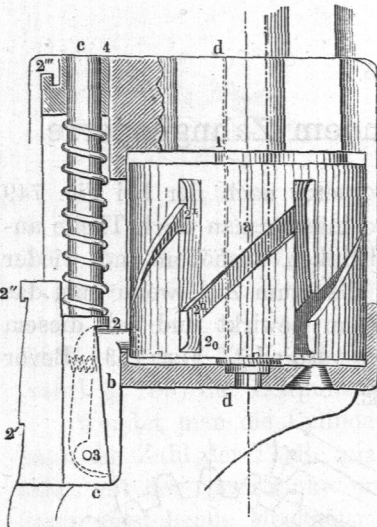
*) Nach dem Erfinder, Herrn de la G. oder de La Garousse benannt und schon im Jahre 1737 bekannt. (Bélicor, Arch. hydraulique.)

**) Gewöhnliche kinematische Umkehrung.

Revolverbüchsen benutzen. Fig. 751 stellt das Mauser'sche Schaltwerk dar. Dasselbe ist aus dem Krongesperre gebildet, vergl. Fig. 677 und 678. *a* Schaltrad, *b* Schaltklinke, mit Gelenk 3 am Schieber *c* angebracht, *d* Gestell. Das Zackenprofil ist rinnenförmig in das Kronrad eingeschnitten, eine Kante parallel der Achse, die andere geneigt dazu oder schraubenförmig und zwar so, dass der Stützwinkel $\sigma < 90 - \varphi$ und $> \varphi$ ist [§. 237, Fälle (4) und (5)]. Die Klinkenhebung bewirkt deshalb Rückfall

Fig. 751.

Fig. 752.



des Rades. Zu bemerken ist noch, dass bei 2' und 2'' Stufen im Grund der zackenförmigen Rinne liegen, von welchen beim Fortschreiten der Klinke in der angegebenen Pfeilrichtung die Klinkenspitze jedesmal herabfällt und dadurch verhindert wird, in die verlassene Rinne zurückzukehren*).

Aus dem laufenden Ankergesperre Fig. 682 hat man ebenfalls ein Schaltwerk gebildet, Fig. 752, wobei abermals die Bewegung durch Rückfall des Rades bei Hebung der Klinke nach innen bewirkt wird; die beiden letzten Schaltwerke sind somit als rückfallende Schaltungen zu bezeichnen. *a* Schaltrad, *b'* *b''* Schaltanker. Wird dieser in die punktirte Stellung gedrängt, so

*) Bei Mauser fehlt die Stufe 2' als erlässlich, da die Klinke *b* beim Rückgang von oberhalb 2' nach 2₀ hin durch die Schlagfeder schnell an dem Punkt 2' vorübergeführt wird.

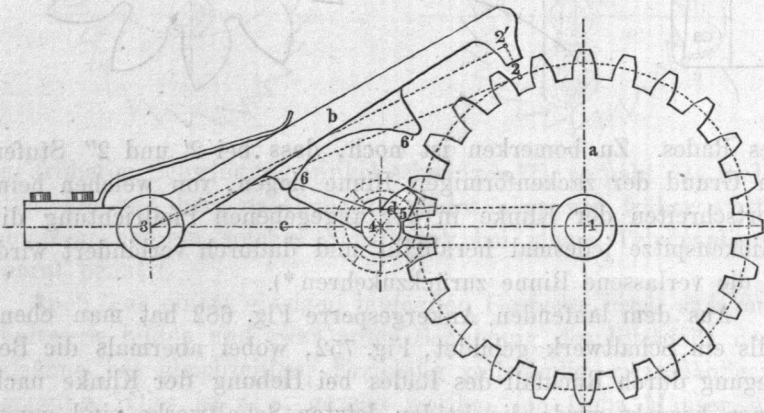
treibt er das Rad um $\frac{1}{2}$ Theilung zurück, wobei Punkt 2' nach II und Punkt 2' nach II'' gelangt. Zurückschwingung des Ankers in die ausgezogene Lage bringt eine neue Fortschreitung um $\frac{1}{2}$ Theilung hervor. Da beim Beginn des Ankerschwunges das Rad, wenn für Rechtsdrehung belastet, vorwärts zu laufen beginnt, muss das Schwingen des Ankers schnell geschehen — derselbe muss geschnellert werden — damit die beabsichtigte Bewegung eintritt. Hierfür muss Vorsorge bei der Bewegungseinleitung in den Anker getroffen sein. (Elektromagnetische Einwirkung auf den Anker.)

§. 255.

Schaltwerke aus ruhendem Zahngesperre.

Wollte man mit ruhendem Gesperre nach der bei Fig. 749 besprochenen Methode verfahren, so müsste man noch Theile anbringen, welche abwechselnd die Klinken aushöben und wieder einlegten. Einfacher gelangt man aber zum Ziel, wenn man das Schalten durch einen rotirenden Zahn bewirkt und mit diesem einen Auslöser für die Sperrklinke verbindet, Fig. 753. Bevor

Fig. 753.



der Schaltzahn 5 angreift, beginnt schon der Auslösesdaumen 6 die Klinke *b* zu heben; auch lässt er sie in die benachbarte Lücke treten, ehe der Schaltzahn die Zahnücke ganz verlassen hat. Gewöhnliche Verzahnung reicht meistens aus. Genauer verfahren kann man todte Verzahnung hinzuziehen, Fig. 754, welche

vor dem Eintritt des Schaltzahnes 5 in die Lücke das Vorausgehen, und nach dem Verlassen des Eingriffs das Rückfallen des Rades so lange hindert, bis die Sperrklinke genügend tief eingetreten ist.

Auf einen Schaltstab angewandt, erhält diese Verzahnung die folgende Form, Fig. 755. Hier ist ausserdem der runde Triebstock des Schalters durch ein mit mehr Punkten anschliessendes

Fig. 754.

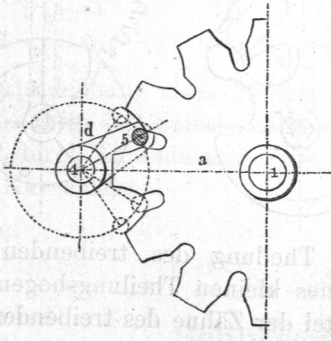
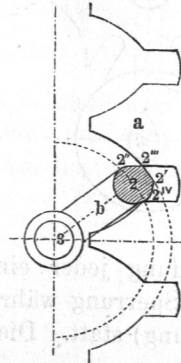


Fig. 755.



Profil ersetzt; $2'2'''$ Kreisbogen aus 3 , $2'2'''$ und $2'2''''$ Kopfbahnen (vergl. §. 203) der Eckpunkte der Zahnücke.

Wendet man die Cylindergesperre aus Fig. 696 u. ff. an, so kann die Zahl der Theile um 1 vermindert, nämlich der Schaltzahn mit der Sperrklinke unmittelbar verbunden werden. Der dann entstehende Mechanismus, siehe Fig. 756 bis 758 a. f. S., führt verschiedene Namen: Malteserkreuz nach der Form des Rades bei $3 = 4$, Genfer Gesperre nach seinen Anwendungen in Spiel- und anderen Uhren, wo behufs Hubbegrenzung einer der Radausschnitte gefüllt ist, vergl. die Punktirung bei Fig. 756, Sternrad nach einem anderen Vorschlag*), Einzahnrad nach Redtenbacher. Letztere Bezeichnung ist nicht empfehlenswerth, da die allgemeinere Form, Fig. 758 a. f. S., mehrere Zähne im treibenden Rad zulässt; ein zweiter Zahn ist auch in Fig. 756 punktiert angedeutet.

Dieses Cylinderschaltwerk lässt sich noch mannigfach abändern**). Eine interessante Anwendung davon hat Ingenieur

*) Aster über Sternräder, Polyt. Zentral-Blatt 1864.

***) Eine Reihe von Variationen im kin. Kabinet d. königl. techn. Hochschule in Berlin.

Brauer in seinen „Hemmrädern“*) gemacht, siehe Fig. 759. *a* treibendes oder schaltendes, *b* getriebenes Rad. Es findet nach

Fig. 756.

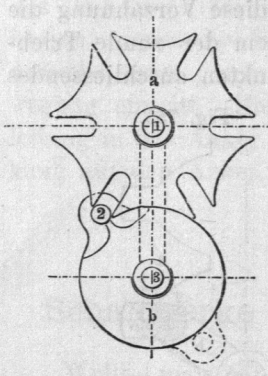


Fig. 757.

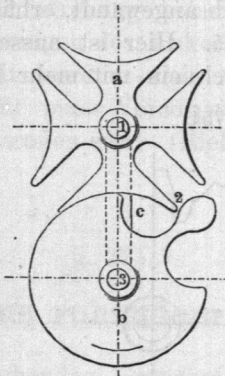
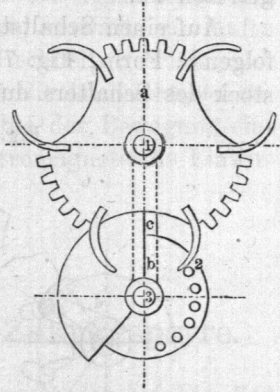


Fig. 758.



Durchlaufung jeder einzelnen Theilung des treibenden Rades ruhende Sperrung während eines kleinen Theilungsbogens (etwa $\frac{1}{5}$ Theilung) statt. Die Scheitel der Zähne des treibenden Rades

Fig. 759.

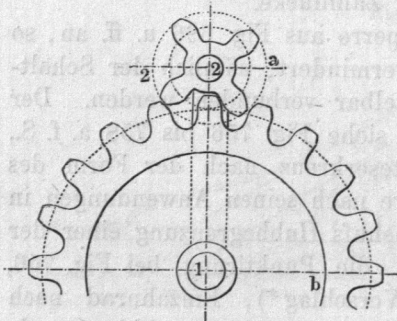
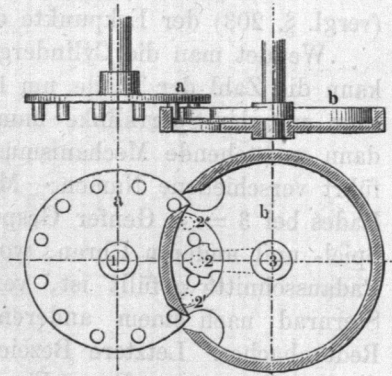


Fig. 760.



bilden die erforderliche todte Verzahnung, entsprechen also dem Ruhebogen des einzahnigen Rades, Fig. 756.

Fig. 760 Cylinderschaltwerk aus dem Gesperre Fig. 700, an

*) D. R.-P. 5583, 1878. Geeignet sind die „Hemmräder“ für manche Windwerke, indem sie die Anbringung besonderer Gesperre entbehrlich machen. — Andere hübsche Anwendung des Cylinderschaltwerkes in Sambon's Kettenaufzug, siehe Mining und scientific Press, 1884, S. 161.

englischen Gasmessern im Zählwerk benutzt*). Fig. 761 Schraubenschaltung, gebildet zu denken aus dem Gesperre Fig. 702

Fig. 761.

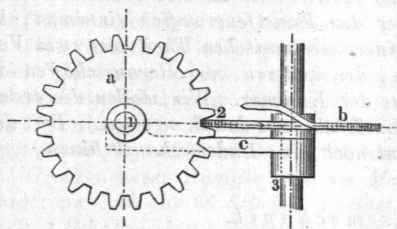
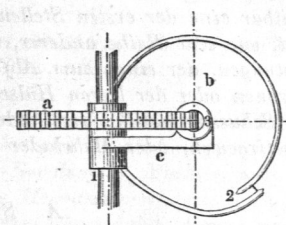


Fig. 762.



durch Einschubung eines kleinen Stückes schraubenartiger Kurvenleiste. Fig. 762 Spiralschaltung, gebildet aus dem Gesperre Fig. 704 durch Einschubung eines kurzen Abschnittes einer spiralartigen Kurvenleiste.

§. 256.

Schliesswerke.

Zu den Schliesswerken, als Gesperrvorrichtungen zur Herstellung leicht lösbarer und dennoch den aufzunehmenden Kräften gegenüber völlig widerstandsfähigen Verbindungen (§. 235, Nr. 5) sind die lösbaren Wellenkupplungen zu zählen, wie sich im Verlaufe der vorstehenden Untersuchungen bereits erkennen liess. Auch die Kupplungen der Eisenbahnfahrzeuge gehören hierher; sie unterscheiden sich von den Wellenkupplungen dadurch, dass sie eine grössere Beweglichkeit in den die Verbindung direkt vermittelnden Theilen haben müssen. Es liesse sich übrigens auch rechtfertigen, die lösbaren Kupplungen insgesamt als eine besondere aus dem Gesperre zu bildende Mechanismenklasse aufzufassen.

An Handfeuerwaffen kommen Schliesswerke vor, angebracht, um das Auseinandernehmen der Schlösser zu erleichtern, unbeabsichtigtes Losdrücken unschädlich, bzw. unausführbar zu machen u. s. w. Die hohe Verfeinerung, welche die Schlossmechanismen dieser Waffen in den letzten Jahrzehnten erfahren haben, beruht überhaupt grösstentheils auf der Anwendung

*) Kin. Kabinet d. königl. techn. Hochschule in Berlin.

geeigneter Gesperre. Um dies deutlich zu machen sei hier ein vollständiges Beispiel, freilich ohne Abbildung, vorgeführt.

1. *Beispiel.* Der vortreffliche Mauser'sche Revolver, welcher unbestreitbar eine der ersten Stellen unter den Faustfeuerwaffen einnimmt, besteht, wie eine Reihe anderer, in seinem mechanischen Theil aus zwei Vorrichtungen, der einen zum Abfeuern, der anderen zum Herausschaffen der Patronen oder der leeren Hülsen aus der Kammer. Wir wollen die erstere die Schussmechanik, die andere die Entlademechanik nennen. (Bei dem Repetirgewehr oder Mehrlader kommt noch eine Lademechanik hinzu.)

A. Schussmechanik.

Sie besteht aus Drehkammer, Lauf, Hahn mit gerader Triebstange, Feder, Drücker und Nebentheilen, alles vereinigt zu folgenden Mechanismen:

1) Hahn mit Federstange und Drücker in Spannrast = Spannwerk aus Stabgesperre (nach Fig. 659).

2) Federstange mit Drücker in Ruhrast = Schliesswerk für den Drücker aus Stabgesperre (im übrigen nach Fig. 664).

3) Federstange nebst Klinke mit Drehkammer = Schaltwerk aus laufendem Krongesperre mit Riegel (Fig. 751), zugleich in den beiden Endstellungen ruhendes Sperrwerk für die Drehkammer.

4) Sicherheitsklinke mit Drehkammer = Schliesswerk aus ruhendem Gesperre (im übrigen wie Fig. 677).

5) Drehkammer mit Sicherheitsklinke = Sperrwerk, der letzteren Hub begrenzend.

6) Kippgesperre an der Sicherheitsklinke = Sperrwerk für deren drei Hauptstellungen (nach Fig. 669).

7) Vorreiber an der Hahnachse = Schliesswerk aus ruhendem Gesperre (nach Fig. 695).

8) Drückerbügel mit dem ihn befestigenden Stöpsel = Schliesswerk aus ruhendem Gesperre.

9) Genannter Festhaltungsstöpsel mit Drücker = Schliesswerk für den Stöpsel, aus ruhendem Gesperre.

10) Gezogener Lauf mit Geschoss = Schraubenmutter mit Schraubenspindel, ein Führungs- oder Leitwerk zu nennen.

B. Entlademechanik.

Dieselbe besteht aus einem axialen Entladungsschieber, welcher die Patronenhülsen unter deren Rand fasst, und sie herauszuheben bestimmt ist, bewegt mittelst Zahnbogens von einem um eine Achse drehbaren Griff, der in einem Ring endigt, hier Ringgriff geheissen, sodann verschiedenen Gespertheilen. Es sind folgende Mechanismen gebildet:

11) Entladungsschieber mit Zahnbogen am Ringgriff = Schiebwerk aus Trieb und Zahnstange (Fig. 581).

12) Achse der Drehkammer durch Gesperre am Herausgehen gehindert = Schliesswerk aus laufendem Stabgesperre (Fig. 695).

13) Ringgriff hält mit ruhendem Gesperre Lauf und Kammerlager zusammen = Schliesswerk aus ruhendem Gesperre (Fig. 654).

14) Ringgriffachse wird durch Achse der Sicherheitsklinke ruhend gesperrt = Schliesswerk nach (Fig. 701), bildet mit (13) zusammen ein Schliesswerk zweiter Ordnung.

15) Ringgriffachse sperrt nach Zurückschlagung des Ringgriffes die Achse der Sicherheitsklinke = Schliesswerk aus ruhendem Gesperre, bildet mit (4) ein solches zweiter Ordnung.

16) Sicherheitsklinke sperrt als Vorreiber die Achse des Ringgriffes in axialer Richtung = Schliesswerk (nach Fig. 695), bildet mit (4) zusammen ein Schliesswerk zweiter Ordnung.

17) Ringgriffnabe sperrt die Achse der Sicherheitsklinke = Schliesswerk (nach Fig. 695), bildet mit (4) ein solches zweiter Ordnung.

Gemäss dieser Analyse sind im Mauser-Revolver 17 Mechanismen vereinigt; sie sind aus 26 Stücken gebildet. Die Mechanismen sind: 1 Spannwerk, 1 Schaltwerk, 2 Sperrwerke, 11 Schliesswerke, dabei 4 von zweiter Ordnung, 1 Leitwerk, 1 Schiebwerk (Entladungsschieber). Hiermit ist der mechanische Apparat der vorliegenden Feuerwaffe dargelegt, sowohl nach den Zwecken, als nach der Zusammensetzung. (Vergl. indessen noch §. 260.)

Eine sehr wichtige Verwendung finden die Schliesswerke im Eisenbahnwesen in den Weichenstellvorrichtungen, namentlich in den sogenannten Zentralweichenstellungen, welche, durch Saxby und Farmer eingeführt, bei uns durch Henning, Büsing u. A. noch weiter ausgebildet worden sind. Die hier angewandten Schliesswerke sind meist sehr hoher Ordnung, zehnter, zwölfter und oft noch weit höherer, indem sie so kombinirt sind, dass gewisse Weichen- und Signalzüge erst alle passend gestellt sein müssen, ehe die Lösung des letzten Sperrwerkes und damit die letzte Signaleinstellung ausführbar wird. Bei dem von Siemens und Halske hoch ausgebildeten „Blocksystem“ für Weichenstellung sind elektrische Apparate zum Geschlossenhalten, bezw. Freimachen der Schliesswerke der Weichen angewandt; hier sind Spannwerke und Schliesswerke höherer Ordnung kombinirt.

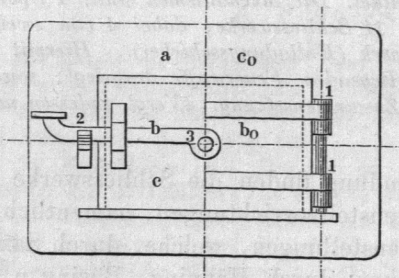
Geradezu unzählbar ist sodann die Menge der Anwendungen, welche die Schliesswerke in den Schlössern, nämlich den Verschlüssen von Thüren, Thoren, Schränken, Laden, Kasten u. s. w. finden. Die Ausführung geht von der Schlichtheit roher Holzkonstruktionen bis zur höchsten Verfeinerung der genauesten Maschinenarbeit, ausserdem verläuft sie historisch wie ethnographisch bis zu den Grenzen des Gebietes der mechanischen Vorkehrungen.

Eine Thürvorrichtung selbst ist an sich schon ein Gesperre (Stück *b* Thür, Stück *c* das Geschränke, Stück *a* das Körperliche, dessen Durchgang verhindert werden soll); die in Angeln gehenden Thüren sind laufende, die Schiebethüren ruhende Ge-

sperre. Ein einfaches Schloss mit Klinké, wie das der Kesselofenthür in Fig. 763, bildet, mit der Thür verbunden, einen Ausschnitt etwa aus einem laufenden Krongesperre, bei welchem die Schlagleiste eine Hubbegrenzung zwischen b und c bewirkt. (In ihrer Eigenschaft als Gesperrtheile sind Thür und Geschränke noch mit b_0 und c_0 bezeichnet.)

Die Thür mit Schieberiegel, auch dem „Nachriegel“ der gewöhnlichen Zimmerthürschlösser, bildet einen ähnlichen Ausschnitt, aber aus einem ruhenden Gesperre genommen.

Fig. 763.



Bei den Schlössern mit Schlüssel ist dieser der Auslöser der Gesperre; sehr häufig dient er auch ausserdem noch als der Schalter für den Riegel. Schlüssel und Gesperre werden, je sicherer das Schloss sein soll, mit um so grösserer Klügelei so

eingerichtet — das „Eingerichte“ —, dass komplizierte Formeinzelheiten an den auslösenden und schaltenden Flächen erforderlich sind, um den Auslöser wirksam zu machen. Einige wichtige Schlosssysteme seien in Kürze hier vorgeführt.

2. *Beispiel.* Der Schliessriegel des gewöhnlichen sogenannten französischen Schlosses, Fig. 764, hat die Einrichtung eines Schaltwerkes aus

Fig. 764.

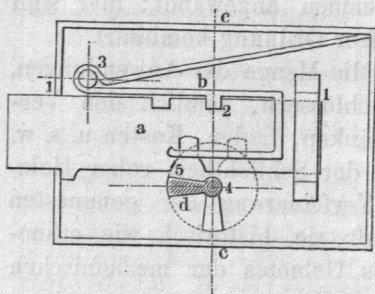


Fig. 765.

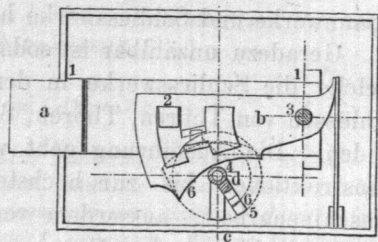


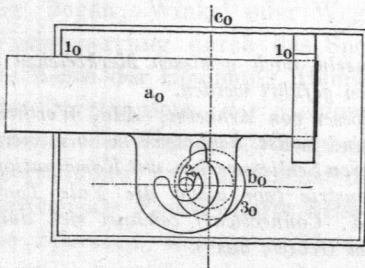
Fig. 753. Der Riegel ist das in einen Schaltstab übergegangene Schaltstück a , die „Zuhaltung“, die Sperrklinke b , oft wie hier mit ihrer Schliessfeder aus demselben Stück hergestellt (Blattgelenk), der Schlosskasten ist das Verbindungsstück oder Gestell c , der Schlüssel der Auslöser und Schalter d . Die üblichen Zimmerthürschlösser mit „Schiessfalle“, Schliessriegel

und Nachriegel vereinigen also in sich ein laufendes und zwei ruhende Gesperre; eines derselben, der Schliessriegel, ist noch mit einem ruhenden Schaltwerk, also einer vierten Gesperranwendung ausgerüstet, welche mit ihm ein Gesperre zweiter Ordnung bildet. Bei einer Flügelthür kommen noch zwei Gesperre in Gestalt der stehenden Thürriegel hinzu.

3. Beispiel. Bei dem Chubbsschloss, Fig. 765, welches bloss als Schrankschloss gedacht sei, bildet zunächst wieder der Schliessriegel mit der Thür und dem Rahmen ein ruhendes Gesperre nach Fig. 691. Sodann ist der Schliessriegel gesperrt mit mehreren, z. B. sechs Präzisionsperrklinken nach Fig. 706 und wird vor oder rückwärts bewegt durch ein Schaltwerk nach Fig. 755, wobei der Schlüssel (der entfernbare Auslöser und Schalter) die Achse 4, den Schaltzahn 5 und so viele Auslösedäumen 6 aufweist, als Sperrklinken vorhanden sind. Das Ganze ist ein Gesperre zweiter Ordnung mit Präzisionsgesperre in Wiederholung, hier zu 6.

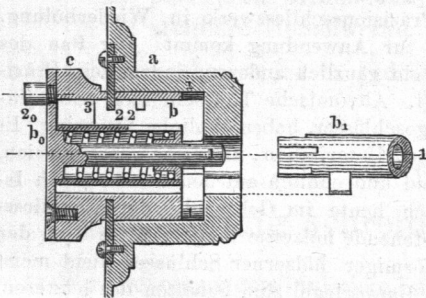
4. Beispiel. Anders ist das Bramahschloss, Fig. 766 a. und 766 b., gebaut. Hier ist zunächst der Schliessriegel wieder Schaltstab aus dem

Fig. 766 a.



zweiteilig hergestellt und in die Ringkerbe an c eingelegt, um alsdann an a festgeschraubt werden zu können. Der Schlüssel ist mit einem prismatischen

Fig. 766 b.



ruhenden Cylinderschaltwerk nach Fig. 755, wird aber nicht wie vorherhin durch eine besondere Klinkenanordnung, sondern vermöge der angewandten todtten Verzahnung durch den Schalter gesperrt. Der Schalter seinerseits ist durch ein Krongesperre mit Riegeln nach Fig. 707 gesperrt und zwar mit Wiederholung zu 6 bis 8 (hier 5). Die Scheibe an a, welche die Zahn-
lücken 2 aus Fig. 707 enthält, und zwar mit innerer Verzahnung, ist

Mitnehmer für den im Schloss stets verbleibenden Schalter und mit den Auslösern für die sperrenden Riegel versehen. Das Ganze ist hiernach ein Schliesswerk dritter Ordnung mit wiederholtem Präzisionsgesperre an dem Schalter; der Schlüssel ist Auslöser und Mitnehmer des Schalters. Die um den Kernzapfen gelegte Schraubenfeder treibt die Riegel b stets nach aussen und bildet ausserdem mit b₁ und a ein Spannwerk, welches

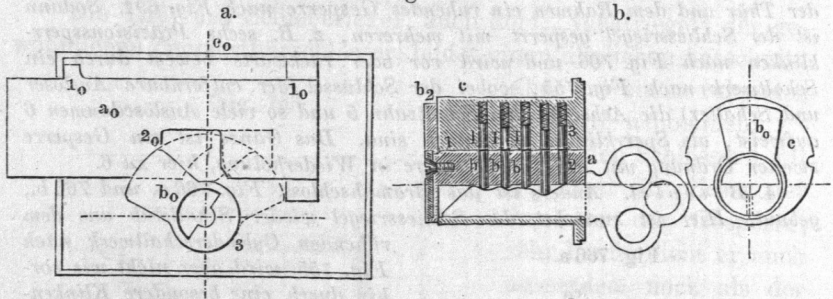
nämlich den Schlüssel nach dessen Eintritt in die Nullstellung aus dem Schloss wirft.

5. Beispiel. Das Yaleschloss, Fig. 767 a. und b. (a. f. S.), hat ebenfalls einen im Schloss verbleibenden Schalter aus dem Cylinderschaltwerke. Er ist durch Präzisionsgesperre mit Wiederholung nach Fig. 706 (b unendlich lang, d. i. in Riegel übergegangen) gesperrt. Auch hier liegt somit ein Schliesswerk dritter Ordnung vor. Der Schlüssel löst die den Schalter

sperrenden, in Wiederholung angewandten Präzisionsriegel aus und ist wegen seiner plattenförmigen Gestalt (Prisma) zugleich Mitnehmer für den Schalter. Die Figur lässt die geschickte Befestigung des Schalters b_0 an dem Sperrstück a erkennen.

Die sogenannten Kombinationsschlösser sind Schliesswerke mit Präzisionsgesperren, deren Klinken oder Riegel nicht mittelst eines Schlüssels

Fig. 767.



zusammen, sondern mit der Hand einzeln nach gewissen Merkzeichen in die Auslösungsstellung oder aus derselben geführt werden.

Die ausgezeichneten Sicherheitsschlösser von Arnheim, Ade, Wertheim, Kleinert, Polysius, Kromer u. A. sind meist Schliesswerke bis vierter Ordnung, auch Vereinigungen von höheren Schliesswerken mit Kombinationswerken. Auch die amerikanische Industrie (vor allem die Yale-Towne Manufacturing Company in Stamford, Connecticut) zeichnet sich durch vorzügliche Leistungen auf vorliegendem Gebiete aus*).

*) Alt- und neuägyptische, altgriechische und römische, indische, chinesische Vorhängeschlösser beruhen auf dem Prinzip des laufenden Gesperres mit Blattgelenkklinken, welche durch einen geradlinig vorgeschobenen Schlüssel gelöst werden. Die ägyptischen Thürschlösser sind ruhende Gesperre zweiter Ordnung mit Präzisionschliesswerk in Wiederholung, ähnlich wie sie beim Yaleschloss zur Anwendung kommt. Der Bau des ägyptischen Schlosses ist indessen ein gänzlich anderer, indem sein Präzisionsgesperre im Schliessriegel liegt. Altrömische Thürschlösser, auch einzelne in Pompeji gefundene Vorhängeschlösser, haben ähnliche Sperrung. In China, Persien, Bulgarien, Slovenien, Unteritalien, aber auch in Schlesien, Niedersachsen, auf dem Westerwald und endlich auf den Faröer (auch Island?) sind hölzerne Schlösser noch heute im Gebrauch, deren Schliessriegel in zweiter Ordnung durch stehende hölzerne Riegel, 2 bis 6 an der Zahl, gesperrt wird; ein kammförmiger hölzerner Schlüssel dient meist zum Lösen derselben, ein Griff am Hauptriegel zum Schalten des letzteren. Andere Variationen — aber immer im oben begrenzten Gebiete liegend — zeigen noch die japanischen Schlösser, namentlich weil sie meist an Schiebethüren („ruhenden“ Gesperren) anzubringen sind. Von Herrn Prof. Dr. Wagner in Tokio sind auf Anregung des Verfassers die japanischen Schlösser freundlichst und höchst sachverständig gesammelt und der vom Verfasser angelegten Schlössersammlung in dem kinematischen Kabinet der königl. techn. Hochschule in Berlin zur Verfügung gestellt worden.

§. 257.

Hemmwerke. Verschiedene Gattungen derselben.

Die Hemmwerke sind als die wichtigsten der Gesperrmechanismen anzusehen, weil sie geeignet sind, die Verwendung von Elementarkräften zu geregelter mechanischer Arbeit zu vermitteln. Sie werden hierzu in grossartigstem Maassstabe benutzt und aus Gesperren dadurch gebildet, dass das gesperrte Stück zeitweise vermöge Gesperrlösung dem Antrieb der Sperrkraft überlassen und alsdann durch Gesperrschliessung wieder aufgehalten wird. Der Bogen, Winkel oder Weg, welcher zwischen Lösung und Wiedersperrung durch das Sperrstück zurückgelegt wird, möge die Weite der Hemmung, Hemmweite genannt werden. Während des Durchlaufens der Hemmweite verfliesst ein Zeitabschnitt, welcher die Hemmzeit heissen kann; dann folgt Stillstand des Sperrstückes bis zur nächsten Lösung; der während desselben verrinnende Zeitabschnitt heisse die Sperrzeit. Die Hemm- und die Sperrzeit können a) konstant, b) periodisch veränderlich, c) beliebig veränderbar oder stellbar sein. Wir wollen hiernach unterscheiden:

- a) gleichförmig schreitende,
- b) periodisch wirkende,
- c) stellbare Hemmwerke,

und solche nacheinander in gedrängter Kürze besprechen.

§. 258.

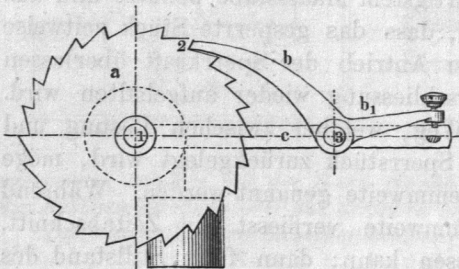
Gleichförmig schreitende Hemmwerke.

Wird bei einem gewöhnlichen laufenden Gesperre, Fig. 768 a. f. S., dessen Rad a durch eine Kraft, hier Gewichtszug, angetrieben ist, die Sperrklinke b ausgehoben und alsbald wieder eingerückt (durch Loslassen des niedergetupften Drückers b_1), so zwar, dass die Klinke den nächsten Radzahn noch auffängt, so hat Hemmung in dem besprochenen Sinne stattgefunden. Die Hemmweite betrug eine Theilung. Wird nach einer gewissen Sperrzeit der

Vorgang stets wiederholt unter Innehaltung konstanter Zeitabstände der Auslösungen, so hat man ein gleichförmig schreitendes Hemmwerk vor sich. Im Maschinenwerk ist die auslösende Hand durch ein Maschinenorgan zu ersetzen, welches sich behufs gleichmässiger Fortschreitung des Rades taktgemäss bewegen muss; es möge der Taktgeber des Hemmwerkes heissen.

Am zahlreichsten sind die gleichförmig schreitenden Hemmwerke bei den Uhren angewandt. Bei ihnen ist Taktgeber ein isochronisch, oder wie wir sagen wollen, zeitgleich schwingendes Organ: das Pendel, oder die Unruhe oder ein verwandter Apparat; das Rad *a* führt dabei

Fig. 768.



den Namen Steigrad. Die eben genannten Taktgeber schwingen nahezu zeitgleich bei grösserem wie bei kleinerem Ausschlag. Wenn demzufolge bei einer Uhrhemmung nur

die Zeit zur Wiedereinrückung der Klinke kürzer ist, als die Hemmzeit, so ist die wichtigste Aufgabe des Hemmwerkes erfüllt, diejenige nämlich, dass in irgend einem grösseren Zeitmaass stets dieselbe Anzahl Theilungen vom Steigrad durchlaufen wird, der zugehörige Winkel also zur Zeitmessung dienen kann; es mag dabei ein beliebig grösserer oder kleinerer Theil der Betriebsarbeit überschüssig gewesen und als Stoss aufgenommen worden sein. Diese bemerkenswerthe Eigenschaft der Hemmwerke hat es möglich gemacht, selbst mit verhältnissmässig unvollkommen ausgeführten Werken eine erträglich genaue Zeitmessung zu erzielen. Je grösser die Genauigkeit sein soll, um so sorgfältiger werden die Gesperre ausgewählt und hergestellt, auf Kleinhaltung der Reibungen und Stossverluste geachtet und Zeitengleichheit im Taktgeber erstrebt (Kompensation etc.).

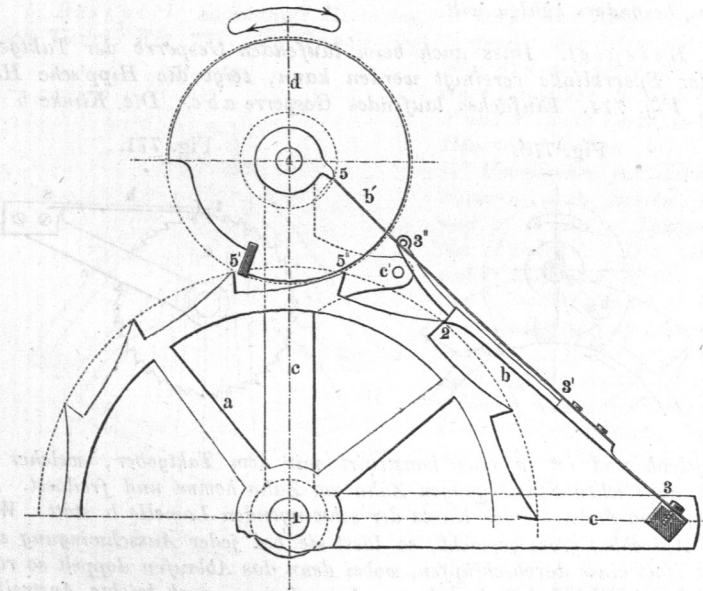
Bei den Uhren wird die aufgewandte Elementararbeit einzig zur Ueberwindung von schädlichen Widerständen benutzt; solche erfährt aber auch der Taktgeber bei seiner Bewegung. Um ihm die lebendige Kraft zu ersetzen, welche er an die schädlichen Widerstände abgibt, fügt man dem Hemmwerk noch Beschleuniger ein, Vorkehrungen, welche einen Theil der Triebkraft auf die schädlichen Widerstände des Taktgebers leiten.

Systematisch unterscheiden sich hiernach die verschiedenen Arten von Uhrhemmungen je nach der Wahl des zu Grunde liegenden Gesperres, des Taktgebers, des Auslösers und des Beschleunigers. Es wird sowohl einfaches oder Einheitsgesperre, als auch Theilgesperre, und zwar sowohl in niederer als in höherer Ordnung, zu Grunde gelegt. Einige hiernach geordnete Beispiele seien vorgeführt.

A. Uhrhemmungen aus Einheitsgesperre.

1. Beispiel. Die freie Chronometerhemmung. (Jullien le Roy, Earnshaw, Arnold, Jürgensen.) Fig. 769, *a b c* laufendes Gesperre, ausgelöst wie bei Fig. 786 besprochen. Die Sperrklinke *b* hat bei 3 ein Blattgelenk.

Fig. 769.



d Taktgeber, hier als Unruhe gedacht, findet sich aber auch als Pendel ausgeführt. *4 . 5* Auslöser, mit *d* fest verbunden, bei *5* mittelst eines zweiten laufenden Gesperres die Klinke auslösend, wenn die Unruhe ihre Links-schwingung (entgegen dem Uhrzeigerlauf) macht; bei *c'* Hubbegrenzung für die Klinke *b*. Bei *5'* Beschleuniger, als welcher ein Zahn des Steigrades *a* auf dem Bogen *5' . 5''* unmittelbar wirkt. Nach Durchlaufung dieses Bogens seitens des Steigrades hemmt *b* bei *2* den jetzt bei *5''* belegenen Zahn. Beim Zurückschwingen der Unruhe passiert der Auslöser die Blattklinke *b'* als rückwärts gehender Sperrradzahn. Der Taktgeber schwingt von *5''* ab und

auch später zurück, ohne vom Steigrade beeinflusst zu sein, weshalb die Hemmung eine freie heisst*).

2. Beispiel. Die Duplexhemmung, Fig. 770, aus dem ruhenden Gesperre Fig. 699 entwickelbar. Die Unruhe sitzt auf der Achse der Sperrklinke *b*; bei 4 Beschleuniger, auf dem Bogen 4. 4' unmittelbar auf den Taktgeber wirkend. Aehnlich der vorliegenden ist die sog. Virgulehemmung; bei ihr ist nur der Beschleunigungsarm *b'* länger und einem Komma ähnlich gestaltet. Die grössere Einfachheit dieser beiden Hemmungen gegenüber der vorigen — 3 Theile gegen 5 — erklärt sich daraus, dass der Taktgeber mit der Sperrklinke in eins ausgeführt ist. Nicht völlig übersehen werden darf der Umstand, dass beim Eintritt des Radzahns in die Lücke nach kurzem Vorwärtssprung ein Rückfall von *a* eintritt, hervorgehend aus dem Umstande, dass *b* nicht eine Fortdrehung, sondern eine Kehrdrehung vollzieht (vergl. S. 627.) Ihren Namen hat die Hemmung nach ihrem englischen Erfinder Duplex. Viele glauben, denselben mit „Doppelradhemmung“ verdeutschen zu sollen, weil in *a* zwei Räder vereinigt wären. Ganz dieselbe Vereinigung, nur in anderer Form, findet sich aber auch an anderen Steigrädern, wenn man diejenigen Zahntheile, welche als Beschleuniger wirken, besonders zählen will.

3. Beispiel. Dass auch beim laufenden Gesperre der Taktgeber mit der Sperrklinke vereinigt werden kann, zeigt die Hipp'sche Hemmung, Fig. 771. Einfaches laufendes Gesperre *abc*. Die Klinke *b* hat

Fig. 770.

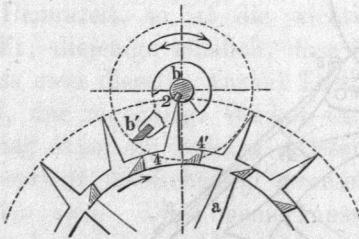
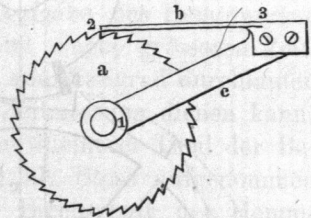


Fig. 771.



Blattgelenk und ist in eins konstruirt mit dem Taktgeber, welcher bei seinen elastischen Schwingungen Zahn um Zahn hemmt und freilässt. Beschleunigung findet an der Kante der schwingenden Lamelle *b* statt. Wird deren Ausschlag gross gemacht, so lässt sie bei jeder Ausschwingung zwei Zähne statt eines durchschlüpfen, wobei denn das Ablaufen doppelt so rasch vor sich geht; hierbei finden aber auch zwei, wenn auch leichte Anstreichungen der Lamellenkante während einer Pendelschwingung statt, wodurch der Ton der schwingenden Lamelle in die obere Oktave springt und den schnelleren Gang des Werkes dem Ohr erkennbar macht.

*) Diese schöne, als erste aus dem bei Fig. 768 angegebenen Prinzip hervorgehende Hemmung ist zugleich wahrscheinlich die erste überhaupt erfundene Pendelhemmung, indem sie nämlich 1641 von Galilei angegeben worden ist. Siehe Gerland, Erfindung der Pendeluhr, in Westermann's Monatsheften, August 1884.

B. Uhrhemmungen aus Theilgesperre.

4. *Beispiel.* Lamb'sche, oder sogenannte Triplexhemmung. Mit wirklichem Recht könnte man solche Hemmungen, deren Steigräder zwei Sperrzahnringe aufweisen, Doppelradhemmungen nennen. Man hat aber eine bestehende derartige Hemmung für Taschenuhren, vom Amerikaner Lamb herrührend, einen Triplexgang genannt (s. allg. Journ. der Uhrmacherkunst 1882, S. 100). Sie besitzt laufende Gesperre mit Wippe, ähnlich wie die in *Beispiel 1*, auch ähnlichen Taktgeberkörper, nur liegt dieser zwischen einem Hohlrad- und einem Vollradzahnring, welche die Theilsperrung bewirken (vergl. Fig. 686) und wird von diesen beiden aus sowohl beim Vorwärts-, als beim Rückschwung beschleunigt; er rückt die Sperrklinke durch Hebung nach aussen an einer Klinke wie bei Fig. 668 aus. — Eine Doppelradhemmung mit geschränkter Ankerachse ist die Enderlein'sche (s. Laboulaye, Cinématique, 2. Aufl., S. 724); sie ist aus dem Plankegelgesperre Fig. 702 ableitbar. Eine Doppelradhemmung hat auch der Verfasser aus dem Theilgesperre Fig. 686 gebildet.

5. *Beispiel.* Sogenannte Hemmung mit konstanter Kraft von Mudge (auch Tiede), Fig. 772. Zu Grunde liegt laufendes Zweiteilgesperre nach

Fig. 772.

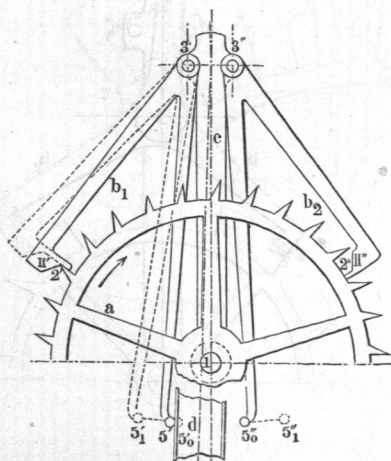


Fig. 679 mit einer Druck- und einer Zugklinke, b_1 und b_2 . Bei $2'$ und $2''$ todtte Verzahnung zum Hemmen, sodann bei II' und II'' Hebeflächen für Hebung der Klinken nach aussen (Fall 5 und 7, S. 607). Taktgeber ist ein Pendel d . Die Auslöserarme $3' 5'$ und $3'' 5''$ werden vom Pendel zunächst in der Auslösungsrichtung bewegt, der Arm b_1 z. B. bis $5'_1$ gehoben; darauf aber treibt der Arm b_1 vermöge, seines Gewichtes (oder einer Federbelastung) das Pendel nach der Mittellinie hin und zwar auf einem grösseren Wege $5'_1 5'_0$ als er gehoben worden war, so dass die Arbeit auf dem Wege $5' 5'_0$ zur Beschleunigung des Pendels übrig bleibt.

Die Hebung des Armes von $5'_0$ bis $5'$ geschieht vermöge der Hebungswirkung bei II' durch die Kraft des Steigrades. U. s. w. auf der anderen Seite des Rades.

6. *Beispiel.* Bloxam'sche oder Denison'sche sog. Schwerkrafthemmung, Fig. 773 a. f. S., der vorigen nahe verwandt. Taktgeber wieder ein Pendel, bei 4 mit Blattgelenk angehängt. Das Steigrad ist in zwei Räder mit versetzten Theilungen aufgelöst, vergl. bei Fig. 686. Die Hebeflächen II' und II'' sind weit günstiger gelegt, als im vorigen Falle, nämlich so, dass sie ungleich weniger Reibung zwischen Rad und Hebefläche bedingen. Durch e wird ein Windflügel dargestellt, welcher schädliche Beschleunigungen des

Steigrades, die bei der grossen Hemmweite 60° entstehen könnten, verhütet; der Windflügel ist auf der Achse 1 des Steigrades nicht fest, sondern mit laufendem Gesperre aufgesetzt, um nach eingetretener Hemmung die in den Massen noch angesammelte lebendige Kraft an die Luft abgeben zu können.

7. Beispiel. Freie Ankerhemmung, Fig. 774. Die beiden Klinken des Theilgesperres sind in eins zusammengezogen, wie bei Fig. 682

Fig. 773.

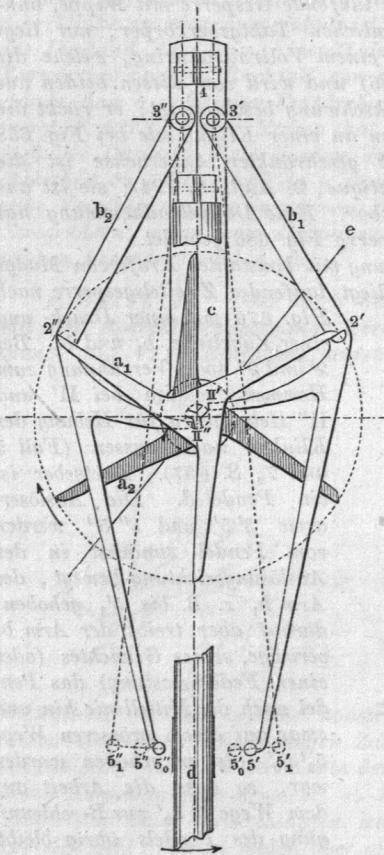
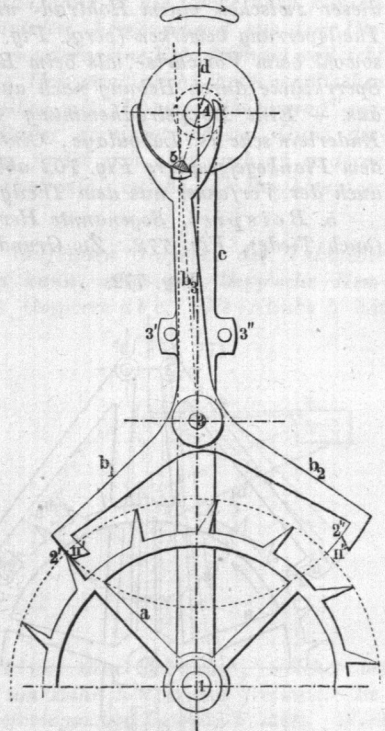


Fig. 774.

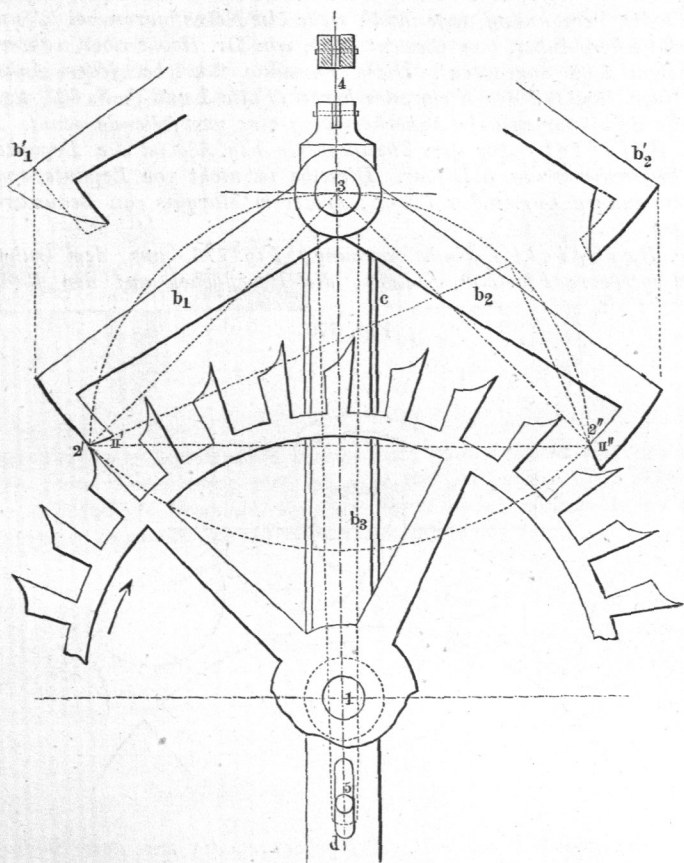


gezeigt worden, wirken aber doch sehr ähnlich wie bei Fig. 772; Taktgeber eine Unruhe d. Sie löst durch Angreifen an den Weiserarm b_3 die Sperrungen bei $2'$ und $2''$ abwechselnd aus, und wird alsbald nach der Auslösung vermöge der Wirkung des Steigrades auf die Treibflächen II' und II'' beschleunigt. Die Zähne $2'$ II' und $2''$ II'' werden Paletten genannt. Auslösung und Beschleunigung geschehen vermittelst der Verzahnung bei 5, welche ruhende Schaltwerkverzahnung nach Fig. 754 ist. Bei $3'$ und $3''$ Hubbegrenzungen des Weiserarms. Manchmal findet man statt ihrer die ruhende Sperrung an dem vorspringenden Cylinder 4 angewandt. Wegen

der Ankerform der vereinigten Klinken b_1 und b_2 der Name (vergl. bei Fig. 682). Da bei 5 wie bei 2 ein Gesperrwerk vorliegt, ist das Ganze ein Gesperrwerk zweiter Ordnung*).

8. Beispiel. Graham'sche ruhende Ankerhemmung, Fig. 775, Bauart im allgemeinen wie bei der vorigen. Nur ist die Verzahnung 5 zwischen Weiserarm b_3 und Taktgeber d anders, daher auch der Gang ein anderer. Der Weiserarm kommt, nachdem er, vom Pendel getrieben

Fig. 775.



die Auslösung bewirkt und dann vermöge der Hebeflächenwirkung das Pendel beschleunigt hat, nicht zur Ruhe, wie vorhin, sondern wird nun

*) Eine Uhrhemmung mit Gesperrwerk dritter Ordnung ist neuerdings von A. E. Müller in Passau konstruiert worden; bei ihr ist zwischen Weiserarm und Steigrad noch ein durch den Weiserarm zu verstellender Sperrcylinder wie bei Fig. 699 b., oder auch wie bei der Duplexhemmung, eingeschaltet.

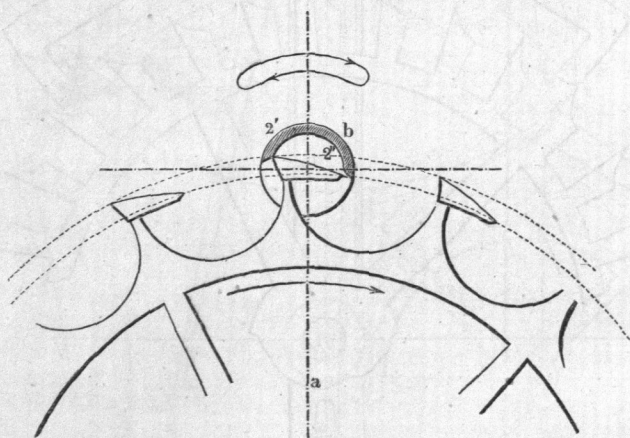
vom Taktgeber wieder weiter geführt, so dass an der Ruhefläche 2' oder 2'' noch Bewegung zwischen Rad und Anker stattfindet. Die Verzahnung bei 5 wirkt also bei jeder halben Schwingung des Taktgebers dreimal, während sie bei der vorigen Hemmung nur zweimal wirkte. Vermöge der todtten Verzahnung bei 2' und 2'' ruht das Steigrad während des Weiterschwingens des Ankers; hiernach hat man die Hemmung eine ruhende genannt.

Bevor man auf diese Formung^g der Paletten gekommen, hatte man die Fang- und die Hebefläche in eine gekrümmte Fläche zusammengezogen, also nicht todte Verzahnung angewandt, siehe die Nebenfiguren bei b_1' und b_2' (Clement'scher Anker, von Clement 1680, von Dr. Hooke aber wahrscheinlich schon 1666 angegeben). Diese Formung führt bei jedem Ankereingriff einen Rückfall des Steigrades herbei (Fälle 3 und 5, S. 607) weshalb man die damit konstruirte Ankerhemmung eine rückfallende nennt.

9. Beispiel. Aus dem Theilgesperre Fig. 684 ist die Lepaute'sche oder Stiftenhemmung ableitbar. Dieselbe ist nicht von Lepaute, sondern von dem jungen Uhrmacher Caron, späterem Marquis von Beaumarchais erfunden.

10. Beispiel. Cylinderhemmung, Fig. 776, aus dem ruhenden Cylindergesperre Fig. 700 gebildet, die Hebeflächen auf den Radzahn

Fig. 776.



und die Ankerflanken vertheilt. Taktgeber ist die mit dem Sperrcylinder b fest verbundene Unruhe, deren Schwingungswinkel bei dem grossen Sperrungsbogen sehr gross sein können. Beachtet man, dass die Palettenprofile an dem Graham'schen Anker auch zwischen konzentrische Kreise gelegt werden können — wie die Uhrmacher fast immer thun — so erkennt man, dass der „Cylinder“ als Anker von dem Umfassungsbogen = einer halben Theilung angesehen werden kann (vergl. S. 625 unten).

11. Beispiel. Spindelhemmung, Fig. 777. Zu Grunde liegt bei dieser ältesten Uhrhemmung Theilgesperre mit Kronrad, Krongesperre, vergl. §. 241. Werden wie bei Fig. 777 die Sperrklinken als flache Paletten ausgeführt, so ist die Hemmung eine rückfallende. Sie ist so

wahrscheinlich bereits im 10. Jahrhundert an Uhrwerken angewandt worden*) und noch immer vielfach in Benutzung. Da bei den alten Räderuhren der Taktgeber, die Waag, seinen Schwerpunkt in der Drehachse hatte und keine, seine Schwingungen beeinflussende Feder besass, so war die Eigenschaft der Hemmung, rückfallend zu sein, unentbehrlich, um die Waag zum Zurückschwingen zu veranlassen, sie also überhaupt als regelmässig schwingendes Organ benutzen zu können. Dies erklärt die lange Beibehaltung des Mechanismus. Gegen Ende des 16. Jahrhunderts wurde von Hele die in Form einer Schweinsborste wirkende, und erst 1665 durch Huyghens die stählerne Unruhfeder eingeführt und dadurch der bedeutende Fortschritt, welcher die chronometrischen Längenmessungen zur See ermöglichte, gethan. Die Spindelhemmung, welche man an und für sich für rückfallend hält, ist unschwer in eine ruhende zu verwandeln,

Fig. 777.

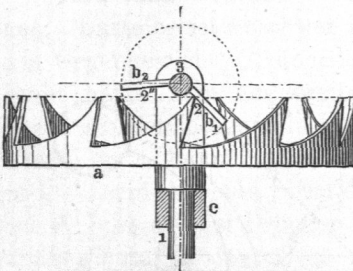
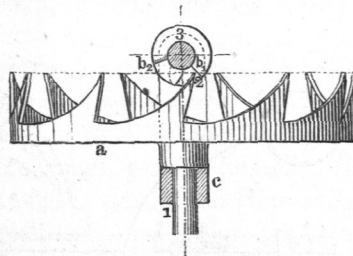


Fig. 778.



wie der Verfasser bereits 1864 gezeigt hat; man braucht nur den Sperrklinken tote Verzahnung wie bei Fig. 699 zu geben. Fig. 778 stellt die so umgeänderte Hemmung dar; die Sperrklinken sind in kegelförmige, oder strenger hyperboloidische Körper übergegangen**).

C. Krafthemmwerke.

Während in den Uhrhemmungen nur die Ueberwindung schädlicher Widerstände des Werkes geregelt wird, lassen sich

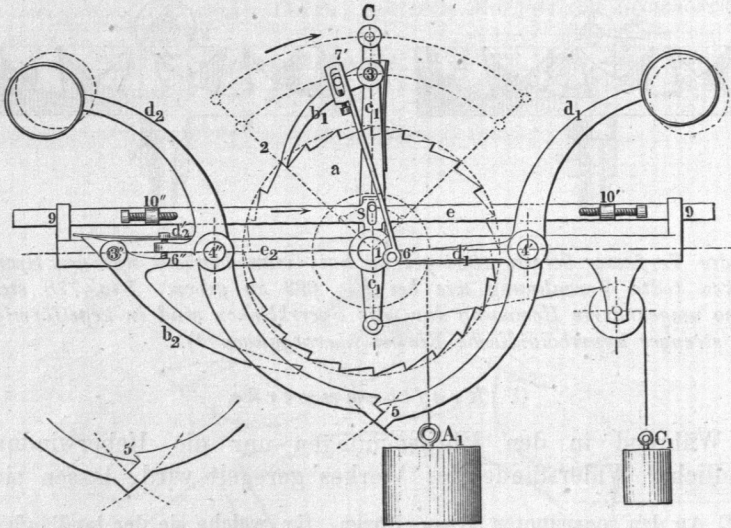
*) An den sogenannten Waag-Uhren, für welche sie der landläufigen Annahme nach durch den Deutschen Heinrich von Wyck gegen 1370 erfunden worden wäre. Waaguhren bestanden aber schon lange vorher; ihre Erfindung soll Bischof Gerbert, der spätere Papst Silvester II., gegen 990 gemacht haben. Die Urruhe war dabei als ein mit radial versetzbaren Gewichten belasteter Querarm auf senkrechter Achse ausgeführt und hatte keine Feder. Er hiess Waag, Bilanz, libramentum, aequilibrium, auch rastrum (wegen der Kerben für die Belastungsgewichte). Auch Huyghens benutzte die obige Hemmung zu seiner Pendeluhr, indem er die stehende Sperrklinkenachse 3 statt unmittelbar auf die Waag, mittelst Getriebes auf einen Zahnbogen mit liegender Achse wirken liess, welche den Weiserarm des Pendels an sich trug. Siehe Gerland a. a. O. Auch die um 1400 gebaute älteste Nürnberger Thurmuh, jetzt im Germ. Museum, ist eine Waaguhr.

***) Schematische Modelle einer grösseren Reihe von Uhrhemmungen im kin. Kabinet der hiesigen techn. Hochschule.

auch Hemmwerke so einrichten, dass die sie antreibende Kraft neben schädlichen auch nützliche Widerstände überwinden, oder Nutzarbeit ausüben kann. Solche Hemmwerke mögen hier zur Unterscheidung von den vorigen Krafthemmwerke genannt werden. Schon die Weckeruhren zeigen Krafthemmwerke, mittelst deren die mitunter beträchtliche Arbeit des Betriebs des Glockenklöppels ausgeführt wird. Von ihrer Beschreibung kann hier abgesehen werden. Andere Krafthemmwerke kommen in Menge vor. Hier sei vorläufig nur ein Beispiel vorgeführt.

12. Beispiel. Krafthemmwerk für hin- und hergehende Bewegung, Fig. 779. $a b_1 c_1$ und $a b_2 c_2$ gewöhnliche laufende Gesperre,

Fig. 779.



deren Sperrklinken b_1 und b_2 durch einen Hilfsmechanismus, die Steuerung, ausgelöst und eingekehrt werden. Die Steuerung versieht somit die Stelle des früheren Taktgebers oder ist mit demselben identisch, indem sie ihm wenigstens angehört. Das Hemmwerk dient dazu, vermöge Herabsinkens des Gewichtes A_1 dem Hebel c_1 eine schwingende Bewegung zu erteilen, welche etwa bei C unter Verrichtung mechanischer Arbeit fortgepflanzt werden soll. Das Steuern geschieht vermittelt eines doppelten Spannwerkes $d_1 d_2$ 5 mit Gesperre nach Fig. 671 unter Vermittlung des von c_1 aus bei 8 betriebenen Schiebers e , des Auslösers der beiden Spannwerke. Taktgeber ist also das schwingende Organ c_1 , welches in zweiter Ordnung die Auslösungen des Hemmwerkes bewirkt.

Folgendes ist das Spiel. In der gezeichneten Stellung nimmt das Sperrrad a die Klinke b_1 nebst Lenker c_1 rechtsdrehend mit, bis der Auslöser $10''$ die Klinke d_2 trifft und durch deren Verstellung das Gesperre

bei 5 löst. Dieses Gesperre aber gehört einem Spannwerk an, indem der Arm d_1 mit einem Gewicht auf Rechtsdrehung belastet ist, so dass nach geschehener Auslösung die in der Nebenfigur dargestellte Stellung 5' der Spannwerkklinke eintritt. Mit ihr aber tritt auch Einrückung der Sperrklinke b_2 vermöge Zurückgehens des Drückers bei 6" ein, womit dann das Sperrad a gehemmt wird und zum Stillstand kommt. Der niedersinkende Arm d_1 hat aber mittelst seines Fortsatzes d_1' und des Drückers 6' 7' die Klinke b_1 gefasst und ausgehoben, worauf alsbald das Gegengewicht C_1 den Lenker c_1 wieder, linksdrehend, in die Anfangslage zurückführt. Wenn dies geschieht, löst der Auslöser e vermöge des Drückers 10' die Sperrung bei 5' wieder aus, zugleich das Spannwerk d_1 spannend. Die Klinke b_1 fällt wieder ein; das ausgelöste Spannwerk d_2 löst Klinke b_2 wieder aus und lässt das Rad a wieder frei zu einem neuen Fortschreiten.

Man kann vorstehendes Hemmwerk ein einfach wirkendes nennen. Dasselbe ist unschwer in ein doppeltwirkendes, bei welchem das Gegengewicht C_1 überflüssig wird, zu verwandeln. Zu dem Ende hätte man ein zweites Sperrad hinzuzufügen, dem man durch ein Betriebsgewicht Links-drehung geben könnte; eine zweite Klinke an c_1 kann in das zweite Rad greifen, welches durch eine rechts anzubringende Sperrklinke gehemmt werden könnte. Hebel d_1 bekäme den Drücker zum Auslösen der neuen Hemmungsklinke, Hebel d_2 denjenigen zum Auslösen der zweiten Klinke am Lenker c_1 . Im Uebrigen bliebe die Steuerung dieselbe*). Die erzeugte Hin- und Herbewegung des Lenkers c_1 kann auf die verschiedenste Weise unter Arbeitsleistung weiter übertragen werden. So wie es hier vorgeführt ist, ist das dargestellte Hemmwerk neu; in welcher anders gestalteten Form es in der Praxis aber vorkommt, wird weiter unten besprochen werden. In der That ist seine Bedeutung eine sehr grosse.

§. 258.

Periodische Hemmwerke.

Periodische Hemmwerke von grosser Verbreitung sind zunächst die Schlagwerke der Uhren. Hier hat die Periode die Dauer einer Umdrehung des Stundenrades und bei gewöhnlichen Uhren mit Rücksicht auf die Schlägezähl den folgenden Verlauf der Hemmungsweiten:

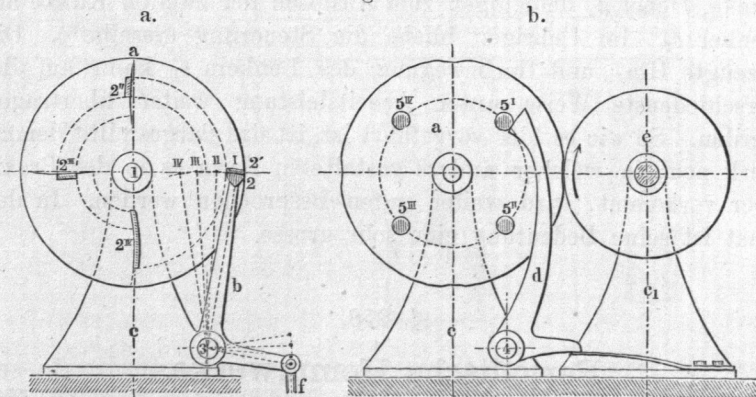
1, 1, 1, 2, 1, 3, 1, 4 1,12,

*) Modelle nach meinen Angaben von diesem und anderen Krafthemmwerken im kin. Kabinet der königl. techn. Hochschule, auch von Vogt, Berlin, Neuenburger Str. 12, zu beziehen.

90 Schläge umfassend. Durch einen angebrachten Regulator (Windflügel) werden die Hemmzeiten den Hemmweiten proportional gemacht; beide wechseln also innerhalb der Periode gleichartig. Zwei Bauarten des hier vorliegenden Hemmwerkes sind namentlich im Gebrauch, das deutsche und das englische Schlagwerk, letzteres auch Repetirwerk genannt. Ein wesentliches Stück des letzteren, die Staffelschnecke, wurde oben bei Fig. 688 besprochen; es dient zur Regelung der Periode theilung. Weiteres Eingehen auf andere Einzelheiten würde hier zu weit führen*). Bemerket sei nur, dass die eigentliche Schlagvorrichtung ein Spannwerk ist.

Sehr bemerkenswerthe Anwendungen finden sodann die periodischen Hemmwerke bei den Selbstspinnern zum Betrieb der Umsteuerung an diesen wichtigen Maschinen. Bei den Schlagwerken wie auch bei den Spinnstühlen vollziehen die Hemmwerke mechanische Nutzarbeit; beide sind also Krafthemmwerke. Der betreffende Apparat aus dem Platt'schen Spinnstuhl sei hier in Kürze vorgeführt. In Fig. 780 a. und b. ist 1 die Steuerwelle, welche

Fig. 780.



nach vier verschieden langen Zeitabschnitten sehr rasch je um 90° gedreht werden soll. abc Hemmwerk, daran a Steigrad mit vier konzentrischen Zahnringen I, II, III, IV (vergl. Fig. 686) mit je einem Zahn. Angetrieben wird das Steigrad a zunächst durch ein Spannwerk adc mit Federdruck, siehe Fig b., welche

*) Es kann verwiesen werden auf: Rühlmann, allg. Maschinenlehre, Bd. I; Redtenbacher, Bewegungsmechanismen, Denison, Clocks and watches (London 1860).

das Steigrad von der Rückseite darstellt. Nachdem aber Auslösung durch *b* stattgefunden, und das bei *5'* antreibende Spannwerk nur durch einen kleinen Weg gewirkt hat, tritt das Reibrad *e* in Wirkung und treibt *a* um eine Vierteldrehung weiter, gegen den Schluss derselben die Klinke *d* wieder spannend. Die an den Quadranten-Endpunkten angebrachten Ausschnitte im Radumfang von *a* lassen daselbst die Reibradwirkung jedesmal endigen. Hier zeigt sich deutlich, dass nicht bloss, wie bei den Uhren geschieht, ein Spannwerk, sondern dass auch ein Laufwerk die Betriebskraft für ein Hemmwerk liefern kann. Die Auslösungen und Hemmungen bei 2 finden in der Reihenfolge

I II, II III, III IV und IV I

statt. Sie werden herbeigeführt durch ein zweites Hemmwerk, welches in Fig. 781 dargestellt ist. Die zu der Klinke *b*,

Fig. 781.

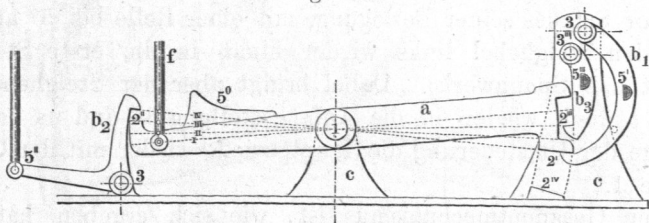


Fig. 780, führende Stange *f* wird sprungweise bewegt durch den Hebel *a*, in den Spinnmaschinenbeschreibungen Balancier genannt. Er ist ein Ausschnitt aus einem Steigrade, weshalb wir ihn Steighebel zu nennen haben. Die Hemmung ist aus Theilgesperre, und zwar Viertelgesperre (vergl. §. 242) gebildet, was hier deutlicher wird, als am Original, indem die Klinkenform deutlicher zum Ausdruck gebracht ist. *b*₁ *b*₂ *b*₃ und Anschlag an *c* Sperrklinken, sperrend bei 2^I, 2^{II}, 2^{III} und 2^{IV}. Die Auslösungen werden herbeigeführt durch den Spinnwagen, welcher während einer Hauptperiode die vier folgenden (Unter-)Perioden durchmacht:

1. Periode: Ausfahrt und Herausspinnen, *a* wird gesperrt bei 2^I
2. „ Nachstrecken und Nachdrehung, „ „ „ „ 2^{II}
3. „ Abschlagen d. gesponnenen Fadens, „ „ „ „ 2^{III}
4. „ Aufwinden und Einfahrt, „ „ „ „ 2^{IV}.

Folgendes ist der Gang. Bei Beendigung der ersten Periode trifft ein Vorstoss des Spinnwagens bei *5'* an die Klinke *b*₁. Der

Steighebel, welcher rechts schwerer ist als links, geht aus der Stellung I in die Stellung II, woselbst er von der Klinke b_2 aufgefangen wird; dabei hat er mittelst Stange f die Klinke b des vorigen Hemmwerks nach 3 II verlegt; die zweite Periode ist damit eingeleitet.

Am Schluss der zweiten Periode wird durch das Zählwerk des Selbstspinners (ein einstellbares Schaltwerk), welches bei 5" angreift, die Klinke b_2 ausgelöst; der Steighebel fällt in die Stellung III, verlegt die Klinke b nach 3 III und wird bei 2" durch die Klinke b_3 gehemmt. Die Verstellung der Klinke b hat die dritte Periode eingeleitet.

Die dritte, sehr kurze Periode endigt damit, dass der Fadenaufwinder, bei 5" anstossend, die Klinke b_3 auslöst, worauf der Steighebel in Stellung IV fällt und mittelst Stange f die Klinke b nach 3 IV verlegt. Es beginnt die vierte Periode.

In derselben fährt der Spinnwagen wieder ein und drückt kurz vor Schluss seiner Bewegung, mit einer Rolle bei 5° angreifend, den Steighebel links wieder hinab in die erste Stellung (spannt das Spannwerk). Dabei bringt aber der Steighebel die Klinke b auch wieder in die Anfangsstellung 3 I und es beginnt vermöge der Umsteuerung die Hauptperiode wieder mit der Unterperiode 1.

Der Gesamtmechanismus ist, wie sich ergeben hat, ein periodisches Hemmwerk zweiter Ordnung, da wo es Kupplungen einrückt, dritter Ordnung, und wenn die Spannwerke mit betrachtet werden, ein Gesperrmechanismus fünfter Ordnung; ein sechster Gesperrmechanismus wirkt in dem erwähnten Zählwerk mit*).

§. 259.

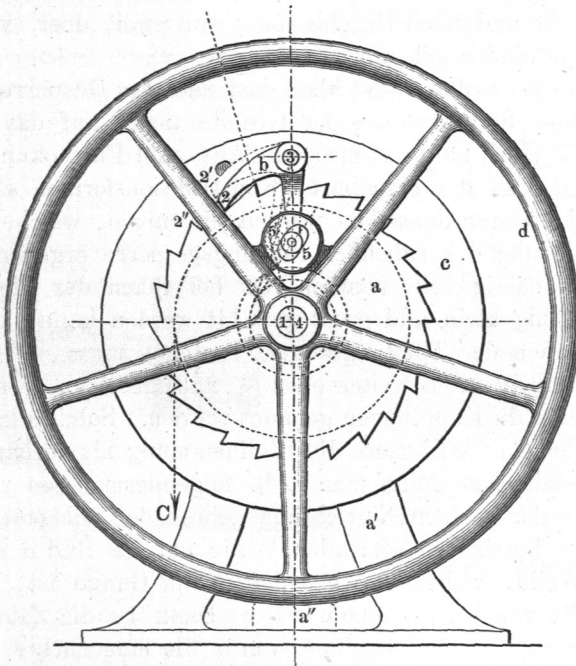
Stellbare Hemmwerke oder Stellhemmungen.

Man kann ein Hemmwerk so einrichten, dass das gesperrte Stück, nachdem die Lösung stattgefunden, durch seine demzufolge

*) An dem Selbstspinner von Parr-Curtis, wie er bei uns üblich ist, findet sich statt des in Fig. 780/81 dargestellten ein anderes, aus Krongesperre gebildetes Hemmwerk mit halben statt Viertelsdrehungen, übrigens ähnlich wirkend. Vergleiche wegen dieser Mechanismen: Stamm, Selfactor, deutsch von Hartig, Leipzig 1862, und Schmidt, Bew.-Mechanismus des Parr-Curtis-Selfactors, Stuttgart 1865.

beginnende Bewegung das Gesperre wieder schliesst, also Hemmung herbeiführt. Man könnte ein so vorgerichtetes Hemmwerk demnach eine Selbsthemmung nennen. Indessen wird bei einem solchen Mechanismus die Hemmungsweite abhängig sein von der Grösse der Verstellung des auslösenden Organs; sie kann demnach gross und klein gestellt werden. Deshalb wurde oben (§. 257) für Hemmwerke dieser Art der Name stellbare Hemmwerke, wofür wir auch Stellhemmungen sagen können, gewählt.

Fig. 782.



Dieselben scheinen berufen, im neueren Maschinenwesen eine an Bedeutung zunehmende Rolle zu spielen.

Eine leicht verständliche Stellhemmung zeigt Fig. 782. Sie ist (durch den Verfasser) aus dem stummen Gesperre Fig. 674 abgeleitet. *a* Sperrrad, feststehend, mit dem Gestell *a'* nämlich fest verbunden, *b* Sperrklinke, *c* radförmig ausgebildeter Lenker, durch ein Gewicht *C* in dem Drehungssinne, welchen die Sperrung verhindert, getrieben. 3. 5 ist ein Fortsatz der Klinke. Diese kann mittelst des um $4 = 1$ drehbaren radförmig ausgebildeten Stellers *d* ausgerückt werden, wenn letzterer nämlich im

Sinne der angestrebten Drehung von c etwas gedreht wird. Geschieht die Drehung von d so weit, dass die Klinke b gerade aufgehoben wird, so setzt das Treibgewicht C das Rad c in Drehung. Dabei aber wird die Klinkenachse 3 mitgenommen und dadurch die bei 5 aufgehaltene Klinke 6 im Sinne des Schliessens des Gesperres bewegt; sie tritt sofort in die Zahnücke 2", worauf Sperrung wieder hergestellt ist. Damit nach vollzogener Ausrückung das Rad d nicht unsicher steht, kann bei a'' eine Bremse angebracht werden. Dreht man den Steller d um zwei, drei, vier Theilungsbogen, so wird das Rad c jedesmal bei der Auslösung frei gemacht und nach Durchlaufung von zwei, drei, vier Theilungsbogen wieder gehemmt.

Nach dem Früheren ist klar, dass man das Gesperre, welches irgend einer Stellhemmung zu Grunde liegt, auf das mannigfachste abändern kann, ebenso den Aus- und Einrückungsmechanismus, so dass die erzielbaren Konstruktionsformen sehr zahlreich sind. Unter denselben werden diejenigen, welche sich bei Zugrundelegung der ruhenden Reibungsgesperre ergeben, besonders zweckmässig sein können, da bei ihnen der Hemmungsbogen beliebig klein und gross gewählt werden kann, also nicht aus Vielfachen des Theilungsbogens bestehen muss.

Wir haben schon weiter oben (§. 256) gesehen, dass mittelst der Gesperre die Kupplungen gebildet werden. Solches kann auch hier geschehen. Will man die Stellhemmung als lösbare Kuppelung anwenden, so kann man z. B. folgendermaassen verfahren. Das Rad c der vorigen Einrichtung gehöre der gelegentlich ausser und in Betrieb zu setzenden Welle an, das Rad a aber derjenigen Welle, welche für gewöhnlich im Gange ist, und mit welcher die von c zu kuppeln wäre. Dann ist die Zahnstellung so zu wählen, dass bei Drehung von a die eingerückte Klinke b und somit das Rad c nebst Steller mitgenommen wird. Soll nun ausgerückt werden, so hat man nur den Steller d festzuhalten. Die Klinkenachse 3 wird dann noch kurze Zeit vermöge des Eingriffs bei 2 mitgenommen, letzterer aber zugleich ausgelöst, worauf c stillsteht. Bewegt man aber darauf d nur ein wenig in der Laufrichtung, so entsteht wieder Eingriff bei 2 und erneutes Mitnehmen. Eine aus der Stellhemmung gebildete lösbare Kuppelung kann eine Stellkuppelung genannt werden.

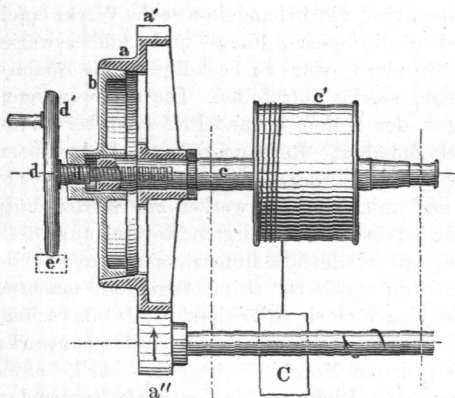
Es ist eine Nebenfrage, ob im einzelnen Falle die vorliegende Anwendung von Zahngesperre zweckmässig sei oder nicht. Der Zahnradmechanismus ist hier nur des leichteren Verständnisses

wegen der Darstellung zu Grunde gelegt worden. Auch für die Stellkupplungen sind in der Regel, obwohl nicht immer, die ruhenden Reibungsgesperre besonders zweckmässig. Eine Stellkupplung mit ruhendem Reibungsgesperre ist die in Fig. 448 dargestellte Kupplung; *A* Sperrrad, *B* die in einen Kegel übergeführte ehemalige Sperrklinke, *b* Steller.

Bildet man mittelst der Reibungsstellkupplung einen Aufzug, d. i. eine Maschine, an welcher mittelst Zugseiles oder anderweitig eine widerstehende Kraft wirkt, welche stets Rückwärtsbewegung des Sperrades herbeizuführen bestrebt ist, so entsteht eine neue Vorrichtung von eigenthümlicher Wirkung, nämlich eine Aufzugvorrichtung mit selbstthätiger Bremsung*).

Beispiel. Fig 783 stellt schematisch einen wie vorstehend eingerichteten Aufzug dar (angewandt u. a. als Jochaufzug an der Kölner Schiffbrücke).

Fig. 783.



a ein hohlkonisches Reibungssperrrad, äusserlich mit einer Stirnradverzahnung *a'* versehen, und durch das mittelst einer Kraftmaschine stetig umgetriebene Trieb *a''* in steter Drehung im Sinne der Aufwicklung des Zugseiles auf die Trommel *c'* erhalten. Letztere ist auf der Welle *c* befestigt, um welche *a* sich frei dreht. Das Rad *a* wird aber an *c* gekuppelt, wenn der Vollkegel *b*, welcher auf *c* verschiebbar befestigt ist, in den Hohlkegel *a* genügend fest eingepresst wird. Dies geschieht mit-

telst einer Differentialschraube *d* und des Stellers *d'*. Das Differentialgewinde hat derart abgemessene Steigungen, dass 1) die Steigungsdifferenz wenig (etwa 1 mm) beträgt, und 2) das Anpressen bei Drehung des Stellers *d'* in demselben Sinne geschieht, in welchem sich *c'* beim Aufziehen bewegt. Wird die Kupplung durch Vorwärtsdrehen von *d'* angepresst, so findet Aufziehen statt. Wird der Steller *d'* festgehalten, also zur Ruhe gebracht, so bleibt *c'* stehen trotz dem Zuge an Seile, indem die beginnende Ablaufbewegung stets *b* und *a* selbstthätig genau so fest aneinander presst, dass die zwischen beiden entstehende Reibung genügt, der Zuglast das Gleichgewicht zu halten. Wird endlich *d'* rückwärts gedreht, so bewegt die Zugkraft von *C* auch *c'* rückwärts und zwar unter stetiger Bremsung bei *b*, welche Bremsung immer ohne weiteres Zuthun die richtige Grösse erhält.

*) Auf diese vom Verfasser angegebene Vorrichtung und mehrere damit zusammenhängende ist Herrn E. Langen das Reichspatent Nr. 21922 ertheilt worden.

Auf andere höchst wichtige Anwendungen der Stellhemmungen wird noch hingewiesen werden. Es ist aber hier allgemein zu bemerken, dass die Stellhemmungen sich dadurch auszeichnen, dass mittelst ihrer mit geringer Kraftäusserung die grössten Kraftwirkungen eingeleitet und rasch wieder abgebrochen werden können.

§. 260.

Verallgemeinerungen der Gesperrwerke.

Die bis jetzt behandelten Gesperrwerke oder Klinkwerke, wie sie auch zu nennen wären, haben sich als ungemein verwendbar und viel benutzt erwiesen; sie lassen in dieser Beziehung alle anderen Mechanismen weit hinter sich. Dies erklärt sich daraus, dass das Gesperre sowohl relative Bewegung als relativen Stillstand zu vermitteln gleichzeitig geeignet ist. Nach diesen beiden Richtungen sind die behandelten sechs Werke auch noch unter sich gruppierbar, indem die Sperr-, Fang- und Schliesswerke dazu dienen, Bewegungen zu verhindern oder zu beendigen, die Spann-, Schalt- und Hemmwerke dagegen, solche einzuleiten. Diese Bewegungen sind unstetige, während diejenigen der früher behandelten oder berührten Mechanismen aus Kurbeln und Zubehör, Reibungsrädern, Zahnrädern stetige waren. Mechanismen für stetige Bewegungen kann man Laufwerke nennen *); sie kommen neben und mit den Klinkwerken zur Anwendung.

Das Gebiet der Gesperrwerke ist in dem beendigten Kapitel nur teilweise durchlaufen worden, indem nur solche Maschinenelemente zu Grunde gelegt wurden, welche starre Gebilde annähern. Eine Ausnahme machten nur die nebensächlich vorkommenden Federn (hier lässt sich übersehen, dass die Schliessfedern der Klinken, sowie auch die Buffer Hülfsspannwerke sind). Es gibt aber noch anders geartete Maschinenelemente, solche nämlich, welche wesentlich in nur einer Richtung den auf sie wirkenden Kräften widerstehen; es sind die Zugkraft- oder Zug-Organe, Seile, Ketten, Bänder, Gurten etc., und die Druckkraft- oder Druck-Organe, die Flüssigkeiten und einige andere Gebilde. Von beiden wird in den folgenden Kapiteln gehandelt werden. Hier ist aber schon hervorzuheben, dass beide durchweg in Gesperren als Sperrkörper dienen können und dienen. Die Zugorgane sind sperrbar durch Reibungs- und Zahnklinken; bei den Druckorganen sind die Ventile die Sperrklinken **)

Indem die Klinkwerke auch auf diese beiden Elementenklassen ausgedehnt werden müssen, erweitert sich ihr Gebiet um ein Bedeutendes, besonders hinsichtlich der Druckorgane. Es zeigt sich dabei, dass zunächst die Kolben- und Ventilpumpen für tropfbare wie für gasförmige Flüssigkeiten Schaltwerke sind, sowie dass Absperrungen in Röhren, Kanälen, Be-

*) S. m. „theoret. Kinematik“ S. 486, wo ich diesen Vorschlag gemacht.

***) Wegen dieses vom Verfasser zuerst geführten Nachweises siehe „theoret. Kinematik“ S. 458 ff.

haltern etc. sehr häufig Sperrwerke, auch Schliesswerke, mitunter Fangwerke sind, dann aber auch, dass verschiedene Kraftmaschinen, wie die Wassersäulenmaschine und die gewöhnliche Dampfmaschine Hemmwerke vorstellen, andere, wie die Gasmotoren, Gemische von Hemm- und Schaltwerk sind; auch zeigt sich, dass Spannwerke aus Druckorganen häufig Anwendung finden, wie z. B. in der Form der Akkumulatoren oder Drucksammler für Wasserkrane, Pressen, Nietmaschinen (S. 155), Schleusenwinden, Gesteinsbohrmaschinen u. a. m., in der Form der Windkessel für allerlei Betriebe u. s. w., sodann auch in dem Katarakt der Hubdampfmaschinen, der ein Spannwerk mit langsamem und regulirbarem Ablauf ist *). Vorwiegend sind die in diesen Fällen zur Anwendung kommenden Klinkwerke solche von höherer Ordnung. Die Geschichte der Entwicklung der aufgezählten Maschinen ist in wesentlichen Punkten diejenige der Klinkwerke.

Als auf ein interessantes Beispiel kann auf das Krafthemmwerk Fig. 779 zurückverwiesen werden, indem dasselbe, wenn man sich das Sperrad in eine Dampfsäule verwandelt denkt, eine einfach wirkende Hochdruckdampfmaschine mit Farey'scher Steuerung vorstellen kann. Die mannigfachen Abänderungen immer nur des Hemmwerkes, welches der Kolbendampfmaschine zu Grunde liegt, haben die Konstrukteure von den ersten Anfängen der Dampfmaschine an bis heute unablässig beschäftigt. Wir konnten dies schon in §. 252 bemerken, auch aber gilt es von den neuerdings so stark in den Vordergrund tretenden Dampfkraftmechanismen, welche die Franzosen „moteurs asservis“ nennen, und welche u. a. auf den Seedampfern für den Steuerruderbetrieb mehr und mehr Anwendung finden. Dieselben sind nämlich nichts anderes als Stellhemmungen (§. 259) für Druckkraftorgane; solche spielen auch eine Hauptrolle in der geistreichen Maschine des Fischtorpedos.

Erweitert sich so vor unserem Auge das Gebiet der Klinkwerke schon zu grossartigem Umfange, so sind damit die Grenzen desselben noch immer nicht erreicht. Denn weiter getriebene Untersuchung leitet noch zu einer anderen Gebietsausdehnung, zu einer berechtigten, ja wissenschaftlich nothwendigen Verallgemeinerung der gewonnenen Begriffsreihen.

Es lassen sich nämlich den tropfbar wie gasförmig flüssigen Druckorganen statt auf mechanischem Wege, wie mit Pumpen, d. i. Schaltwerken, auch auf physikalischem Wege die inneren Spannungen verleihen, vermöge deren sie in Spannwerken wirken können. Solche Spannwerke wird man den bisher behandelten mechanischen gegenüber physikalische Spannwerke zu nennen haben. Zu den allerwichtigsten derselben gehört der Dampfkessel. Die in ihm mit Ventilen verschlossen gehaltene Dampfmasse, die Dampfsäule *), bildet mit dem Kessel und dem Verschluss- und Auslassapparat ein physikalisches Spannwerk, als in welchem nämlich den Wassertheilchen auf physikalischem Wege ein besonderer Aggregatzustand, der bei hohen Temperaturen mit hoher Spannung besteht, ertheilt wird.

*) Bei F. Pelzer's Fangwerk, von ihm hydraulische Fallbremse genannt (D. R. P.), wird der Stoss des aufgefangenen Fördergefässes durch einen Wasserkatarakt gemässigt; dieser ist auch hier ein Spannwerk mit langsamem, insbesondere verzögerndem Ablauf.

***) Diese Bezeichnung hat der Verf. in s. „theor Kinematik“ (S. 493) vorgeschlagen.

Physikalische Spannwerke sind auch die für Kraftabgabe vorgerichteten Behälter mit flüssiger Kohlensäure, welche neuerdings mehr und mehr aufkommen.

Ebenfalls physikalische Spannwerke sind die elektrischen Akkumulatoren, aber unter Umständen auch schon die galvanischen Batterien. Ihre Gesperrtheile sind der Natur der zu übertragenden Kraftwirkung angepasst; Sperrung wird durch Berührung unter Vermittlung der „Kontakte“, Schleifedern u. s. w. bewirkt, diese sind also die Sperrklinken; Kräftewirkung wird durch blossen Annäherung erzielt. Auf Grund dieser Mittel sind diese Gesperrwerke mannigfach ausgebildet. Die dynamo-elektrische Maschine erweist sich hierbei als ein physikalisches Schaltwerk, getrieben von einem mechanischen Laufwerk, die elektrodynamische als ein physikalisches Hemmwerk, welches ein mechanisches Laufwerk treibt. Physikalische Laufwerke lassen sich ebenfalls bilden.

Aber auch noch durch chemische Wirkung lassen sich Körper so vorbereiten, dass sie mechanische Kraftwirkungen zu äussern vermögen; es sind die Kraftwirkungen durch Wärme und durch Galvanismus. Man darf so vorbereitete Körpergruppen chemische Spannwerke, Laufwerke u. s. w. nennen.

Ein chemisches Spannwerk ist die Kohle, der Brennstoff überhaupt; durch Entzündung ausgelöst, gibt er das in ihm gebundene mechanische Arbeitsvermögen in Wärmeform ab. Die abgegebene Arbeit kann zu mancherlei Zwecken dienen. Für uns kommt es auf Hervorrufung mechanischer Bewegung an. Dieselbe kann dadurch erzielt werden, dass die Wärmearbeit zum Spannen eines physikalischen Spannwerkes benutzt wird, wie in der Dampfindustrie geschieht, auch durch den galvanischen Strom, wie im Telegraphenwesen. Jedes der erwähnten Spannwerke, Laufwerke, Schaltwerke u. s. w. kann unter Umständen auf irgend ein anderes aus der Reihe seine Wirkung übertragen.

Unter diesen Gesichtspunkten stellt sich z. B. unsere übliche Betriebsdampfmaschine mit Kessel und Feuerung dar als eine geordnete Verbindung oder Verkettung folgender Haupttheile:

eines chemischen Spannwerkes (Feuerung)
mit einem physikalischen Spannwerk (Dampfkessel),
einem mechanischen Hemmwerk (eigentliche Dampfmaschine)
und einem mechanischen Laufwerk (Kurbelgetriebe mit Rad),

welche vier „Werke“ einander die im ersten sich auslösende mechanische Arbeit ordnungsmässig überliefern. Betreibt vorstehende Dampfmaschine eine Lokomotive, so tritt an das Kurbelgetriebe ein Laufwerk in Form der Reibräder nebst Schienen und in dem angehängten Zug ein Leitwerk, bestehend aus Wagenrädern und Lagern nebst Gleis, so dass das Ganze in sechster Ordnung arbeitet.

Die chemischen Spannwerke können noch anders mechanisch benutzt werden, als bereits angedeutet, nämlich so, dass die aufgespeicherte Wärmearbeit in ganz kurzer Zeit, plötzlich, ausgelöst werden kann, das Verfahren, welches bei den Explosivstoffen eingeschlagen wird, den Sprengstoffen, Schiessstoffen, auch Gasen u. s. w. Die absichtliche Auslösung dieser Stoffe gestaltet sich meist zu einer besonderen Aufgabe. Das Auslösen

kann unmittelbar mechanisch, etwa durch Stoss oder Reibung, aber auch mittelbar, durch Entzündung an bereits entzündetem Körper, bewirkt werden. Nach unseren Kategorien kann also Auslösung erster, zweiter u. s. w. Ordnung angeordnet werden. Bei unseren gewöhnlichen Feuerwaffen findet meist chemische Auslösung zweiter Ordnung statt. Zuerst die des Zündhütchens, welches ein mechanisch leicht auslösbares chemisches Spannwerk ist, und danach vermittelt dessen Hitzewirkung die Auslösung der Pulverladung, welche das Geschoss schleudern soll. In unserem in §. 256 besprochenen Mauser'schen Revolver kommen demnach zu den dort aufgezählten mechanischen Werken noch die genannten beiden chemischen Spannwerke (statt des Zündhütchens ein Zündring) hinzu; somit findet das Schleudern des Geschosses daselbst, da der Hahn einem mechanischen Spannwerk angehört, durch Spannwerk dritter Ordnung statt. Bei der gewöhnlichen Dynamit-Sprengladung wird das Zündhütchen durch ein chemisches Laufwerk, die Zündschnur, ausgelöst.

Nennt man, um zusammenfassen zu können, die hier in Betracht kommenden Vorkehrungen zur Kraft- und Bewegungsübertragung allgemein Treibwerke, so zeigt das vorstehend Entwickelte, dass die Technik über

mechanische, physikalische und chemische Treibwerke

verfügt und solche in angemessen scheinenden Verbindungen, und zwar Ueber- wie Nebeneinanderordnungen, zur Verwendung bringt.

Die übliche Dampfmaschine ergibt sich, wie vorhin erwiesen, hiernach als ein Treibwerk vierter Ordnung. Treibwerke hoher Ordnung sind häufig und leisten ausgezeichnete Dienste. So in der elektrischen Telegraphie, wo ein physikalisches Spannwerk zweiter Ordnung (beim Relaisbetrieb) dazu dient, ein mechanisches Laufwerk auszulösen und ein Schreibwerk zu bewegen; die beiden physikalischen Spannwerke werden durch chemische Spannwerke (oder auch Laufwerke, wenn man so will) in Spannung erhalten; der ganze Akt geht in fünfter Ordnung vor sich. Die gewöhnlichen Läutwerke der Eisenbahnstationen wirken als Treibwerke vierter Ordnung unter Zugrundelegung eines mit Handkraft gespannten Gewichtspannwerkes. Die Westinghouse'sche Bremse ist, vom Dampfkessel ab gerechnet, ein Treibwerk fünfter Ordnung, bestehend aus:

Hemmwerk, Schaltwerk, Spannwerk, Hemmwerk, Sperrwerk,
Dpmaschine*), Lftdrckpumpe**), Windkessel, Kolbengetriebe, Bremse.

Zählt man Dampfkessel und Feuerung mit, so ergibt sich siebente Ordnung. Die ausgezeichneten Dienste, welche diese und verwandte Bremsvorrichtungen leisten, beruhen darauf, dass zum Bremsen ein reichlich gespanntes Luftspannwerk stets bereit steht und mit grösster Leichtigkeit ausgelöst werden kann.

Mehr und mehr, um noch ein letztes Beispiel anzuziehen, versucht man jetzt wieder, tief gelegene Schachtpumpen durch Druckluft zu betreiben; einen dafür bestimmten Drucksatz theilt u. a. die Zeitschrift des V. d. Ingenieure 1884, S. 776 mit. Setzt man für denselben die sehr übliche

*) Ohne Laufwerk, bloss hin- und hergehend.

**) Unmittelbar von der Dampfmaschine betrieben.

Beschaffung der Druckluft mittelst einer Dampfmaschine mit Kurbelgetriebe voraus, so erhält man für den vorliegenden Fall folgende Treibwerkreihe:

1) Feuerung	chemisches	Spannwerk,
2) Dampfkessel	physikalisches	"
3) Eigentliche Dampfmaschine . .	mechanisches	Hemmwerk,
4) Kurbelgetriebe dazu	"	Laufwerk,
5) Luftpresspumpe	"	Schaltwerk,
6) Windkessel	"	Spannwerk,
7) Luftdruckmaschine im Schacht	"	Hemmwerk,
8) Wasserpumpe	"	Schaltwerk.

Die Beförderung des Wassers geschieht also durch ein Treibwerk achter Ordnung. Die Höhe der Ordnungszahl gibt u. a. auch einen Anhalt über die zu erwartenden Effektverluste. Diese müssen hier sehr gross ausfallen. Manchmal kommt es indessen darauf, anderen vortheilhaften Seiten gegenüber, nicht an*).

* *

* *

Aus den vorstehenden Erörterungen und Beispielen, welche letztere mechanische, physikalische und chemische Treibwerke in verschiedenen, höchst wirkungsvollen Verbindungen angewandt zeigten, ergibt sich, dass die mechanisch-technische Wissenschaft genöthigt ist, die physikalischen und chemischen Treibwerke neben und mit den mechanischen in Betracht zu ziehen, wie denn auch thatsächlich in der Maschinenlehre geschieht; derselben gehört nach Vorstehendem auch die Elektromechanik zweifellos an. Die Erfindung beschäftigt sich unausgesetzt mit der Aufsuchung neuer Treibwerke aller drei Gattungen. In der Verwendung derselben tritt an die Stelle früheren suchenden Tastens mehr und mehr Bestimmtheit, welche

*) Auf das Luftdruckwerk für Uhrenbetrieb von Ingenieur Mayrhofer in Wien kann noch als ein interessantes Beispiel hingewiesen werden (D. R. P.). Eine Zentraluhr mit Gewichtsbetrieb (vergl. S. 651) an sich in dritter Ordnung, mit ihrem automatischen Aufzug in fünfter gehend, löst stündlich ein physikalisches Spannwerk (Batterie) aus: sechste Ordnung, diese ein mechanisches Spannwerk dritter Ordnung, welches die Gesperre (Hähne) des Spannwerkes Wasserleitung — selbst sechster Ordnung — löst. Dieses Treibwerk neunter Ordnung löst aber erst in zehnter Ordnung grösseren Wasserzufluss aus, der nun ein Luftspannwerk spannt. Letzteres treibt sämtliche Uhren des Kreises dadurch, dass es sie mit Gesperwerk zweiter Ordnung aufzieht und ausserdem mittelst Gesperrwerkes dritter Ordnung richtet, d. i. von ihrem Zeigerstandfehler befreit. Die genannten Uhren, wiederum an sich in dritter Ordnung gehend, stehen hiernach in sechszehnter und siebenzehnter Ordnung mit der Zentraluhr in Verbindung und werden in elfter beziehungsweise zwölfter Ordnung betrieben. Zur Rückstellung der sechs Gesperwerke zwischen Zentral- und Kreisuhr wird ein Gesperwerk dritter Ordnung zu Hilfe genommen; ein Sicherheitsapparat enthält noch sieben weitere Gesperwerke. Summa, von allen Nebenwerken gänzlich abgesehen: $16 + 1 + 6 + 3 + 7 = 33$ mit einander wirkende Treibwerke.

sich namentlich in der zweckmässigen Uebereinordnung, sodann in der Nebeneinanderordnung der verschiedenen Treibwerke kundgibt. Dies geschieht nicht bloss bezüglich der kraftgebenden und -leitenden Vorrichtungen, sondern auch hinsichtlich derjenigen, welche die unmittelbare technologische Verwendung der Kräfte bezwecken. Deutlich zeigt sich dies neuerdings in zahlreichen Arbeitsmaschinen, wo mehr und mehr Treibwerke über- und nebeneinander gesetzt werden, um sowohl die Handgeschicklichkeit zu ersetzen, als deren Leistungen noch wesentlich zu erhöhen, nämlich um durchweg Ersatzstücke, d. i. Erzeugnisse von völlig kongruenten Formen, herzustellen.