

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Die Bewegungs-Mechanismen**

**Redtenbacher, Ferdinand**

**Mannheim, 1857**

Rollen

[urn:nbn:de:bsz:31-266481](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-266481)

durch den Zeiger d,	Einheit,
durch den Zeiger d,	Zehner,
durch den Zeiger d,	Hundert,
durch den Zeiger d,	Tausende

von Umdrehungen der Axe b.

Um die Zählung schneller Bewegungen zu zeigen, wird unmittelbar das Rad a gedreht; um die Zählung langsamer Bewegungen zu zeigen, wird die Axe des Getriebes b in Bewegung gesetzt.

## Rollen.

### TAB. XIII.

*Fig. 1 und 2. Rollenmodell.* Durch dieses Modell wird die Wirkung der gewöhnlichen Rollentriebe erklärt.

a ist eine kleine Grundplatte, in welcher eine eiserne Stange b eingeschraubt ist. c eine mit einer Kurbel versehene Rolle, d eine Hülse, die durch eine Schraube an die Stange festgeklemmt werden kann, und mit einem Zapfen versehen ist, auf welchem sich die Rolle c dreht. e ist ein gabelförmiger Axenhalter; derselbe ist vermittelt einer Hülse um einen Zapfen drehbar, dessen geometrische Axe in die Vertikallinie x y fällt, die durch den Punkt f tangential an den Rollenumfang von c gezogen werden kann. g ist die zweite Rolle, ihre Axe wird durch e gehalten, und ihr Umfang wird ebenfalls von der Vertikallinie x y berührt. Um beide Rollen ist ein Riemen geschlungen.

Dreht man den Axenhalter e um den Zapfen, so erhält die Axe von g gegen die Axe von c jede beliebige Lage, und man kann nun durch Drehung der Rolle c vermittelt der daran befindlichen Kurbel zeigen, dass die Bewegung von c auf g übertragen wird, vorausgesetzt, dass die Drehung in dem Sinne erfolgt, welcher durch die Pfeile angedeutet wird, kann aber ferner zeigen, dass der Riemen von den Rollen abfällt, wenn die Drehung nach einer der Pfeilrichtung entgegengesetzten Richtung vorgenommen wird. Die erstere dieser Drehungsrichtungen ist nämlich diejenige, bei welcher die Riemenstücke der auflaufenden Riemenreihe in die mittleren Ebenen der Rollen fallen, auf welche die Riemenstücke auflaufen, was eben die Grundbedingung ist, welche erfüllt werden muss, damit die Riemen nicht abfallen.

*Fig. 3 und 4. Rolle mit Hook'schen Schlüssel.* a und b sind zwei in einer Ebene liegende, gegen einander schwach geneigte Axen. c ist eine gewöhnliche mit der Axe a verbundene Rolle, d ist eine mit der Axe b nicht gewöhnlich, sondern vermittelt eines Hook'schen Schlüssels e verbundene Rolle. Die Rolle d kann also ihre Lage gegen b innerhalb gewisser Grenzen beliebig ändern. f ist der die beiden Rollen umschlingende Riemen. Wird die Axe a vermittelt der daran befindlichen Kurbel gedreht, so kommt durch die Rollen und durch den Riemen auch die Axe b in Bewegung. Allein die Stellung der Rolle d ist dabei beinahe eine labile, daher sind am Gestell des Modells noch vier Stellschrauben g angebracht, welche, wenn die Rolle d ihre richtige Stellung hat, die Nabe der Rolle kaum berühren, jedoch verhindern, dass die Rolle d ihre richtige Lage nicht merklich ändern kann.

Diese Rollenordnung kann auch in dem Falle gebraucht werden, wenn die Richtungen der Axen a und b sich nicht schneiden; nur darf der Richtungswinkel der Axen nie beträchtlich sein. Streng genommen ist die Bewegung der Axe b bei einer gleichförmigen Drehung von a nicht gleichförmig, die Ungleichförmigkeiten in der Bewegung von b sind jedoch, wenn der Richtungswinkel der Axen klein ist, von keiner Bedeutung.

### TAB. XIV.

*Fig. 1 bis 5. Rollenmodell.* Verbindung zweier Axen, deren Richtungen sich nicht schneiden und gegen einander beliebig geneigt sind vermittelt eines Riemens und zweier Leitrollen.

a und b sind die beiden Hauptrollen. c und d die Leitrollen. e der alle 4 Rollen umschlingende Riemen. f ein dreieckiger Rahmen, dessen Ebene an den Axenrichtungen der Rollen a b parallel ist. g, g, g, drei in dem Rahmen eingesetzte schmiedeeiserne Stangen, an welche die Rollenträger mit Klammerschrauben befestigt werden können. Die Träger der Rollen a und b sind von gleicher Construction. Fig. 3 zeigt die Rolle b mit ihrem Träger im Durchschnitt. Die Träger der Leitrollen sind ebenfalls von gleicher Construction, und diese ist insbesondere durch die Figuren 4 und 5 deutlich gemacht. Jede Leitrollenaxe wird durch ein System von zwei Gabeln h und i gehalten, die um zwei ihrer Richtung nach gegen einander senkrechte Axen drehbar sind und durch Schrauben festgestellt werden können. Auch kann die Entfernung jeder Leitrolle von der Stange g, innerhalb gewisser Grenzen geändert werden. Durch diese Einrichtung können die Rollen c und d innerhalb gewisser Grenzen in jede beliebige Lage gegen die Rollen b und a gebracht werden. Damit nun sowohl eine Rechtsdrehung als auch eine Linksdrehung der Rolle a auf die Rolle b übertragen werden kann, ohne dass der Riemen von den Rollen abfällt, müssen dieselben so gestellt werden, dass die Mittellinie irgend eines der vier geradlinigen Riemenstücke in die mittleren Ebenen der Rollen fällt, welche dieses Riemenstück berührt.

Eine dieser Anforderungen entsprechende Position einer Leitrolle, z. B. c, wird auf folgende Art gefunden. Man denke sich durch die Mittelpunkte der Rollen a und b Ebenen senkrecht auf die Axen dieser Rollen gelegt, und diese Ebenen verlagert, bis sie sich in einer vertikalen Linie L (die in der Zeichnung nicht dargestellt ist) schneiden; nehme hierauf in dieser Linie L einen willkürlichen Punkt A an und ziehe von demselben aus nach den mittleren Rollenkreisen von a und b Tangenten, T und T<sub>1</sub>. Legt man nun die Rolle c so, dass ihre mittlere Ebene in die Ebene der Tangenten T und T<sub>1</sub> fällt und dass ihr mittlerer Schnitt von diesen Tangenten berührt wird, so ist die Rolle in eine richtige Lage gebracht. In der Zeichnung sind für die Rollen c und d solche Positionen gewählt, dass die Riemenlage ein Minimum ist, wodurch die Darstellung derselben etwas erleichtert wurde. Von praktischem Werth kann diese Rollenordnung nur sehr selten sein, denn sie ist so complicirt. Das Modell soll aber auch nur dazu dienen, das unter allen Umständen anwendbare Princip dieser Rollenordnung zur klaren Anschauung zu bringen.

### TAB. XV.

*Fig. 1 und 2. Expansionsrolle mit geschlitzter Drehachse.* Expansionsrollen werden bekanntlich solche Rollen genannt, deren Umfang aus einzelnen Bogensegmenten besteht, die mehr oder weniger von der Axe der Rolle entfernt werden können, so dass die Grösse der Rolle innerhalb gewisser

Größen verändert worden kann. Der Zweck dieser Anordnungen ist: die Umdrehungsgeschwindigkeit einer getriebenen Axe ändern zu können, ohne eine Änderung der Drehungsgeschwindigkeit einer treibenden Axe vornehmen zu müssen. Die in Fig. 1 und 2 dargestellte Rolle hat folgende Einrichtung: *a* ist ein sternförmiger Körper aus Gussisen. Die sechs Arme dieses Sternes bilden Bahnen, in welchen die Arme *b* der Rollensegmente *c* aus- und eingehlen können. Jeder solche Arm ist mit einem Zapfen *d* versehen. *e* ist eine mit krummlinigen Schlüsseln versehene um die Nabe des Sternes *a* drehbare Scheibe. Die Zapfen *d* d. h. befinden sich in den Schlüsseln der Scheibe *e* und wenn diese nach der Richtung des in Fig. 1 angedeuteten Pfeiles gedreht wird, müssen die Arme *b* mit den Segmenten nach radialer Richtung hinausgleiten. Um die Drehung der Scheibe *e* zu bewirken, ist dieselbe am Umfange theilweise verzahnt und ist ein kleines Getriebe *f* vorhanden, das mit seinen Zähnen in die Verzahnung der Scheibe *e* eingreift. Dieses Getriebe dreht sich auf einem Zapfen *g*, der durch einen an den Stern *a* angelegten Stiel *h* gesteckt ist. Um das Getriebe zu drehen, dient ein in der Zeichnung nicht dargestellter Schlüssel, welcher über die äussere viereckige Nabe des Getriebes gesteckt wird. *i* ist eine Feder, die mit einem Vorsprung in eine Zahnflanke des Getriebes *f* eingreift. Will man das Getriebe vermittelst des Schlüssels drehen, so muss man vorerst die Feder *i* hinausdrücken, bis ihr Vorsprung ausser Eingriff kommt. Hat man das Getriebe um einen angemessenen Winkel gedreht und will man es in der Stellung, in die es durch die Drehung gekommen ist, festhalten, so lässt man den Ansatz der Feder in eine Zahnflanke einfallen. Um die Segmente, nachdem sie in eine gewisse Stellung gebracht wurden, fest mit dem Stern verbinden zu können, dienen die Klemmschrauben *k*, die aber jedesmal, wenn eine Verstellung vorgenommen werden soll, vorerst nachgelassen werden müssen.

Fig. 3 und 4. Expansionsrolle mit Streden. Bei dieser Anordnung geschieht die Aus- und Einbewegung der Segmentarme *b* in den Bahnen des Sternes *a* vermittelst der Streden *c*, welche aussen die Segmentarme *b* fassen und innen in eine um die Nabe von *a* drehbare Scheibe *d* eingehängt sind. Die Nabe dieser Scheibe ist sechseckig und kann dadurch vermittelst eines Schlüssels angefasst und herumgedreht werden. Auch hier sind Klemmschrauben *e* vorhanden, vermittelst welcher die Segmente, nachdem sie in eine gewisse Stellung gebracht worden sind, gegen den Stern *a* festgestellt werden können.

Die Anwendung der Expansionsrollen erfordert, dass die Riemen Spannung durch Spannrollen hervorgebracht wird. Die complicirte Construction dieser Expansionsrollen, in Verbindung mit dem Spannrollenapparat, macht überhaupt ihre Anwendung zu einer Seltenheit. Sie sind fast nur zur Regulierung der Bewegungen der Papiermaschinen in Gebrauch.

TAB. XVI.

Fig. 1, 2 und 5. Gerötheliche Konstruierung. *a* und *b* sind zwei Axen, *c* *d* zwei Kegel aus Holz, die gleiche Gestalten, aber entgegengesetzte Lagen haben. Sie sind mit den Axen *a* und *b* durch Nabenscheiben verbunden. *e* ein um beide Kegel geschlungener Riemen. Derselbe kann längs der Kegel verschoben werden. Zu diesem Behufe ist ein Riemenleiter, Fig. 5, vorhanden, der an die Stange *g* gesteckt und mit einer Schraubenmutter, so wie mit zwei die Riemen umfassenden Scheiben *i* versehen ist. *h* ist eine Schraubenspindel, die in die Mutter des Riemenleiters eingreift und durch zwei Zahnräder *k* *l* von der Axe *a* aus gedreht wird. Wird nun die Axe *a* vermittelst der Kurbel *m* gleichförmig gedreht, so wird vermittelst des Riemen die Axe *b* in eine drehende

Bewegung und vermittelst der Zahnräder und der Schraube der Riemenleiter *f* in eine fortschreitende Bewegung gebracht. Dies hat zur Folge, dass in der Axe *b* eine ungleichförmig drehende Bewegung eintreten muss: denn so wie der Riemen durch den Riemenleiter fortgeschoben wird, ändert sich das Verhältniss der Halbkreise, längs welcher der Riemen die Kegel berührt, mithin auch die Winkelgeschwindigkeit der Axe *b*.

Nennt man:

- 1 die ganze Länge des Konus;
  - r* den kleinsten Halbmesser eines Konus;
  - R* den grössten Halbmesser eines Konus;
  - s* das Fortschreiten des Riemenleiters bei einer Umdrehung von *a*;
  - $\varphi$  den Winkel, um welchen sich die Axe *a* während einer gewissen Zeit gedreht hat, welche Zeit von dem Augenblick an gemessen werden soll, in welchem der Riemen an den linksseitigen Enden der Kegel stand;
  - $\omega$  die constante Winkelgeschwindigkeit der Axe *a*;
  - $\omega_1$  die Winkelgeschwindigkeit der Axe *b*, nachdem die Axe *a* um einen Winkel  $\varphi$  gedreht worden ist;
- so findet man leicht:

$$\omega_1 = \omega \frac{r + \frac{s}{2\pi} \frac{R-r}{1} \varphi}{R - \frac{s}{2\pi} \frac{R-r}{1} \varphi} \dots \dots \dots (1)$$

Diese Gleichung drückt das Gesetz der Bewegung aus, welche durch zwei geraden Kegel hervorgebracht wird. Es ist von nicht ganz einfacher Art und keineswegs das Gesetz einer gleichförmig beschleunigten Bewegung. Diese geraden Kegel kann man in der Regel nur dann anwenden, wenn nur verlangt wird, dass die Bewegung der zweiten Axe mit Beschleunigung oder mit Verzögerung erfolgen soll.

Nennt man für diesen Fall:

- $\gamma$  das Verhältniss zwischen der grössten und kleinsten Winkelgeschwindigkeit der Axe *b*;
- n* die Anzahl der Umdrehungen der Axe *a*, während welcher der Riemen um die Konuslänge *l* fortzürücken soll, so hat man:

$$\gamma = \left(\frac{R}{r}\right)^{\gamma} \dots \dots \dots (2)$$

$$s = \frac{l}{n} \dots \dots \dots (3)$$

oder auch:

$$\frac{R}{r} = \sqrt{\gamma} \dots \dots \dots (4)$$

$$s = \frac{l}{n} \dots \dots \dots (5)$$

Von diesen Ausdrücken bestimmt der erstere das Verhältniss der Endhalbmesser eines Kegels, der letztere das Fortzürücken des Riemen bei jeder Umdrehung der Axe *a*.

Fig. 3 und 4. Kegellinien mit krummlinigen Kegeln. Wenn die Kegelböden nicht geradlinig, sondern krummlinig gemacht werden, kann die Krümmung jederzeit so bestimmt werden, dass die Bewegung der getriebenen Axe nach irgend einem bestimmt vorgeschriebenen Gesetze erfolgt, und dann leistet dieser Mechanismus ähnliche Dienste wie unrunde Räder.

- Nennt man:
- $x, y$  die Coordinaten eines beliebigen Punktes  $M$  der Linie des untern Kegels;
  - $x_1, y_1$  die Coordinaten eines beliebigen Punktes  $M_1$  der Linie des oberen Kegels;
  - $l$  die Länge eines Kegels;
  - $a$  das Fortrücken des Riemens bei einer Umdrehung von  $a$ ;
  - $\omega$  die constante Winkelgeschwindigkeit der Axe  $a$ ;
  - $\omega_1 = \omega f(\varphi)$  das Drehungsgesetz der Axe  $d$ , d. h. die Winkelgeschwindigkeit, welche in der Axe  $d$  eintreten soll, nachdem die Axe  $a$  um einen Winkel  $\varphi$  gedreht wurde, oder nachdem der Riemen um  $x$  fortgerückt ist;
  - $r$  und  $R$  die Endhalbmesser eines Kegels;

so hat man zunächst:

$$\omega y = \omega_1 y_1 \dots \dots \dots (1)$$

$$y + y_1 = r + R \dots \dots \dots (2)$$

$$\varphi = \frac{2\pi}{a} x \dots \dots \dots (3)$$

Aus diesen Gleichungen in Verbindung mit dem Ausdruck  $\omega_1 = \omega f(\varphi)$  folgt:

$$\left. \begin{aligned} f\left(\frac{2\pi}{a} x\right) &= \frac{y}{R+r-y} \\ f\left(\frac{2\pi}{a} x\right) &= \frac{R+r-y_1}{y_1} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (4)$$

und dies sind nun die Gleichungen der beiden Kegellinien.  
Die Kegel Fig. 3 und 4 sind für den Fall berechnet, dass die Bewegung von  $d$  eine gleichförmig beschleunigte sein soll, während  $a$  mit constanter Geschwindigkeit gedreht wird. Dieses Gesetz wird ausgedrückt durch:

$$\omega_1 = \omega(a + b\varphi) \dots \dots \dots (5)$$

wobei  $a$  und  $b$  zwei constante Größen sind. Für diese Annahme geben die Gleichungen (4):

$$\left. \begin{aligned} a + b \frac{2\pi}{a} x &= \frac{y}{R+r-y} \\ a + b \frac{2\pi}{a} x &= \frac{R+r-y_1}{y_1} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (6)$$

Die Constanten  $a$  und  $b$  und das Verhältniss  $\frac{R}{r}$  können auf folgende Art angemessen bestimmt werden.

Nennt man  $\gamma$  das Verhältniss zwischen der grössten und kleinsten Winkelgeschwindigkeit der Axe  $d$ , so ist:

$$\gamma = \frac{R}{r} = \left(\frac{R}{r}\right)^2$$

Demnach:

$$\frac{R}{r} = \sqrt{\gamma} \dots \dots \dots (7)$$

Für  $x = 0$  ist vermöge (3) auch  $\varphi = 0$  und  $\frac{\omega_1}{\omega} = \frac{r}{R}$ , daher hat man wegen (5):

$$\frac{r}{R} = a$$

oder wegen (7):

$$a = \frac{1}{\sqrt{\gamma}} \dots \dots \dots (8)$$

Für  $x = l$  ist vermöge (3)  $\varphi = 2\pi \frac{l}{a}$  und  $\frac{\omega_1}{\omega} = \frac{R}{r}$ , daher hat man wegen (5):

$$\frac{R}{r} = a + b 2\pi \frac{l}{a}$$

Hieraus findet man mit Berücksichtigung von (7) und (8):

$$b = \frac{1}{\sqrt{\gamma}} (\gamma - 1) \frac{a}{2\pi l} \dots \dots \dots (9)$$

Mit Berücksichtigung von (7), (8) und (9) werden die Gleichungen (6):

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\sqrt{\gamma}} \left[ 1 + (\gamma - 1) \frac{x}{l} \right] &= \frac{y}{r(\sqrt{\gamma} + 1) - y} \\ \frac{1}{\sqrt{\gamma}} \left[ 1 + (\gamma - 1) \frac{x}{l} \right] &= \frac{r(\sqrt{\gamma} + 1) - y_1}{y_1} \end{aligned} \right\}$$

und hieraus folgt:

$$\left. \begin{aligned} y &= r \frac{(1 + \sqrt{\gamma}) \left[ 1 + (\gamma - 1) \frac{x}{l} \right]}{1 + \sqrt{\gamma} + (\gamma - 1) \frac{x}{l}} \\ y_1 &= r \frac{\sqrt{\gamma} (1 + \sqrt{\gamma})}{1 + \sqrt{\gamma} + (\gamma - 1) \frac{x}{l}} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (10)$$

Dies sind nun die Gleichungen der beiden Kegellinien. Jede derselben gehört einer Hyperbel an.

## TAB. XVII.

Fig. 1, 2 und 3. Kettenbewegungen. Es sind an diesem Modell zwei verschiedene Arten von Ketten dargestellt. Die eine Art zeigt Fig. 1 und die rechte Seite von Fig. 3. Hier sind die Kettenlieder so kurz, dass die Entfernung zweier unmittelbar auf einander folgenden Bolzen der Kette nur zweimal so lang ist als der Durchmesser eines Bolzens. Die einer solchen Kette entsprechenden Räder erhalten Zähne ähnlich den gewöhnlichen Zahnrädern. Die andere Art, welche Fig. 2 und die linke Seite von Fig. 3 zeigt, hat längere Kettenlieder, so dass die Entfernung zweier Bolzen beträchtlich grösser ist als die doppelte Bolzendicke. Die diesen Ketten entsprechenden Räder haben am Umfange zahnförmige Einschnitte, die in grösseren Intervallen auf einander folgen. Diese Kettenbewegungen sind von sehr geringem praktischen Werthe, und zwar aus folgenden Gründen:

1. ist die genaue Aufertigung dieser Ketten mit Schwierigkeiten verbunden und kostspielig;
2. um schwächere Kräfte zu übertragen, können die viel einfacheren Rollen und Riemen gebraucht werden;
3. zur Uebertragung von grösseren Kräften gewähren diese Ketten keine dauernd sichere Bewegung, indem durch die Abnutzung der Kettenlieder die Theilung der Kette immer grösser wird, während die Theilung der Räder unverändert bleibt. Beträgt z. B. im neuen Zustand die Theilung der Kette und der Räder 30 Millimeter und wird die Theilung der Kette durch Abnutzung nach einiger Zeit 31 Millimeter, so beträgt die Länge von 10 Kettengliedern bereits 310 Millimeter, während die Länge von 10 Zahntheilungen des Rades 300 Millimeter geblieben ist. Die Bolzen dieser durch Abnutzung länger gewordenen Kettenlieder können daher nicht mehr in die Mittel der Zahnstücken fallen. Auch die Erfahrung hat bereits mehrfach gezeigt, dass die Ketten zur Uebertragung grösserer Kräfte nicht gebraucht werden können. Das Schraubenschiff „Great-Britain“ und die Sumnering-Lokomotive von Maffei waren mit Kettenbewegungen versehen, mussten aber aufgegeben werden, und darüber darf man sich nicht wundern, wenn man berücksichtigt, was oben über die Verlängerung der Ketten gesagt wurde.

## Kurbelübersetzungen.

## TAB. XVIII.

Fig. 1 und 2. Uebertragung mit Kurbeln. *a* ist eine mit einem Schwungrad *b* und mit einer Kurbel *c* versehene Axe, *d* ist eine zweite zu *a* parallele und ebenfalls mit einer Kurbel *e* versehene Axe. Der Abstand der Axen *a* und *d* ist gleich dem Halbmesser der Kurbel *c*, und die Länge der Kurbel *e* ist zweimal so gross als die Länge der Kurbel *c*. Diese beiden Kurbeln sind durch eine Schlepstange *f* verbunden, deren Länge mit der Kurbellänge von *e* übereinstimmt. Wird das Rad *b* mit gleichförmiger Geschwindigkeit gedreht, so entsteht in der Axe *d* eine periodisch ungleichförmige drehende Bewegung, und die Axe *d* macht bei zwei Umdrehungen von *a* nur eine Umdrehung. Dieser Mechanismus hat nicht den geringsten praktischen Werth, denn der Bewegungszustand von *d* wird jedesmal, wenn die Richtungen von *ce* und *f* übereinstimmen, ganz unsicher.

Fig. 3 und 4. Uebertragung mit Kurbeln. *a* ist eine Axe, mit welcher zwei diametral gegenüber stehende Kurbeln *b* und *c* verbunden sind. An die Zapfen dieser Kurbeln sind Röllchen gesteckt. *d* ist eine zweite zu *a* parallele mit einem Schwungrad *e* und mit einem Innenkreuz *f* versehene Axe. Die Entfernung der Axen *a* und *d* ist gleich dem Halbmesser einer der Kurbeln *b* und *c*. Die Rollen der Kurbeln laufen in den Riemen des Kreuzes. Wird die Axe *d* vermittelt des Schwungrades *e* gleichförmig gedreht, so bewirkt dies eine vollkommen sanfte gleichförmige Drehung der Axe *a*; allein bei einer Umdrehung von *d* macht die Axe *a* zwei Umdrehungen. Zur Uebertragung von schwachen Kräften kann dieser Mechanismus sehr wohl gebraucht werden; zur Uebertragung von starken Kräften aber nicht, denn das Gleiten der Rollen in den Riemen verursacht nicht unbedeutliche Reibungen, und ein ganz genaues Einpassen der Rollen in die Riemen ist für eine längere Dauer nicht wohl zu erhalten.

## TAB. XIX.

Fig. 1 und 2. Kurbelschleife. *a* ist eine mit einem Schwungrad *f* und mit einer Kurbel *d* versehene Axe. Auf dem Zapfen *e* der Kurbel ist ein Gleitstück gesteckt. *b* ist eine zu *a* parallele mit einer geschlitzten Kurbel *c* versehene Axe. Das an den Kurbelzapfen gesteckte Gleitstück läuft in dem Schlitz der Kurbel *c*. Wird die Axe *a* vermittelt des Schwungrades *f* gleichförmig gedreht, so entsteht in der Axe *b* eine ungleichförmig periodische Drehung. Das Gesetz dieser Drehung ist folgendes.

Nennt man:

- r* den Halbmesser der Kurbel *d*;
  - e* den Abstand der Axen *a* und *b*;
  - $\varphi$ , den Drehungswinkel der Axe *b*, wenn die Axe *a* um einen Winkel  $\varphi$  gedreht worden ist;
- so hat man:

$$\frac{\sin(\varphi_2 - \varphi_1)}{\sin \varphi_2} = \frac{e}{r}$$

Dennach:

$$\text{Cotang. } \varphi_2 = \text{Cotang. } \varphi_1 - \frac{e}{r \sin \varphi_1}$$

Fig. 3 und 4. Kurbelschleife. Dieser Mechanismus gehört nicht in die Classe derjenigen Mechanismen, durch welche continuirlich drehende Bewegungen von einer Axe auf eine andere übertragen werden, sondern derselbe dient dazu, um vermittelt einer continuirlich drehenden Bewegung eine periodisch hin- und herschwingende Bewegung hervorzu bringen. Seine Beschreibung wurde hier eingereicht, weil die Einrichtung desselben von den vorhergehenden nur wenig abweicht.

*a* ist eine mit zwei Kurbeln *d* und *f* versehene Axe. An den Zapfen *e* der Kurbel *d* ist ein Gleitstück gesteckt, das in dem Schlitz einer Schwinge *c* gleitet, die bei *b* ihren Drehungspunkt hat.

Nennt man:

- r* den Halbmesser der Kurbel *d*;
  - e* die Entfernung des Zapfens *b* von der Axe *a*;
  - $\varphi$  und  $\varphi_1$  die zusammengehörigen Ablenkungen der Kurbel *d* und der Schwinge *c* von der vertikalen Richtung;
- so ist: