

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Die Bewegungs-Mechanismen**

**Redtenbacher, Ferdinand**

**Mannheim, 1857**

Dampfmaschinen mit Schiebersteuerungen

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

stehen und werden gleichzeitig die Schwungkugeln eine gewisse Stellung haben, in der die Pendelarme mit der Axe *c* gewisse Winkel bilden. Wird die Geschwindigkeit von *a* grösser als die Normalgeschwindigkeit, so fliegen die Kugeln auseinander, wird die Axe *q* und mithin die Hülse *k* in die Hülse geschoben, bis die oberen Klauen in *g* eingreifen, was zur Folge hat, dass dann *h* und mithin auch *b* gedreht wird, und zwar in einem solchen Sinn, dass der Wasserzufluss abnimmt. Wird die Geschwindigkeit der Axe *a* kleiner als die normale Geschwindigkeit, so nähern sich die Kugeln der Axe *c*. Die Hülse *k* wird herabgeschoben, ihre unteren Klauen fassen die Klauen des Rades *f* und nun wird das Rad *h* und die Axe *b* so gedreht, dass der Wasserzufluss vermehrt wird.

Nennt man

- n* die normale Anzahl von Umdrehungen der Axe *a* in einer Minute;
- α* den Winkel, den die Kegelarme mit der vertikalen Richtung bilden sollen, wenn die Normalgeschwindigkeit vorhanden ist;
- l* die Länge eines Kegelarmes, gemessen vom Drehungspunkt bis zum Kugelmittelpunkt;
- s* eine Seite des Rhombus, der durch die Stangen *p p* und *a a* gebildet wird;
- n*, die grösste Anzahl der Umdrehungen, welche in der Axe in einer Minute eintreten dürfen;
- G* das Gewicht einer Schwungkugel;
- F* den Widerstand, den die Hülse *k* einer Verschiebung entgegensetzt, wenn sie aus einer Stellung, in der ihre Klauen in jene von *g* oder *f* eingreifen, in die mittlere Stellung zurückgebracht werden soll, so hat man zur Bestimmung von *n* und *G* folgende Ausdrücke:

$$n = \frac{20}{\pi} \sqrt{\frac{g}{l \cos. \alpha}}$$

$$G = F \frac{s}{l} \frac{1}{\left(\frac{20}{n}\right)^2 - 1}$$

Die Theorie dieses Regulators kann hier nicht entwickelt werden; ich beschränke mich, zu bemerken, dass diese Regulatoren das nicht leisten und nicht leisten können, was sie versprechen, weil die Schwungkugeln unter Umständen in schwingende Bewegungen gerathen, und dann oft ganz zweckwidrige Wirkungen hervorbringen.

#### TAB. XXXIX.

Fig. 1 bis 5. Regulator mit Schwungring. *a* stellt die Axe vor, welche mit der Maschine in Verbindung steht, deren Bewegung regulirt werden soll. *b* Axe des Regulators. *c d* zwei Kegelräder, welche *b* mit *a* verbinden. *e* eine längs der Axe *b* verschiebbare Hülse. *f f* zwei Hebel, die mit Zapfen in einen Hals der Hülse *e* eingreifen, mit Gegengewichten *g g* und Zeiger *h h* versehen sind und beim Auf- und Niederbewegen der Hülse *e* eine drehende Bewegung um ihre Axe erhalten. Diese Bewegung kann benutzt werden, um auf die Einlassklappe einer Dampfmaschine einzuwirken. *h* Fig. 2. ist eine mit der Axe *b* verbundene Hülse mit zwei runden radialen Armen, *i i* ein Schwungring mit zwei Stellschrauben, die mit ihren Spitzen in die Enden der Arme von *h* eingreifen. Der Ring ist demnach um die Linie, welche die Spitzen der Stellschrauben verbindet,

drehbar. Die Ringhälften zu beiden Seiten der Drehungsaxe sind nicht gleich schwer, sondern die eine Hälfte ist massiv, die andere ausgehöhlt. Der Ring hat also beständig eine Tendenz sich mit seiner schweren Seite abwärts und mit seiner leichten Seite aufwärts so zu stellen, dass seine Ebene mit der Axe von *b* zusammenfällt. In der Mitte der schweren Ringhälfte ist ein Arm *k* angebracht, Fig. 1 und 5, von welchem aus zwei Stängelchen *l* nach der Hülse *e* herabgehen.

Wird die Axe *a* mit einer gewissen Geschwindigkeit gedreht, so geräth der Ring in diejenige Stellung, bei welcher sein Gewicht mit der Centrifugalkraft ins Gleichgewicht tritt, und dadurch wird die Hülse *e* und werden die Hebel *f f* in eine gewisse Stellung gebracht. Ändert sich hierauf die Geschwindigkeit der Axe *a*, so entstehen Stellungsänderungen im Ring, in der Hülse und im Hebel und zwar in der Art, dass die Hebel *f f* gehoben oder gesenkt werden, je nachdem die Geschwindigkeit von *a* zu- oder abnimmt.

Einen unfehlbar richtig wirkenden Regulator würde man vermittelt des Differentialräderwerkes einrichten können, wenn es möglich wäre, eine gleichförmig drehende Bewegung einer Axe hervorzubringen, die sich durch Nichts stören lässt.

Nennen wir *A* eine solche Axe, *B* die Axe einer Maschine, deren Bewegung regulirt werden soll. Verbinden wir die Axen *A* und *B* mit einem Differentialräderwerk, Tab. V., Fig. 1 und 3, in der Weise, dass *A* auf *g* und *B* auf *a* einwirkt, so kann man die Räderwerke, durch welche *A* mit *g* und *B* mit *a* verbunden wird, leicht so anordnen, dass das Rad *e* des Differentialräderwerkes still steht, wenn in der Axe *B* die normale Geschwindigkeit vorhanden ist. Setzt man *e* in Verbindung mit einer Klappe oder mit einem Schützen oder überhaupt mit einem Bestandtheil *C*, welcher durch seine Stellung die Wasser- oder Dampfströmung regulirt, so wird *C* stehen bleiben, wenn in der Axe *B* die normale Geschwindigkeit vorhanden ist. Allein so wie die Geschwindigkeit von *B* um das Geringste grösser oder kleiner wird, als die Normalgeschwindigkeit, muss sogleich in *e* eine Bewegung, folglich in *C* eine Aenderung der Stellung und mithin eine Aenderung der Dampf- oder Wasserströmung eintreten. Allein die Bewegungsrichtungen, welche in *e* und mithin auch in *C* eintreten, je nachdem die Geschwindigkeit der Axe *B* grösser oder kleiner wird, als die normale, sind einander entgegengesetzt. Die Verbindung von *C* mit *e* kann daher leicht so gemacht werden, dass die Dampf- oder Wasserströmung zunimmt, wenn die Geschwindigkeit von *B* kleiner, und abnimmt, wenn die Geschwindigkeit von *B* grösser wird, als die Normalgeschwindigkeit, und somit hätte man einen ganz prompt und sicher wirkenden Regulator. Aber leider ist es wenigstens durch einfachere Mittel nicht wohl möglich, eine solche unter allen Umständen gleichförmig bleibende Bewegung einer Axe *A* hervorzubringen, denn man verlangt da nichts Geringeres, als einen Urring, der sich durch Nichts stören lässt. Der Gedanke lässt sich also nicht realisiren.

### Dampfmaschinen mit Schiebersteuerungen.

Diese Modelle können gebraucht werden, um die Wirkung verschiedener Elementarmechanismen in Anwendung zu zeigen; sie dienen aber insbesondere dazu, die Erscheinungen der Schiebersteuerungen tatsächlich vor Augen zu stellen. Die Modelle geben kein Bild von den in der Wirklichkeit bestehenden Maschinen und den daran vorkommenden Details, sondern es sind ideale Dispositionen, in welchen alle wesentlichen bei einer nicht condensirenden Maschine vorkommenden

Funktionen mit einem Blick übersehen werden können. Die Schieber werden nicht durch Excentra sondern durch Kurbeln bewegt, die mit verstellbaren Kurbelzapfen versehen sind, und deren Stellung gegen die Hauptkurbel sehr leicht nach Belieben verändert werden kann.

TAB. I.

*Fig. 1 bis 6. Durchschnitt einer Dampfmaschine mit einfacher Schiebersteuerung.* Alle Theile des Modells befinden sich an einem gusseisernen Rahmen *a*, der mit zwei Tragfüßen *b* versehen ist, um das Modell auf einem Demonstrirtisch den Zuhörern gegenüber bequem aufstellen zu können. Die Wände des Cylinders *c*, der Dampfammer *d* und der Aus- und Einströmungskanäle *e* *f* *g* sind mit dem Rahmen *a* aus einem Stück gegossen. Die Stellen des Modells, auf welchen in Fig. 1 die Buchstaben *e* und *d* stehen, sind durchbrochen, die Stellen *e* *f* und *g* aber nicht. Gegen die hintere Seite des Cylinders und der Dampfammer ist ein dünnes schwarz angestrichenes Blech geschraubt. *h* der Dampfkolben von Gussstahl und ausgehöhlt, unten mit einem kleinen Röllchen *i* versehen, mit welchem er auf der unteren Wand des Cylinders hin- und herläuft. *k* runde Kolbenstange von Schmiedeeisen. *l* Kreuzkopf Fig. 1 und 4, *m* in Führungslinse von Rothguss. *n* Steuerungsschieber mit innerer und äusserer Ueberdeckung. Zuerst Führung ist in demselben ein vertikaler Längeneinschnitt und in der unteren Wand der Dampfammer ein dem Einschnitt entsprechende gleichdicke Leiste *p* angebracht. *q* die Schieberstange am linken Ende mit einem Gewinde und mit zwei Stellschrauben, am rechten Ende mit einem kleinen Kreuzkopf *r*, Fig. 1 und 5, versehen. Vermittelt dieser Stellschrauben kann die Stellung des Schiebers gegen die Stange *q* so adjustirt werden, dass die Lappen symmetrisch gegen die Einströmungen *e* und *f* stehen, wenn die Kurbel, die den Schieber bewegt, vertikal steht. Der Schieber kann leicht mit einem andern vertauscht werden, man braucht nur die Stellschrauben etwas nachlassen, sodann den Schieber bis über die Leiste *p* zu heben und hierauf nach horizontaler Richtung heraus zu ziehen. *s* *v* Fig. 1 und 5 Führungslinse für den Kreuzkopf *l*. *t* *u* Schieberstangen, erstere für den Dampfkolben, letztere für den Schieber.

*u*, Hauptkurbel für den Dampfkolben. *v*, Steuerungskurbel für den Schieber. Diese ist, wie Fig. 2 zeigt, mit einem verstellbaren Kurbelzapfen versehen, um dadurch die Bewegungslänge des Schiebers ändern zu können. *v*, *v*, *v*, drei mit dem Gestelle verbundene Zapfen, um welche sich die Zahnräder *w*, *w*, *w*, frei drehen. Die Naben der Räder *w*, *w*, sind an der inneren Seite cylindrisch verlängert, und auf diesen Verlängerungen sind die Kurbeln *u*, und *v*, angeschoben und angekröpft. Das Röllchen *w*, mit der Kurbel *u*, kann leicht von dem Zapfen *v*, abgezogen, gewendet und wiederum angesteckt werden, wodurch der Vorstellungswinkel *u* leicht nach Belieben verändert werden kann. *x* eine Handkurbel, vermittelt welcher das Modell bewegt wird. Zu diesem Modell gehören noch mehrere Schieber mit verschiedenen innerer und äusserer Ueberdeckungen.

Um das Modell zu stellen, bringt man zuerst den Kolben *h* an das linke Ende des Schubes, und sieht nach, ob die Kurbel *u*, denjenigen Vorstellungswinkel zeigt, welchen man in Anwendung bringen will; ist dies nicht der Fall, so zieht man das Rad *w*, vom Zapfen *v*, ab, bringt es in die gehörige Lage und steckt es wiederum an. Hierauf bringt man vermittelt des Griffes *x* die Steuerungskurbel *v*, in die vertikale Stellung, und stellt den Steuerungsschieber *n* so, dass sein Lappen gegen die Einströmungsöffnungen symmetrisch steht.

Ist das Modell auf diese Weise gestellt, so kann man durch langsame Umdrehung der Kurbel alle Erscheinungen und Wirkungen des Schiebers jedem Zuschauer vor Augen stellen. Verändert man hierauf eines der vier Elemente: 1. innere Ueberdeckung, 2. äussere Ueberdeckung, 3. Vor-

stellungswinkel, 4. Kurbellänge *u*, so kann man tatsächlich zeigen, welchen Einfluss jedes dieser Elemente auf den Erfolg ausübt. Man kann namentlich zeigen, dass mit dieser Vorrichtung mässige Expansionen hervorgebracht werden können, wenn 1. die äussere Ueberdeckung ziemlich gross ist, 2. der Vorstellungswinkel ziemlich gross, z. B. 30° ist, 3. die Schieberbewegung ziemlich klein gehalten wird; kann aber auch zeigen, dass stärkere Expansionen nicht mit Vortheil hervorgebracht werden können, weil in diesem Falle vor dem Kolben gegen das Ende seines Schubes hin Dampfcompressionen und Dampfgegendwirkungen eintreten u. s. w.

In den nun folgenden Beschreibungen der auf den nächsten Blättern dargestellten Steuerungen werde ich die Constructive mit Stillschweigen übergehen, weil in dieser Hinsicht sinnliche Modelle übereinstimmen, demnach die so eben gegebene ausführliche Beschreibung für alle Modelle dient.

TAB. II.

*Fig. 1 bis 6. Steuerung mit dem Bogentrieb.* Dieses Modell weicht von dem vorhergehenden in folgenden Dingen ab. Die Räder *w*, *w*, *w*, sind von gleicher Grösse. Mit *w*, ist die Scheibe *y* und mit dieser das Bogentrieb *z* verbunden. Dieses wirkt auf den Rahmen *a*, dessen Stiel in den Lagern *3* *3* Fig. 1, 4, 5 schliesst. *y* Stängelchen, durch welches der Rahmen *a* an den Hebel *v* gehängt ist. *z* Stängelchen, welches den Kreuzkopf *l* mit dem Hebel *v* verbindet. Der Einhängungspunkt in *v* kann verändert werden, wodurch dem Schieber ein grösserer oder kleinerer Schub ertheilt wird.

Die Wirkungen dieser Dreiecksteuerung unterscheiden sich von der einer gewöhnlichen Kurbel- oder Excentriksteuerung dadurch, dass das Dreieck ein rascheres Öffnen und Verachliessen der Einströmungsöffnungen hervorbringt.

TAB. III.

*Fig. 1 bis 3. Expansionssteuerung mit zwei Dampfhammern.* Der untere Theil dieses Modells bis zur Axe *v*, hinauf ist identisch mit dem Modell Tab. I. An diesem Modell, Tab. III, ist aber oberhalb der gewöhnlichen Dampfammer *d* noch eine Vorkammer *d*, angebracht, und beide communiciren durch eine Oeffnung, an welcher ein Expansionschieber *u*, hin- und hergeht. Zur Bewegung desselben ist ein Mechanismus angebracht, der mit dem für *a* bestimmten ganz übereinstimmt. Die Steuerungskurbel *v*, für *u*, ist ebenfalls vorstellend gestellt und zwar um den Winkel *u*. Das Modell ist dann adjustirt, wenn die Steuerungskurbeln *u*, *u*, am Ende eines Kolbenschubes die angemessenen Vorstellungswinkel zeigen, wenn ferner der Schieber *u* bei vertikaler Stellung der Kurbel *u*, symmetrisch gegen die Dampfkanäle steht, wenn endlich bei vertikaler Stellung von *u*, der Schieber *u*, symmetrisch über der Communicationsöffnung zwischen den Dampfhammern *d* und *d*, steht. So wie die Theile in der Zeichnung gestellt sind, beginnt die Absperrung, nachdem der Kolben  $\frac{1}{2}$  seines Schubes zurückgelegt hat. Durch Veränderung der Kurbellänge von *u*, und des Vorstellungswinkels *u*, kann der Expansionsgrad innerhalb sehr weiter Grenzen verändert werden.

TAB. IIII.

*Fig. 1 bis 3. Expansionssteuerung mit zwei Dampfhammern.* Dieses Modell unterscheidet sich von dem vorhergehenden nur in dem Räderwerk; dieses ist bei Tab. IIII, so angeordnet, dass die Kurbel *u*, des Expansionschiebers bei einer Umdrehung der Hauptkurbel *u*, zwei Umdrehungen macht. Hier wirkt nur die rechte Seite des Schiebers *u*, absperrend und die Länge desselben ist willkürlich.

wenn sie nur nicht unter einer gewissen Grenze ist. Wenn die Theile die Stellungen haben, welche in der Zeichnung dargestellt sind, beginnt die Absperrung nach  $\frac{1}{2}$  des Kolbenschlages. Durch Veränderungen im Voreilungswinkel und im Kurbelhalbmesser von  $n_1$  kann der Expansionsgrad innerhalb sehr weiter Grenzen verändert werden.

## TAB. LIV.

*Expansionssteuerung mit austauschbaren Schieber.* Dieses Modell unterscheidet sich von dem auf Tab. L. dargestellten bloß durch die Theile, welche in der Dampfkammer vorkommen.  $n_1$  Verteilungsschieber mit zwei Einströmungskanälen  $e_1, f_1, n_2, n_3$ , zwei Expansionschieber mit zwei Leisten  $l_1, l_2$  und Stiele  $p_1, p_2, t_1$ , Elyptisches Scheibchen, das vermittelt einer Stellschraube beliebig gestellt werden kann. Die Schieber  $n_1, n_2$  liegen auf  $n_3$  und müssen bei einer wirklichen Ausführung zwischen Leisten geführt werden. Indem die Schieber  $n_1, n_2$  beim Hin- und Hergang des Schiebers  $n_3$  bald mit ihren Stielen  $p_1$  und  $p_2$  an die Wände bei  $r_1$  und  $r_2$ , bald mit ihren Leisten an die Scheibe  $t_1$  anstossen, werden sie gegen  $n_3$  verschoben und maskiren oder demaskiren abwechselnd in Oeffnungen der Kanäle  $e_1$  und  $f_1$ . Durch eine Verstellung der elyptischen Scheibe  $t_1$  wird der Expansionsgrad geändert.

## TAB. LV.

*Expansionssteuerung mit aufeinanderlaufenden Schieber.* Dieses Modell unterscheidet sich von dem auf Tab. LIII. dargestellten durch die in der Dampfkammer vorkommenden Theile. Der Schieber  $n_1$  ist mit zwei Einströmungskanälen versehen.  $n_2$  zwei kleine auf  $n_1$  gleitende Schieber. Sie können vermittelt eines Stängels  $p_1$ , an welchem ein linkes und ein rechtes Schraubengewinde eingeschnitten ist, einander gekuppelt oder von einander entfernt werden, und werden durch die Kurbel  $n_3$  auf dem Schieber  $n_1$  hin- und herbewegt, während  $n_1$  durch  $n_2$  gelenkt wird. Mit dieser Einrichtung können schwache und starke Expansionen hervorgebracht werden, wenn man die Entfernung der Schieber  $n_2$  verändert. Wenn die Theile so gestellt sind, wie Tab. LV. zeigt, beginnt die Absperrung nach  $\frac{1}{2}$  des Kolbenschlages.

## TAB. LVI.

*Schiebersteuerung für Woolfsche Maschinen.*  $a, a'$  der grosse,  $n_1, n_2$  der kleine Cylinder.  $b, c$  die Dampfkanäle des grossen,  $b', c'$  die Dampfkanäle des kleinen Cylinders.  $u$  Oeffnung, durch welche der Dampf aus dem Kessel in die Dampfkammer eintritt.  $d$  Anfang des Kanals, durch welchen der Dampf entweicht, nachdem er auf die Köpfe beider Cylinder gewirkt hat.  $f, g, h$  Steuerungsschieber für beide Cylinder. Derselbe wird durch eine kleine Kurbel  $k$  bewegt, die durch Räderwerke von der Hauptkurbel aus getrieben wird. Dieser Schieber ist nicht vorläufig gestellt. In der Zeichnung sind die Maschinen dargestellt, wenn jeder Kolben in der Mitte seines Schubes und der Steuerungsschieber am Ende seines Schubes rechts steht. In dieser Stellung tritt der Dampf bei  $e$  in die Dampfkammer und gelangt durch den Kanal  $b$ , in den Raum  $a$ . Der in dem Raum  $a$  befindliche Dampf entweicht durch  $e, h, h'$  nach  $a'$ , und der in  $a'$  befindliche Dampf entweicht durch  $e', f, d$  nach dem Condensator oder in die atmosphärische Luft. Beide Kolben werden also nach rechts hin getrieben und bewegen die Kurbel nach den durch die Pfeile angedeuteten Richtungen. Werden die Hauptkurbel um  $180^\circ$  gedreht, so stehen sie nach abwärts gekippt, steht die Steuerungskurbel nach links hin, steht jeder Kolben wiederum in der Mitte seines Schubes, befindet sich aber der Schieber am linken Ende seines Schubes, dann tritt der Dampf durch  $e_1$  in  $a_1$  ein, entweicht ferner der Dampf aus  $a_1$  durch  $b_1, g, g'$  nach  $a'$  und ferner durch  $b', f, d'$  aus  $a'$  in den Conden-

sator. Dieser Schieber ist zwar für die Erklärung der Wirkungsweise des Dampfes in dieser Woolfschen Maschine sehr geeignet; er ist jedoch kaum solide ausführbar, weil er gleichzeitig oben und unten dampflicht an die Wände der Dampfkammer anschliessen muss.

## Ruderräder mit beweglichen Schaufeln für Dampfschiffe.

Auch die auf den beiden folgenden Tafeln dargestellten Modelle von Ruderrädern für Dampfschiffe können gebraucht werden, einerseits um die Wirkungen verschiedener Elementarmechanismen zu zeigen, anderseits um die Stellungänderungen der Ruderschaukeln bei verschiedenen Constructionen der Räder thatsächlich vor Augen zu stellen. Damit das Auge einer einzelnen Schaufel ruhig folgen kann, sind an jedem Rade nur zwei, drei oder vier Schaufeln angebracht. Der Radbau selbst stimmt bei allen drei Rädern überein und ist am deutlichsten an den Figuren 1 und 2 Tab. LVIII. zu ersehen. Die Räder unterscheiden sich nur durch die Mechanismen, welche die Stellungen der Schaufeln verändern.

## TAB. LVII.

*Fig. 1, 2, 3. Morgan's Ruderrad.*  $a$  Axe des Ruderrades.  $b$  Schiffswand.  $c$  Rosette des Rades, gegen welche die Arme  $d$  geschraubt sind.  $e, e'$  die Radschaufeln. Jede solche Radschaufel ist, wie Fig. 1 und 2 Tab. LVIII. am deutlichsten zeigen, mit einer Axe versehen, die in die Enden der Arme drehbar eingesetzt ist, und jede Axe ist an der Schiffswandseite mit einem Arme  $f$  versehen.  $g$  Fig. 1, 2, 3 ist eine nicht mit der Axe  $a$  verbundene, sondern eine gegen die Schiffswand festgeschraubte excentrische Scheibe. Die Excentricität steht horizontal und ist, wie Fig. 1 zeigt, etwas kleiner, als die Länge eines Axenarmes  $f$ .  $h$  ist ein das Excentrum umfassender Ring mit einem steifen Arme  $i$ , welcher aussen in einem der Schaufelarme eingehängt ist. Alle übrigen Schaufelarme sind durch Stangen  $k$  an den Ring  $h$  geknüpft, aber die Verbindung dieser Stangen  $k$  mit  $h$  ist keine steife, sondern eine gegliederte. Bei diesem Rade gelangt die Ebene jeder Schaufel nur dann in eine vertikale Stellung, wenn die Axe der Schaufel den tiefsten Stand erreicht; in jeder andern Stellung der Schaufelaxe weicht die Schaufelebene von der vertikalen Richtung etwas ab, jedoch nie beträchtlich. Bei dieser Anordnung werden also die Schaufeln in einer beinahe vertikalen Stellung durch das Wasser geführt.

*Fig. 4 und 5. Buchanan's Ruderrad.* Diese Anordnung unterscheidet sich von der vorhergehenden in folgenden Dingen: 1. ist die Excentricität der Scheibe  $g$  vollkommen gleich der Länge der Schaufelarme  $f$ ; 2. sind alle Schaufelarme mit steifen Armen mit dem Ring  $h$  verbunden. Diese Modification hat zur Folge, dass alle Schaufeln stets eine vertikale Stellung haben, also auch in vollkommen vertikaler Stellung durch das Wasser gehen. Dies würde ohne Streitig die beste Anordnung sein, wenn es möglich wäre, dieselbe ganz genau auszuführen. Dies ist aber kaum möglich, denn eine ganz genaue Ausführung erfordert, dass die Armlängen von  $d$  und  $i$  absolut genau gemacht werden, denn so wie eine kleine Differenz statt findet, tritt jedes mal eine Stockung der Bewegung ein, wenn zwei Arme  $d$  und  $i$  eine horizontale Lage erreichen. Einer solchen Stockung kann man allerdings ausweichen, wenn man die Bolzenlöcher an  $d$  oder  $e$  beweglich macht, allein dann ist die Schaufel nicht sicher gehalten und absozt, reißt und klappert hin und her, was nicht zulässig ist. Die Anordnung Fig. 1 und 2 ist daher im Praktischen vorzuziehen.