

www.e-rara.ch

Die Hebezeuge

Ernst, Adolf

Berlin, Julius Springer

ETH-Bibliothek Zürich

Shelf Mark: Rar 17838

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-77219>

Zweiter Abschnitt.

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

Zweiter Abschnitt.

Hebel und Hebeladen.

A. Allgemeines über Hebel und Hebeladen.

Der einfache Hebel wird vorzugsweise als rohes Handwerkzeug in Gestalt von Hebebäumen oder Brechstangen zum Lastheben verwendet. Zu Kraftübersetzungen in Hebemaschinen ist der schwingende Hebel nur in wenigen Fällen brauchbar, da sich der nutzbare Ausschlagwinkel selten über 60° steigern lässt. Die Lastwege beschränken sich auf kurze Hubhöhen, wenn man nicht sehr grosse Hebellängen wählt, die den Konstruktionen leicht ein plumpes Aussehen verleihen und in vielen Fällen sich mit den Forderungen der Raumbeschränkung nicht vereinigen lassen.

Durch staffelförmiges Versetzen des Hebeldrehpunktes kann man Lasten unabhängig von der beschränkten Hubhöhe bei jedem einzelnen Hebelausschlag absatzweise auf beliebige Höhen empordrücken oder ziehen, aber dieser für die sogenannten Hebeladen gewählte Ausweg hat wegen der Umständlichkeit des Verfahrens nur durch die verhältnissmässig grosse Einfachheit und Billigkeit der Vorrichtungen für seltene oder vorübergehende Lasthebungen eine gewisse Berechtigung. Man findet das Verfahren hier und da u. a. für Schützenaufzüge, zum Aufladen gefällter Bäume im Walde und bei Brückenmontirungen zum Heben der Brückenträger auf ihre Pfeiler benutzt. In allen diesen Fällen ist die bewegende Kraft am längeren Hebelarm wirksam, während die Last auf dem kürzeren Arm ruht, um mit beschränkter Kraft schwere Lasten heben zu können. Für die umgekehrte Verwendung des Hebels liefern einige vereinzelte hydraulische Krahe Beispiele, wie sich hiermit kurze Hubwege der treibenden Kraft in grössere Lastwege übersetzen lassen.

B. Anwendungen des Hebels und der Hebeladen.

a. Hebelade für Schützenaufzüge.

Fig. 6—8. Tafel 1.*)

Das Hebewerk des Schützenaufzuges besteht aus dem Druckhebel, dem sogenannten Schützenschwengel, der auf dem Bolzen *B* an einem gusseisernen Bock drehbar gelagert ist, und der Zugschiene *Z* für die Schütze. Das Kopfstück der Zugschiene gabelt sich um den Schwengelbolzen in zwei

*) Die Zeichnung ist den „Bauausführungen des Preussischen Staates“ entnommen.

parallele Arme mit je einer Lochreihe zur Aufnahme und zum Auswechseln der Vorstecklinge V_1 und V_2 , Fig. 8, die den Hebelhub auf die Zugschiene übertragen. Um die Vorstecklinge nicht einseitig zu belasten ist die Zugschiene durch den Schützenschwengel selbst geführt und zu diesem Zweck sein Mittelstück, Fig. 7, geschlitzt. Die beiden Lochreihen zur Aufnahme der Vorsteckbolzen sind gegen einander um die halbe Lochteilung versetzt, und die Vorstecklinge werden nach jedem vollen Hebelausschlag ausgewechselt, so dass der Druckpunkt des Hebels abwechselnd rechts und links vom Drehzapfen liegt. Hierdurch wird bei jedem Hebelausschlag die Schütze emporgezogen, falls man den Druckbolzen oberhalb des aufschwingenden Hebelarms einsteckt, und gesenkt, wenn man die Vorstecklinge so auswechselt, dass sich die Zugschiene auf dem niederschwingenden Arm abstützt. Zum Feststellen der Schütze in einer bestimmten Lage ist der Schwengel durch Einschieben beider Vorstecklinge zu sperren. Der Hebel ist doppelarmig für zwei Arbeiter ausgeführt. Infolge der entgegengesetzt wirkenden Antriebskräfte, mit denen der Doppelhebel auf der einen Seite emporgezogen, auf der anderen niedergedrückt wird, wirkt auf den Drehzapfen nur die Belastung der Vorstecklinge durch den Schützenwiderstand als Druck.

Es sei: Q der auf den Drehzapfen B wirkende Druck beim Aufziehen der Schütze,

$\frac{P}{2}$ die Antriebskraft des Schwengels an jedem Hebelende,

a der Kraftarm,

b der Lastarm,

r_1 der Halbmesser der Vorstecklinge,

r_2 der Halbmesser des Schwengelzapfens,

μ der Reibungskoeffizient der Bolzen,

α der Ausschlagbogen des Schwengels im Abstände 1 vom Drehmittelpunkt,

so folgt:

$$Pa\alpha = Qb\alpha + \mu Qr_1\alpha + \mu Qr_2\alpha,$$

$$\frac{P}{Q} = \frac{b + \mu(r_1 + r_2)}{a} \dots \dots \dots 81.$$

Diese Gleichung gilt auch noch für den Fall, dass der Hebel nur einseitig mit der Kraft P angetrieben wird, sobald nur immer derselbe Hebelarm benutzt wird, da alsdann der Druck auf den Schwengelzapfen beim Ausschwingen des Hebels nach einer Richtung $= Q + P$, beim Ausschwingen nach der entgegengesetzten Richtung dagegen $= Q - P$ wird und demgemäß in Mittel auch hier $= Q$ ist.

Für den ideellen Antrieb erhalten wir: $\frac{P_0}{Q} = \frac{b}{a}$. Der Wirkungsgrad des Schwengels ist

$$\eta = \frac{P_0}{P} = \frac{b}{b + \mu(r_1 + r_2)} \dots \dots \dots 82.$$

Im vorliegenden Beispiel ist $b = 60$, $r_1 = 10$, $r_2 = 15$ mm, und wir finden demnach für einen Bolzen-Reibungskoeffizienten $\mu = 0,08$

$$\eta = 0,97.$$

Der Versuch, durch Benutzung des Saladin'schen Klemmgesperres das umständliche Auswechseln der Vorsteckbolzen zu umgehen, hat keinen be-

friedigenden Erfolg gehabt, weil die Zuverlässigkeit der Gesperre durch die Eindrücke, welche sie erzeugen, bald in Frage gestellt wird.*)

b. Hebelade für Wagenachsen.

Die in Fig. 64 skizzierte Hebelade ist zum Heben von Wagenachsen bestimmt, von denen die Räder zum Schmieren der Achsenzapfen abgezogen werden sollen. Der Druckhebel ist als Winkelhebel BC ausgebildet und dreht sich um einen Bolzen G zwischen zwei senkrechten schmiedeisernen Flachschielen, die seitlich versteift auf einer gemeinsamen Grundschiene stehen und gleichzeitig zur Führung der beweglichen Achsenstütze dienen. Diese Stütze besteht aus einer gusseisernen Hülse E von rechteckigem Querschnitt und einem schmiedeisernen Kern A von quadratischem Querschnitt, der die Klaue zur Aufnahme der Achse trägt und durch den von aussen eingreifenden Sperrklinkenhebel F in frei einstellbarer Höhenlage festgehalten wird, um die Hebevorrichtung verschiedenen Achsenhöhen anpassen zu können. Der Hebel wird beim Gebrauch soweit niedergedrückt, dass sich die bewegliche Achsenstütze auf die ebene Endfläche des Lastarmes abstützt.

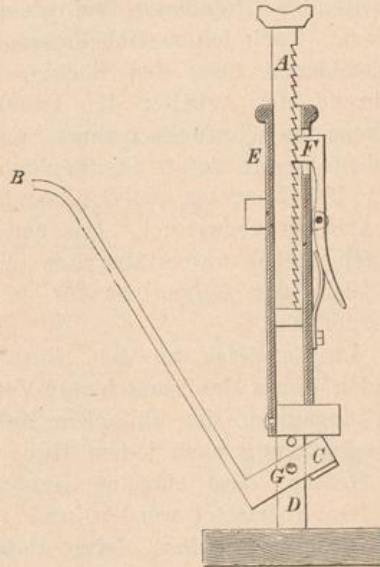


Fig. 64.

c. Hebelade für Montierungen von Eisenkonstruktionen.

Zum Heben der Träger für die Elbbrücke bei Wittenberg verwendete die Firma Belter & Schneevogel in Berlin beim Brückenbau 32 Hebeladen von je 2500 kg Tragkraft für 80000 kg Gewicht der einzelnen Träger.**) Jeder Träger ruhte auf einem Mittelpfeiler und mit den Enden auf den beiden nächstliegenden Strompfeilern, die zum Aufstellen der Hebeladen in der Weise benutzt wurden, dass an jedem Trägerende 8, in der Mitte 16 Hebeladen auf hölzernen Böcken paarweise gegenüberstehend

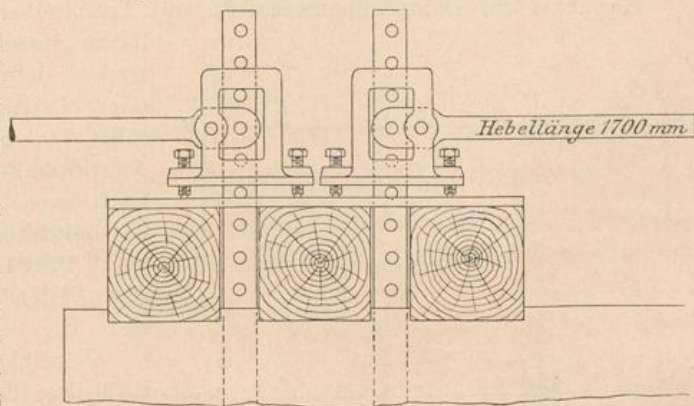


Fig. 65.

*) Das Saladin'sche Doppelklemmgesperre findet sich in Salzenberg's Vorträgen über Maschinenbau S. 321, in Weisbach-Herrmann, Ingenieur- und Maschinen-Mechanik III, Abthl. I, S. 889, Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre Band IV erörtert.

***) Handbuch der Ingenieurwissenschaften IV, Kap. XIV S. 78 u. Taf. XIX Fig. 40—43.

die Last möglichst gleichmässig vertheilt aufnehmen. In üblicher Weise wurde der allmählich aufsteigende Träger staffelförmig unterklotzt und die Aufmauerung der Pfeiler mit der Hebung stufenweise weitergeführt, um die Hebeladen selbst von Zeit zu Zeit höher aufzustellen. Die Arbeitshebel sind, Skizze Fig. 65 entsprechend, zwischen zwei niedrigen gusseisernen Bockrahmen drehbar gelagert, deren Grundplatte die gelochte Zugstange frei durchtreten lässt und durch Stellschrauben so eingestellt werden kann, dass alle zusammenarbeitenden Hebeladen bei gleicher Hebelstellung gleichmässig die Last fassen. Nach jedem Hebelausschlag werden Tragbolzen zum Abstützen der Lastschienen über den Böcken durch das heraustretende Loch gesteckt, während der Arbeiter den Druckhebel nach dem Auswechseln des Hubbolzens leer zurückschwingt, um den Bolzen in den Hebelkopf für das nächstfolgende tiefere Stangenloch einzusetzen. Die gleichzeitige Bewegung aller Hebel erfolgt auf Commando; im vorliegenden Fall wurden Soldaten als Arbeiter verwendet. Das bedeutende Eigengewicht der kräftigen 1,7 m langen Hebel unterstützt den Arbeitsdruck beim Lastheben. Zum Auswechseln der Bolzen ist für je zwei benachbarte Hebeladen ein Mann erforderlich.

Im Vergleich zu den sonst für solche Zwecke benutzten Schraubenwinden bietet das vorstehende Verfahren den Vortheil wesentlich günstigerer Wirkungsgrade der einfachen Hebel, bei ebenso vollkommen zuverlässiger Lastabstützung nach jedem Hub, und geringerer Anschaffungskosten, aber die Gefahr, dass einzelne Hebeladen durch ungleichmässiges Zusammenarbeiten überlastet werden und einen Unfall herbeiführen, ist grösser, als bei Schraubenwinden, deren Ratschenhebel sich leicht durch Zugstangen derart mit einander verkuppeln lassen, dass sämtliche Hebel zwangsläufig zu gleicher Zeit und um gleiche Beträge bewegt werden.

d. Hubhebel für Maschinen und Treibkolben.

Hubhebel für Dampfhebemaschinen mit Treibkolben oder für hydraulische Maschinen werden entweder doppelarmig, Fig. 66,

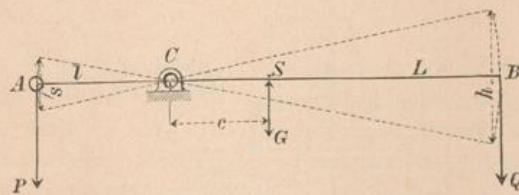


Fig. 66.

oder einarmig, Fig. 67, ausgeführt, je nachdem man den Angriffspunkt A der Kolbenkraft an das Ende oder in die mittlere Hebelstrecke verlegt. Die Last hängt in beiden Fällen am freien Hebelende B.

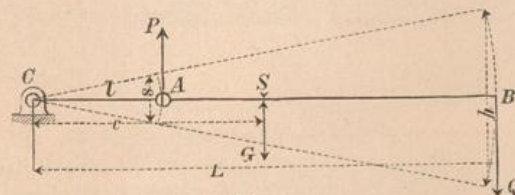


Fig. 67.

Bezeichnen wir mit s den Hub des Treibkolbens, mit h die Höhe der Lasterhebung, mit l den Hebelarm der Kolbenkraft P , und mit L den Lastarm, so ist zunächst

$$\frac{s}{h} = \frac{l}{L} \dots \dots \dots 83.$$

Wirkungsverluste entstehen durch die Reibung des Hebeldrehzapfens

C und des Treibkolbenzapfens A . Zu beachten ist, dass sich beim doppelarmigen Hebel die Summe des Treibkolbendrucks und des Lastgewichts als Zapfendruck geltend macht, beim einarmigen Hebel dagegen nur die Differenz dieser Kräfte als Zapfendruck auftritt. Bei den grossen Hebelabmessungen muss auch das Eigengewicht berücksichtigt werden. Bezeichnen wir mit

- G das Gewicht des Hebels,
- c den Abstand des Hebelschwerpunktes S vom Drehzapfen C ,
- r_1 den Halbmesser des Treibkolbenzapfens A ,
- r_2 den Halbmesser des Drehzapfens C ,
- μ den Reibungskoeffizienten,

so ergibt sich mit den bereits oben eingeführten Bezeichnungen für den doppelarmigen Hebel, Fig. 66:

$$Pl = QL + Gc + \mu Pr_1 + \mu(P + Q + G)r_2,$$

mithin

$$P = \frac{QL + Gc + \mu(Q + G)r_2}{l - \mu(r_1 + r_2)} \dots \dots \dots 84.$$

Für die ideelle Antriebskraft P_0 erhalten wir $P_0 = \frac{QL + Gc}{l}$ und dem-

nach der Wirkungsgrad $\eta = \frac{P_0}{P} = \frac{QL + Gc}{l} \cdot \frac{l - \mu(r_1 + r_2)}{QL + Gc + \mu(Q + G)r_2}$,

$$\eta = \frac{1 - \mu \frac{r_1 + r_2}{l}}{1 + \frac{\mu(Q + G)r_2}{QL + Gc}} \dots \dots \dots 85.$$

Für den einarmigen Hebel, Fig. 67, ergibt sich

$$Pl = QL + Gc + \mu Pr_1 + \mu[P - (Q + G)]r_2,$$

d. h.

$$P = \frac{QL + Gc - \mu(Q + G)r_2}{l - \mu(r_1 + r_2)} \dots \dots \dots 86.$$

Für die ideelle Antriebskraft gilt auch in diesem Fall die Gleichung:

$$P_0 = \frac{QL + Gc}{l}$$

und der Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{1 - \mu \frac{r_1 + r_2}{l}}{1 - \frac{\mu(Q + G)r_2}{QL + Gc}} \dots \dots \dots 87.$$

Der Werth $\frac{\mu(Q + G)r_2}{QL + Gc}$ ist in allen Fällen so ausserordentlich klein, dass er vernachlässigt werden kann, und sich das Güteverhältniss des einarmigen, wie des doppelarmigen Hebels mit vollständig ausreichender Genauigkeit durch den Ausdruck

$$\eta = 1 - \mu \frac{(r_1 + r_2)}{l} \dots \dots \dots 88$$

bestimmt. Da in den Ausführungen auch der kürzere Hebelarm l im Verhältniss zur Summe der Zapfenradien $r_1 + r_2$ stets gross ist, ergeben sich sehr hohe Gütegrade für die Konstruktion. Für $r_1 + r_2 = 100$ mm und $l = 800$ mm folgt mit $\mu = 0,08$ $\eta = 0,99$. Der Wirkungsgrad der Treibkolbenhubübersetzungen durch Hebel ist also wesentlich günstiger als das Güteverhältniss der früher besprochenen Rollenübersetzungen, wird aber andererseits durch den Einfluss der Beschleunigungswiderstände und des Eigengewichts der Hebelmassen in der Gesamtwirkung sehr herabgedrückt.

Die Ausführung der Hebel entspricht im wesentlichen der schmiedeiserner Balanciers für Dampfmaschinen. Gusseisen ist nicht gut anwendbar, da der Hebel so leicht wie möglich zu entwerfen ist, um nicht die tote Last der Maschine unnötig zu vermehren. Fig. 68 veranschaulicht eine derartige Konstruktion nach Charles Brown. Man stellt den Hebel zwei-

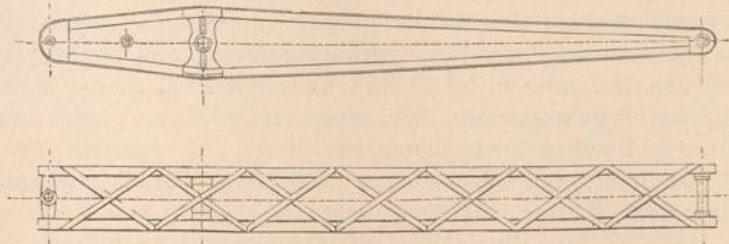


Fig. 68.

schildig aus einfachen Blechplatten her, die nöthigenfalls durch Gurtungswinkelisen zu verstärken sind. Soweit die Drehzapfen nicht bereits eine genügende Verbindung zwischen den Schildplatten sichern, sind sie durch einzelne Stehbolzen oder durch ein Gitterwerk aus Flacheisen, Fig. 68, gegen einander abzusteißen. Im allgemeinen erfordert die Absteifung weniger Sorgfalt als bei Dampfmaschinen-Balanciers, da die Kräfte hier immer in unveränderter Richtung wirken.

Der gefährliche Querschnitt liegt sowohl beim einarmigen, wie beim doppelarmigen Hebel in der Achsenebene des mittleren Drehzapfens. Auf die Abschwächung dieses Querschnitts durch die Zapfenbohrung braucht man keine Rücksicht zu nehmen, weil andererseits die Blechplatten an dieser Stelle durch zwischen oder aussen aufgenietete Nabenstücke verstärkt werden.

Lasthebel für einen hydraulischen Krahn von Gaudet & Cie.

Fig. 69 liefert ein Beispiel für die Verbindung des Hebels mit dem Druckkolben eines hydraulischen Rollkrahnes, der von Gaudet & Cie. für

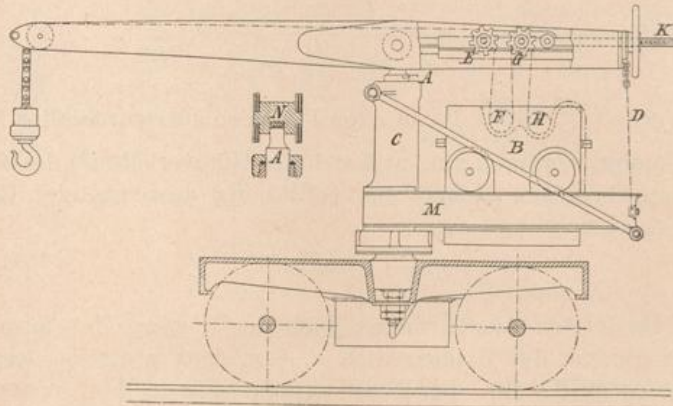


Fig. 69. 1:60.

Werkstätten mit niedrigen Durchfahrthöhen ausgeführt ist.*) Der Hebel ruht auf den Schildzapfen eines innenliegenden Querstücks N und kann

*) Armengaud, Publication industrielle des machines 1871.

demnach um diese wagerechten Zapfen auf- und niederschwingen, während andererseits das Querstück auf einem Stützzapfen im Kopf des hydraulischen Druckkolbens *A* um die senkrechte Krahnachse drehbar gelagert ist und das Doppelgelenk somit gestattet, den Hebel als Krahnausleger sowohl zu schwenken, wie auf- oder abwärts zu neigen. Der Druckkolben steht in einem Cylinder, der als Krahnsäule aussen von einer auf seinem Kopf drehbaren Haube *C* umschlossen ist, welche die Träger *M* für das bewegliche Gegengewicht *B* zur Ausgleichung des Krahnkippmoments aufnimmt und mit dem Auslegerhebel gleichzeitig geschwenkt werden kann. Die Lastkette ist nach dem hinteren Hebelende geführt und bildet hier durch Umschlingung der Rollen *EFGH* eine Verkupplung zwischen dem Hebel und dem Gegengewicht, die den hinteren Drehpunkt des Hebels festlegt, wenn der Druckkolben *A* in die Höhe gepresst wird. Durch ein Schneckengetriebe auf der Achse von *H* lässt sich die Kette nach Bedarf verkürzen oder verlängern und wird in jeder Lage durch die Selbstsperrung der Schnecke festgehalten, sobald sie sich selbst überlassen bleibt. Zum Verändern der Hebelübersetzung sind die Rollen *E* und *G* in einem gemeinsamen Schlittenstück im Hebel verschiebbar gelagert und durch die Schraubenspindel *K* beliebig einstellbar. Mit ihnen gleichzeitig wird das Gegengewicht verstellt, so dass für grössere Lasten eine kleinere Hebelübersetzung für den Druckkolben gewählt wird, und damit auch gleichzeitig das Gegengewicht mehr nach aussen wirkt, um dem grösseren Lastmoment ein grösseres Gegengewichtsmoment zu bieten. Auf die Einzelheiten der hydraulischen Maschine und die Berechnung der Krahnstandsicherheit ist an dieser Stelle nicht einzugehen, da diese Fragen an Beispielen in späteren Abschnitten erörtert werden und es sich hier nur um die allgemeinen Angaben handelt, die in unmittelbarer Beziehung zu der eigenartigen Verwendung des Hebels stehen. Bemerket sei nur noch, dass der Druckcylinder durch eine Handpumpe gespeist wird, die in der kastenförmigen Vertiefung des Krahnwagens eingebaut und durch ein Rohr mit dem Cylinderboden verbunden ist.

Statt der geradlinigen Hebel können auch Winkelhebel benutzt werden. In diesem Fall wählt man den festen Drehpunkt stets im Schnittpunkt der Schenkel und gewinnt dann den geradlinigen Hebeln gegenüber den Vortheil, dass bei gleicher Höhe der Hebelköpfe zur Aufnahme der Last die Drehachse wesentlich tiefer gelagert werden kann. Gruson macht hiervon Gebrauch für hydraulische Krane, die schwere Panzerplatten ohne jedes Kettenwerk nur mittels hydraulisch bewegter Hebel aufnehmen sollen, um möglichst zuverlässige Konstruktionen zu gewinnen, und ordnet dann den Treibkolben in einem geneigten, um Schildzapfen schwingenden Cylinder an, so dass sich der Kolben durch ein Zapfengelenk unmittelbar mit dem kürzeren Hebelarm verbinden lässt.