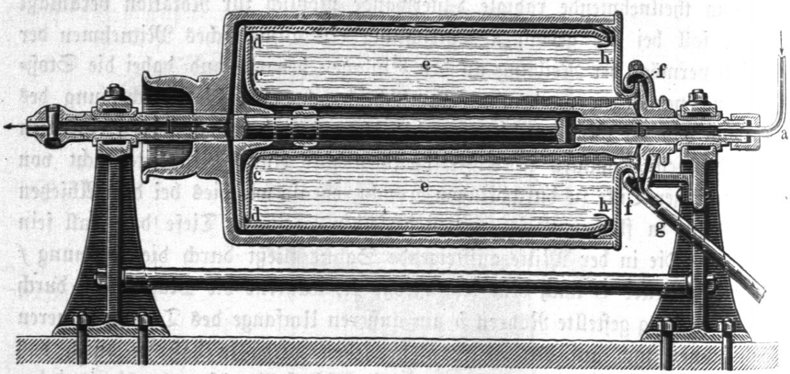
In eigenthümlicher Art ist die horizontale Milchschleuder von Petersen[1]) in Hamburg eingerichtet, indem bei derselben die freien Enden einer horizontal gelagerten Axe zwei Schleuderkörbe tragen, welche vorn ganz offen und frei zugänglich sind, so daß die zu schleudernde Milch durch ein in der Mitte einmündendes Rohr zugeführt werden kann. Von dem bei der

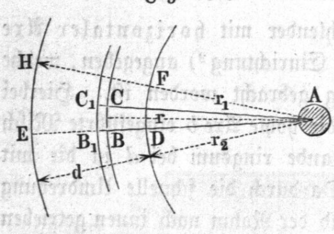
Fig. 486.



schnellen Umdrehung der Axe in jedem Korbe von der Flüssigkeit gebildeten Umdrehungskörper schält das messingförmige Mundstück einer Abzugsröhre im Inneren die Sahne heraus, während die Magermilch über den Trommelrand fließt, um von einem die Trommel umgebenden Mantel aufgenommen zu werden.

§. 138. **Wirkungsart der Schleudermaschinen.** Um über die Wirkungsweise der Schleudermaschinen ein Urtheil zu erlangen, sei in Fig. 487 im Abstande $AB = r$ von der Axe A eine zur letzteren concentrische, cylindrische Schicht der geschleuderten Masse von der Dicke ∂r und der in der Axenrichtung gemessenen Höhe gleich 1 gedacht, und es möge aus dieser Schicht ein sehr kleines Stück BC von der Länge $r\,\partial\alpha$ herausgeschnitten gedacht werden, wobei $\partial\alpha$ den zugehörigen Mittelpunktswinkel

Fig. 487.



vorstellt. Bezeichnet γ das specifische Gewicht der Masse, so hat das betrachtete ringförmige Element ein Gewicht $G = \gamma\, r\, \partial\alpha\,.\,\partial r$ und daher ist bei einer Winkelgeschwindigkeit $\omega = \dfrac{2\pi n}{60}$ entsprechend n Um-

[1]) D. R.-P. Nr. 11592.

drehungen des Schleuderkorbes die auf das betrachtete Element wirkende Fliehkraft durch

$$\partial C = \frac{G}{g}\,\omega^2 r = \frac{\gamma}{g}\,\omega^2 r^2 \partial\alpha \partial r$$

dargestellt. Diese der Masse des besagten Elementes entsprechende Fliehkraft erzeugt in der das Element umgebenden Cylinderfläche $C_1 B_1$ vom Halbmesser $r + \partial r$ und der Größe $(r + \partial r)\partial\alpha = r\partial\alpha$ eine gewisse Pressung, welche für die Flächeneinheit sich ausdrückt durch

$$\partial p = \frac{\partial C}{r\partial\alpha} = \frac{\gamma}{g}\,\omega^2 r \partial r.$$

Gesetzt nun, die in der cylindrisch gedachten Trommel vom Halbmesser $AE = r_1$ enthaltene Masse bilde eine Auskleidung der Trommel von einer radialen Dicke $ED = d$, habe also den inneren Halbmesser

$$AD = r_1 - d = r_2,$$

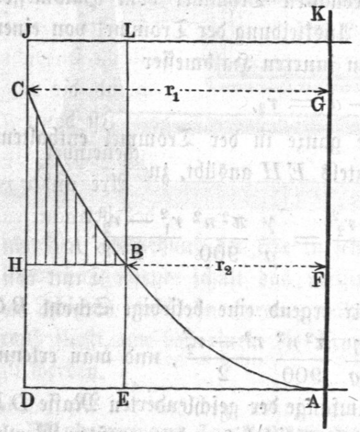
so erhält man die Pressung, welche die ganze in der Trommel enthaltene Masse auf jede Flächeneinheit des Mantels EH ausübt, zu

$$p = \int_{r_2}^{r_1} \partial p = \frac{\gamma}{g}\,\omega^2\,\frac{r_1^2 - r_2^2}{2} = \frac{\gamma}{g}\,\frac{\pi^2 n^2}{900}\,\frac{r_1^2 - r_2^2}{2}.$$

Dieser Ausdruck ergiebt die Pressung für irgend eine beliebige Schicht BC im Abstande r von der Axe zu $p = \frac{\gamma}{g}\,\frac{\pi^2 n^2}{900}\,\frac{r^2 - r_2^2}{2}$, und man erkennt hieraus, daß die Pressung im inneren Umfange der geschleuderten Masse DF gleich Null ist und von da nach außen allmählich bis zu dem größten Werthe $p = \frac{\gamma}{g}\,\frac{\pi^2 n^2}{900}\,\frac{r_1^2 - r_2^2}{2}$ zunimmt. Auch findet sich, daß die Pressung des Korbmantels bei einer bestimmten Umdrehungsgeschwindigkeit um so größer ausfällt, je kleiner r_2, d. h. je größer die Dicke der auskleidenden Schicht ist, und daß der Korb der größten Pressung ausgesetzt sein würde, wenn er vollständig von der zu schleudernden Masse erfüllt, d. h. wenn $r_2 = 0$ wäre. Bezeichnet man mit $G = \gamma\pi(r_1^2 - r_2^2)$ das Gewicht der in den Korb eingebrachten Ladung, so kann man die Pressung gegen den Mantel auch durch $p = \frac{G}{g}\,\frac{\pi n^2}{1800}$ ausdrücken, wonach dieselbe im geraden Verhältnisse mit dem Gewichte der Ladung wächst.

Wenn man in dem Ausdrucke $p = \frac{\gamma}{g}\,\frac{\pi^2 n^2}{900}\,\frac{r_1^2 - r_2^2}{2}$ die für eine bestimmte Umdrehungszahl n constante Größe $\frac{\gamma}{g}\,\frac{\pi^2 n^2}{1800}$ mit k bezeichnet, so erhält man in $p = kr^2$ die Scheitelgleichung für eine Parabel mit dem Parameter $\frac{1}{k} = \frac{g}{\gamma}\,\frac{1800}{\pi^2 n^2}$, wenn man unter p die Ordinaten parallel zur Axe und unter r die dazu senkrechten Abscissen versteht. In Fig. 488 ist diese Parabel ABC in den auf der Axe AK befestigten Schleuderkorb ADJ eingezeichnet. Nach dem in Th. I darüber Gesagten wird die in den Korb eingebrachte Masse, von welcher eine hinreichende Beweglichkeit vorausgesetzt werden möge, innerlich durch ein Umdrehungsparaboloid begrenzt, und wenn durch LE der Durchschnitt durch dieses Paraboloid dargestellt wird, so darf man bei der großen Geschwindigkeit, mit welcher der Schleuderkorb gewöhnlich umgedreht wird, die Linie LE hinreichend genau als eine zur Axe AK parallele Gerade ansehen. Es ergiebt sich nun aus der Figur, daß bei einer vollständig mit Masse erfüllten Trommel die Pressung im Mantel derselben durch die Ordinate CD und in einem Abstande $FB = r_2$ von der Axe durch BE dargestellt ist. In Folge davon wird $CH = p$ die Mantelpressung bei der vorausgesetzten Ladung der Trommel darstellen, und in der dreieckigen Fläche HCB bedeutet überall die senkrechte Ordinate das Maß für die daselbst auftretende Pressung auf die Flächeneinheit.

Fig. 488.



Zwischen der Pressung der Masse in einer Schleudermaschine und der in einer gewöhnlichen hydraulischen oder sonstigen Presse findet daher ein wesentlicher Unterschied insofern statt, als in der Centrifuge die Pressung von innen nach außen zunimmt, während die zwischen den beiden Preßplatten einer gewöhnlichen Presse enthaltene Masse in allen Theilen dem gleichen von der Presse ausgeübten Drucke ausgesetzt ist.

Beispiel. Nimmt man für eine Schleudermaschine zum Schleudern der Zuckermaische einen Halbmesser der Trommel von $r_1 = 0{,}4$ m und eine Dicke der Zuckerschicht von 0,1 m, also den inneren Halbmesser $r_2 = 0{,}3$ m an, so erhält man bei 600 Umdrehungen des Korbes in der Minute unter der Annahme eines specifischen Gewichtes der Zuckermasse $\gamma = 1{,}5$, die Größe der Pressung des Mantels bezogen auf 1 qm Fläche, zu

$$p = \frac{1{,}5 \,.\, 1000}{9{,}81}\,\pi^2 \,.\, \frac{600 \,.\, 600}{900} \,.\, \frac{0{,}4^2 - 0{,}3^2}{2} = 152{,}9 \,.\, 9{,}87 \,.\, 400 \,.\, 0{,}035 =$$

$603649 \,.\, 0{,}035 = 21127$ kg, entsprechend einem Drucke von etwa 2 Atmosphären. Wäre der Korb gänzlich mit Masse gefüllt, so würde die Pressung im Verhältniß

$0{,}4^2 : 0{,}4^2 - 0{,}3^2 = 16 : 7$ größer, also etwa gleich 4,7 Atmosphären sein, während bei einer Dicke der ausgeschleuderten Schicht von nur 0,01 m die Pressung sich zu nur

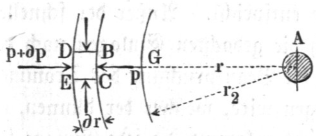
$$603\,649 \cdot \frac{0{,}4^2 - 0{,}39^2}{2} = 2384 \text{ kg}$$

oder ungefähr 0,23 Atmosphären ergiebt.

Während man daher in allen Fällen, wo zur Absonderung ein größerer Druck erforderlich ist, denselben außer durch eine möglichst große Umdrehungsgeschwindigkeit auch durch eine thunlichst große radiale Dicke der geschleuderten Masse zu erreichen sucht, gelten für die Milchschleudern andere Regeln, wie sich aus dem Folgenden ergiebt.

Es stelle $BCED$, Fig. 489, ein sehr kleines würfelförmiges Element im Inneren der geschleuderten Milchflüssigkeit im Abstande $AC = r$ von der Axe der Schleudermaschine vor, und es möge γ_1 das specifische Gewicht dieses aus Fett oder Sahne bestehenden Theilchens sein, während die umgebende Milchflüssigkeit das specifische Gewicht γ haben möge. Ist dann p die Pressung auf die Flächeneinheit in dem Abstande r von der Axe und ∂r die Seite $BC = BD$ des betrachteten Würfels, so ist auf die Fläche BC ein radial nach außen gerichteter Druck von der Größe $p\,\partial r^2$ wirksam, während die

Fig. 489.



ebenfalls auswärts gerichtete Fliehkraft des Theilchens durch $\frac{\gamma_1 \partial r^3}{g} \omega^2 r$ dargestellt ist, so daß die gesammte nach außen gerichtete Kraft durch $p\,\partial r^2 + \frac{\gamma_1 \partial r^3}{g} \omega^2 r = P_a$ dargestellt ist.

Auf die Einheit der Ringfläche im Abstande $AE = r + \partial r$ wirkt eine Pressung

$$p + \partial p = p + \frac{\gamma}{g} \omega^2 r \partial r,$$

so daß die Fläche DE einer nach innen gerichteten Kraft

$$P_i = \partial r^2 \left(p + \frac{\gamma}{g} \omega^2 r \partial r\right)$$

unterworfen ist. Da die Kräfte auf die vier übrigen Flächen des Parallelepipeds sich zu je zweien gegenseitig aufheben, so steht das betrachtete Theilchen, wenn von seinem eigenen Gewichte $\gamma_1 \partial r^3$ und von dem Auftriebe $(\gamma - \gamma_1) \partial r^3$ abgesehen wird, unter der Wirkung einer Kraft

$$P_i - P_a = \partial r^3 \frac{\gamma - \gamma_1}{g} \omega^2 r,$$

welche Kraft nach innen gerichtet ist und in der Masse $m = \frac{\gamma_1 \partial r^3}{g}$ eine Beschleunigung von der Größe

$$c = \frac{P_i - P_a}{m} = \frac{\gamma - \gamma_1}{\gamma_1} \omega^2 r$$

hervorruft. Hieraus geht hervor, daß diese Beschleunigung unabhängig ist von der Pressung p in dem Abstande des Theilchens von der Axe, also unabhängig von der Dicke der Milchschicht, und da der Widerstand, welcher sich der Bewegung des Theilchens bis an die innere Schicht G entgegensetzt, mit dem Wege BG wächst, so erkennt man hieraus den Vortheil, welcher für die schnelle Absonderung des Rahms mit einer möglichst geringen Dicke BG der geschleuderten Schicht verbunden ist, wie eine solche durch die Einlagen der in Fig. 485 dargestellten Milchschleuder erzielt wird. Es erscheint daher die Anordnung solcher Einlagen für Milchschleudern durchaus zweckmäßig, während dieselben für alle zum Entwässern dienenden Schleudern nur nachtheilig wirken können, insofern die Pressung innerhalb jeder Einlage nur den kleinen Werth annehmen kann, welcher der geringen, innerhalb dieser Einlage enthaltenen Masse entspricht. Außer der schnellen und vollkommenen Absonderung wird durch die gedachten Einlagen noch der besondere Vortheil erzielt, daß durch dieselbe die Beanspruchung des Trommelmantels auf den geringen Betrag herabgezogen wird, welcher der dünnen, an diesem Mantel selbst vorhandenen Milchschicht zukommt, da jede Einlage für sich derjenigen Fliehkraft zu widerstehen hat, welche in der sie innerlich bedeckenden Milchschicht erregt wird. Das Letztere wird natürlich nur so lange gelten, als die Einlagen ringsum geschlossene Ringe darstellen, während in dem Falle, wo die Einlagen durch gebogene, an den Rändern nicht vereinigte Bleche gebildet sind, wegen der Federung dieser Bleche der Druck jeder Einlage auf die nach außen benachbarte übertragen werden muß, so daß der Mantel in diesem Falle ebenso wie bei einer Schleuder ohne Einlagen der aus der ganzen Ladung sich ergebenden Fliehkraft zu widerstehen hat.

Um zu einem Urtheil über die durch das Schleudern der Milch erreichbare Beschleunigung des Aufrahmens im Vergleich mit dem früher gebräuchlichen Aufrahmen in Absatzgefäßen zu gelangen, hat man nur zu erwägen, daß bei dem letzteren Verfahren die auf ein leichteres Fetttheilchen von der Größe ∂r^3 und dem specifischen Gewichte γ_1 wirkende Kraft des Auftriebes in der Milchflüssigkeit vom specifischen Gewichte γ sich durch $(\gamma - \gamma_1) \partial r^3$ darstellt, woraus, abgesehen von den Widerständen, sich eine Beschleunigung der aufsteigenden Bewegung von $c_0 = \frac{\gamma - \gamma_1}{m} \partial r^3 = \frac{(\gamma - \gamma_1) \partial r^3}{\gamma_1 \partial r^3} g = \frac{\gamma - \gamma_1}{\gamma_1} g$ ergiebt.

Hiernach verhalten sich die in Betracht kommenden Beschleunigungen c beim Schleudern und c_0 beim Absetzen wie

$$c : c_0 = \omega^2 r : g$$

und man erhält schon durch eine Winkelgeschwindigkeit

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{r}} = \frac{3,13}{\sqrt{r}}$$

dieselbe Beschleunigung wie bei dem Absetzen. Dies würde bei einem Halbmesser von $r = 0,1$ m einen Werth von $\omega = \frac{3,13}{\sqrt{0,1}} = 9,90$ m ergeben, entsprechend einer Umdrehungsgeschwindigkeit von $\frac{60 \, . \, 9,90}{2 \, . \, \pi} = 95$ Umdrehungen in der Minute. Wenn man dagegen die Trommel minutlich mit nur 3000 Umdrehungen bewegt, wie dies bei so kleinen Halbmessern noch mäßig ist, so erhält man mit $r = 0,1$ m eine im Verhältniß

$$\left(\frac{3000 \, . \, 2\pi}{60}\right)^2 \frac{0,1}{9,81} = 1007 \text{ mal}$$

größere Beschleunigung der Absonderung, als sie durch Absetzen der Milch erreichbar ist, und es geht hieraus zur Genüge der große Vortheil des Schleuderns bei dem Aufrahmen der Milch hervor.

Der Gleichgewichtsregulator. Wenn die Trommel einer Schleudermaschine einschließlich aller mit der Axe rotirenden Theile genau in der Form eines Umdrehungskörpers ausgeführt und die Masse überall durchaus homogen angeordnet ist, eine Bedingung, welche bei allen guten Schleudermaschinen so weit möglich erfüllt sein wird, so heben sich alle in den einzelnen Theilen durch die Umdrehung hervorgerufenen Fliehkräfte gegenseitig auf, so daß auf die Axe durch diese Fliehkräfte keinerlei Wirkung ausgeübt wird, dieselbe also auch einem Zwange oder einer Pressung in ihren Unterstützungen nicht unterworfen ist, mit Ausnahme derjenigen Pressungen, welche etwa durch die einseitige Wirkung der die Bewegung übertragenden Mittel, Riemen, Räder ꝛc., hervorgerufen worden. Dies geht aus dem in Th. I über die Centrifugalkraft starrer Körper und insbesondere über die sogenannten freien Axen derselben Gesagten hervor, woselbst gezeigt wurde, daß für jeden homogenen Umdrehungskörper seine geometrische Axe eine freie Axe sein muß. Es wurde daselbst u. a. gefunden, daß jede freie Axe durch den Schwerpunkt hindurchgehen, und daß für dieselbe außerdem den beiden Bedingungen genügt werden muß: §. 139.

$$\Sigma m x z = 0, \Sigma m y z = 0,$$