

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Die Luftexpansions-Maschine

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1853

Der Beharrungszustand der Bewegung

[urn:nbn:de:bsz:31-266528](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-266528)

a_1 , b_1 sind durch 10 bogenförmige Röhren c_1 in Verbindung gesetzt. Die Luft geht also von n nach a_1 , von da durch die 10 Röhren c_1 nach b_1 und begibt sich dann in die Vorkammer p . Wegen der beträchtlichen Grösse, die ein Rost für eine Maschine von 100 Pferdekraften erhalten müsste, habe ich hier zwei Roste d_1 , d_1 und zwei Einfeuerungen e_1 , e_1 angenommen. Die Verbrennungsgase treten durch die zehn Oeffnungen f_1 in den bogenförmigen, die Röhren c_1 enthaltenden Kanal g_1 , treten dann durch 10 andere Oeffnungen h_1 in den inneren Raum i_1 des Ofens und entweichen aus diesem durch einen Kanal k_1 nach dem Kamin. Wie man sieht, haben die Ströme in c_1 und g_1 entgegengesetzte Bewegungsrichtungen.

Es versteht sich von selbst, dass diese Luftexpansions-Maschine eben so verschiedenartig angeordnet und eingerichtet werden könnte, wie die Dampfexpansions-Maschine, dass jedoch diese verschiedenartigen Anordnungen bei gleich guter Ausführung hinsichtlich des Brennstoffaufwandes gleichwerthig sind.

Der Beharrungszustand der Bewegung.

Man denke sich, dass eine vollständige, mit einem Verdichtungsapparat, mit einem Expansionsapparat und mit einem Lufterhitzungsapparat versehene Luftexpansions-Maschine wirklich ausgeführt bestünde, dass man in dem Ofen lebhaft einfeuert, und die Kommunikation zwischen dem Expansionscylinder und den Röhren, in welchen sich die erhitzte Luft befindet, herstelle, so wird die Maschine in Gang kommen oder nicht, je nachdem die Spannkraft, welche in der Luft durch die stattfindende Feuerung eintreten kann, im Stande ist oder nicht im Stande ist, die Totalität der Widerstände zu überwinden, die der Bewegung der Maschine entgegenwirken. Wenn z. B. auf jeden Quadratcentimeter der Kolbenfläche ein Druck von 4 Kilogramm nothwendig wäre, um alle Widerstände zu überwinden, die Luft aber bei der bestehenden Feuerung nur auf 300° erhitzt werden könnte, so würde sie gegen jeden Quadratcentimeter der Kolbenfläche nur einen Druck von 2 Kilogramm ausüben, die Maschine könnte daher nicht in Gang kommen. Nehmen wir aber an, dass Anfangs die Verbindung zwischen der Kraftmaschine und der zu treibenden Arbeitsmaschine aufgehoben werde, so wird der Bewegung der Maschine nur ein geringer Widerstand entgegen wirken, und dann wird die durch die bloße Erhitzung der Luft entstehende Spannkraft hinreichen, um den vorhandenen verhältnissmässig kleinen Widerstand zu überwinden; die Maschine wird also in Gang kommen, und wenn das Volumen der Verdichtungspumpe im Verhältniss

zum Volumen des Expansionscyllinders hinreichend gross ist, so wird die Pumpe bei jedem Schub eine grössere Luftmenge in den Röhrenapparat fördern, als aus demselben nach dem Expansionscyllinder abfließt; es wird daher die Dichte und Spannkraft der Luft in den Röhren mehr und mehr zunehmen. Wird nun die Maschine durch Schliessung der Einlassklappe abgestellt, dann mit der zu betreibenden Arbeitsmaschine in Verbindung gebracht, und hierauf durch Oeffnung der Einlassklappe wiederum angelassen, so wird nun die Maschine im Stande sein, auch den durch die Arbeitsmaschine verursachten Widerstand zu überwältigen, sie wird also neuerdings in Gang kommen, und dabei nicht nur sich selbst, sondern auch die Arbeitsmaschinen umtreiben, und wenn die Bewegung einige Zeit gedauert hat, wird nothwendig ein Beharrungszustand eintreten, in welchem alle Kolbenschübe in jeder Hinsicht auf ganz identische Weise erfolgen. In diesem Beharrungszustand muss nothwendig bei jedem Kolbenschub durch die Verdichtungspumpe eben so viel Luft in den Röhrenapparat getrieben werden, als durch den Expansionscyllinder aus dem Röhrenapparat entfernt wird; denn wenn dies nicht der Fall wäre, würde am Ende eines Kolbenschubes in dem Röhrenapparat eine andere Spannung eintreten, als am Anfange des Schubes in demselben vorhanden war, der nächstfolgende Schub müsste daher mit einer grösseren oder kleineren Geschwindigkeit erfolgen, es wäre mithin der Beharrungszustand der Bewegung nicht vorhanden. In diesem Beharrungszustand der Bewegung muss aber ferner der mittlere Werth des Druckes, mit welchem der Kolben während eines Schubes getrieben wird, so gross sein, als der mittlere Werth des auf den Kolben des Expansionscyllinders reduzirten Gesamtwiderstandes, welcher der Bewegung entgegen wirkt; denn wenn am Ende jedes Schubes in den Massen der Maschine die gleichen Geschwindigkeiten und die gleiche lebendige Kraft eintreten soll, muss während eines Schubes durch die Widerstände eine eben so grosse Wirkung consumirt werden, als durch die treibende Kraft produziert wird, oder mit anderen Worten: es muss der mittlere Werth des treibenden Druckes gleich sein dem mittleren Werth des auf die Kolbenfläche reduzirten Gesamtwiderstandes. Die Spannung der Luft in den Röhren, welche während des Anlaufes veränderlich ist, wird demnach im Beharrungszustand einen ganz bestimmten Werth annehmen, der von der Grösse des Expansionscyllinders, von dem Expansionsgrad und von den zu bewältigenden Widerständen abhängt. Diese Spannung ist jedoch unabhängig von der Grösse des Heizapparates, von der Brennstoffmenge, welche in demselben verbrannt wird, und von der Geschwindigkeit, mit der sich die

Maschine bewegt. Die mittlere Geschwindigkeit, d. h. die Anzahl der Kolbenschübe, welche in einer bestimmten Zeit, z. B. in einer Minute eintreten, richtet sich aber nicht nur nach der im Beharrungszustand eintretenden Luftspannung, sondern auch nach der Grösse und Güte des Heizapparates und nach der Brennstoffmenge, die auf dem Rost in einer gewissen Zeit verbrannt wird.

Die Kraftleistungen der Maschine.

Dass vermittelt einer solchen Luftexpansions-Maschine, wenn ihre Konstruktion gelingt, die motorische Kraft der Wärme sehr vortheilhaft benützt werden könnte, kann man am leichtesten an einem numerischen Beispiel erkennen.

Nehmen wir an, das Volumen des Verdichtungs-cylinders sei 1 Kubikmeter, das des Expansions-cylinders 2 Kubikmeter. Der Widerstand sei so beschaffen, dass im Beharrungszustand der Bewegung die Spannung der Luft in den Röhren 2 Atmosphären betragen müsse. Die Temperatur, bis zu welcher die Luft erhitzt wird, 300° . Endlich sei die Expansionsvorrichtung so eingerichtet, dass die Absperrung erfolgt, wenn der Kolben die Hälfte eines Schubes zurückgelegt hat.

Dann wird bei jedem Kolbenshub durch die Luftpumpe 1 Kubikmeter Luft auf 2 Atmosphären verdichtet, es wird daher bei jedem Schub ein halber Kubikmeter kalte Luft von 2 Atmosphären Spannung in die Röhren getrieben, und daselbst ohne Aenderung der Spannung auf 300° erhitzt. Aus dieser Luft entsteht also wiederum 1 Kubikmeter Luft, aber von 2 Atmosphären Spannung, die den Expansionscylinder zur Hälfte erfüllt, worauf die Absperrung erfolgt. Die Wirkung, welche die Luft bis zur Absperrung entwickelt, indem sie auf jeden Quadratcentimeter des Kolbens einen Druck von 2 Kilogramm ausübt, und denselben durch die Hälfte des Kolbenshubes weiter bewegt, wird durch den während des ganzen Schubes auf die Vorderfläche des Kolbens wirkenden atmosphärischen Druck erschöpft. Wenn wir also auf die Reibungswiderstände der Maschine nicht Rücksicht nehmen, so ist die Wirkung, welche die Luft im Expansionscylinder während eines Schubes entwickelt, gleich derjenigen, welche sie durch ihre Ausdehnung während der zweiten Hälfte des Schubes hervorbringt. Allein die Wirkung, welche ein Kubikmeter Luft von 2 Atmosphären Spannung entwickelt, wenn er sich auf das Zweifache ausdehnt, ist zwei Mal so gross, als jene, welche erforderlich ist, um 1 Kubikmeter Luft von 1 Atmosphäre Spannung auf 2 Atmosphären zu verdichten. Es entwickelt daher