

dieser Unterlage hin die weit gespannten Hoffnungen der ersten Berichterstatter ihre Berechtigung haben, mag vorläufig dem nüchternen Calcul überlassen bleiben. Es soll am Schlusse darauf zurückgegangen werden, nur sei vorläufig bemerkt, daß wenn die neueren Maschinen mit weiteren Cylindern gebaut werden, kein anderer Grund dafür obwalten kann, als der, daß man sich über die Leistungsfähigkeit getäuscht hatte. In der Zeichnung im Armengaud beträgt der Durchmesser des Kolbens 330 Millimeter, der Hub nur 200 Millimeter, also noch nicht $\frac{2}{3}$ des Kolbendurchmessers. — —

Dies führt auf ein anderes der praktischen Verwerthung der Lenoir'schen Idee hinderliches Moment. Der große Kolbendurchmesser nämlich, sowie der Umstand, daß man bereits die Erfahrung gemacht hat, daß die Lenoir'sche Maschine sehr schnell arbeitet, 100 bis 120 Hübe — es ist vorläufig nur von kleineren Maschinen bis 6 Pferdekraft die Rede — machen muß, lassen mit Sicherheit annehmen, daß der Gasverbrauch ein ziemlich bedeutender sein wird.*)

Es entsteht nun zugleich die Frage, ob bei dieser schnellen Bewegung nicht auch viel unverbranntes Gas entweicht, und auch dies soll sich bestätigen; die Verbrennungsproducte sollen den Geruch des unverbrannten Gases deutlich verrathen. Hohen Gasverbrauch entschuldigt man vielleicht, indem man starke Verluste durch Undichtigkeiten voraussetzt; aber es läßt sich eher vermuthen, daß dieser Uebelstand ohnehin vorhanden ist.

Zur Vermeidung der Gasverluste wird es zunächst Streben sein müssen, eine möglichst vollständige Verbrennung zu erzielen. Der erste Schritt hierzu würde sein, daß das Gasgemenge als eine sehr innige Mischung in den Cylinder trete und es ist wahrscheinlich, daß durch die im Armengaud angegebene Vorrichtung Gas und Luft in einen innigern Contact treten. Indessen tritt hier eine neue Schwierigkeit entgegen. Je mehr man nämlich eine möglichst schnelle Verbrennung aller brennbaren Theile erreicht, um so mehr ist zu erwarten, daß die Vereinigung mit dem Sauerstoff in Form einer Explosion vor sich geht, und der plötzliche Stoß auf Kolben und Schieber wird diesen von seiner Bahn mehr oder weniger abheben, bei jenem aber die Niederungsringe zusammendrücken und dadurch Druckverluste hervorrufen. Dies würde zur Anwendung entlasteter Kolben und Schieber hindrängen.**)

Ein anderer Uebelstand besteht darin, daß im ersten Theile der Bewegung des Kolbens nur allein die Trägheit des Schwungrades als bewegende Kraft auftritt. Dies, sowie die Natur des Gasgemenges, auf die nachträglich noch hingewiesen werden soll, lassen eine langsame Kolbenbewegung nicht praktisch erscheinen. Zugleich wird eine schnelle Ausweichung des Kolbens das einzige Mittel sein, um so viel als möglich Brüche in den Zapfen und eine starke Ausnutzung der Lager zu vermeiden; es wird aber dies Erforderniß zugleich das Hinderniß sein für die Erzeugung großer Kräfte, besonders wo es sich um sehr ruhige und gleichmäßige Bewegungen handelt.

Die größte Schwierigkeit aber in der Einführung der Explosionsmaschinen liegt in der Natur der bis jetzt bekannten explodirenden Gasgemenge selbst. Die in den Berichten über die Lenoir'sche Maschine aufgestellten Theorien haben diesen Umstand zu wenig beachtet; daher ihre Resultate gegen die in der Praxis gefundenen so überaus abweichend ausgefallen sind.

Um die Gewalt der Explosion durch Zahlen bestimmen zu können, würde zunächst erforderlich sein, die Temperatur zu wissen, welche durch die Verbrennung der Gase entwickelt wird. Eine directe Messung läßt sich schwerlich vornehmen und man ist daher auf den indirecten Weg verwiesen. Das Einfachste ist, durch Experimente die Kraftentwicklung unmittelbar festzustellen und darnach rückwärts

*) Durch dies Moment sind die Dampfmaschinen, besonders wo es sich um größere Kraftleistungen handelt, vor dem Verdrängen durch den neuen Motor noch gesichert. In gut konstruirten Dampfmaschinen mit Expansion und Condensation lassen sich aus einem Pfund guter Steintohlen mit Bequemlichkeit 3500 Calorien als Äquivalent für die Kraftleistung erzielen. 1 Pfund oder 23 Kubikfuß rheinländisch schweres Leuchtgas von 0,54 spec. Gewichtes gibt durch Rechnung etwa 5000 Calorien; 3500 Calorien werden daher aus circa 16 Kubikfuß erzeugt. Ob Gasanstalten wohl bestehen könnten, wenn sie 16 Kubikfuß rheinländisch zu dem Preise von 1 Pfund Steintohlen verkaufen sollten?

***) Die von Marinoni konstruirten Schieber sind nicht vollkommen entlastet und werden sich auf die Dauer nicht dicht halten lassen. Der Kolben ist nicht entlastet, sondern der gewöhnliche Ramsbottom'sche mit vollem gußeisernen Körper und mit in den Umfang eingelegten Ringen.

nach den Grundsätzen der mechanischen Wärmetheorie auf die Temperatur zu schließen. Gleichzeitig müßte dann das Gesetz bestimmt werden, nach welchem sich die spezifische Wärme, sowie das, nach welchem sich der Ausdehnungscoefficient der in Betracht kommenden Gase bei höheren Temperaturen ändert. Es ist sodann Rücksicht auf die Abkühlung der Cylinderwandungen zu nehmen, die einen sehr schnellen Wechsel der Temperatur hervorbringen muß; da sich eine sehr hohe Temperatur der Verbrennungsproducte, circa 1000 bis 1200° C., erwarten läßt, die Cylinderwandungen dagegen nach den Versuchen mit überhitzten Dämpfen nicht über 280° warm gehalten werden dürfen. Es möchte selbst diese Temperatur wohl noch zu hoch angenommen sein, da bekanntlich der Wasserdampf für den Kolben ein prächtig Schmiermittel ist, und bei den in Rede stehenden Maschinen mit ziemlich trockener Luft gearbeitet wird. Der freie Sauerstoff möchte Schmieröl und Metall verbrennen. Die Ericsson'schen calorischen Maschinen arbeiten mit einer Temperatur von nur 250° etwa; es möchte aber noch immer schwierig sein, bei der Lenoir'schen Maschine durch die Abkühlung mittelst Wassercirculation die Temperatur der Cylinderwandungen bis zu dieser Höhe anzuheben zu lassen.

Der Einfluß der kalten Cylinderwandungen ist ein Umstand, der den mechanischen Effect bedeutend herabziehen wird und derselbe wird noch dadurch besonders verstärkt, daß die nach der Verbrennung im Cylinder befindlichen Gase nur eine sehr geringe spezifische Wärme haben.*)

Die nächste Folge hiervon wird sein, daß der Explosion eine sehr schnelle Raumverminderung folgen wird, besonders in nicht sehr weiten Cylindern, und es wird sich aus diesem Grunde die Kraftäußerung mehr oder weniger auf die eines Stoßes zurückführen. Hierzu kommt, daß die einzelnen Gase in der neuen chemischen Verbindung sich in einem verdichteten Zustande befinden, also während der Verbrennung schon eine Contraction stattfindet.

Angenommen, es würde Wasserstoff zur Erzeugung der bewegenden Kraft benutzt, so lehrt bekanntlich die Chemie, daß 2 Volumen Wasserstoff sich mit einem Volumen Sauerstoff zu 2 Volumen Wasser verbinden; 3 Volumina verdichten sich sonach zu zweien. Im Leuchtgas ist der Hauptbestandtheil das Sumpfgas oder leichter Kohlenwasserstoff, C_2H_4 , dem Volumen nach aus $\frac{1}{2}$ Volumen Kohlenstoff und 2 Volumen Wasserstoff bestehend, verdichtet zu 1 Volumen Sumpfgas. Zu seiner Verbrennung erfordert dasselbe 2 Volumen Sauerstoff. Diese 3 Volumina bilden im Moment der Zersetzung $4\frac{1}{2}$ Volumen und verdichten sich darauf zu 3 Volumen, 1 Volumen Kohlenwasserstoff und 2 Volumen Wasser. Das ölbildende Gas, als Repräsentant der schweren Kohlenwasserstoffe, besteht aus 2 Volumen Wasserstoff und 1 Volumen Kohlenstoff, verdichtet zu 1 Volumen. Es erfordert zu seiner Verbrennung 3 Volumen Sauerstoff. Diese 4 Volumina bilden im Moment der Zersetzung 6 Volumina und verdichten sich darauf wieder zu 4 Volumina, 2 Wasser und 2 Kohlenwasserstoffe. Das vorhandene Kohlenoxydgas verbindet sich mit dem gleichen Volumen Sauerstoff zu Kohlenwasserstoff ohne Volumenveränderung, verschluckt also ein gleiches Volumen Sauerstoff. Die Stickstoffverbindungen sind zu vernachlässigen, da bekanntlich die Oxydation des Stickstoffes unter Einwirkung des elektrischen Funkens sehr langsam vor sich geht. Die aus der Verbrennung hervorgehenden Wasserdämpfe befinden sich im überhitzten Zustande, über welchen noch wenig zuverlässige Untersuchungen vorliegen; es läßt sich daher das Verhalten des Wasserdampfes nicht ganz klar beurtheilen. Es ist aber doch nach Regnault's Arbeiten gewiß, daß die Abhängigkeit der Dichtigkeit und Spannung von der Temperatur nicht ohne Weiteres nach dem Mariotte'schen und Gay-Lussac'schen Gesetze bemessen werden kann. Der Ausdehnungscoefficient ist viel größer, als für permanentes Gas und Dampf in gesättigtem Zustande und um so größer, je mehr sich die Temperatur dem Condensationspunkte nähert. Diese Eigenthümlichkeit der Gase, wie der Einfluß der Cylinderwandungen lassen voraussehen, daß die Kraftäußerung stets nichts Anderes, als ein Stoß sein wird.

Die von Hirn angestellten Versuche bestätigen dies auch. Dieselben sollten zunächst zur Feststellung des Druckes dienen und benutzte er hierzu ein kupfernes Cudiometer, das mit einem Bourdon'schen Manometer versehen war. Die Versuche erstreckten sich sowohl auf reines Wasserstoffgas, als auch auf Leuchtgas. Ein Gemenge atmosphärischer Luft mit 10 pC. Wasserstoff ergab bei einer Atmosphäre

*) Nur halb so groß, als die des Wasserdampfes.