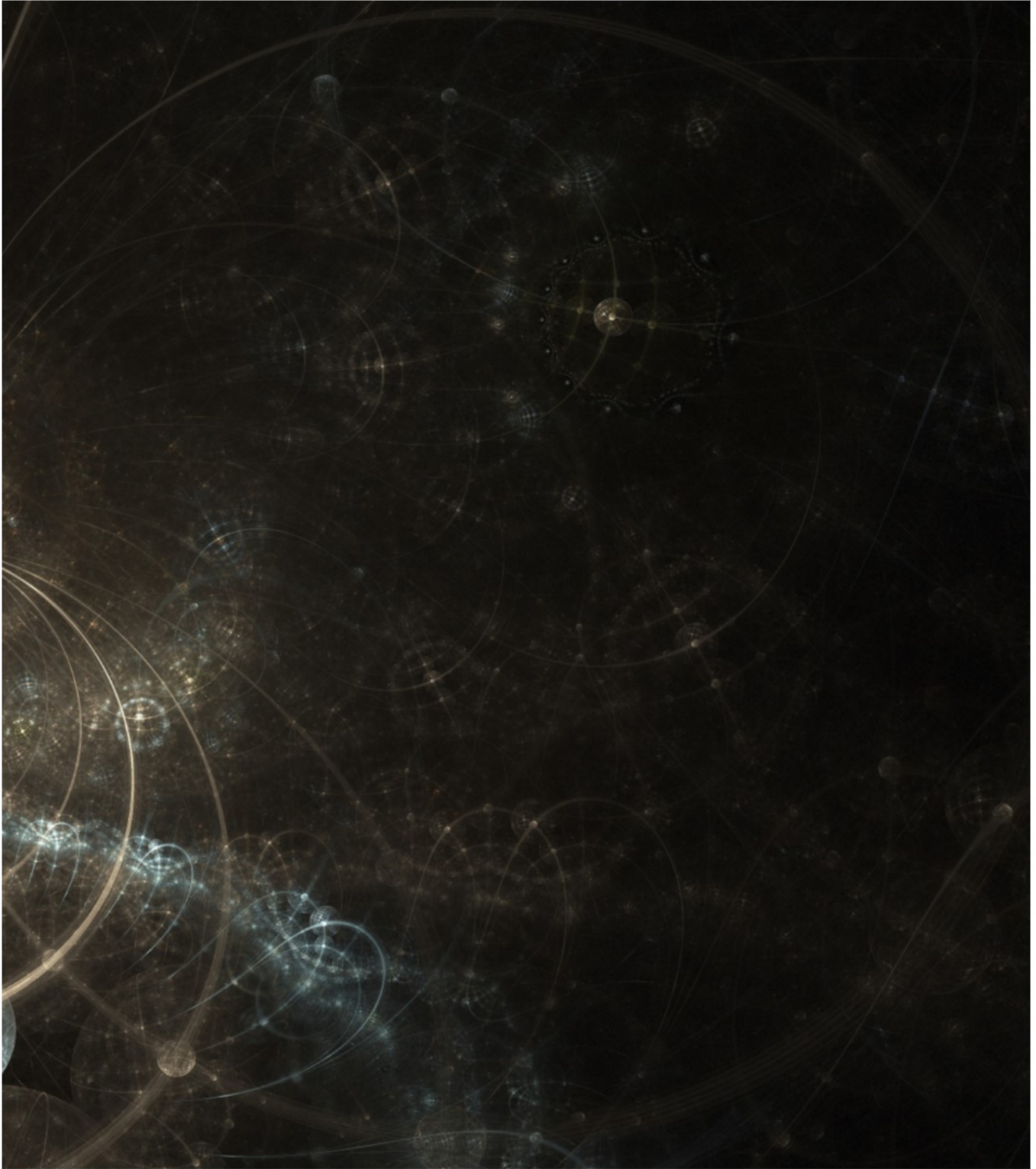




Auf historischen Spuren mit gerik CHIRLEK



Sadi Carnot

Betrachtungen über
die bewegende Kraft des Feuers...

BETRACHTUNGEN ÜBER DIE BEWEGENDE KRAFT DES FEUERS UND DIE ZUR ENTWICKLUNG DIESER KRAFT GEEIGNETEN MASCHINEN

[Titelseite](#)

[Betrachtungen über die bewegende Kraft des Feuers.](#)

[Anmerkungen.](#)

[Leben und Wirken des Autors Sadi Carnot](#)

[Impressum](#)

TITELSEITE

Auf historischen Spuren mit gerik CHIRLEK

Sadi Carnot

Betrachtungen über die
bewegende Kraft des Feuers und die zur Entwicklung dieser Kraft geeigneten
Maschinen

Übersetzt und herausgegeben von W. Ostwald

mit 5 Figuren im Text

Original: 1824, in der Übersetzung 1892

Neuausgabe mit einer Ergänzung

zum Leben und Wirken des Autors

gerik CHIRLEK

2017

BETRACHTUNGEN ÜBER DIE BEWEGENDE KRAFT DES FEUERS.

[[3]] Jedermann weiß, dass die Wärme die Ursache der Bewegung sein kann, dass sie sogar eine bedeutende bewegende Kraft besitzt: die heute so verbreiteten Dampfmaschinen beweisen dies für jedermann sichtbar.

Der Wärme müssen die großen Bewegungen zugeschrieben werden, welche uns auf der Erdoberfläche ins Auge fallen; sie verursacht die Strömungen der Atmosphäre, den Aufstieg der Wolken, den Fall des Regens und der anderen Meteore, die Wasserströme, welche die Oberfläche des Erdballes furchen und von denen der Mensch einen kleinen Teil für seinen Gebrauch nutzbar zu machen gewusst hat; auch Erdbeben und vulkanische Ausbrüche haben gleichfalls die Wärme zur Ursache.

Aus diesem ungeheuren Reservoir können wir die für unsere Bedürfnisse erforderliche bewegende Kraft schöpfen; [2] indem die Natur und allerorten Brennmaterial liefert, hat sie uns die Möglichkeiten gegeben, stets und überall Wärme und die aus dieser folgende bewegende Kraft zu erzeugen. Der Zweck der Wärmemaschinen ist, diese Kraft zu entwickeln und sie unserem Gebrauch anzupassen.

Das Studium dieser Maschinen ist vom höchsten Interesse, denn ihre Wichtigkeit ist ungeheuer, und ihre Anwendung steigert sich von Tag zu Tag. Sie scheinen bestimmt zu sein, eine große Umwälzung in der Kulturwelt zu bewirken. Schon beutet die Wärmemaschine unsere Minen aus, bewegt unsere Schiffe, vertieft unsere Häfen und Flüsse, schmiedet das Eisen, gestaltet das Holz, mahlt das Getreide, spinnt und webt unsere Stoffe, [[4]] schleppt die schwersten Lasten usw. Sie scheint eines Tages der allgemeine Motor werden

zu sollen, welcher den Vorzug über die Kräfte der Tiere, den Fall des Wassers und die Ströme der Luft erhält. Dem erstgenannten Motor gegenüber hat sie den Vorzug der Wohlfeilheit, den anderen gegenüber den unschätzbaren Vorzug, immer und überall anwendbar zu sein und niemals ihre Arbeit zu unterbrechen.

Werden einst die Verbesserungen der Wärmemaschine weit genug gediehen sein, um sie wenig kostspielig in der Anlage und bezüglich des Brennmaterials zu machen, so wird sie der Industrie [3] einen Aufschwung ermöglichen, dessen ganze Ausdehnung schwer vorauszusehen ist.

Denn es wird nicht nur für die jetzt gebräuchlichen Motoren ein kraftvoller und bequemer Motor eintreten, den man überall erlangen und hinschaffen kann, sondern derselbe wird den Gewerben, in denen er angewendet wird, eine rapide Entwicklung verschaffen, ja er kann ganz neue Gewerbe entstehen lassen.

Der ausgezeichnetste Dienst, welchen die Wärmemaschine England geleistet hat, ist zweifelsohne die Wiederbelebung der Ausbeutung seiner Steinkohlenbergwerke, welche dahinsiechte und infolge der stets wachsenden Schwierigkeiten der Wasserhaltung und -förderung unterzugehen drohte *).

**) Man darf behaupten, dass seit der Erfindung der Wärmemaschinen sich die Förderung der Steinkohle in England verzehnfacht hat. Ungefähr das Gleiche gilt für die Gewinnung des Kupfers, Zinns und Eisens. Die vor einem halben Jahrhundert durch die Wärmemaschine auf die Minen Englands hervorgebrachte Wirkung wiederholt sich heute an den Gold- und Silberminen der neuen Welt, deren Ausbeutung von Tag zu Tag sich namentlich infolge der ungenügenden Beschaffenheit der Wasserhaltungs- und Förderungsmaschinen verminderte.*

In zweiter Linie müssen die der Eisenindustrie geleisteten Dienste erwähnt werden, sowohl bezüglich des reichlichen Ersatzes des Holzes, das soeben [4]

anfang, sich zu erschöpfen, wie auch bezüglich der Kraftmaschinen aller Art, deren Anwendung die Wärmemaschine erleichtert oder ermöglicht hat.

Eisen und Feuer sind bekanntlich die Nahrung und Stütze der mechanischen Gewerbe. In England ist vielleicht keine einzige Fabrik, deren Bestehen nicht auf den Gebrauch dieser Agentien begründet wäre, und in welcher sie nicht reichlichst zur Verwendung kämen. Entzöge man England heute seine Dampfmaschinen, so raubte man ihm Kohle und Eisen, man [[5]] hemmte alle Quellen seines Reichtums und vernichtete alle Mittel seiner Entwicklung; es hieße dies, diese kolossale Macht vernichten. Die Zerstörung seiner Marine, welche es als seinen sichersten Schutz betrachtet, würde für England vielleicht weniger tödlich sein.

Die schnelle und sichere Schifffahrt mittelst der Dampfschiffe kann als eine völlig neue, durch die Wärmemaschinen bedingte Kunst angesehen werden. Bereits hat dieselbe über die Meeresarme, die großen Flüsse des alten und neuen Kontinents die Einrichtung schneller und regelmäßiger Verbindungen ermöglicht. Sie hat das Durchmessen noch wilder Gebiete ermöglicht, in die man früher kaum hat eindringen können; sie hat gestattet, die Früchte der Kultur an Orte des Erdballes zu tragen, wo sie sonst noch [5] viele Jahre hätte auf sich warten lassen. Die Dampfschifffahrt nähert in gewissem Sinne die fernsten Nationen einander. Sie verbindet die Völker der Erde, als bewohnten sie dasselbe Land. Ist in der Tat die Verminderung der Dauer, der Anstrengungen, der Unsicherheit und Gefahren der Reisen nicht gleichbedeutend mit einer bedeutenden Verkürzung der Entfernungen? *)

**) Wir sagen Verminderung der Gefahren des Reisens: denn wenn auch die Anwendung einer Wärmemaschine auf einem Schiffe einige, übrigens sehr übertriebene Gefahren mit sich bringt, so sind diese mehr als aufgewogen durch die Möglichkeit, sich stets auf einem regelmäßig befahrenen und wohlbekannten*

Wege zu halten und der Wirkung des Windes zu widerstehen, wenn diese das Schiff gegen Küsten, Untiefen und Klippen treiben.

Die Entdeckung der Wärmemaschinen dankt ihre Entstehung wie die meisten menschlichen Erfindungen unförmlichen Vorversuchen, welche verschiedenen Männern zugeschrieben worden sind, und deren wahren Urheber man nicht kennt. Auch besteht der wesentliche Teil der Entdeckung nicht sowohl in diesen ersten Versuchen, als in den folgeweisen Verbesserungen, welche die Wärmemaschinen in den Zustand gebracht haben, in welchem wir sie heute sehen. Zwischen den ersten Vorrichtungen, mittelst deren man die Ausdehnungskraft des [6] Dampfes entwickelt hat, und den gegenwärtigen Maschinen besteht vielleicht ein nicht geringerer Unterschied, wie zwischen dem ersten Floß, welches die Menschen gebaut haben, und einem Dreidecker.

Wenn die Ehre einer Entdeckung derjenigen Nation zukommt, bei welcher sie ihr Wachstum und ihre Entwicklung [[6]] erfahren hat, so kann hier diese Ehre England nicht versagt werden: *Savery, Newcomen, Smeathon*, der berühmte *Watt, Woolf, Trevetick* und einige andere englische Techniker sind die eigentlichen Schöpfer der Wärmemaschine; aus ihren Händen hat sie die folgeweisen Stufen ihrer Vervollkommnung erlangt. Es ist übrigens naturgemäß, dass eine Erfindung dort entsteht und namentlich sich entwickelt, wo das Bedürfnis nach ihr sich am zwingendsten geltend macht.

Trotz der mannigfaltigen Arbeiten über die Wärmemaschinen, trotz des befriedigenden Zustandes, zu dem sie gegenwärtig gelangt sind, ist ihre Theorie doch sehr wenig fortgeschritten, und die Versuche zu ihrer Verbesserung sind fast nur vom Zufall geleitet.

Man hat oft die Frage erwogen, ob die bewegende Kraft *) der Wärme [7] beschränkt ist, oder unendlich; ob die möglichen Verbesserungen eine abgebbare Grenze haben, welche durch irgendwelche Mittel zu überschreiten

durch die Natur der Sache unmöglich gemacht ist, oder ob im Gegenteile die Verbesserungen einer unbegrenzten Ausdehnung fähig sind.

**) Wir brauchen hier den Ausdruck bewegende Kraft, um die nutzbare Wirkung zu bezeichnen, welche ein Motor hervorbringen kann. Diese Wirkung kann stets der Hebung eines Gewichtes auf eine bestimmte Höhe gleichgesetzt werden, und hat, wie bekannt, das Produkt aus dem Gewicht und der Höhe, auf die dieses erhoben ist, zum Maß.*

Auch hat man seit langem nach Agentien gesucht, und sucht sie noch heute, welche dem Wasserdampf zum Zwecke der Entwicklung der bewegenden Kraft des Feuers vorzuziehen sind, und sich beispielsweise gefragt, ob nicht die Luft in dieser Beziehung große Vorteile biete. Wir beabsichtigen, diese Fragen hier einer eingehenden Betrachtung zu unterziehen.

Das Phänomen der Erzeugung von Bewegung durch Wärme ist nicht unter einem hinlänglich allgemeinen Gesichtspunkt betrachtet worden. Man hat es nur an Maschinen untersucht, deren Wirkungsweise ihm nicht die ganze Entwicklung gestattet hat, deren es fähig ist. An derartigen Maschinen zeigt sich das Phänomen sozusagen verstümmelt und unvollständig, so dass es schwierig wird, seine Grundlagen zu erkennen und seine Gesetze zu studieren.

[8] Um das Prinzip der Erzeugung von Bewegung durch Wärme in seiner ganzen Allgemeinheit zu betrachten, muss man es sich unabhängig von jedem Mechanismus und jedem [[7]] besonderen Agens vorstellen; man muss Überlegungen durchführen, welche ihre Anwendung nicht nur auf Dampfmaschinen *) haben, sondern auf jede denkbare Wärmemaschine, welches auch der angewandte Stoff sei, und in welcher Art man auf ihn einwirkt.

**) Wir unterscheiden hier die Dampfmaschine von der Wärmemaschine im Allgemeinen; letztere kann von jedem beliebigen Agens, Wasserdampf oder jedem anderen, Gebrauch machen, um die bewegende Kraft der Wärme zu gewinnen.*

Die Maschinen, welche ihre Bewegung nicht von der Wärme empfangen, wie die, deren Antrieb die Kraft der Menschen oder Tiere, der Fall des Wassers, die Strömung der Luft etc., ist, können bis in ihre kleinsten Einzelheiten mittelst der theoretischen Mechanik studiert werden. Alle Fälle sind vorgesehen, alle möglichen Bewegungen sind allgemeinen festbegründeten Prinzipien unterworfen, welche unter allen Umständen Anwendung finden. Das ist das Kennzeichen einer vollständigen Theorie. Offenbar fehlt eine ähnliche Theorie bei den Wärmemaschinen. Man wird sie erst besitzen, wenn die Gesetze der Physik genügend ausgedehnt und verallgemeinert sind, um [9] von vornherein alle Wirkungen festzustellen, welche die Wärme ausübt, wenn sie sich in bestimmter Weise an einem beliebigen Körper bestätigt.

Wir setzen bei dem Folgenden eine wenigstens annähernde Kenntnis der verschiedenen Teile voraus, aus denen eine gewöhnliche Dampfmaschine besteht. Daher erachten wir es als überflüssig, hier auseinanderzusetzen, was eine Feuerung, ein Dampfkessel, ein Dampfzylinder, ein Kolben, ein Kondensator usw. ist.

Die Erzeugung von Bewegung ist bei den Dampfmaschinen stets an einen Umstand geknüpft, auf welchen wir die Aufmerksamkeit lenken müssen. Dieser Umstand ist die Wiederherstellung des Gleichgewichts des Wärmestoffs¹⁾, d. h. ein Übergang von einem Körper mit mehr oder weniger erhöhter Temperatur auf einen anderen, wo sie niedriger ist. Was geschieht denn tatsächlich in einer in Tätigkeit befindlichen Dampfmaschine? Der in der Feuerung durch die Verbrennung entwickelte Wärmestoff durchdringt die Wände des Kessels, und erzeugt den Dampf, indem er sich sozusagen