

Kanonen gegen Wärme

Der bayrische Kriegsminister Benjamin Thompson ging in die Werkshalle, um bei der Produktion neuer Kanonen Aufsicht zu führen. Wie man eventuell bemerkt hat, ist Benjamin Thompson kein typisch bayrischer Name, und tatsächlich war Thompson kein bayrischer Bürger, sondern in den britischen Kolonien in Nordamerika geboren. Als er die Werkshalle betrat, gab es allerdings keine Britischen Kolonien mehr – die nachfolgenden Ereignisse fanden gegen Ende des 18. Jahrhunderts statt. Während der amerikanischen Revolution hatte Thompson als Spion für die Briten gearbeitet, weshalb er das Land verlassen musste, als sie in dem Konflikt unterlagen. Warum ein Nordamerikaner zum bayrischen Kriegsminister wurde ist eine ganz andere Geschichte und sollte uns nicht weiter interessieren. Doch offensichtlich gehörte die Aufsicht über die Waffenherstellung zu den Aufgaben eines Kriegsministers, zumindest in diesen Tagen. Europa befand sich am Rande des Krieges, die Französische Revolution und die darauf folgende Ermächtigung Napoleons stellte eine Bedrohung für alle europäischen Herrscher dar, und somit würde es Krieg geben – in der Tat existierte bereits ein militärischer Konflikt. Folglich brauchte man neue Kanonen und Thompson musste zur Werkshalle gehen, um sicher zu stellen, dass die Arbeiten effizient ausgeführt wurden und die Qualität der Waffen den Erwartungen entsprach.

Als Thompson in der Werkshalle stand und sah, dass die meisten Arbeiter nur herumstanden, fühlte er, wie Ärger in ihm aufstieg. „Was ist hier los?“, fragte er einen der wartenden Arbeiter. Der Arbeiter verbeugte sich und antwortete: „Herr, wir warten darauf, dass der Bohrer geschärft wird.“ Um diese Antwort zu verstehen, muss man sich zunächst fragen, wie Kanonen hergestellt werden. Wenn man sich eine Kanone wie die der Piraten oder von alten Befestigungsanlagen vorstellt, dann kann sie als ein metallischer Lauf mit einem großen Loch in der Mitte beschrieben werden. Nun denkt man natürlich, dass dies so gegossen werden kann, doch zur damaligen Zeit musste der Zylinder zunächst gegossen und das Loch anschließend hinein gebohrt werden – genauer genommen fand dieser Vorgang gerade in der Werkshalle statt. Um nun das Loch in den Lauf zu bohren, drehten zwei Pferde permanent eine große Achse, deren eines Ende geschärft war und als Bohrer diente. Natürlich gab es einen Mechanismus, der dafür sorgte, dass das Loch genau in die Mitte gebohrt wurde, doch diese Details sind irrelevant für unsere Geschichte. Allerdings kann man sich gut vorstellen, dass die Achse sehr schwer war, und es war keine leichte Aufgabe, diese vom Lauf zu entfernen, zur Werkbank zu bringen, wo sie geschärft wurde, und anschließend wieder zurück zu bringen. Darüber hinaus benötigte das Schärfen solch eines großen Bohrers offenbar einige Zeit.

Thompson war nicht besonders zufrieden mit der Antwort des Arbeiters, da er schon einen Tag zuvor in der Werkshalle gewesen war,

dieselbe Situation vorgefunden und dieselbe Antwort auf seine Frage erhalten hatte. So eine Antwort hätte man ein Mal akzeptieren können, aber nicht an zwei aufeinander folgenden Tagen. Aus diesem Grund forderte er, den Arbeiter zu sprechen, der verantwortlich für die Geräte war, und erkundigte sich, weshalb es so lange dauerte, den Bohrer zu schärfen. Zu seiner Verwunderung erfuhr er, dass der Bohrer nicht *immer noch* geschärft wurde, sondern diese Prozedur *erneut* vorgenommen werden musste. Der Arbeiter wies darauf hin, dass einige Bohrer gebrochen waren, und obwohl neue hergestellt wurden, mussten die Arbeiter den Bohrprozess von Zeit zu Zeit unterbrechen.

Thompson erschien all dies nicht akzeptabel – Arbeiter, die herum standen und darauf warteten, dass ein Werkzeug vorbereitet wurde, das gehörte nicht zu seiner Vorstellung von Effizienz. Also forderte er, dass die Arbeiter mit einem stumpfen Bohrer weiterarbeiten sollten, während der andere geschärft wurde. Doch sie verweigerten diese Forderung, indem sie damit argumentierten, dass das Metall zu heiß werden und sich somit die Qualität des Laufs verringern würde. Thompson war gereizt – dies machte bezüglich seines naturwissenschaftlichen Verständnisses von Wärme keinen Sinn. Ihm war bewusst, dass man Wärme mithilfe von Reibung erzeugen konnte, doch seinem Verständnis nach (und auch dem aller anderen Wissenschaftler, die er kannte – und er kannte wirklich sehr viele) geschah dies aufgrund des Herauspressens der Wärmesubstanz aus dem Material, das man rieb. Folglich musste jegliche Wärmesubstanz von Materia-

lien, die man aneinander rieb, nach einiger Zeit herausgedrückt sein – wie konnten diese Arbeiter also behaupten, die Kanonen würden heißer werden? Thompson hatte den Eindruck, dass diese Angelegenheit ein wenig mehr seiner Aufmerksamkeit verdiente, also grummelte er seine Arbeiter mit „Macht weiter, und seid effizienter!“ an, und ging zurück zu seiner Kutsche, um nach Hause zu fahren, wo er über dieses Problem nachdenken wollte.

Am nächsten Tag tauchte in der Werkshalle ein energischer Thompson auf, als die Arbeiter gerade ein Loch in die Kanone bohrten. Zu ihrer Verwunderung gab Thompson den Befehl, die Arbeit zu stoppen. Er beauftragte sie, einen stumpfen Bohrer in der Maschine zu platzieren. Als die Arbeiter sich verdutzt anschauten, bemerkte Thompson, dass eine Erklärung notwendig war: „Wir werden ein wissenschaftliches Experiment durchführen. Ich möchte bestimmen, wie viel Wärme durch die Reibung zwischen einem stumpfen Bohrer und dem Gussmetall der Kanone erzeugt werden kann.“

Anscheinend funktionierte diese Erklärung nicht besonders gut, da sich der Ausdruck in den Gesichtern der Arbeiter nicht wirklich veränderte. Daher befahl Thompson ihnen, einfach seinen Anweisungen zu folgen. Sie ersetzten den Bohrer durch einen, der stumpf war, besorgten Wasser zum Kühlen des Metalls und brachten die Pferde dazu, ihre gewohnte Kreisbewegung auszuführen. Nach einiger Zeit bemerkte Thompson, dass das Metall warm wurde, und noch später, dass es nicht nur warm, sondern richtig heiß wurde. Als Thompson den Eindruck hatte, dass das Eisen zu heiß war, um es mit der bloßen Hand zu berühren, forderte er kaltes Wasser zur Kühlung des Metalls an und befahl den Arbeitern anschließend weiterzuarbeiten. Eine Weile später bemerkte er, dass das Wasser warm wurde, dann heiß und schließlich sogar Blasen aufstiegen und es begann, zu kochen. Thompson teilte seinen Arbeitern mit, das Experiment zu beenden und ihre normale Arbeit fortzuführen. Er konnte Verwirrung in ihren Gesichtern erkennen, doch diesmal war diese vergleichbar mit seinen eigenen Gefühlen – wenn auch aus komplett verschiedenen Gründen. Wie konnte es sein, dass so viel Wärme im Metall war, dass diese anscheinend nicht vollständig herausgedrückt werden konnte? Doch wenn Wärme eine Substanz wäre, müsste sie in ihrer Menge begrenzt

sein. Folglich konnte sie keine Substanz sein, wenn sie unbegrenzt war, doch eigentlich müsste sie...

Als Thompson nach Hause ging, kam ihm etwas in den Sinn. Er erinnerte sich daran, über ein altes griechisches Konzept gelesen zu haben, in dem Materie aus kleinen Partikeln bestand, welche permanent in Bewegung waren. Zuhause sah er in seinem Bücherregal nach und fand das Buch, wonach er gesucht hatte. Demokrit hatte diese Idee entwickelt, doch die Theorie wurde von Aristoteles abgelehnt, und somit hatten fortan alle Wissenschaftler geglaubt, dass Wärme eine Substanz sei. Auch wenn moderne Wissenschaftler es geschafft hatten, Aristoteles' Weltbild zu stürzen, war die Auffassung von Wärme als Substanz immer noch die Schlüsselidee, um das zuvor genannte Phänomen zu erklären. Kürzlich hatte der französische Chemiker Lavoisier ein extrem erfolgreiches neues Chemiesystem eingeführt, in dem die Substanzen Licht (*lumique*) und Wärme (*calorique*) als Elemente identifiziert wurden. Doch Thompsons Kanonen-Bohrexperiment schien die materielle Theorie von Wärme zu widerlegen und zeigte stattdessen, dass Wärme etwas Immaterielles war. Thompson ging zu seinem Schreibtisch und brachte seine Entdeckungen zu Papier. Er wusste, dass seine Annahmen heftigen Widerspruch hervorrufen würden. Somit entschied er sich dazu, das Dokument nicht in Paris zu veröffentlichen, sondern schickte es zur Royal Society nach London. Da er ein Mitglied dieser Gesellschaft war und wusste, dass er einen hervorragenden Ruf bei den einflussreichen Mitgliedern dieser gelehrten Gesellschaft hatte, würden sie sein Dokument sicher veröffentlichen, auch wenn sie nicht vollständig davon überzeugt wären. Zur selben Zeit würde Thompson außerdem eine deutsche Version erstellen und diese bei den *Annalen der Physik* einreichen, der kürzlich gegründeten deutschen Zeitschrift, die in der Physik zum Hauptverweis wurde.

Thompson lächelte, während er schrieb, doch dann schoss ihm eine Idee durch den Kopf. Wie kann es sein, dass die Arbeiter anscheinend wussten, dass die aufgrund von Reibung erzeugte Wärme nicht endlich war? Und er erinnerte sich an seinen Unglauben vom Tag zuvor – würden andere Wissenschaftler seiner Annahme glauben und sich von der materiellen Theorie der Wärme abkehren?

Thompsons Artikel, sowohl der englische als auch der deutsche, wurden 1798 veröffentlicht. Doch trotz all seiner Bemühungen, die mechanische Theorie der Wärme einzuführen, behielten andere Wissenschaftler das Verständnis von Wärme als Substanz bzw. Kalorik bei. Auch wenn niemand seinen experimentellen Entdeckungen widersprach, verließen sich die Wissenschaftler noch mehr als drei Jahrzehnte nach der Veröffentlichung von Thompsons Dokumenten auf die materielle Theorie der Wärme.

Bibliographie

- Brown, S. C. (1979). Benjamin Thompson, Count Rumford. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Brown, S. C. (1962). Count Rumford: Physicist Extraordinary. New York: Anchor Books.

- Ellis, G. E. (1871). Memoir of Sir Benjamin Thompson, Count Rumford, With Notices of his Daughter. Philadelphia: Claxton, Remsen, & Haffelfinger.
- Goldfarb S.G. (1977) Rumford's Theory of Heat: A Reassessment. In: British Journal for the History of Science 10, 25 – 36
- Larsen, E. (2011). An American in Europe: The Life of Benjamin Thompson, Count Rumford. New York: The Philosophical Library.
- Sparrow, W. J. (1964). Knight of the White Eagle : Sir Benjamin Thompson. New York : Thomas Y. Crowell Company.

Kanonen gegen Wärme was translated by Vanessa Schmid.

Kanonen gegen Wärme was written by Peter Heering with the support of the European Commission (project 518094-LLP-1-2011-1-GR-COMENIUS-CMP) and the University of Flensburg, Germany. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.