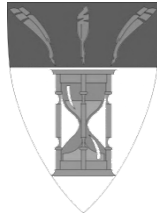


# Les mémoires du Lycée Ermesinde Mersch



## Die Dampfmaschine

Gruppenarbeit

Verfasser : Anna Bemtgen, Lia Blum, Maxine Rischette

Klasse : 3<sup>e</sup> MC / 3<sup>e</sup> CB / 3<sup>e</sup> MG

Begleiter : Tom Goedert

2013/2014



# **DIE DAMPFMASCHINE**

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>Die Geschichte der Dampfmaschine</b>	<b>7</b>
<i>Antike</i>	7
16. Jahrhundert	9
17. Jahrhundert	10
18. Jahrhundert	12
Thomas Newcomen	12
James Watt	13
19. Jahrhundert	17
Boulton and Watt	17
Willam Murdoch	18
Oliver Evans	19
Richard Trevithick	22
Matthew Murray	26
Arthur Woolf	28
Henry Maudslay	30
James Nasmyth	32
George Stephenson	33
<i>Auswirkungen der Dampfmaschine</i>	36
<b>Technischer Aufbau</b>	<b>39</b>
<i>Technischer Überblick</i>	39
<i>Prinzip der atmosphärischen Dampfmaschine</i>	42
<i>Prinzip der Niederdruckdampfmaschine</i>	43
<i>Das Prinzip der Hochdruckdampfmaschine</i>	45
<i>D5 Dampfmaschinenbausatz</i>	46
<i>Die Dampfmaschine heute</i>	50
Wo gibt es heute Dampfmaschinen?	50
Funktion der Dampfturbine	51
<b>Schlussfolgerung</b>	<b>53</b>
<i>Was wäre passiert, wenn man die Dampfmaschine nicht erfunden hätte?</i>	53
<i>Braucht die Gesellschaft heute noch Dampfmaschinen?</i>	55
<b>Bibliographie</b>	<b>56</b>
<b>Anhang</b>	<b>64</b>

# EINLEITUNG

In der Geschichte der Menschheit gibt es viele wichtige Ereignisse, Momente, Orte und Menschen. Als wir nach unserem Thema gesucht haben, haben wir uns eine Periode der Geschichte herausgenommen, das 19. Jahrhundert. Der Beginn der Neuzeit und die Zeit der Industriellen Revolution. Nun hatten wir ein Stichwort: Die Industrielle Revolution. Doch dieses Thema umfasst so viel also haben wir uns gefragt: „Wie kam es überhaupt zur Industrialisierung, was war der Auslöser? Schnell fiel der Begriff *Dampfmaschine*.

Nun hatten wir also unser Thema gefunden. Die Dampfmaschine! Es ist üblich, dass man sich unter Dampfmaschine eine Lokomotive vorstellt, die dampfend und zischend über Schienen fährt. Wir hatten alle schon als Kind solche Exemplare bewundert, zum Beispiel im Fond-de-Gras. Doch die Lokomotive ist nicht die Dampfmaschine, es ist das was sie antreibt. Wasserdampf der Kolben im Zylinder antreibt und Energie überträgt. Dampfmaschinen wurden früher in vielen Betrieben eingesetzt, zunächst in Bergwerken um das Wasser herauszupumpen, später in der Textilindustrie und dann ab dem 19. Jahrhundert auch im Transport, bei Zügen und Schiffen, ein berühmtes Beispiel ist die Titanic des frühen 20. Jahrhunderts. Die Dampfmaschine hatte also eine lange und bedeutende Geschichte. Wir fragten uns, wie hatte das ganze angefangen? Wer war dafür verantwortlich? Uns spukte der Name James Watt im Kopf. Ein Brite, vermutlich hatte alles ihren Ursprung in Großbritannien. Es war eine Zeit in der Fabriken auftauchten, es gab einen Umschwung in der Gesellschaft und das alles startete in England und ein wichtiges Glied in der Kette der Ereignisse war die Dampfmaschine.

Wir setzten uns Ziele und bildeten Fragen heraus die wir in unsere Arbeit beantworten wollten. Wir mussten uns entscheiden welche Aspekte der Geschichte der Dampfmaschine wir näher behandeln und welche Themen wir nur kurz anschnitten würden. Uns wurde klar, dass sehr viel mehr als nur Züge und Rauch hinter der Dampfmaschine steckt. Was genau ist also eine Dampfmaschine? Wie funktioniert sie? Welche Rolle spielte James Watt in der Geschichte der Dampfmaschine? War es wirklich James Watt, der sie erfunden hat? Was ist nach James Watt mit der Dampfmaschine passiert? Warum war es ausgerechnet die Dampfmaschine, die die Industrielle Revolution veranlasst hat, und war sie tatsächlich der Auslöser? Welche Menschen haben sich einen Namen gemacht in der Entwicklung der Dampfmaschine? Wann gab es die ersten dampfgetriebenen Fahrzeuge und Züge? Gibt es heute eigentlich noch Dampfmaschinen, wenn ja, wo



und wie werden sie verwendet? Gibt es einen direkten Zusammenhang, zwischen der Dampfmaschine und der modernen Technik?

In dieser Arbeit können sie uns begleiten wie wir diese und noch mehr Fragen analysieren und beantworten. Wir konzentrieren uns in dieser Arbeit auf die Geschichte, wir versuchen herauszufinden, wann es die ersten Versuche gab, Dampfmaschinen herzustellen. James Watt bekommt ein großes Kapitel und wir werfen einen Blick auf die Ingenieure die nach ihm gekommen sind. Die Verbesserung der Dampfmaschinen ermöglichte eine bessere Technik der Metallverarbeitung, was wiederum bessere Dampfmaschinen hervorbrachte. Es gab großen Konkurrenzkampf zwischen den Entwicklern und viele Erfindungen entstanden parallel, oft ohne, dass der eine von dem Werk des anderen wusste, was es kompliziert macht zu sagen, wem die Erfindung zuzuschreiben ist. Wir werden aber nicht ausschließlich auf die Geschichte eingehen, wir werden ebenfalls das Prinzip der Dampfmaschine erklären und sehen welche Bedeutung sie heute in unserer Gesellschaft noch hat.

# DIE GESCHICHTE DER DAMPFMASCHINE

## ANTIKE

Das Wissen über die Kraft des Dampfes reicht schon weit in die Geschichte zurück. Es wird behauptet, dass bereits im alten Ägypten, vor etwa 5000 Jahren, eine Vorrichtung existierte, mit der die schweren Tempeltüren mit Hilfe der Kraft des Dampfes geöffnet und geschlossen wurden<sup>1</sup>.

Spätestens im antiken Griechenland wussten die Wissenschaftler von der Kraft des Dampfes. Sie entwickelten schon Zylinder und Kolben und erforschten die Eigenschaften des Druckes. Auch die Bewegungskraft des Dampfes war bekannt. Es gibt sogar die Legende, dass Archimedes eine Kanone entwickelt haben soll, die mit Hilfe von Dampfkraft abgeschossen wurde. Durch die enorme Kraft des Dampfes soll das

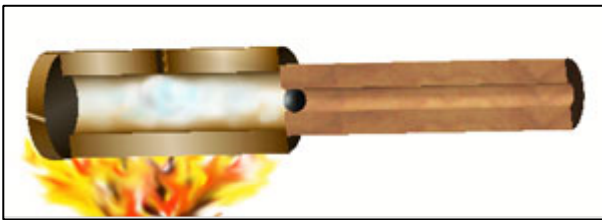


Abbildung 1 : Archimedes's Dampfkanone

Projektil viel schneller und weiter geflogen sein als bei herkömmlichen Kanonen. Mit dieser Waffe sollen die Griechen bei der Belagerung von Syrakus

(212 bis 214 vor Christus) die Römer in die Flucht geschlagen haben.

Doch leider waren die Metallverarbeitungskenntnisse zu dieser Zeit nicht ausgereift genug um diese Kraft ausreichend zu bündeln, geschweige denn zu nutzen. Der griechische Mathematiker Heron von Alexandria erfand jedoch, mit den technischen Möglichkeiten dieser Zeit, einen Apparat, der die Kraft des Dampfes sehr gut veranschaulichte. Nämlich den Heronsball, oder auch Aeolipile genannt. Bei folgender Konstruktion handelte es sich um eine mit Wasser gefüllte Kugel auf einer Vorrichtung. Zwei düsenförmige Ventile bildeten die Austrittslöcher der Kugel. Die Kugel wurde dann von unten erhitzt. Der durch die Austrittslöcher austretende Wasserdampf, hatte so viel Kraft, dass die Kugel zu drehen be-

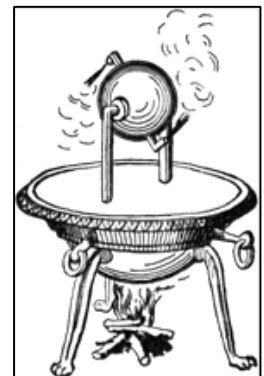


Abbildung 2 :  
Heron'sball

---

<sup>1</sup> Der Spiegel (siehe Bibliographie)

gann. Alleine durch die Kraft des Dampfes. Der Heronsball veranschaulichte die Kraft des Dampfes sehr einfach und die Menschen begannen zu verstehen, was man mit dieser Kraft alles bewirken kann. Doch damals waren die Mittel in der Herstellung von Maschinen beschränkt und die Notwendigkeit der Dampfkraft war kaum vorhanden, deswegen wurde über einen langen Zeitraum nicht in diesem Bereich geforscht.



## 16. JAHRHUNDERT

In der Zeit zwischen der Antike und der Mitte des 16. Jahrhunderts gab es zwar dampfgetriebene „Maschinen“ jedoch dienten diese lediglich dazu, um die Kraft des Dampfes zu demonstrieren. Erst 1543 widmete man sich zum ersten Mal wieder der Dampfkraft. Der Spanier Blasco de Garay soll ein Schiff gebaut haben, das ohne Segel und ohne Ruder fahren konnte. Das erste dampfbetriebene Schiff.

Auf den Befehl des spanischen Kaisers hin soll Garay diese Maschine entwickelt und gebaut haben. An jeder Seite des Schiffes soll sich eine Wasserschraube befinden haben, die von einem Kessel mit Wasserdampf in der Mitte des Schiffes angetrieben wurden.

Jedoch ist die Existenz dieser Entwicklung sehr umstritten. Vor allem, da diese Entwicklung so schnell wieder ins Vergessene geriet und keiner mehr davon sprach.

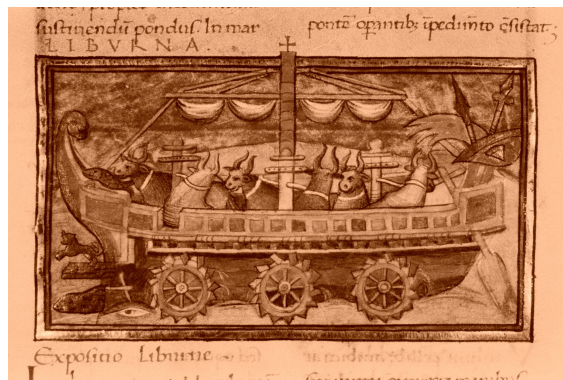


Abbildung 3: Garays Dampfschiff

## 17. JAHRHUNDERT

Die Sage um Garays Dampfmaschine wurde Ende des 17. Jahrhunderts wieder von Denis Papin aufgegriffen. So versuchte sich Denis Papin 1690 am Bau einer Dampfmaschine. Die papin'sche Dampfmaschine verfügte bereits über Kolben und Zylinder. Wenn das Wasser im Zylinder abwechselnd erhitzt und wieder abgekühlt wurde, hob und senkte sich der Kolben. Die erste nachweislich funktionierende dampfbetriebene Maschine.

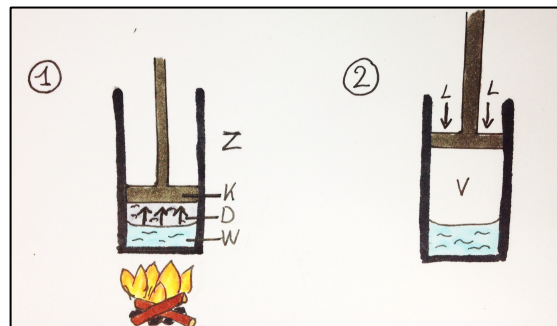


Abbildung 4 : Papins Dampfmaschine

Funktion von Papins Dampfmaschinen:

1. Das Wasser (W) wurde erhitzt und der dabei erzeugte Wasserdampf (D) drückte den Kolben (K) im Zylinder (Z) nach oben.
2. Der Dampf kondensiert (Abkühlung) und im Zylinder unterhalb des Kolbens entsteht ein Vakuum (V). Der Kolben wird nun nach unten gedrückt, diese Prozedur wird noch vom außen wirkenden Luftdruck (L) verstärkt.

Während Papin sich wieder anderen Dingen zuwandte, beschäftigte sich ein anderer Wissenschaftler mit der Dampfmaschine: Thomas Savery.

Im Jahre 1798 reichte Thomas Savery die Patentpapiere für eine Maschine Namens *Miner's Friend* (auf Deutsch: des Bergmanns Freund) ein. Zu dieser Zeit gab es nämlich das häufige Problem, dass Grundwasser in die Mienen eindrang und die Mienenarbeiter dem Wasser nicht mehr Meister geworden sind. Thomas Saverys Dampfmaschine war in der Lage das Grundwasser aus den Bergwerken zu pumpen. Eine Dampfmaschine konnte nur Wasser aus einer maximalen Tiefe von 12 Meter hochpumpen. Die Kosten der benötigten Kohle, schluckten den ganzen zusätzlichen Gewinn, den die Dampfma-

schine einbrachte. Mit andren Worten, sie rentierte sich nicht. Das ist der Grund, warum diese Entwicklung nur in, oder in der Nähe von, Kohlbergwerken genutzt wurde, dort fielen die Transportkosten weg und die Kohle war somit billiger.

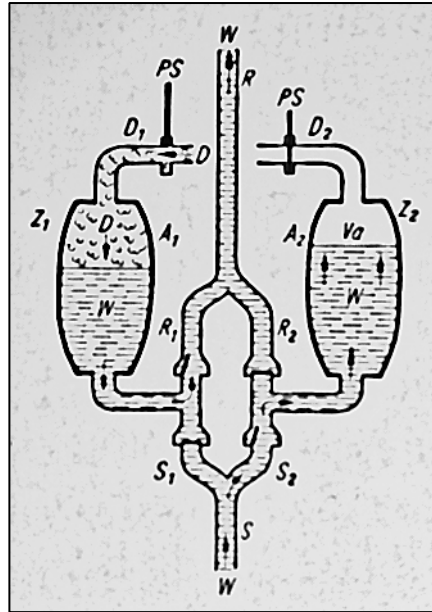


Abbildung 5 : Savery Dampfmaschine

Funktionsprinzip: Anstelle von Zylindern benutzte Savery sogenannte Dampfaufnehmer (Z1 & Z2) und bei ihm befand sich kein Kolben zwischen dem Dampf und Wasser sondern der Dampf trieb das Wasser an. Auf der Linken Seite ist der Plattenschieber (PS) geöffnet und Dampf strömt in den Dampfaufnehmer und treibt das Wasser in das Steigrohr (R) nach oben. Rechts ist der Plattenschieber (PS) geschlossen, der verbliebene Dampf kondensiert und es entsteht ein Vakuum, das Wasser wird in den Dampfaufnehmer gesaugt. Mit diesem abwechselnden Aufsaugen und dem anschließenden nach oben Treiben wurde das Wasser gepumpt.



## 18. JAHRHUNDERT

Nun war der Grundstein für die Dampfmaschine gelegt und die Entwicklung der ersten richtigen Kolben-Dampfmaschine ließ nicht lange auf sich warten. Thomas Newcomen sollte der nächsten in der Kette sein.

### *THOMAS NEWCOMEN*

Der englische Erfinder und Eisenwarenhändler Thomas Newcomen wurde 1663 in Dartmouth geboren und starb 1729 in London. Zu seinen Kunden gehörten einige große Bergwerksgesellschaften, so erfuhr er über die Probleme in den Bergwerken: Je tiefer man gräbt, desto bessere Methoden benötigt man, um Überflutungen zu vermeiden. Im frühen 18. Jahrhundert entwickelte er eine funktionstüchtige Dampfmaschine, die größeren Erfolg, als Saverys Dampfmaschine, dabei erwies, das Grundwasser aus eben diesen Bergwerken abzupumpen. Newcomen fügte Erneuerungen und Verbesserungen hinzu. Da die Patente von Savery zu dem Zeitpunkt noch nicht abgelaufen waren, baute er seine Maschine nach dem Prinzip von Papins. Bis zum Ende des Jahrhunderts waren hunderte newcom'sche Dampfmaschinen im Einsatz.

Anders als Papin und Savery, die ihre Maschinen so bauten, dass im Zylinder (Papin) oder Dampfaufnehmer (Savery) sowohl der Dampfdruck wirkte als auch das Wasser gehoben wurde, trennt Newcomen erstmals Antriebsmaschine<sup>2</sup>, Übertragungsmechanismus<sup>3</sup> und Arbeitsmaschine<sup>4</sup>.

Bei Newcomens Maschine handelt es sich um eine atmosphärische Dampfmaschine. Ihre Funktion wird auf Seite 42 genauer erörtert.

---

<sup>2</sup> Eine Kraftmaschine nimmt Energie auf und wandelt sie in mechanische Energie um (Beispiele sind: Handkurbel, Wasserräder oder hier: Kolbendampfmaschine).

<sup>3</sup> Ein Übertragungsmechanismus überträgt die mechanische Energie auf die Arbeitsmaschine (Beispiele sind: Zahnradgetriebe, Riementransmissionen oder hier: Balancier)

<sup>4</sup> Eine Arbeitsmaschine nimmt mechanische Energie auf und ändert damit Form, Lage oder Zustand eines Werkstoffes (Beispiele sind: Ventilatoren, Walzwerke oder hier: Pumpe)

Obwohl Newcomens Dampfmaschine sich im Gegensatz zu seinen Vorgängern rentierte, war ihr Wirkungsgrad (0,5%) noch ziemlich niedrig. James Watt sollte einige Jahrzehnte später eine Dampfmaschine mit deutlich höherem Wirkungsgrad<sup>5</sup> realisieren.

### **JAMES WATT**

Obwohl James Watt nicht der Erfinder einer mit Dampf angetriebenen Maschine ist, so wie es manchmal immer noch fälschlicherweise in Büchern angegeben wird, so ist er doch in der Entwicklung von eben dieser nicht wegzudenken.

Auch ist James Watts Maschine die erste tatsächliche "Dampf"-Maschine. Bei den Vorgängermodellen von Newcomen, entstand ein Vakuum im Zylinder und durch den äußeren Luftdruck wurde der Kolben wieder in den Zylinder hineingepresst. Bei James Watt Maschinen hingegen, wurde der Kolben nicht durch Luftdruck, sondern nur mittels Dampfes (von beiden Seiten) im Zylinder hin und her bewegt.<sup>6</sup>

James Watt wurde am 19 Januar 1746 in Greenock (Schottland), als Sohn eines Ingenieurs, geboren. Seine Familie war im Dorf hoch angesehen, schon Watts Vater und Großvater waren gute Mathematiker, Ingenieure und Unternehmer, seine Mutter und Großmutter waren respektierte Frauen.

Da James Watt in seiner Kindheit unter Krankheiten litt, besuchte er nur selten die Schule und wurde vor allem von seiner Mutter unterrichtet. Er war ein sehr neugieriger Junge und lernte schnell. Vieles brachte er sich durch Beobachten selber bei und tüftelte an Lösungen für technische Probleme.

Eine Legende die am Tee-Tisch mit seiner Tante, Ms Muirhead, spielt, besagt in etwa:

*James Watt beobachtet nunmehr seit einer ganzen Weile den Wasserkocher, er nimmt den Deckel ab und setzt ihn wieder drauf, hält mal einen Löffel, mal eine Tasse darüber und schaut, wie der Dampf kondensiert. Seine Tante hat sich darüber geärgert und gesagt er solle etwas Nützliches machen wie ein Buch lesen.*

---

<sup>5</sup> Verhältnis von Nutzen zu Aufwand bei einer Maschine beispielsweise das Verhältnis von abegegebener zu zugeführter Leistung. (Wiktionary.org)

<sup>6</sup> siehe -> Prinzip der Niederdruckdampfmaschine Seite 43

Ob diese Geschichte nun wahr ist oder nicht, es zeigt, dass Watt stets mit der Dampfmaschine in Verbindung gebracht wird.

1754 ging Watt nach Glasgow um eine Lehre als Instrumentenbauer und Feinmechaniker zu machen<sup>7</sup>. Ein Jahr später, 1755, ging er nach London um eine Lehre zu machen und Berufserfahrung zu sammeln; anstelle der sieben vorgesehen Jahre brach er die Lehre nach nur einem Jahr ab, da er nicht mehr vieles dazu lernen konnte, und ging zurück nach Glasgow um dort eine eigene Werkstatt zu eröffnen. Doch die Zünfte von Glasgow untersagten ihm dies, da sie seine Lehre nicht anerkannten. Im Jahr 1757 erhielt James Watt die Möglichkeit als Mechaniker an der Universität von Glasgow zu arbeiten. Dort reparierte er oft Apparate (wie z.B. Kompass) die als Vorführobjekte für die Studenten gedacht waren. Obwohl James Watt nur als Handwerker eingestellt war, fand er an der Uni viele Freunde.

In den Jahren 1763/64 bekam Watt den Auftrag ein Modell einer Newcomen-Dampfmaschine, welches zu Lehrzwecken eingesetzt wurde, zu reparieren. Watt studierte das Modell ausgiebig und entdeckte einige Mängel, so kam er zur Erkenntnis, dass Wärmeverluste im Zylinder die Leistungsfähigkeit einschränkte. Immer dann, wenn der Zylinder besser kalt sein sollte war er warm, und wenn er warm sein sollte war er kalt. Newcomen ließ Wasser in den Kolben spritzen, damit der Dampf kondensierte. Wenn aber nun genug Wasser für eine vollständige Kondensation hineingespritzt wurde, dann kühlte auch der Zylinder ab. Somit musste sich der Zylinder, wenn erneut Dampf hineingepresst wurde, von Neuem erwärmen. Dies minderte die Leistung. Spritzte man hingegen weniger Wasser hinein, so kondensierte der Dampf nicht vollständig, was die Entstehung eines Vakuums behinderte und wieder zu Leistungsverlust führte. Dies erkannte James (vielleicht der Tatsache zu verdanken, dass er sich nicht nur für Technik sondern auch für Wissenschaft interessierte) und er tüftelte mehrere Jahre an der Dampfmaschine herum, um sie effektiver zu machen. Seine wichtigste Neuerung war der Kondensator<sup>8</sup>.

Watt trennte Kondensator und Zylinder, so dass kein Wärmeverlust im Zylinder mehr entstehen konnte, dies erhöhte die Effektivität deutlich. Der Zylinder sollte ja bestenfalls immer so heiß sein, wie der Dampf der einströmt und so kalt wie der Dampf der

---

<sup>7</sup> [dibb.de](http://dibb.de)

<sup>8</sup> Siehe Der Kondensator Seite 41



kondensiert, das heißt, zuvor wechselte die Temperatur. Diese Wechselwirkung brachte unnötige Verluste. Nun war es möglich, dass die Temperatur des Zylinders konstant blieb. Watt schaffte es die Maschine so herzustellen, dass nur noch ein Drittel des Kohlenbedarfs nötig war.

James Watt brauchte einen Geldgeber um seine Ideen umsetzen zu können. John Roebuck wurde sein Sponsor und 1769, ein Jahr nachdem sie eine Partnerschaft eingegangen waren, konnte er seine Neuerungen zum Patent anmelden "Neue Methode zur Verminderung von Dampf- und Betriebsstoffverbrauch in Feuermaschine".

James Watt musste noch vieles an der Dampfmaschine verbessern, doch leider ging sein Geldgeber im Jahr 1773 pleite. Er musste eine Weile als Landvermesser Geld verdienen. Doch schon 1774 fand er einen neuen Sponsor, Matthew Boulton, und er konnte an seiner Maschine weiterarbeiten. Sie gründeten die Firma *Boulton and Watt*<sup>9</sup>, sie begannen Maschinen zu verkaufen, dabei verbesserte Watt seine Dampfmaschinen schrittweise. Er wurde zu einem wohlhabenden Mann und hoch angesehen.

Er verbesserte nicht nur die Leistung der Dampfmaschine, sondern machte sie für viele weitere Zwecke einsetzbar, als zum Abpumpen von Wasser. Er entwickelte ein Gerät, das es ermöglichte die Hin- und Her-Bewegung des Kolbens über ein Schwungrad zu einer Drehbewegung umzuleiten, das watt'sche Parallelogramm. Er war besonders stolz auf diese Erfindung. Dies ermöglichte die Nutzung der Dampfmaschine in anderen Bereichen, so zum Beispiel in der Textilindustrie und bei Schleusen. Watts Dampfmaschine war also tatsächlich der Motor zur industriellen Revolution.

Sein ganzes Leben widmete sich Watt an der Weiterentwicklung der Dampfmaschine. Er wusste, dass die Maschine noch Mängel aufwies, so konnte sie beispielsweise explodieren, wenn man den Druck zu sehr erhöhte. Deshalb warnte er die Menschen, den Druck nicht zu sehr zu erhöhen. Er soll gesagt haben, dass diejenigen, die Hochdruck verwenden an den Galgen gehören. Er war ein Verfechter der Niederdruckmaschine.

Watt führte den Begriff der Pferdestärke ein. Er wollte den Menschen eine Idee davon geben welche Kräfte Dampfmaschinen ausüben konnten und dachte es wäre am verständlichsten wenn man zu Pferden referiert.

---

<sup>9</sup> Näheres zu Boulton & Watt auf Seite 17

Noch zu Lebzeiten wurde James Watt hoch geehrt, er wurde in die Royal Society gewählt und zum Ehrendoktor der Universität Glasgow ernannt. 1814 lehnte er die Erhebung in den Adelstand ab.

James Watt starb am 19. August 1819 in seinem Anwesen in Birmingham und wurde in der St. Mary's Church in Handsworth beigesetzt.

Eine internationale physikalische Maßeinheit wurde nach ihm benannt Watt (W).

## 19. JAHRHUNDERT

Das ist der Punkt, an dem die meisten Geschichtsbücher enden. Zwar kann man Watts Dampfmaschine als Grundstein der Industriellen Revolution bezeichnen – die Herstellung von Produkten wurde vorangetrieben, es bildeten sich Arbeiterklassen und der Kommunismus kam auf – doch die Dampfmaschine selbst befand sich noch in den Kinderschuhen. Wir befinden uns im 19. Jahrhundert, die Goldene Ära der Dampfmaschine. Es entstanden Unternehmen eigens für den Bau von Dampfmaschinen, Ingenieure verbesserten sie immer weiter und sie wurden in vielen Bereichen angewandt; die Zeit in der eine Dampfmaschine nur zum Abpumpen von Grubenwasser eingesetzt wurde, war längst vorüber. In der langen Reihe von Wissenschaftler und Unternehmen, die kommen sollten, beginnen wir mit James Watts Firma: *Boulton and Watt*.

### ***BOULTON AND WATT***

Das Unternehmen *Boulton and Watt* wurde 1775 von Matthew Boulton und James Watt in Smethwick bei Birmingham (England) gegründet.

Das Ziel der Firma war es Dampfmaschinen zu verkaufen und zu verbessern. Anfangs wurden die Einzelteile für die Maschinen noch in verschiedenen Gießereien hergestellt, doch schon bald (1795) wurden jegliche Teile im Kern des Unternehmens, der Gießerei Soho Foundry, produziert.

*Boulton and Watt* wurde stets von Nachkommen der Gründer weitergeführt, so ging sie 1800 auf jeweils einen Sohn von M. Boulton und J. Watt über.

Dampfmaschinen von *Boulton and Watt* wurden in die ganze Welt verkauft, zahlreiche Bergwerke und Kraftwerke wurden mit Exemplaren ausgerüstet. Bis nach Mitte des 19. Jahrhunderts hatte das Unternehmen ihren größten Erfolg. Noch heute berühmte Ingenieure waren Mitarbeiter, so z.B. William Murdoch (siehe Seite 18) ab 1810.

Im Jahr 1910, nach über 120 Jahren Existenz, schloss das Unternehmen die Türen.

Doch nun etwas genauer zu William Murdoch, der Angestellte von Boulton & Watt.

## ***WILLAM MURDOCH***

William Murdoch, oder auch Murdock genannt, wurde am 21. August 1754 in Lugar, Schottland, geboren und starb am 15. November 1839 in Handsworth (nahe Birmingham), England. Murdoch war ein schottischer Ingenieur und Erfinder und arbeitete für James Watt. Bekannt wurde er durch die Entwicklung der Lokomobile (1784) und der Gasbeleuchtung.

William Murdoch war das dritte von sieben Kindern eines schottischen Mühlenpächters, John Murdoch. Im Alter von 10 Jahren besuchte der kleine William die *Auchinleck School*, wo sein herausragendes Talent für Mathematik und Technik schnell entdeckt wurde. Die Lehrer, so wie der Vater, unterstützten den Jungen tatkräftig. Der Vater erklärte ihm die mechanischen Zusammenhänge und lehrte ihn die Verarbeitung von Holz und Metall. Schnell hatte der Junge die Zusammenhänge verstanden und half seinem Vater beim Brückenbau seiner Grafschaft. Einer Legende nach, soll William sogar selbst den Bau einer Brücke geleitet haben und für deren Konstruktion verantwortlich gewesen sein.

Mit 23 Jahren verließ William Murdoch seinen Heimatort und machte sich auf den Weg nach Birmingham, um sich für eine Arbeitsstelle in James Watts Werkstatt zu bewerben. Watts Kollege Boulton war ganz begeistert von dem Jungen und so kam er zu einer Stelle in der Konstruktion der Maschinenteile. Watt und Boulton entdeckten bald das unglaubliche Talent Murdocks und dieser bekam immer wichtigere Aufträge, bis er ein unersetzlicher Teil von *Boulton and Watt* wurde. 1779 wurde er einer der leitenden Ingenieure der Firma. Außerdem hat William Murdoch das Planetengetriebe<sup>10</sup> entwickelt, das James Watt für seine Dampfmaschine benötigte. James Watt hat diese Erfindung

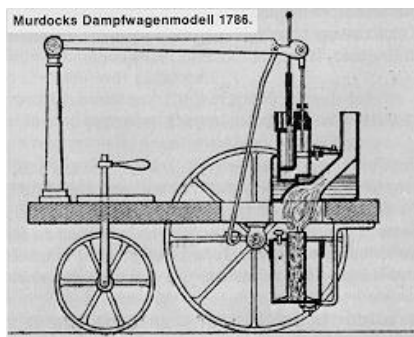


Abbildung 6 : Murdoch Lokomobile

auf seinen Namen patentieren lassen, so dass nur wenige Menschen wissen, dass die Erfindung eigentlich von William Murdoch stammt.

Im Jahre 1784 entwickelte Murdoch die *Lokomobile*. Seine Lokomobile ist eine vereinfachte Dampfmaschine, die auf einer horizontalen Ebene aufgebaut

---

<sup>10</sup> Siehe -> Prinzip der Niederdruckdampfmaschine Seite 43

ist. Das Schwungrad ist in diesem Fall nach unten ausgebaut und ein weiteres Rad vorne sorgt dafür, dass die Dampfmaschine bewegbar, also *mobil* ist. William Murdoch entwickelte die erste selbst fahrende Lokomobile. Es handelte sich jedoch nur um ein kleines Demonstrationsmodell<sup>11</sup>. Es gibt eine Geschichte um dieses Demonstrationsmodell und William Murdoch:

*William Murdoch ließ seine kleine Lokomobile immer durch den Hausflur laufen. Doch eines Abends verspürte er den Drang, ein wenig spazieren zu gehen. So packte er seine Lokomobile ein und machte sich auf den Weg zum Pfad entlang der Kirchhofsmauer von Redruth. Dieser Weg war wenig begangen, so machte er sich keine Gedanken, als er seine Lokomobile abstellte und losfahren ließ. Doch Plötzlich ein Hilferuf! Eine schreiende Gestalt rannte an ihm vorbei. Es war der Geistliche des Ortes. Dieser hatte sich ebenfalls für einen Abendspaziergang entschlossen, doch ein insektenartiges Ungetüm kam dampfend und zischend auf ihn zugefahren. Der Geistliche dachte bei der Lokomobile handele es sich um eine Teufelerscheinung und ergriff die Flucht.*

William Murdochs letztes Projekt war ein funktionierendes Dampfschiff. Dieses Projekt hat er jedoch nie beendet.

Doch nun reicht den Menschen die einfache Dampfmaschine nicht mehr. Sie wollen immer mehr, immer schnellere Maschinen und die Idee der Hochdruckdampfmaschine spukte herum, sie reichte sogar bis über den Atlantik nach Amerika. Die Leute fingen an zu experimentieren und einer davon war Oliver Evans.

### **OLIVER EVANS**

Oliver Evans war ein US-amerikanischer Erfinder und Unternehmer. Er wurde am 13. September 1755 in Newport, Delaware, geboren und starb am 15. April 1819 in Pittsburgh.

Oliver Evans wuchs auf einer großen Farm auf, die sein Vater neben seiner Hauptberufung als renommierter Schuster, bewirtschaftete. Evans wurde von einem Privatlehrer

---

<sup>11</sup> Mehr Infos zur Dampflokomobile bei Trevithick, Siehe Seite 22

unterrichtet und begann mit 16 Jahren seine Lehre als Stellmacher<sup>12</sup>. Schnell stellte sich heraus, dass Evans über ein herausragendes technisches Geschick verfügte.

Nach seiner Lehre arbeitet er zunächst in der Entwicklung und Reparatur von Web- und Spinnmaschinen. Doch als er tiefer in dessen Gewerbe reinrutschte, musste er feststellen, dass eine regelrechte Piraterie in dieser Branche herrschte. Tausende Spinnmaschinen wurden entwickelt, doch deren Erfinder erhielten keinen Penny.

Das war der Punkt, an dem Evans sich von der Textilindustrie abwandte und begann sich für Newcomens Dampfmaschine zu interessieren. Man zählte das Jahr 1772. Zunächst analysierte er die Maschine, dann versuchte er sie zu verbessern, wie schon James Watt. Sein Ziel war es, sie soweit zu verbessern, dass sie sich in ein Fahrzeug einbauen ließe.

Ab dem Jahre 1778 kämpfte Evans als Soldat im amerikanischen Unabhängigkeitskrieg (1775-1783).

Nach dem Krieg eröffnete er seinen eigenen kleinen Laden in Tuckahoe Creek in Maryland. In dem Laden beschäftigte er sich weiter hauptsächlich mit Dampfmaschinen, wie zum Beispiel mit einer automatischen Getreidemühle. Doch die Idee eines selbstfahrenden Fahrzeugs ließ ihn nicht mehr los.

Evans verbesserte Newcomens Dampfmaschine so weit, dass er noch vor Trevithick die Hochdruckdampfmaschine<sup>13</sup> entwickelte. Er hatte eine Dampfmaschine gefunden, die eine maschinenbetriebene Fortbewegung eines Fahrzeugs ermöglichte. 1787 und 1794 schickte Evans seine Pläne nach England, um das Patent zu beantragen, doch vergebens. Zwar war er der Erste, der eine solche Maschine auf dem Papier entwickelte, doch erhielt Trevithick als Erster die Patente und baute somit die erste Hochdruckdampfmaschine.

Ende 1804 war es dann so weit, Evans Hochdruckdampfmaschine *Oruktor Amphibolos* war fertiggestellt. Sie erhielt heftigen Widerstand von Watts Niederdruckmaschine, da sie eine ernsthafte Konkurrenz für Watt darstellte.

Erfolgreich unterdrückte Watt Evans' Genie. Ihm blieben die Investoren aus und ohne Investoren war die Produktion der Maschinen unmöglich. Ein kluger Schachzug von Watt, denn Oliver Evans blieb sein Leben lang unbekannt, obwohl seine technisch, historische Wichtigkeit, ohne weiteres mit der von Watt gleich zu stellen ist.

---

<sup>12</sup> Ein Handwerker, der Wagen aus Holz herstellt, Wagenbauer. Veraltet: Wagner

<sup>13</sup> Siehe Richard Trevithick Seite 22

Wegen Watt war das Leben hart für Evans, denn im Jahre 1808 bekam er keine Wiedererneuerung seiner Patente auf seine Mühlenerfindungen. Seine Existenzgrundlage wurde ihm entrissen. Doch Evans gab nicht auf, er stellte sein zweites Buch *Guide for the mechanical engineers etc.* fertig. Und noch im selben Jahr wurden ihm seine Patente wieder gültig gesprochen, bis 1830.

In seinen letzten Jahren, begannen sich seine Dampfmaschinen zu verkaufen, doch in seinem ganzen Leben wurde ihm nie der Ruhm zugesprochen, den er verdiente.

Im Jahre 1819 erkrankte er an einer schlimmen Lungenentzündung, doch die war nicht seine Todesursache. Er starb an einem Herzanfall, als er erfuhr, dass seine geliebte Mars Iron Works, eine Maschine zur Produktion von Dampfmaschinen, niedergebrannt war und mit ihr alle seine Pläne, Zeichnungen und Erfindungen. Sein ganzes Lebenswerk wurde von Feuer zerstört. Das Feuer soll ein Lehrling vorsätzlich gelegt haben, wobei die genauen Absichten nie aufgeklärt wurden. Denn, wie Wilhelm Busch schon sagte:

„Wir mögen keinem gerne gönnen, dass er was kann, was wir nicht können.“

#### *Erfindungen:*

Im Jahre 1785 entwickelte Oliver Evans die erste automatische Getreidemühle. Sie wurde mit Wasserkraft angetrieben und war viel effizienter als die ursprünglichen. Sie brachte mehr Ertrag, mit weniger Arbeit. Doch die traditionsbewussten Müller zeigten nur wenig Interesse an seiner Erfindung. Trotzdem erhielt Evans 1790 ein Patent auf die Maschine, welches ihm recht viel Geld einbrachte.

Außerdem entwickelte Evans eine Fördermaschine, zur Beförderung von Getreide.

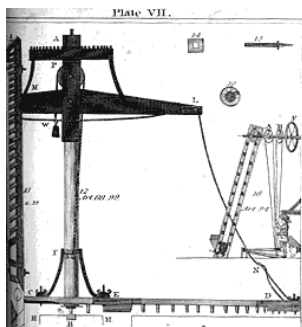


Abbildung 7 : Evans's Hopper Boy

Eine weitere Maschine, für die Evans bekannt ist, ist der *Hopper Boy*. Eine Maschine, die zur Abkühlung des heißen Mehles dient. Die heutige Kaffeeröstung funktioniert nach dem gleichen Prinzip.

Um 1787 entwickelte Evans die Hochdruckdampfmaschine. Sie arbeitete mit fünf- bis achtmal mehr Dampfdruck als Watts Maschinen und war somit kräftiger. Die Dampfmaschine funk-

tionierte ohne Kondensator<sup>14</sup> und eignete sich dazu in ein Fortbewegungsmittel eingebaut zu werden.

Mit dieser Dampfmaschine entwickelte Evans eine Art Bagger. Der *Oruktor Amphibolos*, das erste sich aus eigener Kraft fortbewegende Fahrzeug der USA. Dieser Bagger konnte sowohl an Land, als auch auf dem Wasser fahren und war somit der erste seiner Art. Er wurde Ende 1804 fertiggestellt und im Juni 1805 vorgestellt.

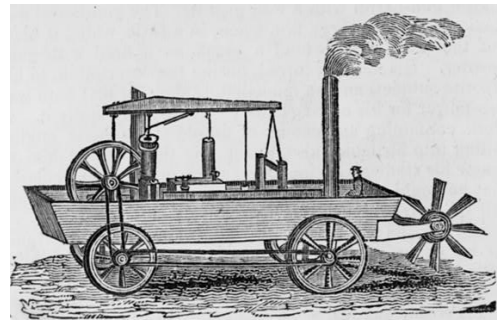


Abbildung 8 : Der Oruktor Amphibolo

Doch wie bereits erwähnt kam Evans jemand zuvor, bei der Patentbeantragung der Hochdruckdampfmaschine. Dieser Jemand war Richard Trevithick.

### ***RICHARD TREVITHICK***

Zu den größten Innovationen des Engländers Richard Trevithick, zählt man heute die Hochdruckdampfmaschine und die Dampflokomotive.

*Leben:*



Abbildung 9 : Ein Porträt von Trevithick

Richard Trevithick war ein britischer Erfinder und Maschinenbauer der 1771 in Illogan, Cornwall geboren wurde. Er war der älteste Sohn von sechs Kindern und das einzige Kind von seinem Vater, einem Bergwerkleiter in Cornwall. In der Schule war Trevithick nur gut in Sport, ansonsten eher schlecht; ein Lehrer bezeichnete ihn einst als "ungehorsam, langsam und dickköpfig". Doch er schaute sich oft Dampfmaschinen in den Minen, in denen sein Vater arbeitete, an und begriff deren Funktionsweisen, er bewies ein gutes Verständnis in Mathematik und Ingenieurwissenschaft. Mit 19 Jahren wurde er in einer Mine eigestellt, wo er schnell zum Berater wurde, was ungewöhnlich für sein junges Alter war. Um es kurz zu fassen, nachdem Richard Trevithick

---

<sup>14</sup> Siehe der Kondensator Seite 41



in seiner Kindheit schlechte Erfahrungen in der Schule gemacht hatte, konnte er sein Können in seinem späteren Leben unter Beweis stellen, so lassen sich unter anderem die Erfindung der Dampflokomotive<sup>15</sup>, der Hochdruckdampfmaschine<sup>16</sup>, des Schraubenprobellers und des Dampfkrans auf ihn zurückführen. 1797 heiratete er Jane Harvey, sie bekamen sechs Kinder. 1816 reiste Trevithick nach Peru, weil es einige Probleme mit Maschinen von ihm gab, die dort in Minen verwendet wurden. Er verbrachte 11 Jahre in Südamerika, bereiste das ganze Land und besichtigte bzw. beaufsichtigte andere Silber- und Kupferminen. Für kurze Zeit wurde er in die Armee von Simon Bolivar abgezogen. Danach ging er wieder zu den Minen zurück, doch als spanische Soldaten kamen musste er flüchten, dabei ließ er viel Silber, das schon zum Schmelzen bereit war, zurück. Er kehrte endlich in seine Heimat zurück, kam dort mittellos an und war nach vielen Jahren endlich mit seiner Familie wiedervereint. Er wandte sich neuen Projekten zu.

Leider wurden Trevithicks Werke zu seinen Lebzeiten nicht ausreichend gewürdigt und er starb im Jahre 1833 als armer Mann an einer Lungenentzündung.

#### *Werke:*

Da Watt das Patent für den Gebrauch eines separaten Kondensators hatte, das erst 1800 ablief und es Cornwalls Minenbesitzer viel Geld abverlangte, versuchte sich Trevithick an einem Umweg. Er konstruierte eine Hochdruckdampfmaschine. Diese benötigte einen kleineren Kessel für eine gleiche Leistung, wurde jedoch mit höherem Druck – damals Dampfdruck (höher als der atmosphärische Luftdruck) - betrieben (200°C). Außerdem wurde verbrauchter Dampf durch einen hohen Schornstein, einen Auspuff, in die Atmosphäre ausgestoßen (zumindest in Trevithicks früheren Maschinen). Deshalb erforderte sie keinen Kondensator, das Patent von Watt war umgangen. Die Metallverarbeitung wurde auch immer weiter verbessert, dies ermöglichte die Ingenieure genauere und bessere Einzelteile für ihre Maschinen herstellen zu lassen. Trevithick war nicht der Erste, der auf die Idee kam Dampfmaschinen mit hohem Druck laufen zu lassen. William Murdoch hat schon in den 1770er Jahren ein solches Modell entworfen. Auf Trevithicks Anfrage hin, zeigte er ihm dieses wahrscheinlich. Tatsächlich waren beide von 1777 - 1798 Nachbarn.

---

<sup>15</sup> Siehe auch William Murdoch Seite 18

<sup>16</sup> Siehe auch Oliver Evans Seite 19

*"At the pressure Trevithick favoured, 50 psi (pounds per square inch), you could expect four times the power compared with a piston of the same size used in atmospheric steam engines."*

*- [locos-in-profile.co.uk](http://locos-in-profile.co.uk)*

1803 explodierte eine von Trevithicks in Greenwich aufgestellten Maschinen. Drei Männer kamen dabei ums Leben. Boulton & Watt, Verfechter des Niederdrucks bei Dampfmaschinen, konnten durch diese Katastrophe erneut unterstreichen wie gefährlich der Gebrauch von Hochdruckdampfmaschinen ist. Richard Trevithick versicherte, dass es sich bei dem Unfall um fahrlässige Bedienung und nicht um einen Konstruktionsfehler handelte. Trotzdem entwickelte Trevithick als Folge dieses Ereignisses zwei neue Sicherheitsvorkehrungen, von denen eine nur von dem Hersteller betätigt werden konnte.

Lokomobile (lat. locus=Ort; mobilis=beweglich) wurden gleich von mehreren Männern parallel entwickelt, von dem Franzosen N. J. Cugnot, 1769; über W. Murdoch (Siehe Seite 18) bis zu J. Bozek, 1815, um nur einige zu nennen. Doch die Welt war noch nicht bereit dafür, die Straßen waren ungeeignet, die Anschaffungskosten zu hoch. Auch Richard Trevithick setzte seine Hochdruckdampfmaschine auf ein Gestell mit Rädern. Dadurch, dass er kleinere Zylinder benötigte, in denen mehr Druck als bei Watts Maschinen herrschte, waren Trevithicks Dampfmaschinen kleiner und leichter und konnten ihr eigenes Gewicht und das eines Wagens tragen. Das war kurz vor 1797, er konstruierte als erste Hochdruckdampfmaschinen eine die ortsfest war und eine auf Rädern. Ein zweites Modell stellte er kurze Zeit später, 1801, vor. Er fuhr mit seinem dampfgetriebenen Straßenfahrzeug, der *Puffing Devil* durch London und erreichte schon das beachtliche Tempo von 8 km/h. Sie lief einige Tage lang, doch als sie dann kaputt ging und das Bedienungspersonal in ein nahe liegendes Lokal essen und trinken gingen, ist die Maschine überhitzt und verbrannt. Trevithick sagte, das sei ein Bedienungsfehler gewesen.

Zwei Jahre später entwarf er erneut eine Dampflokomobile und erweckte damit das Interesse der Öffentlichkeit und der Presse. Doch großen Erfolg hatte Trevithick nicht mit seinen Lokomobilen, sie waren zu teuer und es gab einfach zu viele Nachteile auf der Straße.

Der englische Erfinder kam auf die Idee, dass sich die Mängel auf Schienen minimieren ließen. Für das Eisenwerk Pen-Y-Darren in Merthyr Tydfil in Wales konstruierte er eine Hochdruckmaschine die er auf einen Wagen setzte und diesen auf Schienen. Die Lokomotive war geboren. Normalerweise wurden auf diesen Schienen Wagen von Pferden gezogen. Der Besitzer des Eisenwerks, Samuel Homfray, war beeindruckt und kaufte Trevithick 1803 die Patente ab. Homfray wettete mit anderen Eisenwerkbesitzern, dass die Lokomotive 10 Tonnen Eisen über eine Distanz von nahezu 16km ziehen könnte. 1804 wurde die Wette angetreten und die Dampflokomotive schaffte es tatsächlich 10 Tonnen Eisen und dazu 70 Passagier über diese Distanz zu befördern. Zwar war die Geschwindigkeit niedrig, bei so viel Ballast, dennoch veranschaulichte es wie viel Kraft eine Dampfmaschine hat. Leider waren die Schienen, auf denen sonst Pferde die Karren zogen, dem Gewicht von einer Dampfmaschine damals noch nicht gewachsen. Die Pen-Y-Darren-Lokomotive wurde zwar einige Monate auf den Schienen eingesetzt, dann jedoch verwendete man sie nur noch als ortsfeste Dampfmaschine.

Eine weitere Lokomotive von Trevithick hieß "catch me who can". Sie wurde von John Hazledine, seinem Gießer, hergestellt. 1808 stellte Trevithick die Maschine auf einer kreisförmigen Bahn in London auf um den Leuten das Potenzial von Dampfmaschinen näher zu bringen. Die Leute konnten sich die Dampfmaschine für einen Schilling ansehen und eine Runde auf ihr drehen. Doch das Interesse der Öffentlichkeit blieb in Grenzen. Als die Lokomotive dann auch noch entgleiste, wandte Trevithick sein Interesse anderen Dingen zu.

Trevithick war der Erfinder der Hochdruckdampfmaschine oder zumindest der erste der eine solche funktionsfähig konstruierte. Der Vorteil dieser Maschinen war es, dass sie, wie der Name schon sagt, mit höherem Druck liefen und damit eine größere Leistung erreichten, als Niederdruckdampfmaschinen der gleichen Größe. Außerdem wurden, um diesen Druck zu erzeugen, kleinere Zylinder gebraucht, was die Maschinen kleiner und leichter machte. Sie konnten nun vielseitiger eingesetzt werden so z.B. später für Zug- und Schifffahrt.

Aber, wie Watt immer wieder darauf aufmerksam machte, diese Maschinen waren gefährlicher, es konnte zu Explosionen im Kessel kommen. Dennoch, wegen des praktischen Nutzens und der höheren Leistung, breiteten sich die Hochdruckdampfmaschinen aus.

Die Ehre die Trevithick für die Erfindung der Dampflokomotive vielleicht verdient hätte, wurde ihm nicht zuteil, er war seiner Zeit damals voraus.

Doch Trevithicks Idee der Hochdruckdampfmaschine verdrängte keines Wegs die Niederdruckdampfmaschine. Diese wurde parallel zu Hochdruckdampfmaschine weiterentwickelt. Eine weitere wichtige Person zu deren Entwicklung war Matthew Murray.

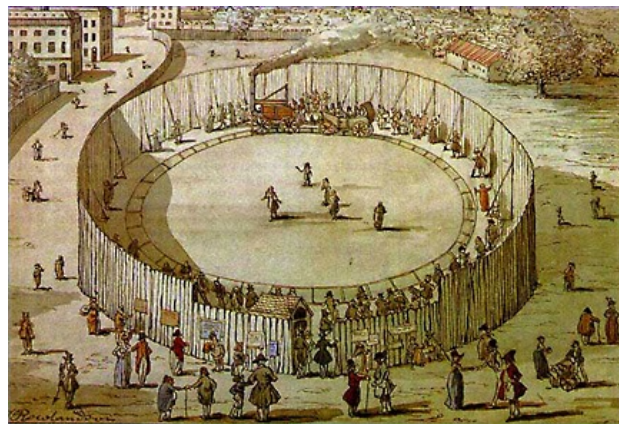


Abbildung 10 : Ein Bild von Trevithicks Lokomotive

### **MATTHEW MURRAY**

Matthew Murray wurde 1765 in Newcastle-on-tyne geboren. Seine Eltern gehörten zu der Arbeiterklasse. Im Jahre 1785 zog er nach Stockton-on-tees, wo er als Mechaniker bei *Kendrow and Porthouse*, der ersten Firma die dampfbetriebene Webmaschinen benutzte, arbeitete. 1788 zog er nach Leeds, wo er bei John Marshall in einer wasserbetriebenen Flachsmühle arbeitete. Während seiner Zeit dort, arbeitete er an der Verbesserung von Webmaschinen. Er entdeckte, dass man feuchten Flachs zu feineren Fäden verarbeiten kann.

Wieder einmal zog Murray um, diesmal nach Holbeck, ein Vorort von Leeds. Im Jahr 1795, wollte er sich selbstständig machen und gründete mit David Wood zusammen eine Gießerei, in der sie eigene Webmaschinen herstellten. Später stieß auch noch James Fenton hinzu und William Lister wurde ihr Geldgeber. Im Jahr 1802 wurde eine neue Gießerei gebaut, die *runde Gießerei* (aus dem Englischen: *round foundry*).

1799 baute Murray seine erste Dampfmaschine. Sie war sofort ein voller Erfolg. So wurden Boulton und Watt aufmerksam auf Murray und sahen eine Gefahr in ihm. Sie schickten Murdoch und Abraham Storey um ihn auszuspionieren. Murray ahnte nichts Böses und gab bereitwillig wichtige Informationen preis, die Boulton und Watt sofort

anwandten. Sie gingen sogar so weit, dass sie ein Haus kauften, von wo man einen guten Blick auf Murray's Gießerei hatte, um sein Treiben im Auge zu behalten. Als Murray dann wiederum Boulton und Watt einen Besuch abstatten wollte, fand er sich vor verschlossenen Toren wieder.

Im Laufe der Jahre entwickelte Murray noch viele andere Sachen.

So hat er 1795 den D-Schieber entwickelt. Einen Mechanismus, der den Dampfstrom kontrollierte. Er wog viel weniger als sein Vorgänger und verschwendete auch weniger Hitze. Dies führte dazu, dass die Maschine weniger von der teuren Kohle brauchte, um die gleiche Arbeit auszuführen.

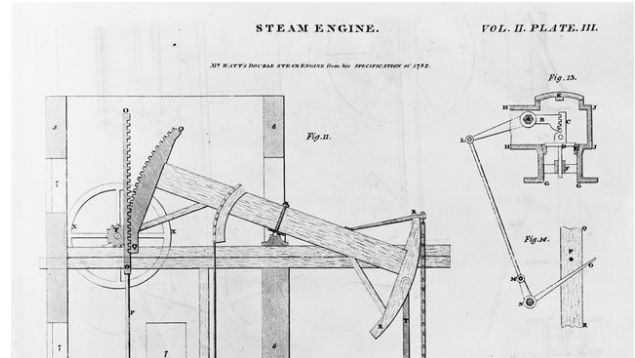


Abbildung 11 : Der D-Schieber

Im Jahre 1802 erhielt er ein Patent auf den Muschelschieber, ein weiteres Mittel, um die Dampfmaschine steuern zu können. Hierbei handelte es sich um eine Art Ventil, die die Zu- und Abfuhr des Wasserdampfes regulierte. Durch dieses Ventil wurde ebenfalls viel Energie gespart.

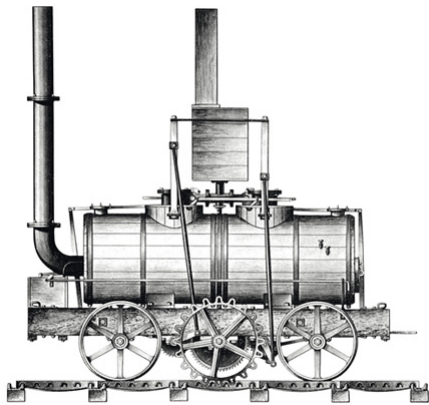


Abbildung 12 : Die Zahnradlokomotive

1811 entwickelte Murray eine Lokomotive, die *Zahnradlokomotive*. Diese Lokomotive hatte Kessel, die horizontal platziert waren (siehe Abbildung), was für eine gleichmäßigere Fahrt sorgte. Außerdem war das mittlere Rad jeweils zahnradähnlich gebaut und die ganze Maschine fuhr auf zahnradähnlichen Schienen. Dies ermöglichte eine bessere Kontrolle über die Lokomotive und bot zusätzlich noch mehr Sicherheit.

Während seiner Laufbahn als Ingenieur entwickelte Matthew Murray noch zahlreiche andere Dampfmaschinen, darunter auch welche, die für die Entwicklung von Dampfmaschinen sehr nützlich waren.

In dieser ganzen Zeit lebte Murray auf dem Fabrikgelände, in einem Haus, das *Holbeck Hütte* oder „*Dampfhalle*“ genannt wurde. Es wurde 1802 erbaut und unterschied sich dadurch von anderen, dass es vollkommen von Dampf geheizt wurde.

Nach David Woods Tod wurde die Firma umgenannt, von nun an hieß sie nicht mehr *Fenton, Murray & Wood*, sondern *Fenton, Murray & Jackson*. Diese Firma existierte noch bis 1843, als sie dann letztendlich bankrott ging. Zu diesem Zeitpunkt war Matthew Murray schon 17 Jahre tot, er starb im Jahre 1826.

Ein weiteres Glied in der Kette der Entwickler der Dampfmaschine bildet der englische Ingenieur Arthur Woolf.

### **ARTHUR WOOLF**

Arthur Woolf war ein britischer Ingenieur der 1766 in Camborne, Cornwall geboren wurde. Sein Vater war ein Zimmermann und wollte, dass sein Sohn in seine Fußstapfen tritt, doch Arthur Woolf merkte bald, dass er größeres Interesse am Maschinenbau hatte und ging 1785 nach London. Dort arbeitete er unter anderem für den Erfinder Joseph Bramah<sup>17</sup>.

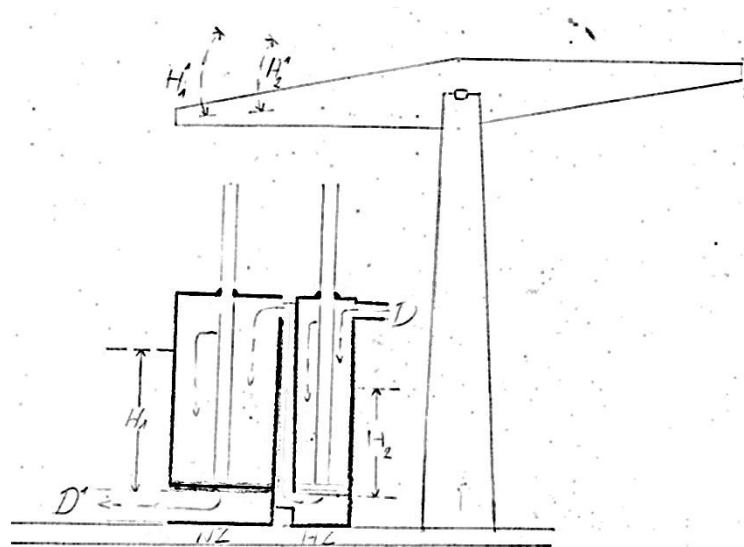


Abbildung 13 : Zweifach-Expansionmaschine

Arthur machte große Fortschritte in der Entwicklung der Dampfmaschine und er war ein Befürworter des Hochdrucks. Nachdem er an Trevithicks Hochdruckmaschine und

---

<sup>17</sup> Ein großer britischer Ingenieur, unter anderem Erfinder einer hydraulischen Presse

an Hornblowers Zweifach-Expansionsmaschine mitgearbeitet hatte, wurde er zum Pionier der Mehrfach-Expansionsmaschinen (Verbunddampfmaschine) und bekam 1804 ein Patent dafür. 1804/1806 entwickelte er sein erstes Exemplar. Er benutzte zwei Zylinder die sich nebeneinander befanden, jeweils ein Hoch- und ein Niederdruckzylinder (HZ und NZ), wobei der Niederdruckzylinder größer ist. Dort ließ er den Dampf (D) nacheinander expandieren, das heißt der Dampf ging nicht sofort nach dem Gebrauch im Zylinder in die Atmosphäre über sondern in den nächsten Zylinder, mit jetzt geringerem Druck, das erklärt auch warum dieser größer ist, der Dampf ist hier nicht mehr so dicht. Die Zylinder standen unter dem Balancier, so wurden die Kolben gleichzeitig hinein- und hinausgedrückt, nur der Hub ( $H_1$  und  $H_2$ ) in beiden Zylindern war verschieden. Woolf entwarf viele Versionen mit verschiedenen Anordnungen für Zylinder und ähnliches, doch meistens baute er diese mit Balancier und zwei Zylindern, wie sie auch auf der Skizze zu sehen ist. Seine Maschinen waren sorgfältig und verbrauchten wenig Brennstoff (sie benötigten halb so viel Brennstoff wie Watts Maschinen bei gleicher Leistung), so waren sie bei Grubenbesitzer beliebt. Woolf hatte einen großen Ideenreichtum und gab sich große Mühe mit der Konstruktion:

*"die Woolf'schen Maschin wären Zierstücke einer Ausstellung, aber fast zu schade für Grubenarbeit."*

- Die Geschichte der Dampfmaschine, Conrad Matschoss

Ab etwa 1850 wurden woolf'sche Maschinen ohne Balancier gebaut, da dieser keine Drehzahlerhöhung ermöglichte. Es gab sowohl liegende als auch stehende Maschinen. Die woolf'schen Maschinen wurden von vielen Konstrukteuren weiterentwickelt, z.B. wurde ein Zwischenbehälter, *Receiver*, entworfen, der eine wirkungsvollere Arbeit erlaubte. Die Expansion konnte man auch in drei oder vier Stufen unterteilen, wenn man den Dampfdruck erhöhte, solche Maschinen wurden beispielsweise von der Firma *Sulzer* gebaut.

Arthur Woolf war sehr begabt, er war ein Konstrukteur, Betriebsingenieur und Metallarbeiter. Doch er war anscheinend ein abweisender Mensch, was die Zusammenarbeit mit ihm schwer machte. Im Jahre 1837 starb A. Woolf in Guernsey, eine britische Kanalinsel.

Doch nun wieder zurück nach auf das Festland, zu dem für seine ausgesprochene Präzision bekannten Henry Maudslay.

### ***HENRY MAUDSLAY***

Henry Maudslay wurde am 22. August 1771 in Woolwich bei Greenwich geboren und starb am 14. Februar 1831 in Lambeth bei London. Er war der Sohn eines Stellmachers<sup>18</sup>. Im Alter von 12 Jahren fing er an in einem Arsenal<sup>19</sup> in Woolwich als Schreiner zu arbeiten. Später lernte er dann auch das Handwerk des Schmiedes. Schon früh wurde sein herausragendes handwerkliches Geschick bemerkt. So wurde auch Joseph Bramah aufmerksam auf den jungen Handwerker. Joseph Bramah war zu dieser Zeit der Meisterschlosser schlechthin, und er war auf der Suche nach einem Facharbeiter für die Herstellung eines neuen Sicherheitsschlusses.

1789 ging Maudslay dann zu Bramah, wo er sich auch schnell zum Werkstattmeister hocharbeitete. Im Jahre 1794, erhielt Bramah den Auftrag für die Herstellung einer Drehbank.

Dieser Auftrag war von großer Wichtigkeit im späteren Verlauf von Maudslays Karriere. Denn 1797, verließ er Bramahs Werkstatt und machte eine eigene auf.

Die bei Bramah erlernte Präzision in Metall- und Eisenverarbeitung, die ihm dort ermöglichte spezielle Werkzeuge und Maschinen herzustellen, war entscheidend für sein Fortleben. Und zwar baute er 1797 seine erste eigene Schraubendrehbank. Eine Schraubendrehbank war eine Drehbank, auf der mit einem Drehstuhl ein Gewinde<sup>20</sup> in ein zylinderförmiges Eisenstück<sup>21</sup> geschnitten wurde, in anderen Worten, eine Maschine, die Schrauben herstellte. Diese Erfindung revolutionierte die Herstellung von Maschinen, welche fast alle Schrauben benötigten. Diese mussten früher immer in mühseliger und langjähriger Handarbeit hergestellt werden. Maudslays Entwicklung beschleunigte und vereinfachte die Produktion erheblich. So wurde die Welt aufmerksam auf den Ingenieur und schätzte ihn für seine fortschrittlichen Metallbearbeitungstechniken. Er gründe-

---

<sup>18</sup> Siehe -> Footnote 12 Seite 20

<sup>19</sup> Ein Geräte- und/oder Waffenlager

<sup>20</sup> Die spiralförmigen Rillen in einer Schraube

<sup>21</sup> Hiermit ist das Rohmaterial einer Schraube gemeint



te ein Unternehmen *M. Maudslay Machinist*. Es wurde später in *Maudslay, Sons and Field* umbenannt.

Im Laufe seines Lebens hatte er sehr viele Lehrlinge, die er zu hervorragenden Ingenieuren ausbildete. Einige von seinen Schützlingen wurden weltweit bekannt, wie zum Beispiel James Nasmyth<sup>22</sup>.

Doch nun wandte er sich auch neuen Bereichen zu, so machte er sich an die Entwicklung von Dampfmaschinen.

Eine seiner Dampfmaschinen war seine oszillierende Dampfmaschine. Sie wurde um 1820 entwickelt und war bekannt für die hochqualitative Arbeit, die in ihr steckte.

Eine weitere seiner Dampfmaschinen war die säulenförmige Dampfmaschine. Sie war eine kompakte, hochgebaute Maschine, die ebenfalls durch ihre hochqualitative Verarbeitung

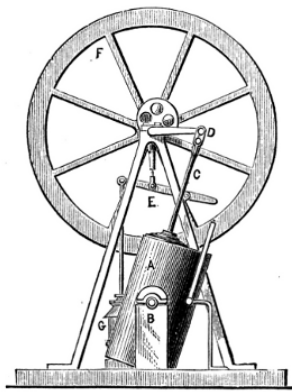


Abbildung 15 : Die Oszillierende Dampfmaschine



Abbildung 16 : Die Tisdampfmaschine



Abbildung 14 : Die säulenförmige Dampfmaschine

glänzte.

Das abgebildete Modell wurde erst nach Maudslays Tod, im Jahre 1862 von seinen Nachfolgern gebaut. Entwickelt wurde sie aber von Maudslay selbst.

Seine wohl bekannteste Dampfmaschine war die Tischdampfmaschine. Ein tischähnliches Gerüst mit vier Beinen.

Sie gehörte zu den unabhängigen Dampfmaschinen und wurde 1807 von Maudslay entworfen und patentiert. Das abgebildete Modell wurde aber ebenfalls erst nach Maudslays Tod, von seinen Nachfolgern, im Jahre 1807 gebaut.

Nun war die erste Generation der Dampfmaschinenpioniere schon alt und die zweite Generation wuchs heran. So auch James Nasmyth ein Schüler Henry Maudslays.

---

<sup>22</sup> Siehe nächstes Kapitel Seite 32

## ***JAMES NASMYTH***

Der schottische Ingenieur James Nasmyth wurde 1808 in Edingburgh geboren und starb 1890 in London. Er ist berühmt für seine Arbeit am Dampfhammer.

J. Nasmyth besuchte die Kunsthochschule in Edingburgh und später die Universität. Er interessierte sich schon sehr früh für Mechanik, arbeitete als Junge mit seinem Vater in der Werkstatt und verbrachte später viel Zeit in der Gießerei des Vaters eines Freundes. Im Alter von 17 Jahren baute er schon seine eigene Dampfmaschine.

Nachdem er die Uni besucht hatte, ging er nach London, dort arbeitete er ab 1828 als Assistent für Henry Maudslay (siehe Seite 30) der von seinen Fähigkeiten begeistert war.

1834 gründete Nasmyth eine Firma, *Nasmyth, Gaskell and Co.*, dort wurden Werkzeugmaschinen, Dampfmaschinen, Dampfkessel etc. hergestellt. Eine Waagerecht-Hobelmaschine baute er 1836 und 1839 entwarf er dann den Dampfhammer, der seine prominenteste Konstruktion ist. Außerdem erfand Nasmyth die Dampfhamme und er baute allerhand Werkzeuge aus.

In den Ruhestand trat er 1856 und bildete sich in der Astronomie weiter. Er entwickelte ein Teleskop und ergründete damit den Mond. Gemeinsam mit Carpenter schrieb er das Buch: *The moon considered as a planet, a World, and a Satellite*. Außerdem ist ein Mondkrater nach ihm benannt.

Der Dampfhammer wurde nicht von James Nasmyth erfunden, doch er entwarf einen Dampfhammer bei dem der Dampfzylinder - der Teil der die Energie auf das Werkstück abgibt - von der Kolbenstange einer Dampfmaschine angetrieben wird.

Schon vor dem Dampfhammer existierten Hämmer, die mit Wasser angetrieben wurden und die Hammerbewegung von Menschenhand nachahmten. Das waren z. B. Schwanzhämmer. Das Gewicht des Hammers und die Leistung konnten somit gesteigert werden. Anfang des 19. Jahrhunderts wurden die Wasserräder durch Dampfmaschinen ersetzt oder der Stiel des Hammers wurde mittels eines Kolbens gehoben.

1839 hatte Nasmyth die Idee für einen Dampfhammer ein etwas anderes Prinzip anzuwenden, der Hammer sollte wie bei einer Ramme in das Werkstück von oben einschlagen. Nasmyth entwarf Skizzen dazu, da die herkömmlichen Werkzeuge für den Bau

eines Dampfschiffes, der Great Britain, nicht einsetzbar waren. Doch bevor Nasmyth einen solchen Hammer anfertigen konnte, hatten schon die Franzosen Schneider und F. Bourbon einen Blick auf eine seiner Skizzen geworfen, den Hammer gebaut und 1842 ein Patent darauf erteilt bekommen. Nasmyth erhielt aber auch im selben Jahr ein Patent auf den Dampfhammer. Bei Nasmyths Hämmer mit Unterdampfwirkung wurde der Bär mit dem Kolben hochgehoben wenn von unten Dampf in den Zylinder trat, dann wenn der Dampf ausgelassen wurde, raste der Hammerbär durch die Erdanziehungskraft auf den Amboss zu. Bei Hämmer mit Oberdampfwirkung, gelangt der Dampf auch über den Kolben und damit wird der Bär nicht nur durch die Erdanziehung, sondern auch durch den Dampf, beschleunigt.

Bis zu diesem Zeitpunkt war fast ausschließlich von der stationären Dampfmaschine die Rede. Doch die Menschen begannen, die Möglichkeiten eines dampfbetriebenen Fortbewegungsmittels zu erfassen. Nun war die Zeit reif für die Dampflokomotive und George Stephenson war es, der aus den Ideen von Evans und Trevithick, die erste überall anerkannte Dampflokomotive entwickelte.

### ***GEORGE STEPHENSON***

Die ersten Versuche Fahrzeuge mit Dampf anzutreiben gab es schon im 18. Jahrhundert, jedoch waren dies Straßenlokomobile. Die Idee, das Ganze auf Schienen zu verlegen stammte, wie wir bereits gesehen haben, von Richard Trevithick (siehe Seite 22). Nur leider hatte er damit keinen Erfolg, die Last der Lokomotive war zu groß für die Schienen, sie zerbrachen. Doch die Konzeption wurde nicht aufgegeben, es kamen weitere Ingenieure die versuchten die Dampflokomotive einsetzbar zu machen. Es war George Stephenson der zum richtigen Zeitpunkt die richtige Idee hatte. Dank ihm sollte die Dampflokomotive eine lange bedeutende Geschichte haben. Es ist nicht verwunderlich, dass George Stephenson als Eisenbahnpionier bezeichnet wird.

George Stephenson wurde am 9. Juni 1781 in Wylam bei Newcastle upon Tyne, England, geboren. Seine Eltern waren arm, deshalb arbeitete er schon mit 14 Jahren in der gleichen Kohlengrube wie sein Vater und bediente eine Dampfmaschine. Laut Wikipedia erblindete George Stephensons Vater bei einem Unfall einer Dampfmaschine, was die Folge hatte, dass George sich intensiv mit diesen Maschinen beschäftigte. Wegen

seiner großen technischen Fähigkeiten, wurde er bald zum Maschinenmeister ernannt. 1803 wurde sein Sohn Robert geboren, zwei Jahre später starb Georges Frau und er musste seinen Sohn alleine aufziehen. George Stephenson wollte seinem Sohn eine gute Schulbildung ermöglichen, die er selbst wegen seiner armen Eltern nie hatte, deshalb reparierte er nebenbei Schuhe.

Robert sollte später mit seinem Vater zusammenarbeiten und sie hatten viele gemeinsame Errungenschaften. Jedoch wurden auch viele von Roberts Ideen und Entwicklungen anschließend allein seinem Vater zugeschrieben.

George Stephensons erste brauchbare Dampflokomotive wurde 1814 für eine Kohlenbahn eingesetzt. Zuerst hieß sie *Mylord* wurde aber später in *Blücher* umbenannt. Um diese Zeit entwickelte er eine Sicherheitslampe für Grubenarbeiter.

Am 27. September 1825 wurde die Bahnstrecke zwischen Stockton und Darlington, dessen Bau unter George Stephenson geleitet wurde, eröffnet. Bei der Jungfernfahrt seiner *Locomotion* auf dieser Strecke waren viele Zuschauer anwesend und es wurden damit Weizen, Kohlen und zum ersten Mal Personen befördert. Auf der Strecke sollten 3 von Stephensons Lokomotiven fahren. Die Personenwagen wurden für den täglichen Betrieb jedoch von Pferden gezogen.

Im Jahr 1823 gründete er in Newcastle zusammen mit E. Pease, M. Longridge und seinem Sohn Robert die erste Lokomotivfabrik der Welt, *Robert Stephenson and Company*.

Am bekanntesten ist George Stephenson vermutlich für seiner *Rocket* die er bei dem berühmten *Rennen von Rainhill* antreten ließ.

Schon 1823 wurden Pläne für eine Strecke zwischen Liverpool und Manchester gemacht, die die erste Bahnstrecke außerhalb des Bergbaus werden sollte. Stephenson wurde 1824 zum Ingenieur des Projekts, doch es gab viele Hürden zu überwinden. Der Bau musste genehmigt werden, das Projekt zog sich über mehrere Jahre hin. Dann, 1829, wurde das *Rennen von Rainhill* organisiert um eine geeignete Dampflokomotive für die Strecke zu finden, sprich die beste und schnellste Lokomotive wurde gesucht. Sie sollte das Dreifache ihres Eigengewicht tragen können und mindestens 10 englische Meilen in der Stunde erreichen, außerdem durfte sie nicht sehr schwer und lang sein. Fünf Stück wurden angemeldet, darunter auch die von George und Robert Stephenson erbaute *Rocket*. Mit einer Ladung des fünffachen Gewichts und der Geschwindigkeit von 14-20 Meilen in der Stunde gewann sie das Rennen. Sie war die einzige Lokomoti-

ve die während des Rennens keinen technischen Defekt erlitt. 1830 wurde die Strecke Liverpool-Manchester (rund 48 km) dann eröffnet. Auf ihr wurden Waren transportiert und es gab täglich 1200 Reisende.

Von nun an leitete George Stephenson die Bauarbeiten für die bedeutendsten Eisenbahnen und deren Maschinen in England, aber auch in vielen anderen Ländern Europas.

#### *Die Rocket:*

Die Lokomotive war gelb mit schwarzen Applikationen. Der Schornstein war weiß und

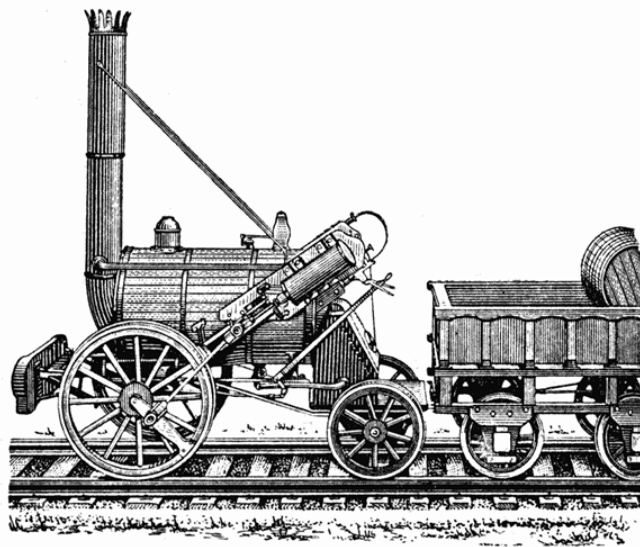


Abbildung 17 : Die Rocket

wurde oben von einer Krone geschmückt. Sie hatte einen separaten Stehkessel und Feuerkessel und einen damit verbundenen Rauchrohrkessel. Dieser hatte 25 Rauchrohre aus Kupfer die mit heißem Rauchgas durchzogen wurden und das Wasser erhitzen. Die Erfindung des Rauchrohrkessels geht auf M. Séguin zurück. So war die *Rocket* eine Kombination aus vielen Bauteilen und Gliederungen von Ingenieuren. Trevithicks Hochdruck-

kessel und -maschine, Hackworths Blasrohr und Hedleys seitliche Anordnung zweier Zylinder wurden ebenfalls übernommen. Dann kamen noch Neuerungen von Stephenson dazu, so neigte er z.B. die Zylinder in einem Winkel von 31 Grad und die Lokomotive wurde mit einer Feuerbüchse<sup>23</sup> versehen.

Weil Stephenson das Rennen von Rainhill mit dieser Dampflokomotive gewonnen hatte, sollte er für diese Strecke gleich vier beinahe gleiche Lokomotiven liefern. Da die *Rocket* bei schnellem Fahren schwankte, nahm Stephenson 1831 einige Veränderungen vor, so hat er beispielsweise die Zylinder fast waagerecht positioniert.

---

<sup>23</sup> Kammer für die Feuerung der Dampfmaschinen, **Duden**

Heute kann man die *Rocket* in ihrer überarbeiteten Form im Science Museum in London sehen.

Für die nächsten 150 Jahre wurden die Dampflokomotiven nach dem Prinzip der *Rocket* hergestellt.



Abbildung 18 : Die Rocket

## AUSWIRKUNGEN DER DAMPFMASCHINE

Doch die Dampflokomotive hätte es nicht geben können, wenn sich das Eisenbahnwesen zunächst nicht allein weiterentwickelt hätte. Denn eine Dampfmaschine allein reicht nicht aus, man benötigt noch Schienen und taugliche Wagen und Räder um eine Dampflokomotive zu kreieren. Interessanterweise haben sich sowohl die Dampfmaschine, als auch die Eisenbahn zunächst im Bergbau weiterentwickelt, bevor sie dann schließlich aufeinander gestoßen sind.

Im 15. Jahrhundert wurden im Bergbau Schubkarren verwendet um die Rohstoffe zu transportieren. Um diese über unebene Strecken führen zu können, wurden Holzbretter auf den Boden gelegt. Wahrscheinlich ab dem 18. Jahrhundert, wurden Karren über Schienen (Winkelschienen, damit die Räder nicht abrutschten) befördert. 1803 gab es



zum ersten Mal Schienen die vollständig aus Gusseisen bestanden, nur die Schwellen waren noch aus Holz. Spurkranzräder für die Karren (also keine Winkelschienen mehr,

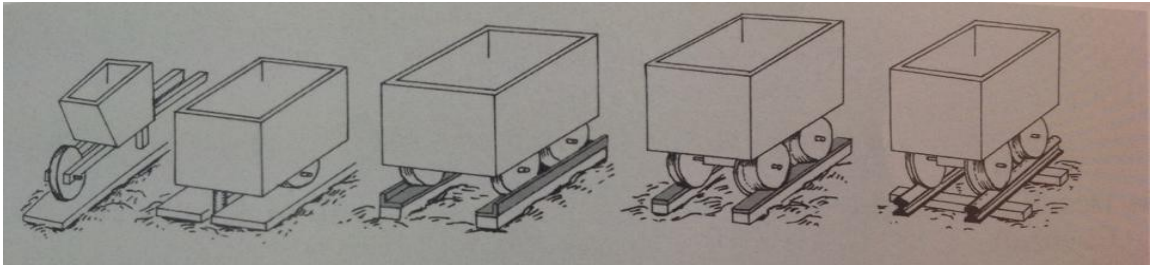


Abbildung 19 : Karren und Wagen im Verlauf der Geschichte Bild 3 & 4 : Schienen aus Holz mit Eisenbelag Bild 5: Eisenschienen Bild 4 & 5: Spurkranzräder

Die ersten Dampfmaschinen (Newcomen, Watt) dienten vor allem zum Abpumpen von Grubenwasser. (siehe Seite 12)

Sowohl das Eisenbahnwesen, als auch die Dampfmaschine sollten sich erheblich weiterentwickeln, als beides aufeinander traf und die Dampflokomotive ihren Durchbruch hatte.

Die Dampflokomotiven waren für die Öffentlichkeit besser zu sehen als die sich in Fabriken oder bei Gruben befindenden ortsfesten Dampfmaschinen. Sie wurde zum Symbol der Schnelligkeit und des Fortschritts und waren Inspiration für Maler, Dichter und Komponisten. Auf vielen Werken des Realismus und Impressionismus (z.B. Monet) findet man z.B. Themen der Dampfmaschine wieder, nicht nur Dampflokomotiven, sondern auch Dampfschiffe wurden abgebildet.



Abbildung 20 : The Fighting Temeraire von William Turner, 1838

Dampflokomotiven erlangten große Bedeutung und sie und die Dampfmaschinen wurden getrennt voneinander weiterentwickelt. Städte und Länder wurden durch Eisenbahnnetze verbunden, weit entfernte Orte waren nun viel schneller und bequemer erreichbar. Die Lokomotive ließ den Tourismus und den Handel aufblühen. Um immer bessere Dampflokomotiven herzustellen wurden stetig Erneuerungen, Verbesserungen, aufgebracht, sie entwickelten sich sozusagen so schnell weiter, wie es heute der Computer tut.

Die Dampflokomotiven ließen auch das Fabrik- und Minenwesen aufblühen und sie führten dazu, dass die Eisenverarbeitung vorangetrieben wurde. Kohle aus den Minen wurde zu Fabriken gebracht die damit ihre Dampfmaschinen anfeuerten, für den Bau von Dampflokomotiven und Schienen wurde Eisen gebraucht das man mit Kohle heizte und zum schmelzen brachte. Es entstand ein ganzer Kreislauf in der ersten Industriellen Revolution und die Dampflokomotiven wurden bis ins späte zwanzigste Jahrhundert eingesetzt bis sie von den um 1925 auftauchenden Diesellokomotiven nach und nach abgelöst wurden.



## TECHNISCHER AUFBAU

Nach dieser Einführung in die Geschichte der Entwicklung der Dampfmaschine, werden wir das Funktionsprinzip der Dampfmaschine etwas genauer erläutern. Wir wissen nun, dass die Dampfmaschine eine Auswirkung auf die Gesellschaft hatte und wir kennen viele Pioniere die zu ihrer Vervollkommnung beigetragen haben, doch wie ist eine Dampfmaschine eigentlich aufgebaut? Wie funktioniert sie?

Wir haben uns beschlossen frühere Modelle näher zu beschreiben, da diese erstens einfacher zu verstehen sind und zweitens reichen sie völlig aus, um das Prinzip aller folgenden Maschinen zu durchschauen. Um die Dampfmaschine noch besser zu veranschaulichen, haben wir ein kleines Modell nachgebaut. All das kann der Leser in diesem Kapitel finden.

## TECHNISCHER ÜBERBLICK

Das Prinzip der Dampfmaschine basiert auf den einfachen Gesetzen der Physik. Das Feuer erwärmt das Wasser im Kessel, so dass Wasserdampf entsteht, welcher die treibende Kraft ist.

Eine Dampfmaschine besteht aus Zylinder, Kolben und Triebwerk, die für die Erzeugung mechanischer Energie notwendig sind.

Alle früheren Dampfmaschinen benötigten außerdem einen Kessel, in diesem wurde Wasser erhitzt, so dass der entstehende Dampf in den Zylinder geführt werden konnte und somit den Kolben darin bewegte. Die Kessel waren handgemacht, deswegen einzigartig aber auch kurzlebig; sie mussten große Leistungen vollbringen. Außerdem wurden oft mehrere Kessel an einem Ort gebaut, so konnte die Dampfmaschine kontinuierlich laufen.

Als der Dampf in den Zylinder gelangte trieb er dort einen Kolben nach oben. Die Bewegung des Kolbens war also oszillierend<sup>24</sup>. Mit einem Balancier wurde die Kraft auf ein Pumpengestänge übertragen um Pumpen anzutreiben, oder auf eine Kurbelstange, Kurbel und Schwungrad, um eine Rotationsbewegung zu erlangen. Doch der Balancier verbrauchte viel Energie. Das Ziel war es also Dampfmaschinen ohne Balancier zu bauen, um so viel Energieverlust wie möglich zu vermeiden.

Bis dahin waren die Zylinder "stehend", man versuchte das Problem zu lösen in dem man sie "legte". Dabei gab es aber einige Nachteile, so verschliss zum Beispiel die Unterseite der Dichtung schnell, dennoch gab es einige Versuche mit liegenden Zylindern. Erst 1852 entwickelte J. Ramsbottom „einfache, selbstfedernde Kolbenringe“ die es möglich machten liegende Zylinder erfolgreich einzusetzen. Stehende Zylinder blieben trotzdem verbreitet, vor allem im Schiffsbau.

Ein größerer Zylinder in der Dampfmaschine bedeutete größere Leistung. Doch um 1800 gab es bei der Herstellung von Zylindern Grenzen, die Leistung einer Maschine war also begrenzt. Um dennoch leistungsfähigere Dampfmaschinen herzustellen benutzte man einfach anstelle eines großen, zwei oder mehrere kleinere Zylinder die die gleiche Arbeit verrichteten. Die erste Idee einer solchen Mehrzylindermaschine stammte 1725 von J. Leopold, doch erst 1763 wurde eine von Polsunow gebaut. Es gab verschiedene Arten von Merhzylindermaschinen: Zwillings- oder Drillingsmaschinen, Tandemmaschinen und Kombinationen davon.

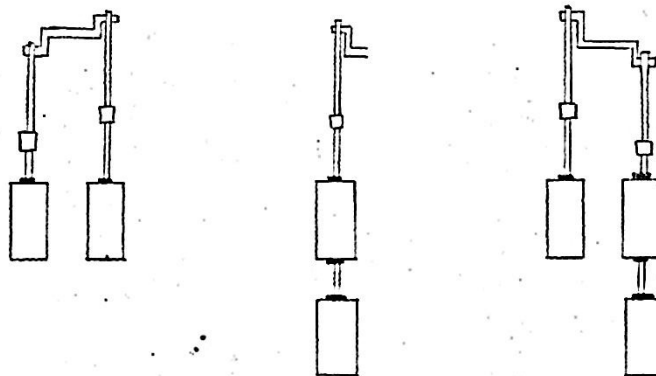


Abbildung 21 : Zwillingsmaschine, Tandemmaschine und eine Kombination aus beidem. ( Von links nach recht)

<sup>24</sup> phys.: etwas schwingt hin und her, in diesem Fall in einer Auf- und Ab-Bewegung.

## ***DER KONDENSATOR***

Der Kondensator ist ein vom Zylinder getrennter Behälter, der dazu dient den Dampf abzukühlen und somit Wärmeverluste im Zylinder, die bei Newcomens Maschine entstanden, zu vermeiden. Der verbrauchte und somit abkühlende Dampf gelangt vom Zylinder in den Kondensator und verflüssigt sich, da Wasser eingespritzt wird. Bei Watts einfachwirkender Dampfmaschine wurde nur der Dampf von einer Seite des Kolbens in den Kondensator eingelassen, während bei seiner doppelwirkenden Dampfmaschine der Dampf von beiden Seiten abwechselnd in den Kondensator gelangte.

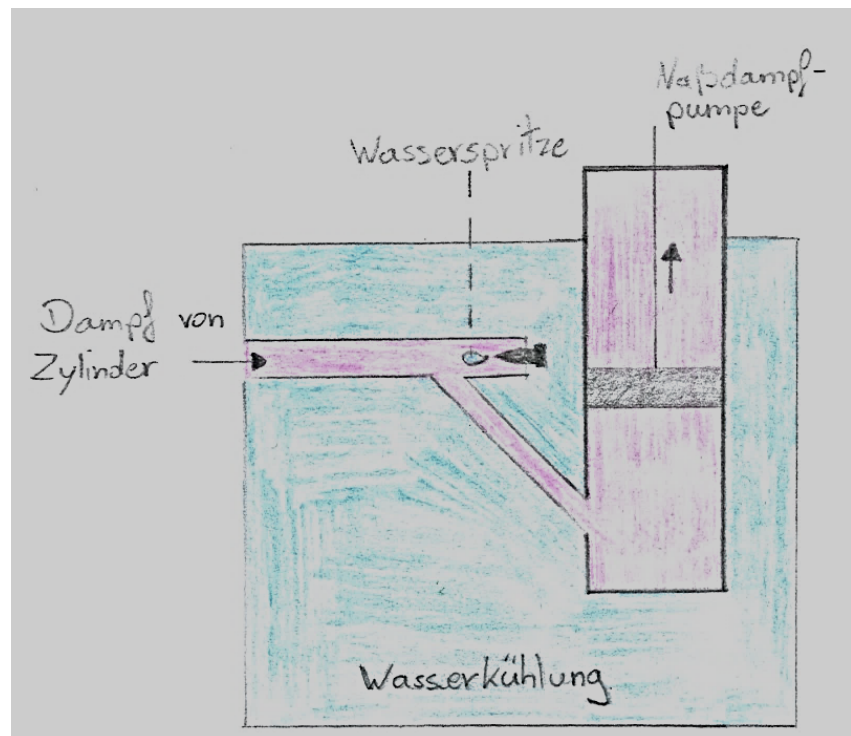


Abbildung 22 : Der Kondensator

## PRINZIP DER ATMOSPÄRISCHEN DAMPFMASCHINE

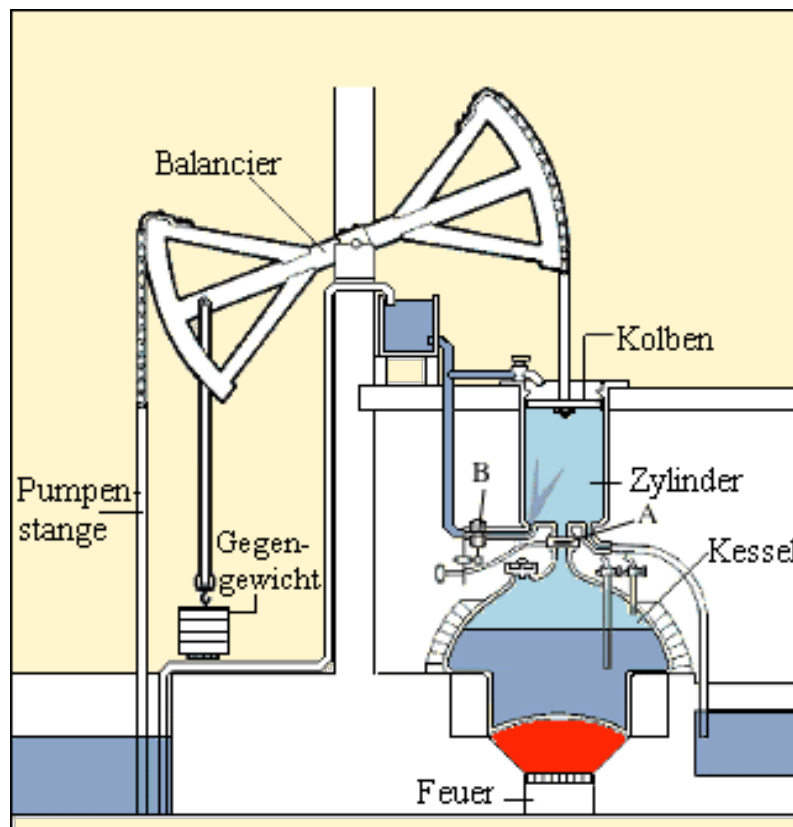


Abbildung 23 : Schema der atmosphärischen Dampfmaschine

Um das ganz einfache Prinzip der Dampfmaschine zu veranschaulichen beginnen wir mit Newcomens atmosphärischen Dampfmaschine. Bei folgender Erklärung beziehen wir uns auf das Schema oben.

Als Erstes wird das Wasser im Kessel zu Dampf erhitzt. Zu diesem Zeitpunkt ist das Ventil A noch geschlossen. Da Wasser eine größere Dichte hat als Wasserdampf entsteht ein Überdruck im Kessel. Das Ventil A wird geöffnet und der Wasserdampf entweicht in den Zylinder. Die Kraft des eintretenden Wasserdampfs drückt den Kolben nach oben. Ist der Zylinder vollkommen mit Wasserdampf gefüllt, wird das Ventil A wieder geschlossen. Über den Balancier wird die Pumpenstange nach unten gedrückt. Der Wasserdampf im Zylinder wird abgekühlt und wird wieder zu Wasser, das eine größere Dichte hat. Der Kolben wird durch den so entstandenen Unterdruck nach unten gedrückt. Die Hebelbewegung über den Balancier zieht die Pumpenstange wieder nach oben. Das Ventil B wird geöffnet und das Wasser entweicht durch ein Rohr, bis kein Wasser mehr im Zylinder ist, dann wird das Ventil B wieder geschlossen und der ganze Kreislauf beginnt von neuem.

## PRINZIP DER NIEDERDRUCKDAMPFMASCHINE

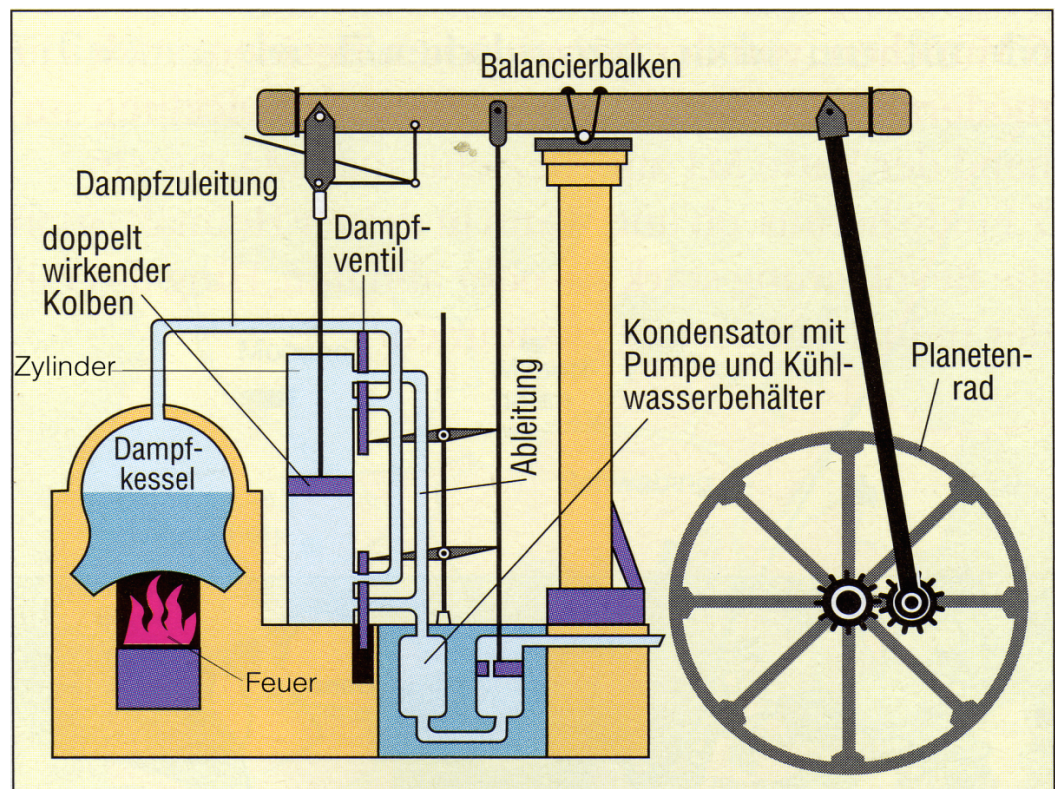


Abbildung 24 : Schema der Niederdruckdampfmaschine

Das war der ganz basische Aufbau der Dampfmaschine, doch bekanntlich hat Watt die atmosphärische Dampfmaschine weiter entwickelt. Nun schauen wir uns James Watts verbesserter Version der Dampfmaschine genauer an.

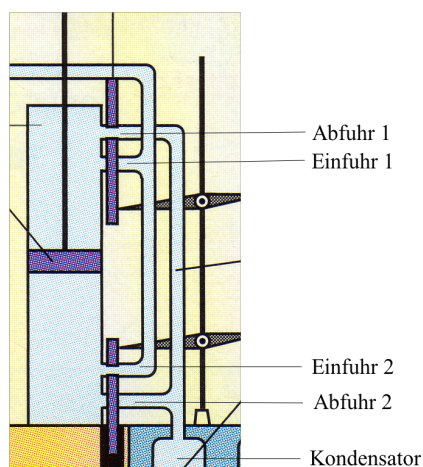


Abbildung 25 : Das doppelwirkendes Dampfventil

James Watt hat erkannt, dass man nicht nur die Ab-Bewegung des Kolbens nutzen kann, sondern auch die Auf-Bewegung, somit wurde die Dampfmaschine erheblich effizienter. Er entwickelte ein doppelwirkendes Dampfventil.

Auf dem Bild (links ←) ist erkennbar, dass das Ventil der Einfuhr 2 und das der Abfuhr 1 geöffnet ist. So kann der im Kessel erhitze Wasserdampf (siehe Bild oben ↑) durch die Einfuhr 2 in das untere Teil des Zylinders strömen. Es entsteht ein Überdruck. Gleichzeitig kann der bereits ein wenig abgekühlte Wasserdampf durch die Abfuhr

1 aus dem oberen Abschnitt des Zylinders entweichen. Durch ein Rohr wird er in den Kondensator gebracht (siehe Bild Seite 43 links), wo er dann wieder vollends zu Wasser abkühlt. Der ausweichende Wasserdampf des oberen Teiles des Zylinders führt dazu, dass wieder ein Unterdruck oben entsteht. Nun wird der Kolben von unten gedrückt, durch den Überdruck und von oben gezogen, durch den Unterdruck. Es erfolgt eine Aufwärtsbewegung. Die Bewegung wird sofort auf den Balancierbalken übertragen, der die Bewegung über einen Balken, an dem vorne ein inflexibles Zahnrad befestigt ist, abgibt. Dieses Zahnrad treibt ein weiteres an, das an einem großen Rad befestigt ist. Man spricht vom Planetengetriebe<sup>25</sup>. Durch die Aufwärtsbewegung des Kolbens wird also der rechte Teil des Balancierbalkens und somit auch das Zahnrad 1 nach unten gedrückt und das Rad gedreht. Die Energie des Dampfes wird in eine Bewegung umgewandelt.

Das Rad hat also eine halbe Umdrehung gemacht und der Kolben ist ganz oben angekommen. Das ist der Moment, in dem die Abfuhr 1 und die Einfuhr 2 geschlossen und die Abfuhr 2 und die Einfuhr 1 geöffnet werden. Nun läuft das ganze Geschehen anders herum ab. Wasserdampf strömt über dem Kolben in den Zylinder und drückt den Kolben wieder nach unten. Gleichzeitig strömt der Wasserdampf unter dem Kolben durch die Abfuhr in den Kondensator. Der Kolben wird nach unten gedrückt und übt wieder eine Hebelwirkung auf den Balancierbalken aus. Das Zahnrad bewegt das Rad wieder um eine halbe Umdrehung.

Dann werden das Ventil der Abfuhr 2 und das der Einfuhr 1 wieder geschlossen und die anderen wieder geöffnet und der ganze Zyklus beginnt von neuem.

Durch die beidseitige Nutzung im Zylinder entsteht eine gleichmäßige Bewegung des Rades, so dass die Energie gleichmäßig genutzt werden kann und nicht mehr pulsartig wie bei Newcomens Maschine. Außerdem erhöht diese Methode den Wirkungsgrad erheblich, da die ganze Energie genutzt wird.

---

<sup>25</sup> siehe-> Geschichte der Dampfmaschine: Wiliam Murdoch Seite 18



# DAS PRINZIP DER HOCHDRUCKDAMPFMASCHINE

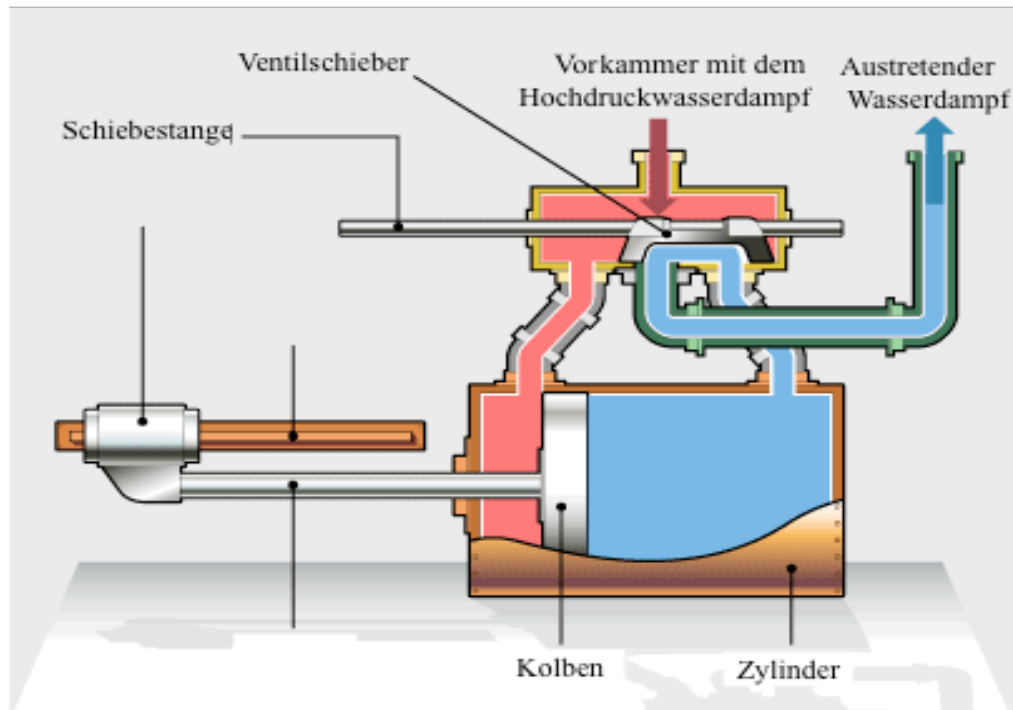


Abbildung 26 : Schema der Hochdruckdampfmaschine

Bei der Hochdruckdampfmaschine wird der Wasserdampf bis weit über 100°C erhitzt. Der bis zu 400 °C heiße Wasserdampf steht nun unter enormen Druck. Das Ventil wird geöffnet und der Wasserdampf strömt in den Zylinder. Durch den extremen Druck wirkt eine enorme Kraft auf den Kolben. Gleichzeitig wirkt der Ventilschieber so, dass der bereits im Zylinder vorhandene Wasserdampf entweichen kann. Durch die extremen Temperaturen zuvor kühlt der Wasserdampf unheimlich schnell ab und zieht sich zu Wasser zusammen. Der so entstehende Unterdruck unterstützt die Bewegung des Kolbens. Da der Wasserdampf so schnell abkühlt, ist ein Kondensator nun mehr unnötig. Ist der Zylinder wieder voll mit Wasserdampf, wird der Ventilschieber auf die andere Seite geschoben und das ganze beginnt von neuem, doch nun von der anderen Seite.

## D5 DAMPFMASCHINENBAUSATZ

Doch die Theorie ist noch immer ein wenig anders als die Praxis. Deshalb haben wir uns eine Model-Dampfmaschine bestellt. Wir versuchen damit den technischen Teil der Dampfmaschine sowohl besser zu verstehen, als auch verdeutlichen zu können. Das Modell wird von uns Schritt für Schritt zusammengebaut und dokumentiert.

Wir haben uns für den Bausatz D5 der Firma Wilesco entschieden. Dieses Modell ist sehr basisch und dient vor allem, der Veranschaulichung des Funktionsprinzips einer Dampfmaschine. Bei diesem Modell handelt es sich nicht um eine Nachbildung einer historisch datierten, Dampfmaschine, sondern:

*„Wilesco stellt Modelldampfmaschinen her, die in erster Linie das Funktionsprinzip der Dampfmaschine zeigen soll. Bei allen stationären Dampfmaschinen von Wilesco gab es keine direkte historische Vorlage.“*

- Mike Stimming Vertriebsleiter / Sales Director von Wilesco

*Bericht:*

Zuallererst haben wir uns die einzelnen Teile rausgelegt um nachzusehen, ob das Set vollständig ist. Dann fangen wir an die Dampfmaschine zusammenzubauen mit Hilfe der Bauanleitung.



Abbildung 27 : Das Set, Die Bauanleitung, Die Werkzeuge und Schrauben, Da Gehäuse, weitere Bestandteile (von links nach rechts, von oben nach unten)



Wir haben den Kesselhaltebügel von unten durch das Kesselhaus nach oben geschoben, bis er mit den abgewinkelten Seiten in den Aussparungen eingerastet ist, welche sich im oberen Rand des Kesselhauses mittig befinden. Der Bügel bleibt aufgrund der Eigenspannung in dieser Position. Den Kessel haben wir dann zwischen Kesselhaltebügel und Kesselgehäuse geschoben, bis er eingerastet ist, indem das Wasserstandglas auf der Seite des Feuerlochs ist.



Abbildung 28 : *Das Gehäuse*

Danach haben wir die Brennerführung in die dafür vorgesehenen Schlitzte der Grundplatte eingesteckt, mit der Spitze nach vorne. Die Befestigungslappen der Brennerführung auf der Unterseite der Grundplatte haben wir mit einem stumpfen Gegenstand nach außen gebogen. Dann haben wir das fertige Kesselhaus mit dem darauf montierten Kessel zuerst mit der Vorderseite in den langen Schlitz der Grundplatte eingehakt, anschließend haben wir hinten die beiden anderen Lappen durch die Grundplatte gesteckt und diese auch umgebogen. Zum Schluss haben wir die beiden Aufkleber auf die Seite der Grundplatte geklebt.



Abbildung 29 : *Der Kessel auf dem Gehäuse*

Folglich schoben wir auf die kurze Seite der Schwungradachse einen Lagerbock, dann schraubten wir die Kurbelscheibe auf. Auf der anderen Seite des Schwungrades schoben wir nacheinander das Distanzrohr, einen Lagerbock und die Unterlegscheibe, anschließend schraubten wir die Schnurlaufrolle auf. Hinterher zogen wir die Kurbelscheibe und die Schnurlaufrolle gegeneinander fest. Diese Schwungradeinheit haben wir dann mit den Schrauben und den Muttern auf der Grundplatte montiert, so dass die Kurbelscheibe nach außen zeigt.

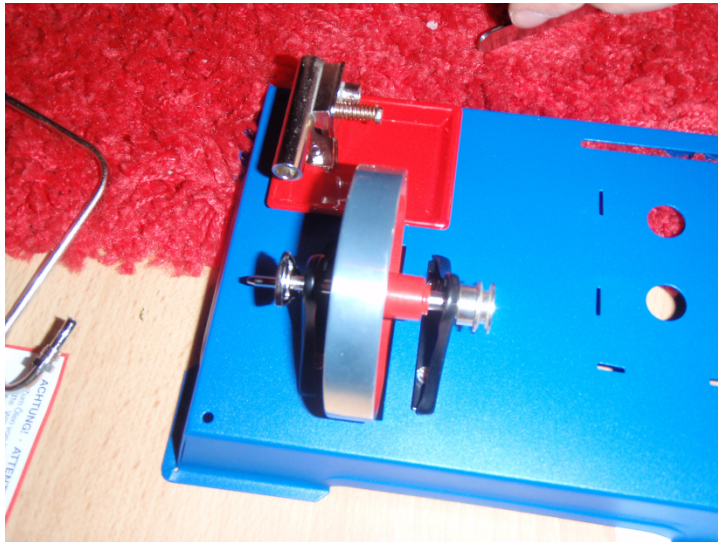


Abbildung 30 : Das Schwungrad und der Zylinder

Die Feder und die Schieberwand steckten wir auf die Schraube und diese haben wir mit fünf bis sechs Umdrehungen in die Gewindebohrung des Zylinders eingeschraubt. Dann befestigten wir die Schieberwand sowie die Kondenswasserschale mit zwei Schrauben und Muttern auf der Grundplatte. Die Schrauben haben wir von unten durch die entsprechenden Bohrungen geschoben. Auf dem Kessel befinden sich drei Gewindebohrungen. In die mittlere und in die Gewindebohrung der Schieberwand, welche mit der Gewindebohrung im Kessel identisch ist, legten wir je ein kleiner Dichtungsring ein. Die Blende auf der Schieberwandseite haben wir mit der Öffnung nach unten über die Stopfbuchsensschrauben gestülpt und die sich auf dem Dampfrohr befindenden zwei Stopfbuchsensschrauben haben wir in die dafür vorgesehenen Gewindebohrungen leicht eingeschraubt. Nachdem die Kolbenstange in den Zylinder gesteckt und über den Stift der Kurbelscheibe geschoben wurde, haben wir geprüft ob der Zylinder im rechten Winkel zur Radachse steht. Anschließend haben wir die beiden Stopfbuchsensschrauben des Dampfrohres mit dem beigegeführten Maulschlüssel leicht festgezogen. Nun haben wir

die Pfeife und das Federsicherheitsventil jeweils mit einem großen Dichtring versehen, in den Kessel eingeschraubt und von Hand festgezogen. Die Pfeife kann man durch Kombination von verschiedenen Dichtungen in die richtige Position bringen. Den Brennerschieber haben wir danach unter den Kessel geschoben und den Kamin haben wir aufgesteckt. Nun ist der Bau dieser Dampfmaschine abgeschlossen und kann in Betrieb genommen werden.

Schlussendlich haben wir versucht die Dampfmaschine in Gang zu setzen, indem wir Trockenbrennstoff in dem Brennerschieber angefangen haben und ihn danach wieder unter den Kessel geschoben haben, doch es hat nicht funktioniert da wir vergessen hatten den Zylinder zu ölen. Eine Woche später haben wir es wieder versucht und dieses Mal hat die Dampfmaschine ohne Probleme funktioniert.



Abbildung 31 : Die fertige Dampfmaschine

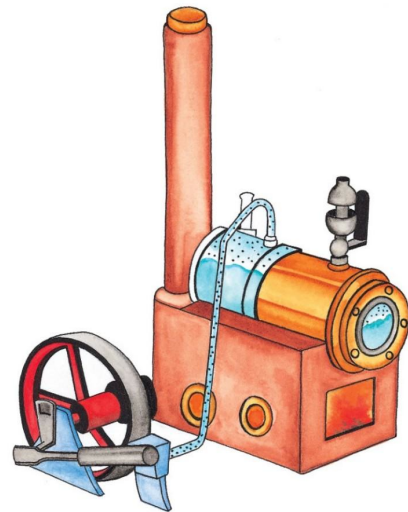


Abbildung 32 : Schema der fertigen Dampfmaschine



Abbildung 33 : Und jetzt mit Öl

Nun ist die Modelldampfmaschine also zusammen gebaut und funktionstüchtig.

Bei diesem Model handelt es sich um eine Niederdruck-Dampfmaschine. Doch anders als bei dem watt'schen Modell, das wir ihnen vorgestellt haben, wird hier die Bewegung des Kolbens direkt in die Drehbewegung des Schwungrades übertragen, der Balancierbalken fällt also weg. Außerdem ist ein doppelwirkender Zylinder eingebaut, das heißt, dass der Dampf doppelseitig genutzt wird, wie bei dem Modell auf Seite 30.

Nun haben kennen wir die Geschichte der Dampfmaschine und ihren Aufbau, wir hatten sogar einen kleinen Einblick in ihre Bedeutung, sie war wichtig für die industrielle Revolution und in Form der Lokomotive hat sie Verbindungen geschaffen. Doch wie sieht es heute mit der Dampfmaschine aus? Gibt es sie noch? Falls ja, wo? Vielleicht wurde sie weiterentwickelt und ist heute in anderen Bereichen zu finden. Antworten auf diese

## **DIE DAMPFMASCHINE HEUTE**

Fragen sind im folgenden Kapitel zu lesen.

### ***WO GIBT ES HEUTE DAMPFMASCHINEN?***

Die Dampfmaschine wird heutzutage nicht mehr viel benutzt, da sie durch schnellere und effektiver Maschine, wie z.B. den Verbrennungsmotor, ersetzt worden ist. Doch



man begegnet ihr noch ab und zu an mancher Stelle. Allerdings sind diese Dampfmaschinen weiterentwickelt oder nicht mehr im Einsatz. Man findet die Dampfmaschine in verschiedenen Arten wieder, wie zum Beispiel, als Dampfturbine, als Dampflokomotive oder als Dampfschiff. Sie funktionieren aber alle nach dem gleichen Prinzip.

Im ‚Fond-de-Gras‘ in Luxembourg gibt es noch ein paar Liebhaber der Dampfmaschine, die sich jedes Wochenende Zeit nehmen um an diesen Dampfmaschinen und Dampflokomotiven zu arbeiten. Manchmal gibt es auch Veranstaltungen, wo man mit den Dampflokomotiven eine Rundfahrt machen kann. Solche Exemplare gibt es auch in Sachsen und in Bayern.

Die Nutzung von Dampfschiffen reicht noch bis ins 20. Jahrhundert. Eines der bekanntesten war die *RMS Titanic* eines der drei Dampfer der *Olympic*-Klasse. Die Baureihe, mit den größten Dampfmaschinen. Doch das schnellste seiner Art war das Passagierschiff *United States*, das 1952 fertiggestellt wurde. Doch schließlich wurden die Dampfschiffe durch Flugmaschinen ersetzt.

Die Weiterentwicklung der Dampfmaschine, die man heutzutage noch am häufigsten wiederfindet ist die Dampfturbine. Sie wird unter anderem in Kohlekraftwerken, Atomkraftwerken und in der Nutzung der Geothermie-Kraft verwendet.

### ***FUNKTION DER DAMPFTURBINE***

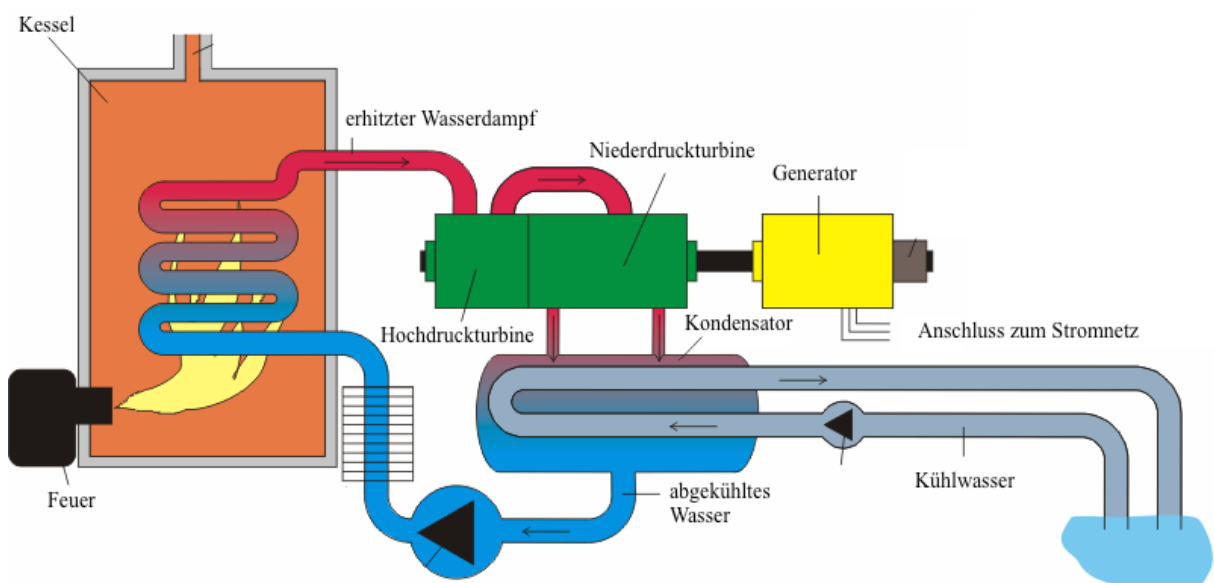


Abbildung 34 : Schema einer Dampfturbine

Das Prinzip der Dampfturbine besteht darin, die thermische Energie<sup>26</sup> von erhitztem Wasser, also Wasserdampf, in kinetische Energie<sup>27</sup> umzuwandeln. Dies geschieht folgendermaßen:

Zuerst wird das Wasser im Kessel zu Wasserdampf erhitzt. Dies erfolgt noch nach dem gleichen Prinzip, wie bei der Dampfmaschine. Wenn der Dampf genug erhitzt ist, wird er durch ein Rohr in die Turbine geleitet. Dort wird durch den Druck des Wasserdampfes eine Turbine angetrieben, die die Wärmeenergie des Wasserdampfes in Bewegungsenergie umwandelt. Die somit produzierte Energie wird im Generator zu handelsüblichem Strom umgewandelt. Der bereits ein wenig abgekühlte Wasserdampf kommt in den Kondensator, wo er vollends abgekühlt wird, um wieder als Wasser in den Kessel zu gelangen. Der ganze Zyklus beginnt von neuem.

Nach diesem Prinzip funktionieren auch Atomkraftwerke (d.h. Kernkraftwerke). In den Reaktorstäben entsteht eine enorme Hitze, diese wird dann anstelle von Feuer (siehe Bild oben ↑) benutzt um das Wasser zu Wasserdampf zu erhitzen. Ansonsten arbeitet es nach genau dem gleichen Prinzip, wie das Schema oben verbildlicht.

Das Kohlekraftwerk nutzt genau das gleiche Prinzip, nur dass in ihrem Fall das Wasser mit Kohle erhitzt wird, wie schon bei der Dampfmaschine.

Bei der Nutzung der geothermischen Energie, werden die heißen Quellen im Boden genutzt um Wasser zu Dampf zu erhitzen, der dann auf der Erdoberfläche wieder durch Turbinen in Strom umgewandelt wird. Ein Beispiel, wo diese Methode häufig angewendet wird ist in Island, da es dort zahlreiche dieser heißen Stellen im Boden gibt.

Doch die Dampfturbine ist nicht die einzige Form, in der die Dampfkraft heutzutage noch genutzt wird. Noch immer werden Dampfmaschinen in den Steinkohlemienen genutzt um Förderanlagen anzutreiben. Außerdem findet man sie auch zur Beförderung der Kohle auf der Mine, über Hebemaschinen usw. wieder.

---

<sup>26</sup> Als thermische Energie bezeichnet man die Fähigkeit eines Körpers, Wärme an seine kältere Umgebung abzugeben - dabei verringert sich seine thermische Energie. (<http://www.rs-elxleben.de/Physik/therm8/th-energie-waerme.htm>)

<sup>27</sup> die mechanische Energie, die ein Körper aufgrund seiner Bewegung besitzt. (Der große Brockhaus; 1990)

## **SCHLUSSFOLGERUNG**

### **WAS WÄRE PASSIERT, WENN MAN DIE DAMPFMASCHINE NICHT ERFUNDEN HÄTTE?**

Über einen langen Zeitraum hinweg, wurden Maschinen mit Muskelkraft von Mensch oder Tier, mit Wasser- oder Windkraft angetrieben. Erst durch die Nutzung von Dampfkraft entfalteten sich die Maschinen, sie konnten nun wirkungsvoller sein und in mehr Bereichen eingesetzt werden. Schon in der Antike wusste man von der Kraft des Dampfes, doch erst zu Beginn des 18. Jahrhunderts lernte man dessen Potential zu erkennen und auszuschöpfen. James Watt war zwar nicht der Erfinder der Dampfmaschine, doch erst durch ihn wurde sie rentabel. Nach ihm kamen viele Wissenschaftler, Ingenieure, Mechaniker und verbesserten sie immer weiter und durch Stephenson fuhren sie plötzlich auf Schienen. Die Dampfmaschine war nicht mehr wegzudenken, sie war der Mittauslöser für einen Umschwung in der Gesellschaft.

Wenn man keine Dampfmaschine erfunden hätte, wäre die Gesellschaft nicht auf dem mechanischen Stand der Ideen, wie sie es heute ist. Vor ungefähr 200 Jahren wurden fast alle Maschinen von einer Dampfmaschine angetrieben, sie erzeugte schlichtweg viel Energie. Die Dampfmaschine wurde als Transportmittel benutzt, auf den Eisenbahnen oder in Schiffen, die ebenfalls mit einer Dampfmaschine angetrieben wurden, zum Beispiel die Titanic.

Unsere persönlichen Meinungen:

Maxine:

„Ich vermute ohne die Erfindung der Dampfmaschine wären wir nicht auf dem Stand der Industrialisierung wo wir heute sind. Es gäbe höchstwahrscheinlich keine Züge, keine großen Schiffe und keine Atomkraftwerke. Allerdings wenn wir keine Atomkraftwerke hätten, wäre es nicht unbedingt negativ, denn wir würden damit große Risiken vermeiden. Andererseits könnte man vermuten, dass jemand später eine Dampfmaschine erfunden hätte, da es aber eine wichtige Erfindung war für unsere Industrialisati-

on. Es könnten aber auch viele andere und ähnliche Erfindungen geben, ohne die Dampfmaschine. Meiner Meinung nach würden wir aber nicht noch immer wie früher im 19. Jahrhundert leben.“

Anna:

„Ich frage mich, wenn die Dampfmaschine nicht erfunden worden wäre, ob wir dann jetzt immer noch auf dem technischen Standpunkt des Mittelalters, oder wenigstens des Barocks leben würden. Die Dampfmaschine wurde nach der Aufklärung erfunden, eine Zeit des Fortschritts. Die Dampfmaschine war ja nicht nur essentiell für die technische Weiterentwicklung, sondern hat auch einen Umbruch in der sozialen Gesellschaft mit sich gebracht. Von nun an konnte man sich alleine durch Können und Geschick hocharbeiten, die Zeit der Neureichen. Ich bezweifle, dass es diesen Umbruch der Gesellschaft ohne die Dampfmaschine nicht gegeben hätte, denn die Dampfmaschine, und somit auch die Entstehung der Arbeiterklasse, war nur der Stein, der das ganze ins Rollen gebracht hat. Hätte es keine Dampfmaschine gegeben, hätte sich ein anderer metaphorischer Stein finden lassen. Dazu kommt noch, dass meiner Meinung nach die Erfindung und Weiterentwicklung der Dampfmaschine unausweichlich war, denn die Nutzung der Dampfkraft lag auf der Hand, wäre nicht Papin auf die Idee gekommen, wäre es ein anderer. Wahrscheinlich hätte der Zeitpunkt geändert, doch die Erfindung an sich nicht. Vielleicht wären wir durch eine Verspätung der Erfindung, heute noch nicht auf dem derzeitigen technischen Standpunkt, doch würde dieser mit Sicherheit kommen.“

Lia:

„Ok, mal überlegen. Das ist schwierig. Da wir ja gesehen haben, dass viele Leute die Idee hatten Nutzen aus der Dampfkraft zu ziehen. Angenommen, keiner hätte damit etwas anfangen können. Dann hätte man nicht tiefer in Minen graben können, Rohstoffe würden vielleicht schneller knapp geworden sein und Fabriken hätten nicht mit Dampfmaschinen angetrieben werden können. Die Gesellschaft hätte sich folglich nicht so schnell weiterentwickelt, die Industrialisierung wäre ausgeblieben oder verzögert, sie wäre vielleicht mit dem Entdecken der Elektrizität gekommen. Die Dampflokomobile und -lokomotiven sollte man nicht vergessen. Die Verbindungen mit weitentfernten Orten, Güter- und Personentransport wären ausgeblieben, kein Austausch dieses Ausmaßes hätte stattgefunden. Auch hier wäre das alles wohl erst mit der Elektrizität gekommen, denn einen Verbrennungsmotor hätte man vermutlich auch nicht entwickelt.“



## **BRAUCHT DIE GESELLSCHAFT HEUTE NOCH DAMPFMASCHINEN?**

Die Dampfmaschinen die als Fahrzeugantrieb dienten wurden von Verbrennungsmotoren abgelöst, weil sie ohne Aufwärmzeit sofort starten, größere Leistungen bringen und komfortabler zu bedienen sind.

Die Dampfmaschine erwies sich auch als zu teuer und zu schwerfällig. Außerdem ist in einer Dampfmaschine viel Eisen verbaut und Eisen wird auch immer teurer.

Am längsten gab es die Dampflokomotiven, doch die wurden dann auch abgelöst durch Diesellokomotiven und Elektrolokomotiven, denn diese waren leiser, praktischer und billiger. Außerdem ist die Kohle teurer geworden und die Dampfmaschinen waren nicht so schnell unterwegs. Aber in China gibt es noch aktive Dampfloks, weil dort die Kohle noch nicht so teuer ist und deswegen sind dort Dampflokomotiven rentabler.

# BIBLIOGRAPHIE

## BUCHQUELLEN

- Christmann, Helmut (1976): Technikgeschichte in der Schule, Otto Maier Verlag, Ravensburg.
- Das große Volkslexikon - 1000 Fragen & Antworten - Die Großen der Geschichte, Wissensbibliothek 8; 2006 Wissen Media Verlag GmbH; Gütersloh/Münster und Axel Springer AG; Hamburg
- Der Brock Haus in einem Band. 10., neu bearbeitete Auflage, F.A. Brockhaus; Leipzig, Mannheim
- Die Geschichte der Dampfmaschine, Historische Entwicklung - Industriegeschichte - Technische Denkmale; Otfried Wagenbreth - Helmut Düntzsch - Albert Gieseler ; Aschendorff Verlag ; 2. Auflage 2011; ISBN: 978-3-402-05264-8
- Heike Le Ker, 09.04. 2009, Automaten der Antike: Wie die Götter die Tempeltüren öffneten, Der Spiegel-online, <http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/automaten-der-antike-wie-die-goetter-die-tempeltueren-oeffneten-a-618229.html>
- Hein, Christian, e.a. (2004): Technik Duden Basiswissen Schule, Brockhaus AG Mannheim.
- Matthes, Michael (1986): Technik zwischen Bürgerlichem Idealismus und beginnender Industrialisierung in Deutschland, VDI-Verlag, Düsseldorf.
- Meilensteine der Menschheit-Hundert Entdeckungen, Erfindungen und Wendepunkte der Geschichte; Jürgen Hotz; Brockhaus GmbH, Leipzig; 2. Auflage; S.198-201
- Radunz, K. (1907). *100 Jahre Dampfschiffahrt 1807-1907*. Rostock i.M.: Volckmann.
- Wagenbreth, Otfried, e.a.(2002): Die Geschichte der Dampfmaschine, Aschendorff Verlag, Münster.

## BILDER QUELLEN

Abb.1:[http://www.mechanicalarts.de/media/wysiwyg/con-antike/Antike\\_dampfkanone.jpg](http://www.mechanicalarts.de/media/wysiwyg/con-antike/Antike_dampfkanone.jpg)

Abb.2: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Aeolipile\\_illustration.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Aeolipile_illustration.png)

Abb.3:[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4d/De\\_Rebus\\_Bellicis\\_obra\\_anonima\\_364-378\\_d.C.\\_-sepia.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4d/De_Rebus_Bellicis_obra_anonima_364-378_d.C._-sepia.jpg)

Abb. 4: Selbst gemalt, inspiriert an *Die Geschichte der Dampfmaschine*; Seite 17

Abb. 5: *Die Geschichte der Dampfmaschine*; Seite 17

Abb. 6: <http://nibis.ni.schule.de/~fk21mkno/lokomobi.htm>

Abb. 7: <http://www.angelfire.com/journal/millrestoration/hopperboy.gif>

Abb.8:[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/02/Oliver\\_Evans\\_-\\_Steam\\_carriage.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/02/Oliver_Evans_-_Steam_carriage.jpg)

Abb. 9: <http://bmsgrade4cinventions.blogspot.com/2010/11/lino-biography-of-richard-trevithick-my.html>

Abb. 10: [http://www.locos-in-profile.co.uk/Early\\_Locomotives/Early\\_1.html](http://www.locos-in-profile.co.uk/Early_Locomotives/Early_1.html)

Abb.11: [http://bilder.wanted.de/b/64/76/85/00/id\\_64768500/tid\\_da/die-salamanca-von-blenkinsop-und-murray-war-die-erste-zahnradlokomotive-der-welt-sie-arbeitete-von-1812-bis-1835-als-zechenlok-.jpg](http://bilder.wanted.de/b/64/76/85/00/id_64768500/tid_da/die-salamanca-von-blenkinsop-und-murray-war-die-erste-zahnradlokomotive-der-welt-sie-arbeitete-von-1812-bis-1835-als-zechenlok-.jpg)

Abb. 12: <http://www.bloomberg.com/photo/steam-engine/-iDGCRJ5aggL4.html>

Abb. 13: selbst gemalt, inspiriert an: *Die Geschichte der Dampfmaschine*; Seite 58

Abb. 14: <http://www.gutenberg.org/files/35916/35916-h/images/illo161.png>

Abb. 15: Eigenes Foto aus *Science Museum, London, Energie Hall & James Watt and our World*

Abb. 16: [http://www.sciencemuseum.org.uk/on-line/energyhall/images/engine\\_table.jpg](http://www.sciencemuseum.org.uk/on-line/energyhall/images/engine_table.jpg)

Abb.17:[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/09/Steam\\_locomotive\\_rocket.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/09/Steam_locomotive_rocket.png)

Abb. 18: <http://www.higginbotham.com.au/industrialarchaeology.html>

Abb. 19: *Die Geschichte der Dampfmaschine*

Abb. 20:<http://uploads3.wikipaintings.org/images/william-turner/the-fighting-temeraire-tugged-to-her-last-berth-to-be-broken-up.jpg>

Abb. 21: selbst gemalt, inspiriert an *Die Geschichte Der Dampfmaschine; Seite 39*

Abb.22: eigene Skizze, abgemalt: <http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/waermekraftmaschinen/lb/dampfmaschine-watts-geniale-entwicklung>

Abb.23:[http://www.leifiphysik.de/sites/default/files/medien/newcomen1\\_waermekraftmaschine\\_aus.gif](http://www.leifiphysik.de/sites/default/files/medien/newcomen1_waermekraftmaschine_aus.gif) (Manipuliert)

Abb.24:<http://luipogym1.files.wordpress.com/2010/01/schnitt-durch-dampfmaschine006.jpg> (Manipuliert)

Abb.25:<http://luipogym1.files.wordpress.com/2010/01/schnitt-durch-dampfmaschine006.jpg> (Manipuliert)

Abb. 26: <http://static.ddmcdn.com/gif/steam-labels-a.gif> (Manipuliert)

Abb. 27 - Abb. 32: selbst geschossene Fotos

Abb.33:<http://www.wissen.de/sites/default/files/styles/lightbox/public/wissensserver/jadis/incoming/516356.jpg?itok=awgGoszM>

Abb. 34: selbst geschossenes Foto

Abb.35:<http://www.haustechnikdialog.de/shkwissen/Images/Schema-Dampfkraftwerk.jpg> (Manipuliert)

## INTERNETQUELLEN

<http://books.google.de/books?id=10R4AgAAQBAJ&pg=PA406&lpg=PA406&dq=arthur+woolf+dampfmaschine&source=bl&ots=tIPsP5ZmN0&sig=bQAFD2T-WNwcUHuL-JMJJSq6UyHM&hl=de&sa=X&ei=CZv6Us7PKeOu7Aby84Ag&ved=0CCsQ6AEwAQ#v=onepage&q=arthur%20woolf%20dampfmaschine&f=false>

[http://books.google.lu/books?id=2kV4AgAAQBAJ&pg=PA118&lpg=PA118&dq=D-schieber+murray&source=bl&ots=lv73JSrfdU&sig=ZW\\_NcI1X78pFXTavJHXn\\_tX5-UU&hl=de&sa=X&ei=-f\\_5UqnUN82thQf79oCYBQ&redir\\_esc=y#v=onepage&q=D-schieber%20murray&f=false](http://books.google.lu/books?id=2kV4AgAAQBAJ&pg=PA118&lpg=PA118&dq=D-schieber+murray&source=bl&ots=lv73JSrfdU&sig=ZW_NcI1X78pFXTavJHXn_tX5-UU&hl=de&sa=X&ei=-f_5UqnUN82thQf79oCYBQ&redir_esc=y#v=onepage&q=D-schieber%20murray&f=false)

[http://books.google.lu/books?id=2kV4AgAAQBAJ&pg=PA120&lpg=PA120&dq=Muschelschieber+Murray&source=bl&ots=lv73JSraix&sig=se9u0beeP2HU6zLOgAmK6o4bneg&hl=de&sa=X&ei=Ov75Ur3QMsWShgeGoICIDA&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Muschelschieber%20Murray&f=false](http://books.google.lu/books?id=2kV4AgAAQBAJ&pg=PA120&lpg=PA120&dq=Muschelschieber+Murray&source=bl&ots=lv73JSraix&sig=se9u0beeP2HU6zLOgAmK6o4bneg&hl=de&sa=X&ei=Ov75Ur3QMsWShgeGoICIDA&redir_esc=y#v=onepage&q=Muschelschieber%20Murray&f=false)

[http://books.google.lu/books?id=MywKAAAAIAAJ&pg=PA37&lpg=PA37&dq=murray+1799+steam+engine&source=bl&ots=E2-A03Ah1p&sig=RHrm14YIcFZ1afJZz\\_DvFDV2Phs&hl=de&sa=X&ei=N\\_T5Up-SMZOThgfxz4G4Bg&ved=0CDkQ6AEwAQ#v=onepage&q=murray%201799%20steam%20engine&f=false](http://books.google.lu/books?id=MywKAAAAIAAJ&pg=PA37&lpg=PA37&dq=murray+1799+steam+engine&source=bl&ots=E2-A03Ah1p&sig=RHrm14YIcFZ1afJZz_DvFDV2Phs&hl=de&sa=X&ei=N_T5Up-SMZOThgfxz4G4Bg&ved=0CDkQ6AEwAQ#v=onepage&q=murray%201799%20steam%20engine&f=false)

<http://books.google.lu/books?id=pTxESXCSDJkC&pg=PA146&lpg=PA146&dq=dampfmaschine-chronik&source=bl&ots=CkMwYfleTc&sig=5F5p89sBQ6JailocxfDqWy5B9Fc&hl=de&sa=X&ei=x4L3UefkHcOyPNH9gZAE&ved=0CC8Q6AEwAw#v=onepage&q=dampfmaschine%20chronik&f=false>

[http://dampfmaschine.blogspot.com/2008/05/erfindung-der-dampfmaschine\\_29.html](http://dampfmaschine.blogspot.com/2008/05/erfindung-der-dampfmaschine_29.html)

<http://de.answers.yahoo.com/question/index?qid=20090607023031AAhBb1y>

<http://de.cyclopaedia.net/wiki/Planetenradgetriebe#pics>

[http://de.wikipedia.org/wiki/Dampfmaschine#Dampfmaschinen\\_heute](http://de.wikipedia.org/wiki/Dampfmaschine#Dampfmaschinen_heute)

[http://de.wikipedia.org/wiki/Henry\\_Maudslay](http://de.wikipedia.org/wiki/Henry_Maudslay)

[http://de.wikipedia.org/wiki/Oliver\\_Evans](http://de.wikipedia.org/wiki/Oliver_Evans)

[http://de.wikipedia.org/wiki/Richard\\_Trevithick](http://de.wikipedia.org/wiki/Richard_Trevithick)

[http://www.erih.net/index.php?id=217&no\\_cache=1&user\\_biographie\\_pi1%5BshowUID%5D=6265&L=1](http://www.erih.net/index.php?id=217&no_cache=1&user_biographie_pi1%5BshowUID%5D=6265&L=1)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Matthew\\_Murray#Fenton.2C\\_Murray\\_and\\_Wood](http://en.wikipedia.org/wiki/Matthew_Murray#Fenton.2C_Murray_and_Wood)

[http://fragen.focus.de/wissen/in-welchen-bereichen-werden-heute-noch-dampfmaschinen-eingesetzt-frage\\_17086.html](http://fragen.focus.de/wissen/in-welchen-bereichen-werden-heute-noch-dampfmaschinen-eingesetzt-frage_17086.html)

[http://www.bbc.co.uk/history/british/victorians/launch\\_ani\\_rocket.shtml](http://www.bbc.co.uk/history/british/victorians/launch_ani_rocket.shtml)  
<http://www.bbc.co.uk/1/mb/science.htm>

[http://home.arcor.de/tom.reichert/herr\\_maudslay.html](http://home.arcor.de/tom.reichert/herr_maudslay.html)

<http://inventors.about.com/library/inventors/blsavery1.htm>

<http://nibis.ni.schule.de/~fk21mkno/lokomobi.htm>

<http://peter-hug.ch/lexikon/lokomobile?Typ=PDF>

<http://temporati.de/Lokomobil.html>

<http://tu-dres->

[den.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/philosophische\\_fakultaet/fak/zit/lehre/ws\\_2009\\_2010/Die%20Industrielle%20Revolution%20und%20ihre%20Folgen.pdf](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/philosophische_fakultaet/fak/zit/lehre/ws_2009_2010/Die%20Industrielle%20Revolution%20und%20ihre%20Folgen.pdf)

[http://universal\\_lexikon.deacademic.com/224599/Dampfmaschine\\_und\\_industrielle\\_Revolution](http://universal_lexikon.deacademic.com/224599/Dampfmaschine_und_industrielle_Revolution)

[http://universal\\_lexikon.deacademic.com/224599/Dampfmaschine\\_und\\_industrielle\\_Revolution](http://universal_lexikon.deacademic.com/224599/Dampfmaschine_und_industrielle_Revolution)

[http://www.albert-gieseler.de/dampf\\_de/firmen3/firmadet39928.shtml](http://www.albert-gieseler.de/dampf_de/firmen3/firmadet39928.shtml)

[http://www.albert-gieseler.de/dampf\\_de/firmen4/firmadet44201.shtml](http://www.albert-gieseler.de/dampf_de/firmen4/firmadet44201.shtml)

[http://www.bbc.co.uk/history/historic\\_figures/newcomen\\_thomas.shtml](http://www.bbc.co.uk/history/historic_figures/newcomen_thomas.shtml)

<http://www.bloomberg.com/news/2012-09-11/how-matthew-murray-s-sliding-d-valve-made-us-prosper.html>

<http://www.br.de/fernsehen/br-alpha/sendungen/schulfernsehen/meilensteine-dampfmaschine-watt-100.html>

<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/196952/Oliver-Evans>

<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/403981/James-Nasmyth>

<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/647796/Arthur-Woolf>

<http://www.br-online.de/kinder/fragen-verstehen/wissen/2011/03136/>

<http://www.cottontimes.co.uk/trevithicko.htm>

<http://www.dampfmaschinenmuseum-frankenber.de/steuerun.htm>

<http://www.deutsches-museum.de/ausstellungen/energie/kraftmaschinen/dampfmaschinen/>

<http://www.dibb.de/george-stephenson-dampflok.php>

<http://www.dibb.de/james-watt-dampfmaschine.php>

[http://www.digitalis.uni-koeln.de/Matschossd/matschossd1\\_271-277.pdf](http://www.digitalis.uni-koeln.de/Matschossd/matschossd1_271-277.pdf)

<http://www.digitalis.uni-koeln.de/Radunz/radunz18-23.pdf>

<http://www.erft.de/schulen/gymlech/indrevo/indu33/3.htm>

<http://www.geo.de/GEOlino/mensch/erfinderpersoenlichkeit-im-interview-eine-technische-revolution-wurde-ausgeloeset-70417.html?p=2>

[http://www.gracesguide.co.uk/Arthur\\_Woolf](http://www.gracesguide.co.uk/Arthur_Woolf)

[http://www.gymmuenchenstein.ch/stalder/klassen/sa/rev\\_d/rail.htm](http://www.gymmuenchenstein.ch/stalder/klassen/sa/rev_d/rail.htm)

[http://www.gymmuenchenstein.ch/stalder/klassen/sa/rev\\_d/watt.htm](http://www.gymmuenchenstein.ch/stalder/klassen/sa/rev_d/watt.htm)

[http://www.helpster.de/dampfmaschine-vorteile-und-nachteile-im-detail-betrachtet\\_167073#anleitung](http://www.helpster.de/dampfmaschine-vorteile-und-nachteile-im-detail-betrachtet_167073#anleitung)

<http://www.industrie.lu/de/machines-a-vapeur.html>

[http://www.invent.org/hall\\_of\\_fame/159.html](http://www.invent.org/hall_of_fame/159.html)

[http://www.klassenarbeiten.de/referate/geschichte/dampfmaschinejameswatt/dampfmaschinejameswatt\\_29.htm](http://www.klassenarbeiten.de/referate/geschichte/dampfmaschinejameswatt/dampfmaschinejameswatt_29.htm)

<http://www.klauskramer.de/Schiff/Dampf/DampfHi1/DaHi1top.html>

[http://www.krone.at/Wissen/Archimedes\\_soll\\_Schiffe\\_mit\\_Kanonen\\_entzuendet\\_haben-Keine\\_Spiegel-Story-207362](http://www.krone.at/Wissen/Archimedes_soll_Schiffe_mit_Kanonen_entzuendet_haben-Keine_Spiegel-Story-207362)

<http://www.leedsengine.info/leeds/histfmw.asp>

<http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/waermekraftmaschinen/lb/dampfmaschine-watts-geniale-entwicklung>

<http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/waermekraftmaschinen/lb/dampfmaschine-watts-geniale-entwicklung>

<http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/waermekraftmaschinen/lb/dampfmaschine-papins-atmosphaerische-dampfmaschine>

<http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/waermekraftmaschinen/lb/dampfmaschine-newcomens-dampfmaschine>

[http://www.leodis.net/discovery/discovery.asp?page=2003219\\_348858059&topic=200335\\_73055447&subsection=2003724\\_663265408&subsubsection=2003911\\_425319851](http://www.leodis.net/discovery/discovery.asp?page=2003219_348858059&topic=200335_73055447&subsection=2003724_663265408&subsubsection=2003911_425319851)

<http://www.lerntippsammlung.de/Dampfmaschinen.html>

<http://www.madehow.com/inventorbios/64/James-Nasmyth.html>

<http://www.mechanicalarts.de/antike-technik/antike-dampfmaschine>

[http://www.medienwerkstatt-online.de/lws\\_wissen/vorlagen/showcard.php?id=15515](http://www.medienwerkstatt-online.de/lws_wissen/vorlagen/showcard.php?id=15515)

[http://www.modell-dampf-](http://www.modell-dampf-fo-)

[fo-](http://www.modell-dampf-fo-)

[rum.info/forum/showthread.php?s=37295b70dd6adf3ec6ba59b790d93510&p=62855#post62855](http://www.modell-dampf-fo-)

<http://www.mosafilm.de/CF/heftbesprechung/genialkurios/evans/evans.html>

<http://www.mybude.com/wissen/nordamerika-europa/2648-auswirkung-dampf.html>

[http://www.pbs.org/wgbh/theymadeamerica/whomade/evans\\_hi.html](http://www.pbs.org/wgbh/theymadeamerica/whomade/evans_hi.html)

[http://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Thomas\\_Newcomen.html](http://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Thomas_Newcomen.html)

<http://www.retrobibliothek.de/retrobib/seite.html?id=110527>

<http://www.savory.de/savery.htm>

<http://www.stationspage.de/lokomobile/dampfmaschine.htm>

<http://www.stationspage.de/lokomobile/geschichte.htm>

<http://www.steamindex.com/people/murray.htm>

<http://www.tilthammer.com/bio/nas.html>

<http://www.uh.edu/engines/epi285.htm>

<http://www.umwelt-campus.de/~k.brinkmann/Publications/Dampfmaschine-pdf.pdf>

[http://www.uni-protokolle.de/Lexikon/Kondensator\\_%28Dampfmaschine%29.html](http://www.uni-protokolle.de/Lexikon/Kondensator_%28Dampfmaschine%29.html)

<http://www.wasistwas.de/natur-tiere/eure-fragen/pferde/link//4b7188e468/article/warum-spricht-man-von-ps-pferdestaerke-wenn-man-von-einem-auto-spricht-was-hat-ein-pferd-mit-ein.html>

<http://www.wasistwas.de/natur-tiere/eure-fragen/pferde/link//4b7188e468/article/warum-spricht-man-von-ps-pferdestaerke-wenn-man-von-einem-auto-spricht-was-hat-ein-pferd-mit-ein.html>

<http://www.wasistwas.de/technik/die-themen/artikel/link//d949b3a1ba/article/103-jahre-alter-dampfmaschinen-rekord-gebrochen.html>

<http://www.wasistwas.de/technik/die-themen/artikel/link//d949b3a1ba/article/103-jahre-alter-dampfmaschinen-rekord-gebrochen.html>

<http://www.welt.de/wissenschaft/article8598266/Archimedes-Kriegsmaschinen-funktionierten-wirklich.html>



<http://www.zdf.de/Terra-X/Chronik-George-Stephenson-5386132.html>

<http://www.zinkhuetterhof.de/de/www/abschriften/dampfkraft-antreib-der-industriellen-revolution/>

<http://www.zinkhuetterhof.de/de/www/abschriften/dampfkraft-antreib-der-industriellen-revolution/>

[www.stationspage.de/lokomobile/geschichte.htm](http://www.stationspage.de/lokomobile/geschichte.htm)

<http://de.wiktionary.org/wiki/Wirkungsgrad>

‘Fond de gras’-Dampfmaschinen-Experten

Science Museum, London, Energie Hall & James Watt and our World

# ANHANG

## FOND DE GRAS

Mein Nachbar hat es uns ermöglicht, mit ihm in den „Fond-de-Gras“ in Luxemburg zu fahren, nachdem wir mit ihm über unsere Arbeit geredet haben.

„Fond-de-Gras“ befindet sich im Süden Luxemburgs und ist ein Paradies für alle Zugfreunde. Freiwillige reparieren alte Lokomotiven, ob dampf- und dieseldbetrieben und bieten für Touristen Rundfahrten an. Die Freiwilligen sind wahre Experten, was Lokomotiven und die Geschichte der Eisenbahn angeht.

Als wir dort ankamen, waren die Leute, die dort arbeiten, sehr freundlich zu uns und haben uns herzlich empfangen. Sie haben uns viele Fragen beantwortet und uns viel erklärt. Als erstes haben sie uns eine Dampfmaschine gezeigt, die eine Lokomotive antreibt. Doch um diese alte Dampfmaschine zu erwärmen, braucht man vier Stunden. Wir konnten uns anschauen, wie eine Lokomotive funktioniert, wie man sie anfeuert und steuert. Es wird sehr heiß, da man die Kohlen dort in den Kessel schaufelt.

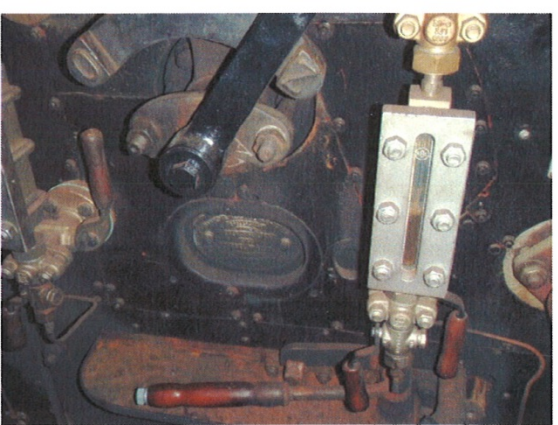
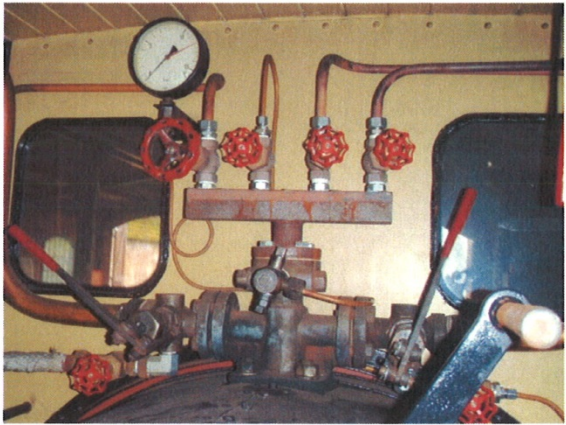
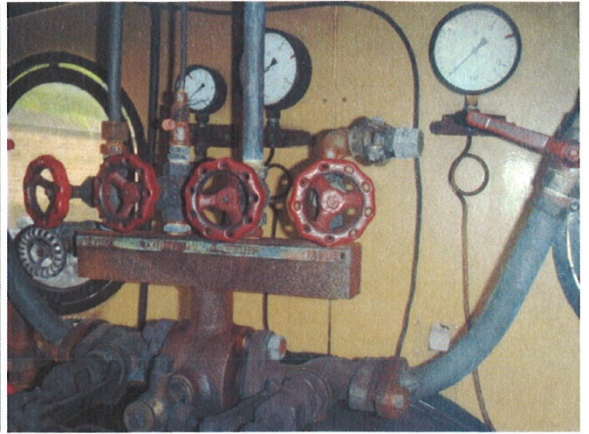
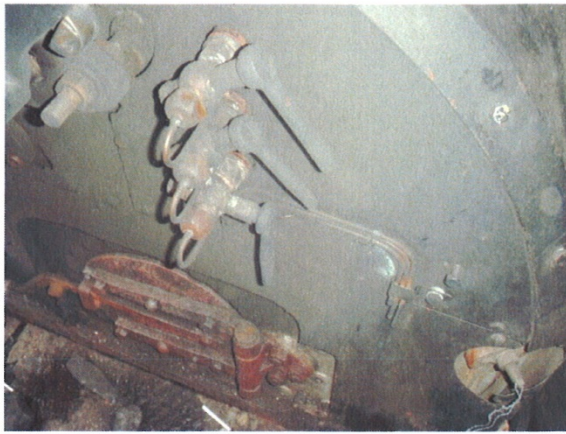
Danach haben sie uns Teile, wie den Kessel, einer Dampfmaschine gezeigt die sie

aufgeschnitten hatten, so dass wir ins Innere sehen konnten.

Später haben sie uns noch verschiedene Lokomotiven gezeigt und uns vieles zur Geschichte der Eisenbahn in Luxemburg ertzählt.

Zum Schluss durften wir dann noch in in einer Lokomotive mitfahren, doch für den Rückweg mussten wir in einenn alten Wagon klettern.











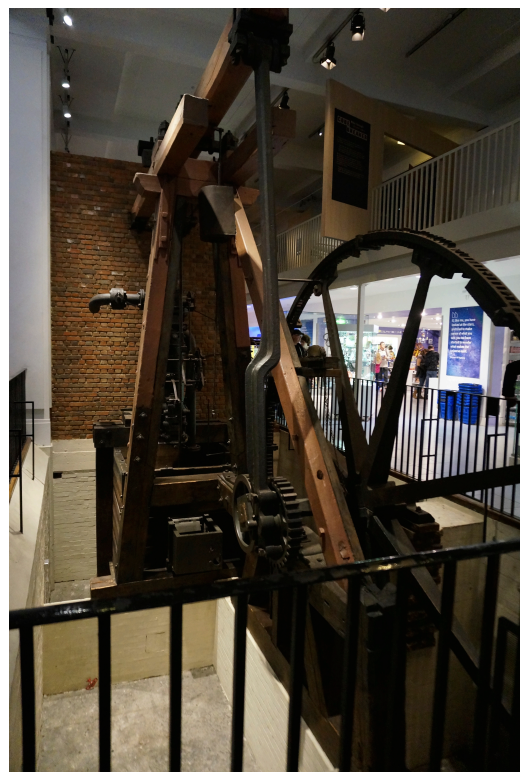
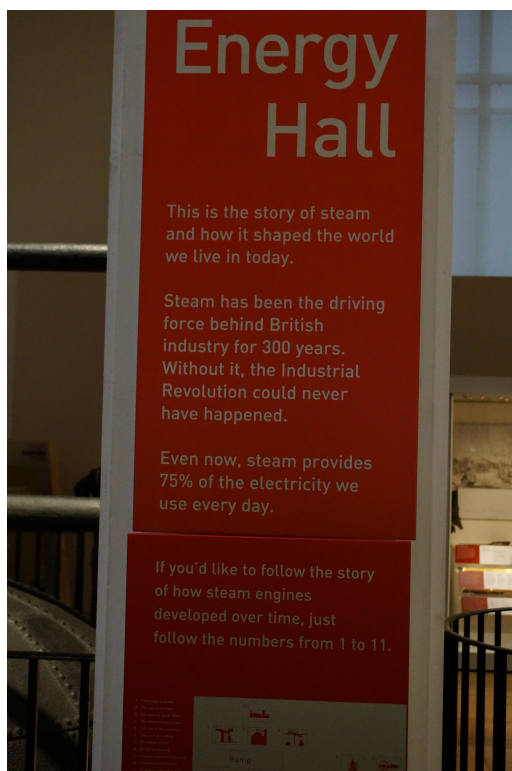
## REISE NACH LONDON INS SCIENCE MUSEUM OF LONDON.

In London, England, ist das große Museum der Naturwissenschaften, das *Science Museum*. Dort ist dauerhaft eine Ausstellung über die Entwicklung der Dampfmaschine und vor allem über James Watt. Wir warteten nicht lange, auf ging es nach London.

Als wir nun endlich angekommen waren, waren wir erst mal überwältigt von der Größe dieser Ausstellung. Überall waren gigantische Dampfmaschinen. Schnell stellte sich heraus, dass die wichtigsten Modelle in der Geschichte der Dampfmaschine maßstabgetreu nachgebaut, oder übernommen wurden. Überall waren kleine Schilder und Computer mit Informationen über die verschiedenen Dampfmaschinen. Wir notierten fleißig, und fanden wahnsinnig viele Informationen über die Geschichte der Dampfmaschine. Die vorangegangene Arbeit basiert zu einem großen Teil auf diesen Informationen.

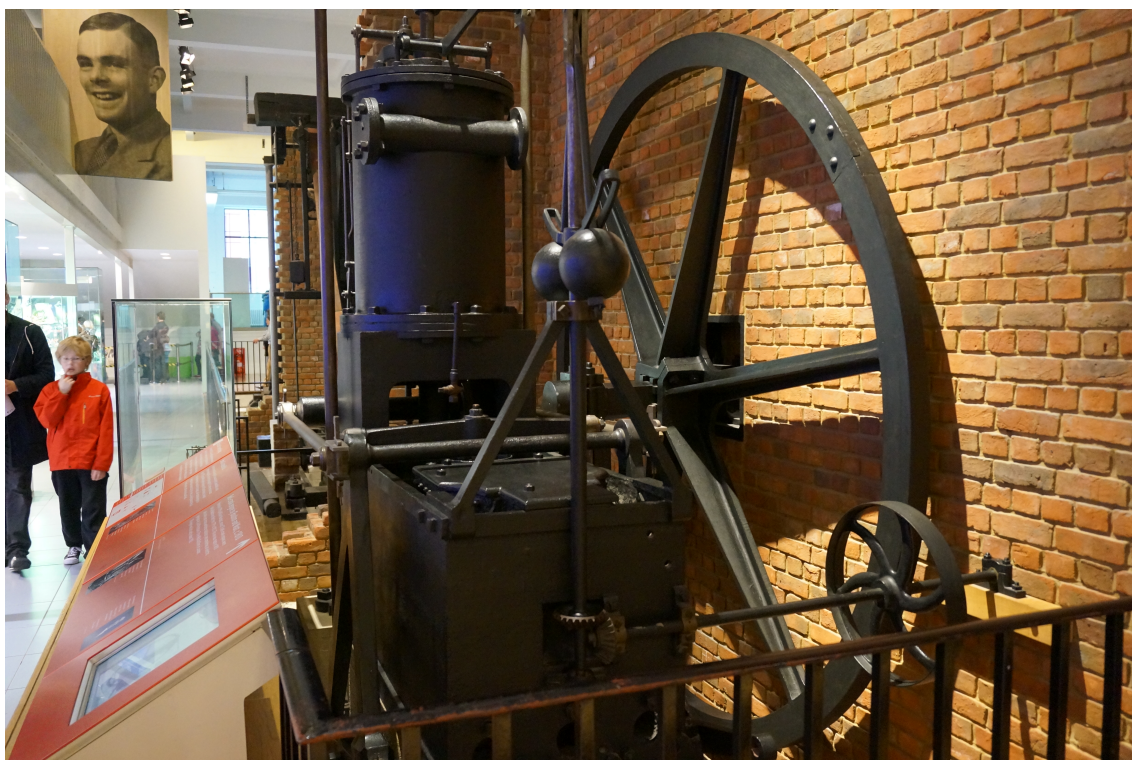
Doch als hätte das noch nicht genügt haben wir auch noch eine ganze Ausstellung über James Watt gefunden, in der sein ganzes Leben genaustens dokumentiert wurde, sogar seine Werkstatt wurde mit den Originalwerkzeugen nachgebaut.

Hier sind ein paar Impressionen aus London:

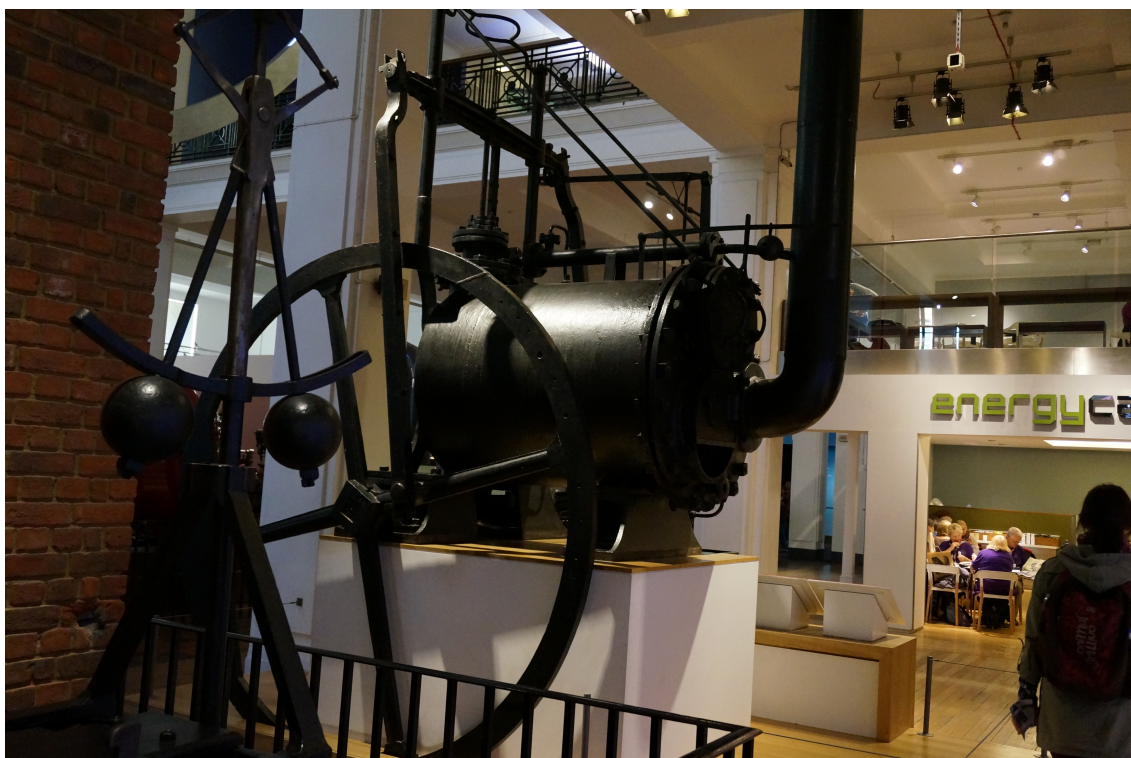
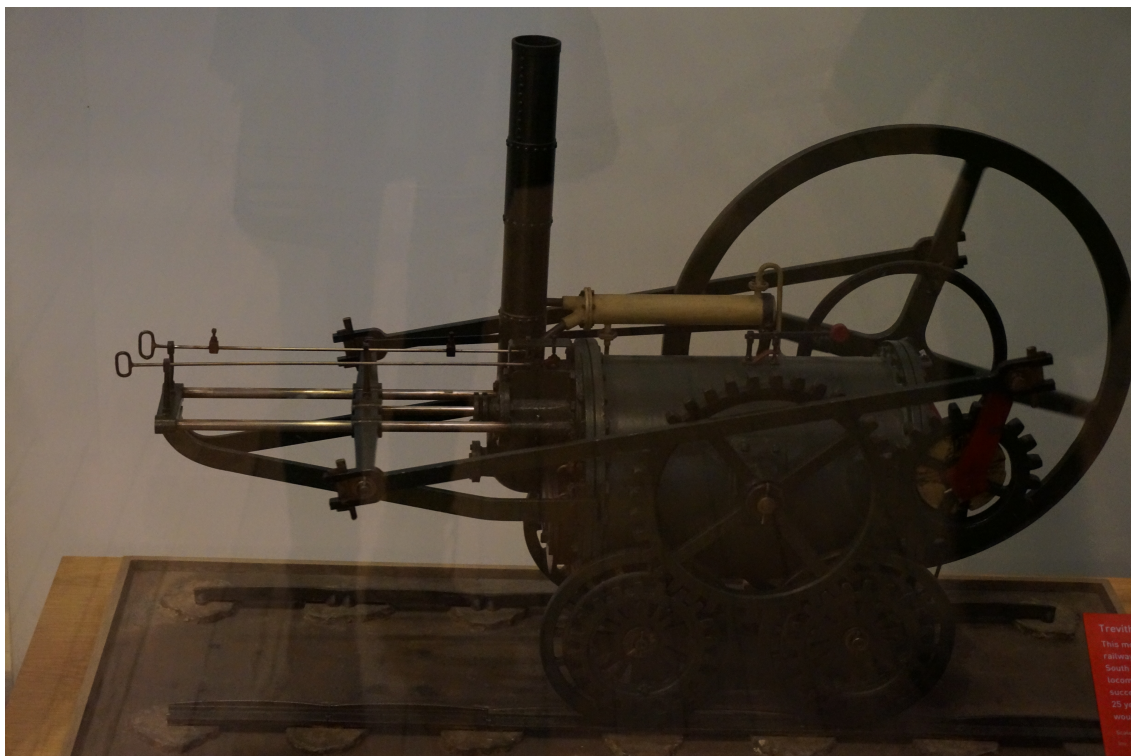




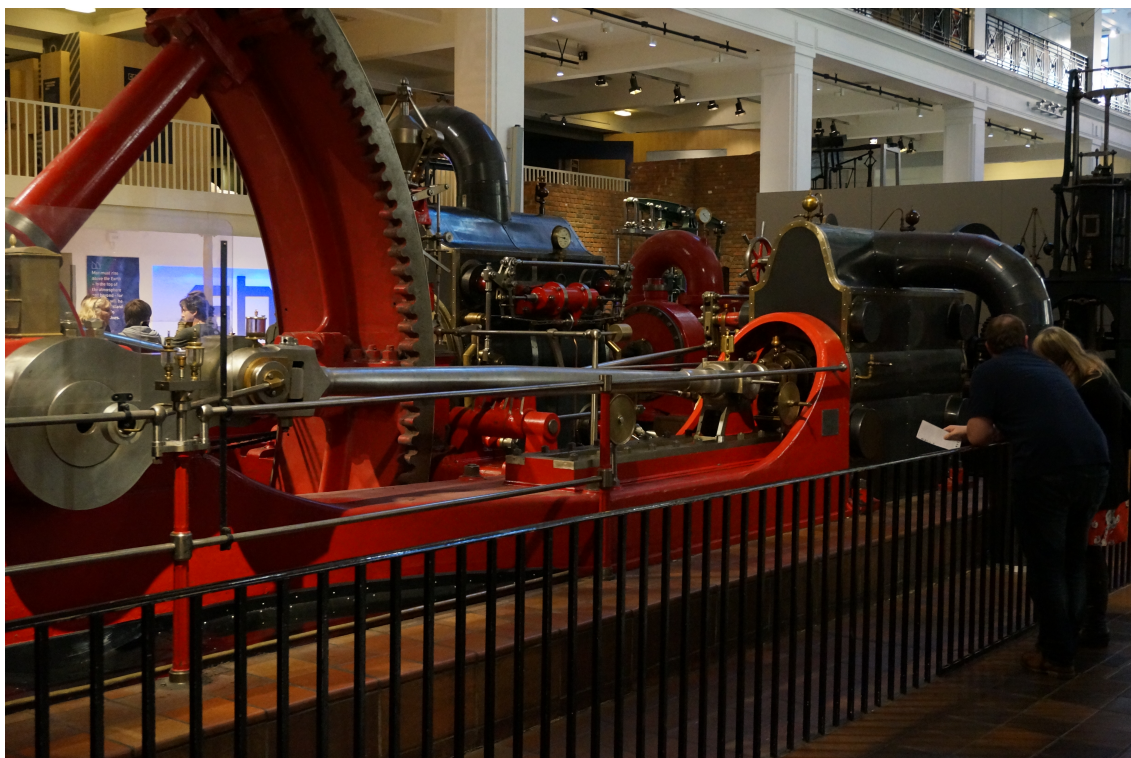
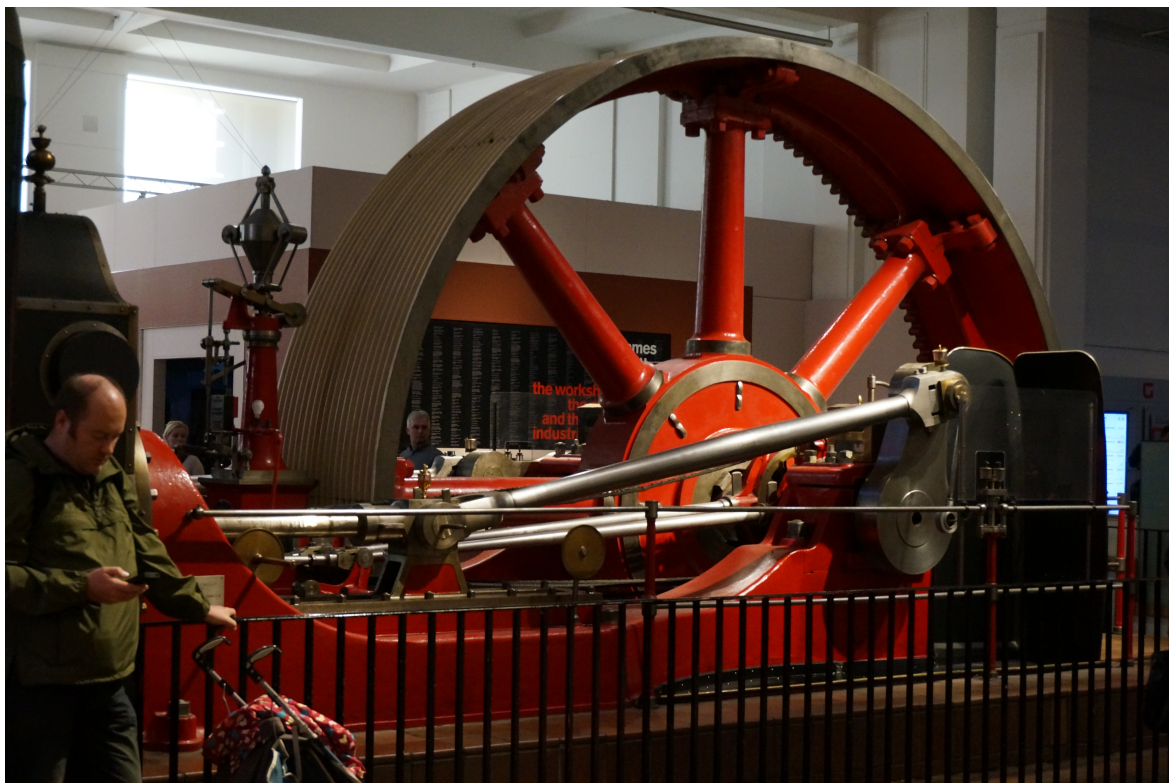












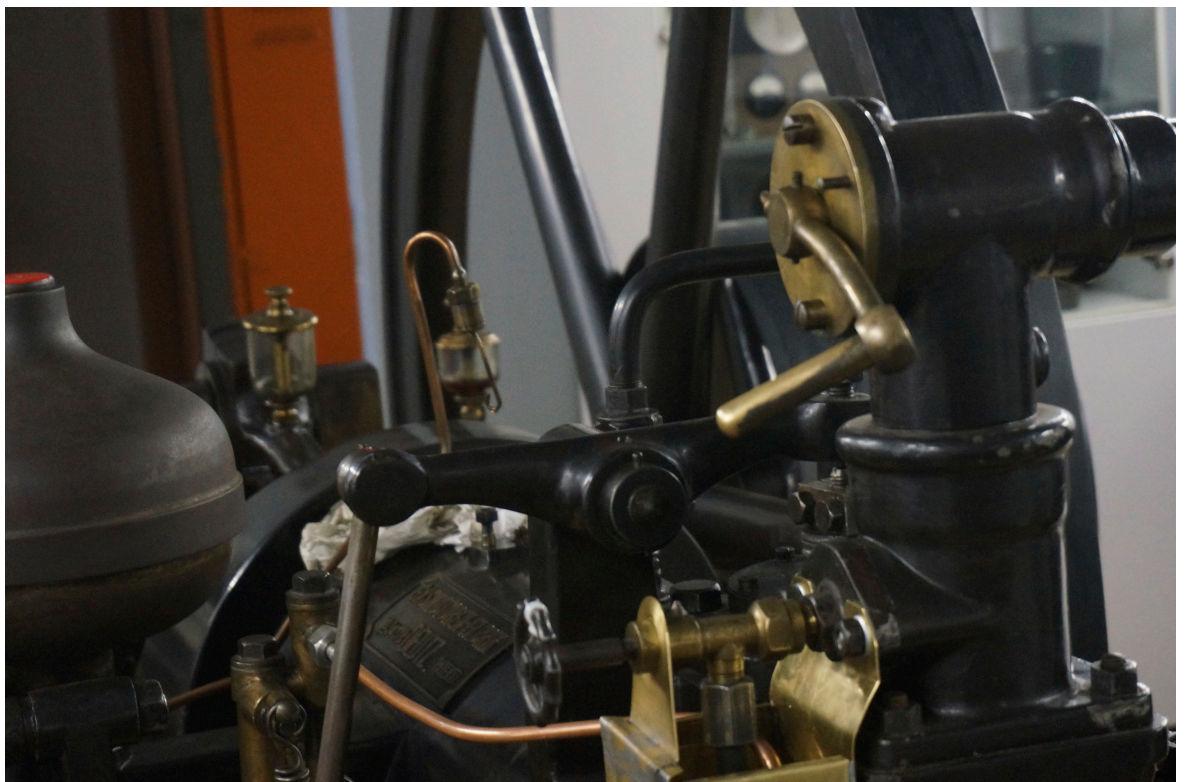




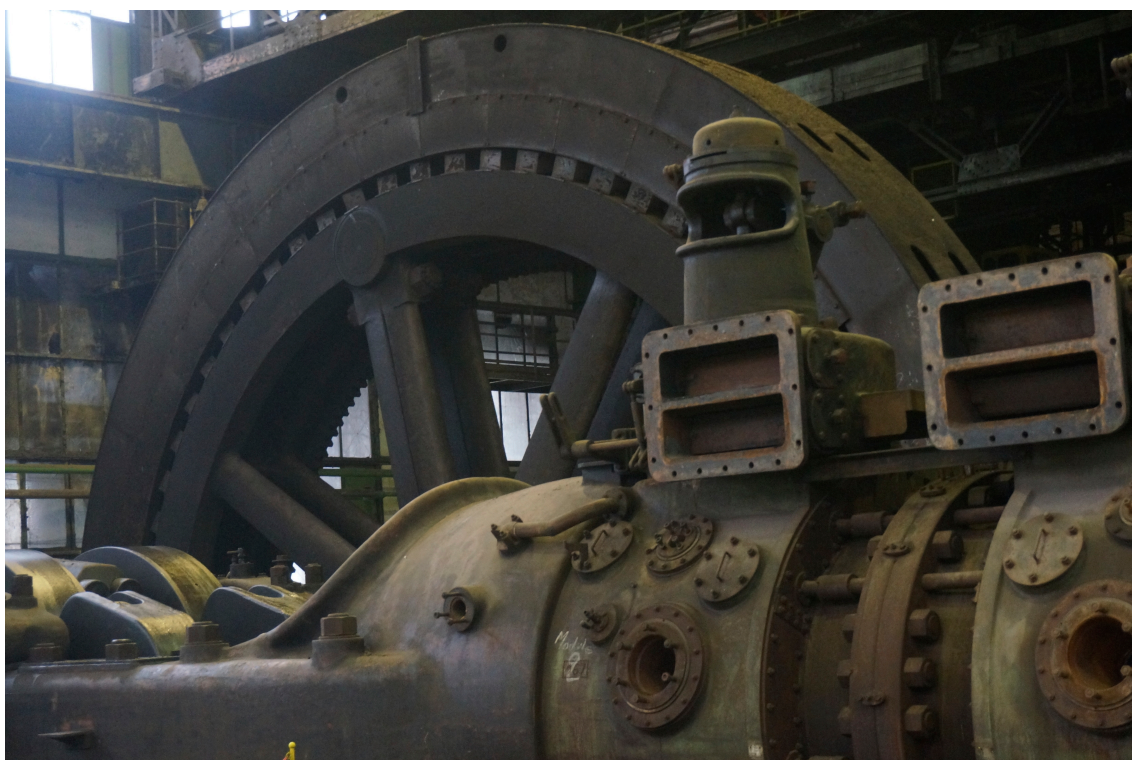
## **„GROSSGASMASCHINN“ IN DIFFERDINGEN**

Die Schule hat eine Initiative gestartet. Eine Gruppe Schüler sollte die „Groussgasmaschinn“ auf dem ArcelorMittal-Gelände in Differdingen besuchen. Natürlich haben wir uns sofort gemeldet. Eine große Gasmaschine ist zwar keine Dampfmaschine, funktioniert jedoch sehr ähnlich. Denn die Gasmaschine verfügt ebenfalls über Kolben und Zylinder und deshalb fanden wir, dass es trotzdem intressant für unsere Arbeit werden könnte. Außerdem, hat man uns gesagt, dass sich noch einige alte Dampfmaschinen in der Halle befinden.

Leider haben wir nur eine alte Dampfmaschine gefunden, trotzdem war es sehr interessant das Gelände der „Groussgasmaschinn“ zu besichtigen. Deshalb folgen ein paar Fotos der Maschine selbst, der Dampfmaschine und des ganzen Geländes von ArcelorMittal.











Und das war die Dampfmaschine, die wir entdeckt haben.

