

TEXT 1: Die Dampfmaschine – Triebfeder der Industriellen Revolution

Mit fortschreitender Technik zeichnet sich Ende des 17. Jahrhunderts ab, dass Muskel-, Wasser- und Windkraft bald nicht mehr ausreichen, die immer zahlreicher und vielfältiger werdenden Arbeitsmaschinen anzutreiben. Besonders deutlich wird dies im Bergbau, der in immer größere Tiefen vordringt, um die notwendigen Rohstoffe liefern zu können. Der Antrieb der Pumpen, mit denen das in die Gruben einströmende Wasser entfernt werden muss, ist dabei das größte Problem. Gelöst wurde es mit der Dampfmaschine, die schließlich zu einer Triebfeder der Industriellen Revolution werden sollte.

Auf die Frage nach dem Erfinder der Dampfmaschine lautet die Antwort häufig: Watt. Diesen weit verbreiteten Irrtum widerlegen nicht nur die Arbeiten des in Deutschland lebenden Franzosen Denis Papin und des Engländers Thomas Savery. [...] Wenn auch Papins und Saverys Versuchsmaschinen die Erwartungen der Grubenbesitzer nicht erfüllten, waren sie dennoch Grundlage für die erste praxistaugliche Dampfmaschine. Sie wurde 1712 von dem englischen Schmiedemeister Thomas Newcomen vollendet.

Ihre Wirkungsweise ist eine kurze Beschreibung wert. Über einem kugelförmigen Dampfkessel sitzt ein Zylinder, in dem sich ein Kolben auf und ab bewegt. Die Kolbenbewegung wird über Ketten und eine Schwinge, den sogenannten Balancier, auf die daneben angeordnete Pumpe übertragen. Nach oben gezogen wird der Kolben, unterstützt durch den von unten in den Zylinder strömenden Dampf, durch das Gewicht des Pumpengestänges. Hat er seine höchste Lage erreicht, wird die Dampfzufuhr unterbrochen und der nach oben offene Zylinder gekühlt. Dadurch kondensiert der Dampf, der Druck im Zylinder sinkt, und der höhere Luftdruck, der auf die Oberseite des Kolbens wirkt, drückt ihn Arbeit leistend nach unten.

<http://www.deutsches-museum.de/sammlungen/ausgewaehlte-objekte/meisterwerke-iii/dampfmaschine/>

TEXT 2: Wat(t) ne Leistung!

Denis Papin stellte 1690 eine einfache Vorrichtung vor, bei der sich ein Kolben bewegt, wenn ein Zylinder von außen abwechselnd gekühlt und erwärmt wurde. Das erste Modell einer Wärmekraftmaschine, die Wärmeenergie in mechanische Bewegung umwandelt, war erfunden, aber noch nicht praxistauglich. Thomas Newcomen präsentierte 1712 die erste funktionstüchtige Dampfmaschine. Hier war die Dampferzeugung vom Arbeitszylinder getrennt und die Kondensation des Dampfes wurde durch Einspritzen von Wasser beschleunigt. Die Dampfmaschine hatte einen Wirkungsgrad von 0,5 Prozent und ähnelte im Aussehen dem Guericke-Kran.

James Watt verlagerte den Kondensationsprozess in ein vom Zylinder getrenntes, gekühltes Gefäß. Mit dieser und weiteren Verbesserungen erreichte er mit seinen doppelwirkenden Dampfmaschinen Wirkungsgrade bis fünf Prozent. Um die Vorteile seiner Dampfmaschine herauszustellen, führte er auch die Einheit der Pferdestärke (PS) ein. Heute heißt die physikalische Einheit der Leistung ihm zu Ehren „Watt“ ($1\text{PS} = 735,5\text{W} = 735\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^3$). Die Lokomotive, eine ortsveränderliche Dampfmaschine, hat eine Leistung von 10PS (7,5kW).

Dampfkraft und die Nutzung von Steinkohle hängen eng miteinander zusammen. Anfang des 18. Jahrhunderts wurde in der führenden Industrienation England der Holzvorrat knapp. Um weiter Eisen herstellen zu können, ersetzte Koks schrittweise die traditionelle Holzkohle in den Hochöfen. Die steigende Nachfrage nach Kohle wiederum förderte den Bergbau und die Erschließung tieferer Flöze. Aus diesen musste immer mehr Grundwasser abgepumpt werden, weshalb bessere, von Dampfmaschinen angetriebene Pumpen entstanden. Um diesen Dampf erzeugen zu können, benötigte man die besonders heiß verbrennende Steinkohle. Für die eigentliche Kohleförderung aus den Bergwerksschächten und den Kohlentransport mit der (Dampf-) Eisenbahn setzte man erst relativ spät auf die Dampfmaschine.

https://www.technoseum.de/fileadmin/media/pdf/mupaed-material/Energie_Lehrerheft_digital_01.pdf

TEXT 3: Wie hat die Dampfmaschine das Arbeitsleben verändert

Die Geschichte der Dampfmaschine begann im Bergbau. In den Gängen und Schächten, die von den Bergleuten ins Erdinnere gegraben wurden, sammelte sich Wasser. Das musste wieder raus. Diese Arbeit erledigten bis ins 16. Jahrhundert sogenannte Wasserknechte, die das Grubenwasser mit Eimern und anderen Behältern abschöpften und nach oben transportierten. Viel effektiver waren Wasserhebe- und Pumpsysteme, die nach und nach aufkamen und mit Pferdestärke oder Wasserkraft angetrieben wurden. Ab Mitte des 17. Jahrhunderts wurden Pumpsysteme eingesetzt, die mit heißem Dampf angetrieben wurden. Die Maschinen wandelten die im Dampf enthaltene Wärme- und Druckenergie durch einen beweglichen Kolben in Bewegungsenergie um.

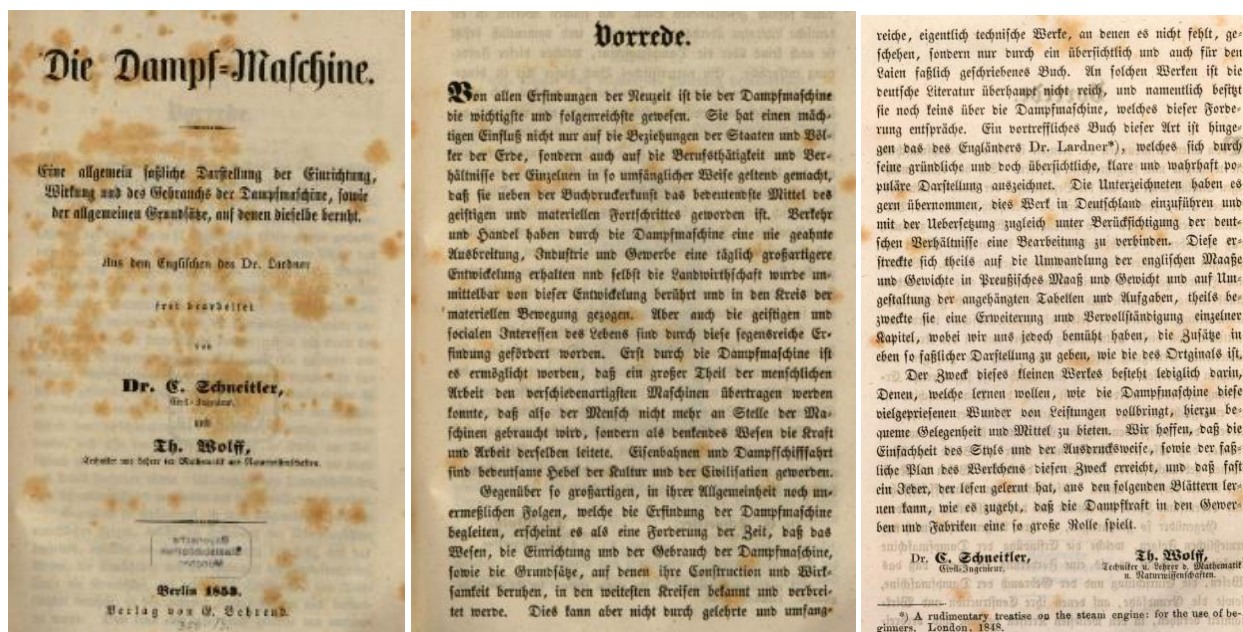
Der englische Erfinder Thomas Newcomen entwickelte eine Methode, mit der man durch Wassereinspritzung den heißen Wasserdampf im Zylinder der Dampfmaschine schneller zum Kondensieren bringen konnte. Dadurch wurde im Antriebssystem auch schneller der gewünschte Unterdruck erzeugt, der für die Bewegung des Kolbens erforderlich war. Mit Newcomens Methode konnte die Taktfrequenz der Kolbenbewegung - und damit der Wirkungsgrad der Maschine - erhöht werden. 1712 kam eine solche Dampfmaschine erstmals in einem Kohlebergwerk zum Einsatz.

Der schottische Erfinder James Watt fand heraus, wie der Wirkungsgrad der Newcomen-Dampfmaschine verbessert werden konnte. Dazu ließ er die Kondensation durch Wassereinspritzung abgetrennt vom Arbeits-Zylinder in einem Kondensator ablaufen. Die erste Dampfmaschine nach dem Watt'schen Prinzip kam 1776 zum Einsatz. In den folgenden Jahren gelangen Watt weitere Verbesserungen. So entwickelte er eine Methode, mit der der Kolben von beiden Seiten durch Wasserdampf in Bewegung gebracht wurde. Diese Art Dampfmaschine war so effizient, dass allein mit ihrer Kraft viele andere Maschinen in Gang gesetzt werden konnten. Zum Beispiel Spinn- und Webmaschinen in der Textilindustrie.

Nicht nur in England, überall in Europa wurden zu Beginn des 19. Jahrhunderts riesige Fabrikanlagen gebaut, in denen die leistungsfähigen Maschinen zum Einsatz kamen. Über ein ausgeklügeltes Riemensystem konnten die Dampfmaschinen alle anderen Maschinen antreiben. Sie ermöglichten Massenproduktion bei gleichbleibender Qualität. Dampflokomotiven boten neue Möglichkeiten für den Transport von Personen und Gütern: Mit hohen Geschwindigkeiten brachten sie Menschen, Rohstoffe und Waren ans Ziel. Auch Schiffe wurden mit Dampfkraft angetrieben.

<https://www.planet-schule.de/frage-trifft-antwort/video/detail/wie-hat-die-dampfmaschine-das-arbeitsleben-veraendert.html>

ORIGINALQUELLE: Die Wirkung, der Gebrauch, sowie allgemeine Grundsätze der Dampfmaschine



https://reader.digitale-sammlungen.de/de/fs1/object/display/bsb10080891_00009.html?zoom=0.55

(Dionysius Lardner & Carl F. Schneitter)

SCHAUBILD 1:

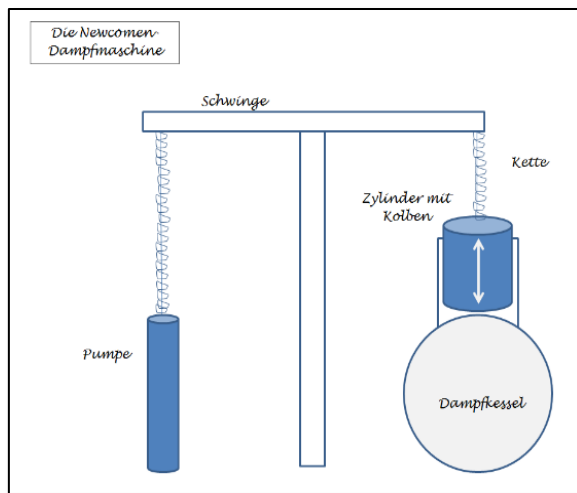
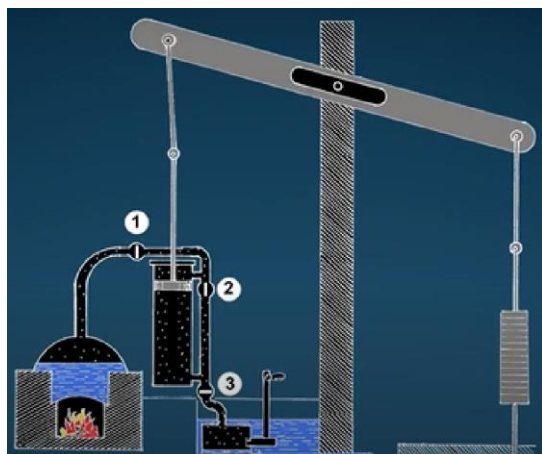


SCHAUBILD 2:



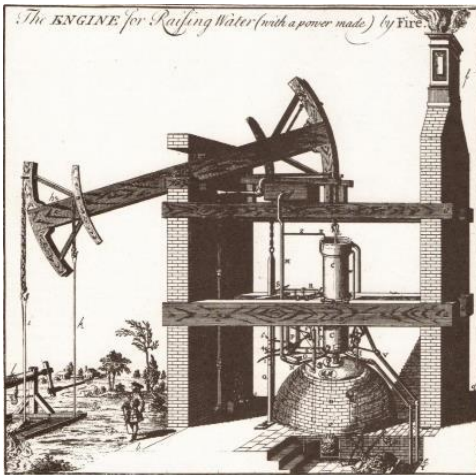
<https://www.amazon.de/Wilesco-Dampfmaschine-Kesselinhalt-Sicherheits-Ventil-Dom-Pfeife>

SCHAUBILD 3:



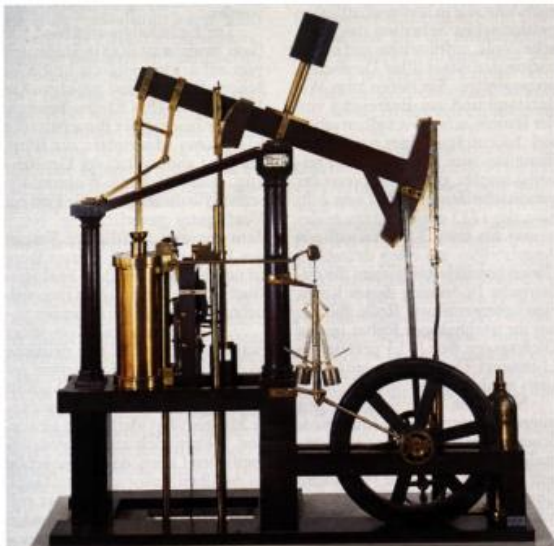
<https://www.konstruktionspraxis.vogel.de/die-dampfmaschine-erfinder-aufbau-und-funktion-a-858007/>

SCHAUBILD 4:



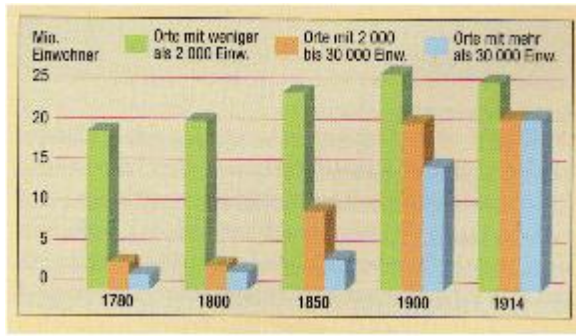
Buchauszug von 1725; <https://www.bl.uk/collection-items/early-18th-century-depiction-of-a-steam-engine>

SCHAUBILD 5:



Modell aus dem späten 18. Jahrhundert; Fritscher, B.: Ich verkaufe, was die ganze Welt haben will: Kraft, in: Praxis Geschichte 5/92, 6-12.

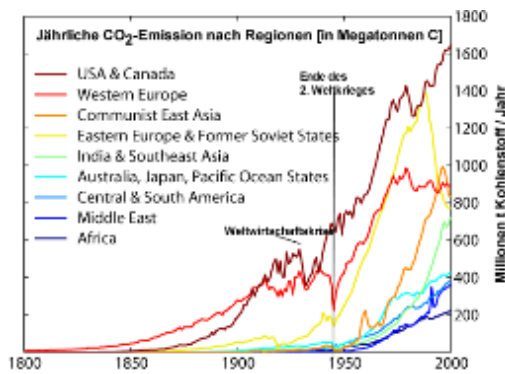
DIAGRAMM 1:



Angaben bezogen auf Deutschland

<https://luipogym1.wordpress.com/verspatete-industrialisierung-in-deutschland/>

DIAGRAMM 2:



https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:Kohlenstoff_Emission_nach_Regionen.png

TABELLE 1:

	England	Frankreich	Deutschland
1750	7,4	21,0	19,0
1800	10,5	27,3	23,0
1820	14,1	30,5	25,0
1830	16,3	32,6	28,2
1840	18,5	34,2	31,4
1850	20,8	35,8	34,0

<https://luipogym1.files.wordpress.com/2010/01/die-bevolkerungsentwicklung-im-18-und-19-jahrhundert1.jpg>

TABELLE 2:

Jahr	Dampfmaschinen ¹	Pferbekräfte	Jahr	Dampfmaschinen ¹	Pferbekräfte
1837	428	7 514	1855	4 085	161 774
1840	684	12 279	1861	8 685	305 631
1843	1 000	27 241	1878	37 320	2 891 867
1846	1 491	41 130	1885	48 868	1 426 739
1849	1 969	67 150	1889	58 782	1 773 454
1852	2 833	92 476	1901	99 096	4 328 778

¹ 1837—78 einschließlich Schiffsmaschinen und Lokomotiven, von 1879 an ohne die in der Benutzung der Militärverwaltung und der Kriegsmarine befindlichen Dampfmaschinen und ohne Lokomotiven.

<http://www.zeno.org/Meyers-1905/A/Dampfmaschine>

BILDMATERIAL 1-4:



<https://www.umwelt-im-unterricht.de/wochenthemen/industrie-40-was-bringt-die-digitalisierung-in-der-produktion-fuer-die-umwelt/>

PERSONENMATERIAL 1-4:



James Watt [[dʒeɪmz wɒt](#)] (* 19. Januar^{jul.}/ [30. Januar 1736^{greg.}](#) in [Greenock](#); † [25. August 1819^{\[1\]}](#) in seinem Haus in Heathfield, [Staffordshire](#)) war ein [schottischer Erfinder](#). Seine einflussreichste Erfindung war die Verbesserung des [Wirkungsgrades](#) der [Dampfmaschine](#) durch Verlagerung des Kondensationsprozesses aus dem Zylinder in einen separaten [Kondensator](#);
https://de.wikipedia.org/wiki/James_Watt



Denis Papin (* [22. August 1647](#) in [Chitenay](#), Frankreich; † [August 1713](#) in [London](#)) war ein französischer [Physiker](#), [Mathematiker](#) und [Erfinder](#), der Bekanntheit für seine Pionierarbeiten zur Entwicklung der [Dampfmaschine](#), des [Schnellkochtopfes^{\[1\]}](#) und des [U-Bootes](#) erlangte; https://de.wikipedia.org/wiki/Denis_Papin



Thomas Newcomen (* [26. Februar 1663](#) in [Dartmouth](#); † [5. August 1729](#) in [London](#)) war ein [englischer Erfinder](#).;
https://de.wikipedia.org/wiki/Thomas_Newcomen



Thomas Savery (* [1650](#) in [Shilstone, Devonshire](#); † Mai [1715](#) in [London](#)) war ein [englischer Ingenieur](#) und [Erfinder](#). Ursprünglich befasste Thomas Savery sich mit dem [Schiffbau](#), so erfand er einen Schiffsantrieb durch ein [Schaufelrad](#). Später wandte er sich der [Pumpentechnik](#) zu. https://de.wikipedia.org/wiki/Thomas_Savery