

Dampmaskinen og James Watt

– grundlaget for den industrielle revolution

Af Louis Nielsen, Lektor ved Herlufsholm
louis44nielsen@gmail.com

Dampmaskinens tidsalder. Varmekraft-maskiner. Hvad er varme?

Ideen, konstruktionen, videreudviklingen og anvendelsen af dampmaskinen var forudsætningen for den såkaldte industrielle revolution, der førte til en helt ny samfundsstruktur. I 'dampmaskinens tidsalder' gik man fra naturaløkonomi til verdensøkonomi og fabrikker der massefabrikerede produkter blev etableret.

Den tekniske udvikling af de forskellige typer af varmekraft-maskiner foregik uden at man havde en detaljeret forståelse af fænomenet varme. To tidlige teorier om varme var den såkaldte flogiston-teori, der første gang blev fremsat i 1667 og caloric-teorien, der blev fremsat omkring 1780. Grundlaget for begge teorier er eksistensen af et 'varmestof', der under bestemte forhold kan afgives eller optages af forskellige stoffer.

Dampkraft før James Watt

Allerede i oldtiden var man bekendt med, at en gas under visse omstændigheder kan yde et tryk.

o. 100 fvt.: Grækeren *Heron* (o.10-o.75) fra Alexandria konstruerede den såkaldte æolipil (gr: æolios: Vindens gud). Denne består af en hul kugle med to vinkelbøjede rør og en horisontal aksel. Kuglen er placeret over et fyrfad, hvor der kan tændes et lille bål. Hvis man fylder æolipilen med lidt vand og bringer det i kog, så der strømmer damp ud af de bøjede rør, så sættes kuglen i rotation. Den naturlov der her praktiseres er 'Aktion-Reaktions-loven', der blev formuleret af Isaac Newton omtrent 1600 år senere, og som i dag kaldes Newtons 3. lov.



Heron fra Alexandria.

Heron er bl.a. kendt for Herons formel til beregning af en trekants areal ved hjælp af trekantens sidelængder



Heron's æolipil
Roterende dampkugle

1601: *Giambattista della Porta* (1535-1615) opdagede, at man kunne hæve vand op i en beholder, hvis man først fyldte den med damp, der efterfølgende blev fortættet.

1629: Italieneren *Giovanni Branca* (1571-1645) opfinder 'damphjuls-maskinen', hvor et hjul sættes i rotation ved hjælp af damp, der strømmer ud af et fastsiddende rør.

1630: *David Ramsay* tager patent på en 'ildmaskine', der kunne løfte vand op fra dybe mineskakter.

1643: Den italienske matematiker og fysiker *Evangelista Torricelli* (1608-1647) opfinder kviksølvbarometret til måling af lufttryk. Torricelli påviser, at atmosfæren udøver et tryk på jordens overflade, og han viste at luftens tryk aftager med højden.

1649: Den tyske fysiker *Otto von Guericke* (1602-1686) opfinder luftpumpen, der kan suge luft ud af en beholder, således at et vakuum kan etableres.

1659: *Robert Thornton* udfører forsøg med væskers sugenhøjder.

1667: Den tyske professor i medicin *Johann Joachim Becher* (1635-1682) fremsætter i bogen '*Physica Subterranea*' en teori om eksistensen af et varme-stof, som han kaldte *terra pinguis* (Latin: 'terra pinguis': 'fedt-jord').

1674: Den franske fysiker *Denis Papin* (1647-1712), der var elev af den hollandske matematiker og fysiker Christian Huygens udvikler en forbedret luftpumpe.

1680: *Papin* opfinder trykkogeren.

1690: *Papin* konstruerer en dampmaskine, hvor dampkedel, cylinder og dampkondensator er samlet i en enhed.



Denis Papin (1647-1712)

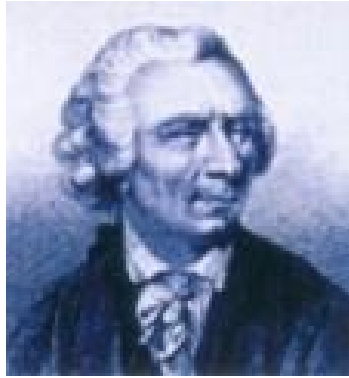
1698: Den engelske ingeniør *Thomas Savery* (1650-1715) tager patent på en maskine, der kan pumpe vand op fra miner.



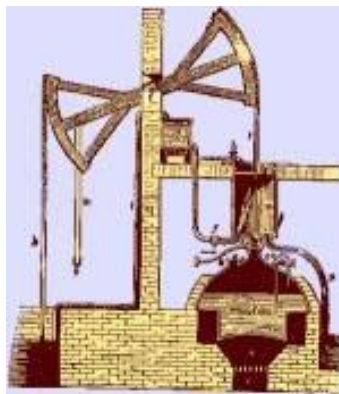
Thomas Savery (1650-1715)

1702: Savery får finansiel støtte til at opføre en fabrik i London, der skal fremstille saverys pumper.

1705: Englænderen *Thomas Newcomen* (1663-1729) konstruerer en såkaldt 'atmosfærisk' dampmaskine, hvor dampen produceres i en kedel uden for cylinderen.



Thomas Newcomen (1663-1729)



Newcomes dampdrevne pumpemaskine

1707: Denis Papin udfører forsøg med et dampdrevet skib.

1697: Den tyske kemiker *Georg Ernst Stahl* (1660-1734), der var elev af J.J.Becher, omdøbte det hypotesiske varmestof kaldet terra pinguis til phlogiston (gr: phlogios: ild).
(Reference: Georg Ernst Stahl: 'Zymotechnia Fundamental').

1732: En Newcomen-damppumpe forbindes til et vandhjul, hvorved dampkraft omsættes til en praktisk roterende bevægelse. Forsøget foregik med vandhjulet i Coalbrookdale Works i England, og det er første gang i historien, at dampens kraft omsættes til en praktisk roterende bevægelse.

1790: Den første dampmaskine i Danmark bliver installeret i smedien på Holmen i København.

1801: Den engelske ingeniør *Richard Trevithick* (1771-1833) opfinder en dampvogn til personbefordring.

1802: Trevithick får patent på højtryks-dampmaskinen.

1804: Trevithick konstruerer verdens første damplokomotiv. Det demonstreres den 21. februar på en 10 miles lang jernværksbane.

1821: Det første dampskib af jern bygges i Skotland.

1841: En selvkørende vogn, damplokomobilen, bliver demonstreret.

1850: Den engelske fysiker *James Prescott Joule* (1818-1889) indfører betegnelsen 'Den mekaniske varmeækvivalent', som han benytter i en bog med samme titel.

1850: Den engelske fysiker *William Thomson (Adlet Lord Kelvin)* (1824-1907) og den tyske fysiker *Rudolf Clausius* (1822-1888) formulerer 'Varmeteorien 2. hovedsætning', der udtrykker den naturlov, at kun en vis brøkdel af et systems 'varmeenergi' kan omdannes til mekanisk arbejde. Ifølge denne naturlov er det umuligt at fremstille en evighedsmaskine, et såkaldt 'perpetuum mobile'.

James Watt – opfinder og dampmaskine-fabrikant



James Watt (1736-1819)

1736: *James Watt* bliver født den 19. februar i Greenock ved Glasgow i Skotland.

1757: Watt ansættes som 'matematisk instrumentmager' ved Universitetet i Glasgow.

1763: Watt får en Newcomen-dampmaskine til reparation, som han udvikler forbedringer til.

1763: James Watt gifter sig med sin kusine *Magaret Miller*.

1764: Af professor *Joseph Black* (1729- 1799) får Watt viden om, hvor meget varme der frigøres ved fortætning af vanddamp. Et kilogram damp ved 100 grader celsius kan ved fortætning opvarme 5,4 kilogram vand fra nul grader til 100 grader.

1765: Watt opfinder den 'ydre dampkondensator', der er placeret uden for cylinderen. Denne konstruktion betyder, at man kan udnytte dampens kraft mere effektivt.

1769: Watt tager patent på den ydre dampkondensator og dermed en forbedret dampmaskine.

1773: Watts hustru *Magaret* dør efter en fødsel.

1774: Verdens første dampmaskine-fabrik grundlægges af Watt i samarbejde med storfabrikanten *Matthew Boulton (1728-1809)*, der ejede verdens største maskinfabrik i Soho ved Birmingham.

1775: Firmaet '*Boulton & Watt*' grundlægges. James Watt gifter sig anden gang med Anne Macgregor.

1776: Watt opfinder den dobbeltvirkende dampmaskine, hvor dampkraften presser stemplet i cylinderen både nedad og opad, dvs. der er to arbejdsslag.

1778: Watt opfinder 'Overtryksdampmaskinen', der arbejder ved et tryk på 1,5 atm.

1782: Watt får patent på den dobbeltvirkende dampmaskine.

1784: Som 48-årig bliver James Watt medlem af The Royal Society i Edinburgh

1785: James Watt bliver medlem af The Royal Society i London.

1786: Den såkaldte centrifugalregulator opfindes. Den regulerer dampmaskinens omdrejningstal.

1792: Gasbelysning opfindes af den skotske ingeniør *William Murdock (1754-1839)*. Den første gasbelysning installeres i Boultons & Watts maskinfabrik.

1819: Den 19. august dør James Watt i Heathfield i Staffordshire. Han bisættes i Westminster Abbey blandt andre af rigets store skikkelser.

Til ære for James Watts indsats har eftertiden for den fysiske størrelse effekt indført måleenheden watt, der er en forkortelse for joule/sekund, og betegnet W.

Størrelsen effekt er defineret lig med den energi, der kan omsættes i et givet system pr. tidsenhed. Dvs. $1W = 1\text{joule}/1\text{sekund} = 1J/1s$