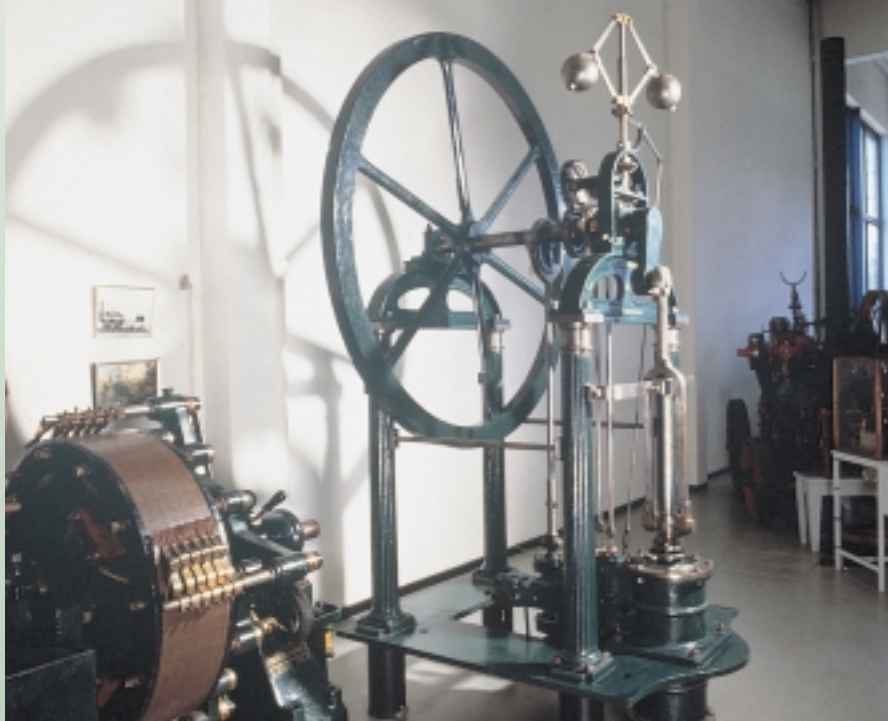




E
N
E
R
G
I
&
K
R
A
F
T



Dampens Kraft



Til læreren

Dampmaskinerne var et teknisk gennembrud, der revolutionerede verden. Aldrig havde man kendt en maskine med så store muligheder. Dette galt både produktionsmæssigt og inden for transport. Landsdele blev bundet sammen og rejser til udlandet blev mulige med tog og skib.

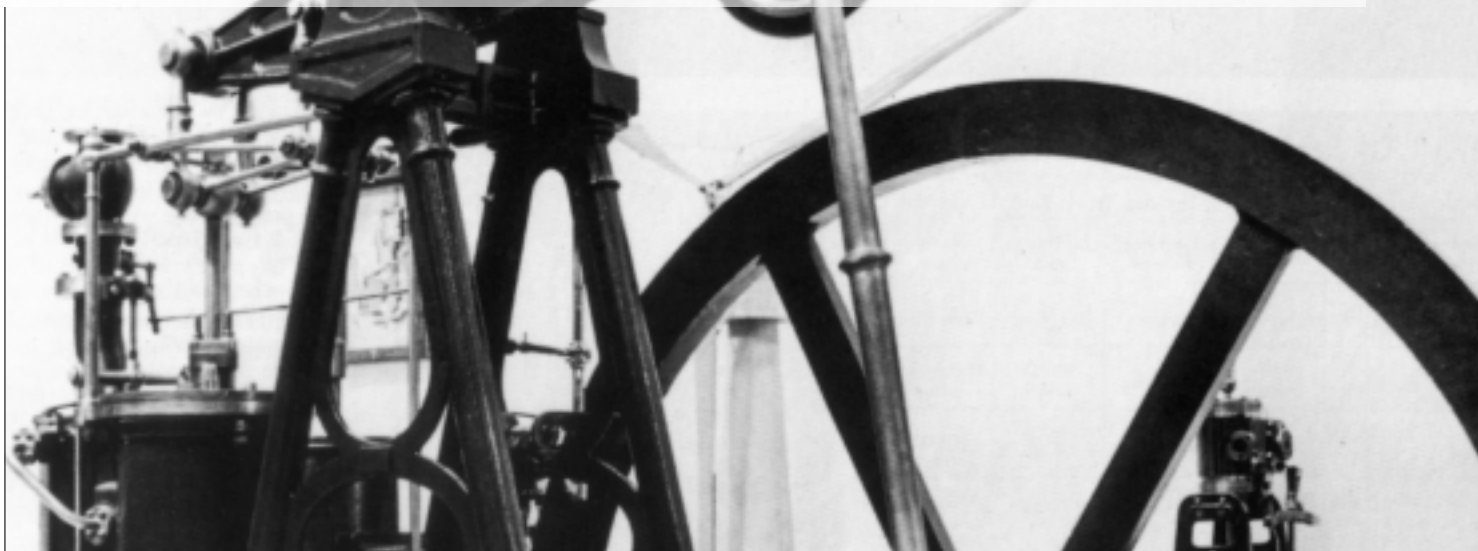
Mange forfattere har hyldet dampmaskinen. Johannes V. Jensen skriver i Maskinerne, at: "den arbejder med uafbrudt sikkerhed under sine betingelser, skønt ingen formår at forestille sig eller følge den vekselfart, hvormed stemplet og gliderne deler dampen mellem sig og møntrer spændingen ud i bevægelser. Enhver organisk reaktion tager sin tid, selv så lidt som at overskue tallet 15, men maskinen

nøler ikke, venter ikke på besked". Ligeledes har H. C. Andersen i mange af sine beretninger og eventyr talt om "vor travle maskinbrusende tid".

Dampmaskinen gjorde stort indtryk på alle i datiden, men stadig i nutiden betages folk af den umådelige kraft, som ligger i sådanne maskiner. Betagelsen af et damptog indhyllet i røg og damp kendes af både voksne og børn. Det er netop denne betagelse vi ønsker at finde frem i nærværende materiale.

Materialet "Dampens kraft" er fortællingen om tilblivelsen af damp som drivkraft og er tiltænkt fagene Natur/Teknik og Historie. Målgruppe: Folkeskolens 5.-6. klasse.

Dampens kraft



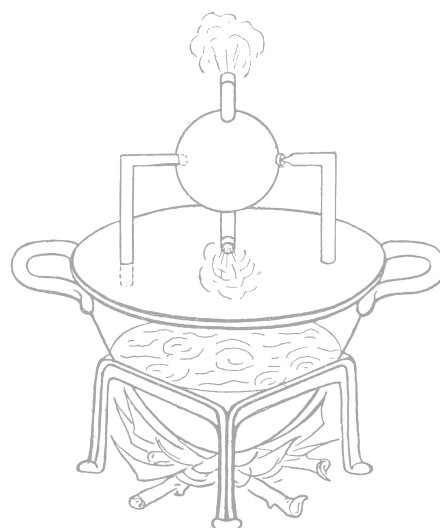
“Kraften i hjertets muskler driver blodstrømmen, men dampstrømmens kraft driver stemplet i cylinderen...”

Sådan beskriver forfatteren Johannes V. Jensen dampmaskinen på verdensudstillingen i Paris år 1900. Dampmaskinen så man første gang i slutningen af 1700-tallet, og i løbet af 1800-tallet havde den vundet manges hjerter på grund af dens store kraft. Men brugen af damp har man kendt til i flere tusind år.

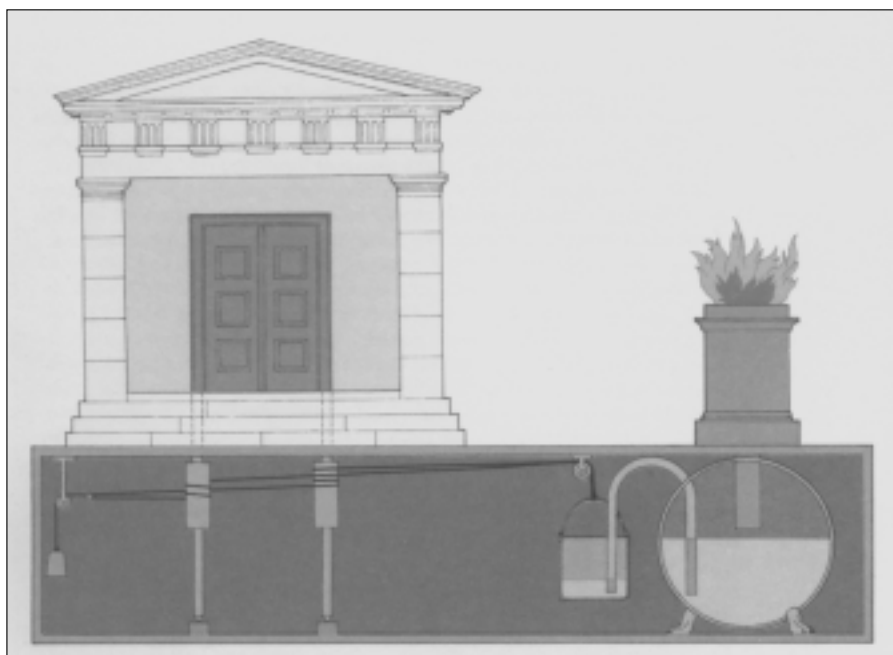
Historien fortæller, at der foran et gammelt egyptisk tempel flammede en kraftig ild på et alter. Idet man nærmede sig dørene, åbnede de automatisk, som var de styret af en ånd. Men hvor-

dan kunne det lade sig gøre? Man har udnyttet den viden, at vand udvider sig når det varmes op og bliver til damp.

Det var egypteren Heron, som stod bag denne automatiske døråbner. Heron levede for ca. 2000 år siden og er blevet kaldt verdens første tekniker. Man kender hans efterladte skrifter og notesbøger. Ud fra dem kan man se, at han var en mand med mange interesser, en livlig fantasi og stor humoristisk sans. Men han kendes bedst for sin dampkugle, der er blevet kaldt verdens første dampmaskine.

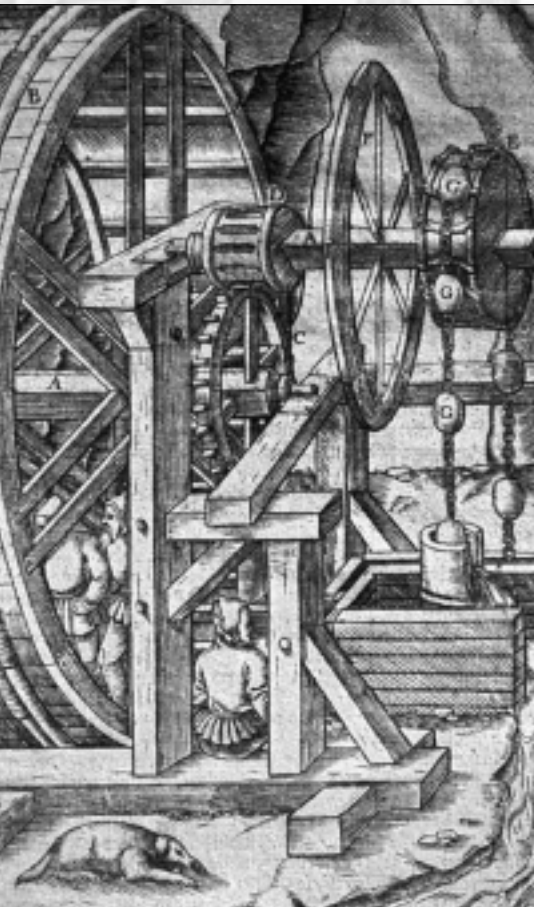


Heron's dampkugle. For at danne damp tænder man op under en metalgryde fyldt med vand. Dampen ledes op til en kugle, der er forsynet med to bøjede rør. Når dampen strømmer ud af disse rør vil kuglen snurre rundt. Heron brugte kun sin dampkugle som legetøj. Men han viste, at det var muligt at omsætte energien fra varme til bevægelse. Heron's dampkugle minder dog mere om en damp turbine end om en dampmaskine.



Egyptisk tempel. Når man nærmede sig templet startede en mekanisme i gulvet, der fik ilden på altret til at blusse op. Den opvarmede luft udvidede sig og pressede vandet, der var i en beholder under alteret, over i en spand. Da vandet kom over i spanden, blev den tungere og sank. Ved hjælp af et snoretræk åbnede tempeldørene. Man kan ikke kalde det en dampmaskine, men det hører til de første forsøg med damp.

Vand i minerne



Det var ikke kun heste man brugte til at drive et pumpeværk. Nogle gange var det mennesker, der gik i et trædehjul.

Der skulle gå mange år, før man begyndte at bruge damp til maskiner. Det var ikke fordi man havde glemt, hvordan dampen og damptrykket kunne bruges. Man havde bare ikke teknikken til at bygge maskinerne. Først i slutningen af 1600-tallet byggede man den første maskine drevet af damp. Dengang var der store problemer med oversvømmelser i minerne. I en mine i England løste man problemet ved, at 500 heste arbejdede med at drive et

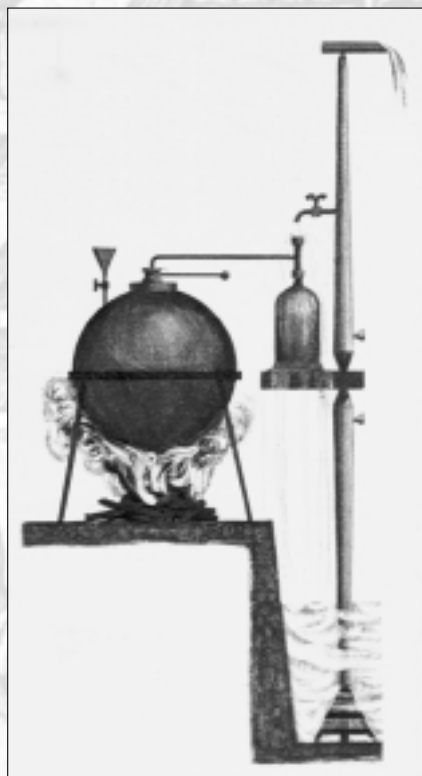
pumpeværk. Andre steder blev pumpeværket holdt i gang af et vandhjul i et nærliggende vandløb. Der var derfor behov for en maskine, der kunne bruges som pumpe.

Mange teknikere arbejdede i lang tid på at løse problemet med vand i minerne. Men der var mange vanskeligheder, som skulle løses, inden en brugbar maskine kunne tages i brug. Kampen for at løse problemerne med vand i minerne vil i de følgende afsnit blive beskrevet gennem de mænd, der arbejdede med sagen.

I 1698 fik Thomas Savery patent på sin damppumpe – han fik beskyttet sin idé, så ingen andre kunne tjene penge på den. Det var Saverys tanke at gøre den til minearbejderens ven. Pumpen kom derfor til at hedde "a miners friend".

Det fortælles, at Savery fik ideen til damppumpen ved et tilfælde. I en kro kastede han en næsten tom vinflaske ind i den åbne ild. På grund af opvarmningen begyndte den sidste vin i flasken at fordampe. Da Savery så "dampen" sive ud af flaskehalsen, fik han lyst til at undersøge, hvad der ville ske, hvis dampen ikke kunne slippe ud igen ved afkøling. Han tog derfor den varme flaske ud af ilden og stak dens hals ned i en balje med vand. Til sin overraskelse så han, at vandet under flaskens afkøling trængte op gennem halsen og næsten fyldte flasken.

I de følgende år forbedrede han damppumpen meget. Men den kom aldrig rigtig i brug. Ikke nok med at forbruget af brændsel var stort, så arbejdede den også ved for højt tryk. Det høje tryk var nødvendigt for at suge vandet op igennem røret i minen. Problemet var bare, at man i slutningen af 1600-tallet ikke var i stand til at lave kedler, der kunne holde til det høje tryk. Der skete derfor mange ulykker ved brugen af Saverys damppumpe.



Ideen med Saverys maskine var, at man gjorde brug af det undertryk, der opstår når damp afkøles og bliver til vand. På den måde kunne man suge vand op gennem et rør.

Problemet løses

Trods Saverys forsøg på at lave en brugbar dampmaskine, var det Thomas Newcomen, der blev den første. Efter 10 års arbejde havde Newcomen i 1710 bygget en maskine, som kunne pumpe vandet op fra minerne.

Newcomen var også englænder og arbejdede for forskellige mineselskaber. Han kendte altså problemet med vand i minerne, hvilke fik ham til at udvikle sin maskine. Selvom Newcomens maskine virkede på en helt anden måde end Saverys, var de nødt til at samarbejde. Savery havde nemlig eneret på alle maskiner, som "udnyttede ildens kraft".

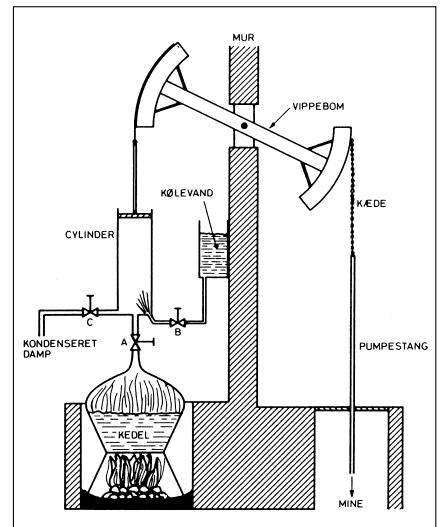
En dag opdagede Newcomen, at hans maskine arbejdede hurtigere end normalt. Straks gik han i gang med at undersøge den. Han opdagede, at der kom vand ind i den, fordi cylinderen var utæt. Normalt hældte man vand over cylinderen for at afkøle den, så dampen inde i blev til vand. Fejlen viste, at maskinen arbejdede hurtigere, når vandet blev sprøjtet direkte ind i cylinderen. Newcomen havde ved et tilfælde opdaget en ny teknik, der gjorde dampmaskinen bedre. Den teknik kalder vi en indsprøjtning-kondensator, fordi damp ved afkøling kondenserer eller fortættes til vand.

Til at begynde med virkede indsprøjtning-kondensatoren ved, at der blev åbnet og lukket for vandet. Drengen Humphrey Potter arbejdede med at åbne og lukke vandhanerne, men han var ikke særligt glad for sit arbejde. Han ville hellere lege med sine venner. For

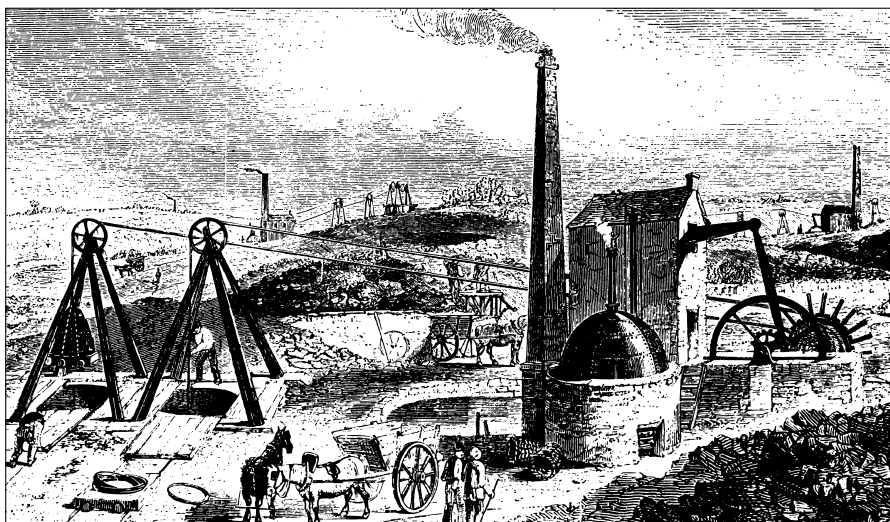
ikke at sidde og passe vandhanerne, fandt han ud af at forbinde en vippestang til hanerne. Ved et smart system fandt Potter ud af at bruge vippestan- gens op- og nedadgående bevægelse til at åbne og lukke for vandet. Dette system virkede så godt, at det blev indført på alle Newcomens maskiner og Potter blev arbejdsløs.

Newcomens dampmaskine var nu blevet meget mere effektiv. Men det var fortsat et problem, at den brugte for meget kul. Forbruget af kul var ellers blevet mindre i Newcomens maskine sammenlignet med Saverys maskiner. Dog var behovet for kul stadig utrolig stort i forhold til det arbejde, der kom ud af det. Kun 1% af kullet blev brugt til at pumpe vand op – resten gik til spilde som varme. Det var derfor kun ved kulminerne, at dampmaskinen blev sat op, da der her var rigeligt med kul. Den var dyr i drift, men også en god erstatning for mange hestes og mænds muskelkræfter.

Behovet for maskiner, der kunne gøre minerne uafhængig af vejret, var stort. Det er et problem, at vinden blæser som den vil og ikke når der er brug for det. At der kommer is på vandet om vinteren, kunne man heller ikke gøre noget ved. Løsningen var altså en maskine, der ikke var afhængig af vejret. Newcomens maskine var i det lange løb ikke god nok på grund af det store forbrug af kul. Alligevel skulle der gå 60 år før endnu en englænder, James Watt, løste problemerne med kulforbruget.



På Newcomens maskine var der en vippebom med en kæde i hver ende. Den ene kæde var forbundet med en pumpestang, som gik ned i minen. Den anden med et stempel, der sad i en cylinder. I en kedel med kogende vand blev dampen dannet, og derfra ledt ind i cylinderen, hvor den pressede stemplet op. I de første maskiner blev dampen afkølet ved, at cylinderen blev overrislet med vand. I de senere maskiner blev vandet sprøjtet direkte ind i beholderen.



Dampmaskine ved en engelsk kulmine.

James Watt



James Watt.

James Watt var ikke opfinder som Savery og Newcomen. Watt var mere en dygtig håndværker, der var god til at løse problemer. Når han blev sat til at reparere noget, undersøgte han først meget omhyggeligt, hvordan det var sat sammen. På den måde fandt han løsningen på mange problemer.

Watt var instrumentmager og ansat ved universitetet i Glasgow. Her skulle han sætte tekniske instrumenter i stand. Men han reparerede også legetøj og musikinstrumenter. I 1763 modtog han en pakke fra en kollega i London. Det var en model af en Newcomen dampmaskine, der var blevet sendt til reparation i London. Resultatet var ikke godt, og Watt fik til opgave at reparere den. Da han var færdig med at reparere modellen, sagde han: "Verden vil se anderledes ud, når denne maskine bliver forbedret."

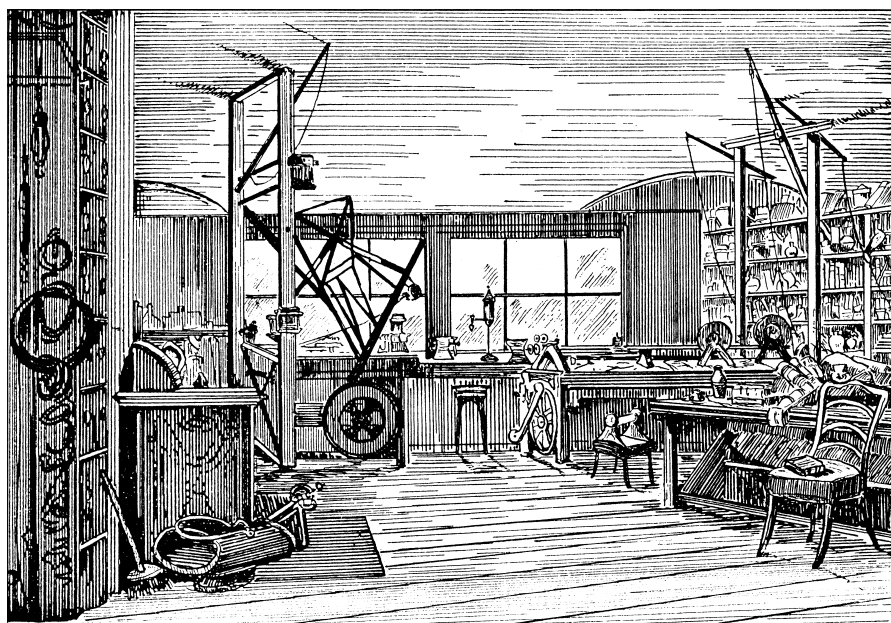
Han kunne ikke lade være med at tænke på, hvordan dampmaskinen kunne gøres bedre. Maskinens største problem, var som nævnt forbruget af kul. Watt tænkte i flere år over, hvordan han kunne løse dette problem. En søndag aften i 1765 var han ude at gå en tur, da løsningen pludselig kom til ham. Han tænkte: "Hvis man i forbindelse med cylinderen skaber et luft-tomt rum, så vil dampen strømme ind i rummet efter brug og fortættes, uden at cylinderen afkøles." Det var starten

på Watts nye opfindelse til dampmaskinen – kondensatoren. Han gik straks i gang med at bygge en model med kondensator og tilføjede samtidig flere forbedringer til Newcomens maskine.

Udregninger viste, at forbedringerne havde gjort dampmaskinen 5 gange mere effektiv, end de maskiner man kendte.

Det er ikke svært at forestille sig, at disse forbedringer kostede mange penge. Heldigvis tilbød storfabrikant Roebuck at betale udgifterne til et patent på den nye dampmaskine. Han ville selvfølgelig ikke gøre det gratis. Som betaling ville han have en tredjedel af de penge, som maskinen blev solgt for. Watt tog straks imod tilbuddet, og den 25. april 1769 blev der givet patent på hans opfindelser. Han fik eneret til at benytte sine forbedringer af dampmaskinen. Samtidig var han den eneste, der måtte sælge maskinerne.

Nu skulle Watt i gang med at bygge sine maskiner. Det gik desværre ikke særlig godt. Den første maskine var en stor fiasko. De smede, der skulle lave cylinderen var ikke dygtige nok. Det var meget svært at få cylinderen rund og samtidig sørge for, at dampen ikke kunne komme ud gennem små revner i cylinderens væg. Og ikke nok med det, så gik Roebuck fallit og der var ikke flere penge.



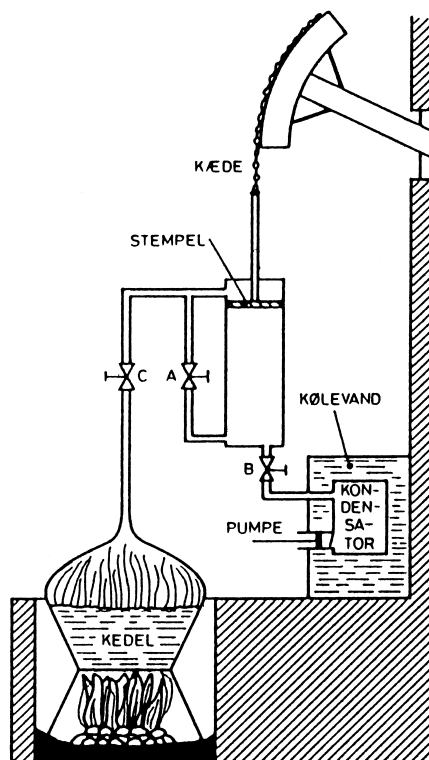
Watts arbejdsværelse og værksted.

Watts arbejde med dampmaskinen gik helt i stå, og han måtte skuffet tage andet arbejde. I et brev til en ven skrev han: "Jeg bliver snart 35 år, og jeg har endnu ikke gjort for 35 øre gavn i verden." Men han tog fejl. Han havde allerede lavet så store forbedringer af dampmaskinen, at håndværkerne ikke kunne følge med.

Da det så værst ud, blev Watt igen reddet af en rig fabrikant. Han hed Matthew Boulton, og ejede blandt andet et jernstøberi, som viste sig at være en stor hjælp, da dampmaskinerne skulle bygges. Boulton sørgede for, at Watts patent blev forlænget i 25 år. Med hjælp fra Boultons dygtige smede lykkedes det at bygge en maskine, der virkede perfekt. Forbruget af kul blev halveret, hvilket havde stor betydning for mineejerne. Dampmaskinen blev hurtig en succes i hele England og kort tid efter også i resten af Europa. Mange fabrikanter og mineejere stod i kø for at købe denne fantastiske maskine, som blev solgt til en fornuftig pris. Køberne skulle "bare" betale en tredjedel af de penge, som de sparede på kul. Det viste sig, at Boulton og Watt havde været smarte at sælge maskinen til denne pris. Mineejerne sparede mange penge.

Mens salget af dampmaskiner steg, arbejdede Watt videre med nye forbedringer. Det blev til en dobbeltvirkende dampmaskine. Maskinen fungerede ved, at dampen først pressede stemplet ned, som i den enkeltvirkende dampmaskine. Derefter pressede dampen stemplet op, hvilket gav den navnet dobbeltvirkende.

Inden længe arbejdede tusinder af dampmaskiner i alle lande, og dampens tidsalder var begyndt. Udviklingen gik stærkt og industrialiseringen begyndte. Hvad industrialiseringen gik ud på, vil det næste afsnit fortælle.

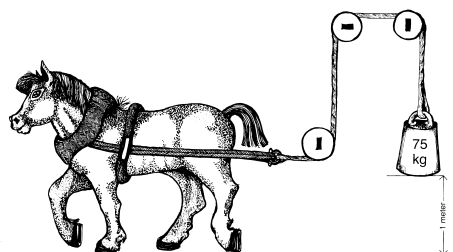


Den enkeltvirkende dampmaskine.

Watt fandt på adskillige forbedringer. I den nye maskine blev dampen ledt ind i cylinderen over stemplet. Stemplet blev presset ned af dampen i stedet for op. Stemplet gik derpå til vejrs på grund af vippestangens vægt. En anden forbedring var, at Watt isolerede cylinderen. På den måde forsvandt der ikke varme ud gennem cylinderens vægge. Det blev til verdens første enkeltvirkende dampmaskine med kondensator.

KONDENSATOR

En kondensator er det samme som en afkøler. I kondensatoren på Watts dampmaskine blev koldt vand brugt som afkøler. En luftpumpe sørgede for at holde kondensatoren fri for luft. På den måde kunne cylinderen blive ved med at være varm, og der gik ikke en masse damp til spilde, når cylinderen igen skulle varmes op ved næste stempelslag.



HESTEKRÆFTER

Da Watt og Boulton skulle sælge dampmaskinen, stod de over for et problem. Hvordan skulle de forklare mineejerne, hvor meget de kunne spare ved at købe en dampmaskine? Mineejerne ville naturligvis vide dette, så de kunne finde ud af, om det kunne betale sig at købe en dampmaskine.

Watt indførte "hestekraften" for at overbevise sine kunder om, hvor nyttige og billige dampmaskinen var. Han fandt ved forsøg ud af, at en stærk hest kunne løfte 75 kilo en meter i sekundet – eller 60 meter i minuttet.

Når en dampmaskine kunne løfte 10 gange så meget svarede det til ti hestes kraft. På den måde kunne mineejerne sammenligne prisen på kul med den pris som det kostede at holde ti heste. Mineejerne fandt som regel ud af, at det bedre kunne betale sig med en dampmaskine.

Man har senere fundet ud af, at det var en meget stærk hest som Watt havde brugt til sit hesteforsøg. Men forklaringen på hestekræfter er stadig den samme.

Industrialiseringen

Industrialiseringen ændrede livet for alle. Før dampmaskinen kom til Danmark boede ca. 80% af befolkningen på landet og var selvforsynende. Det vil sige, at de selv lavede deres tøj, værktøj og mad. De havde ikke behov for at købe varer hos andre, som vi kender det i dag.

I byerne fandtes der håndværkere af forskellig slags, men også bagere og slagtere, som kunne forsyne byboerne med mad. Der var kun lidt industri. Den lå i København eller i de byer, hvor man kunne udnytte vand- og vindkraft.

I løbet af 1800-tallet ændrede dette sig. Watts opfindelse kunne bruges til meget andet end at pumpe vand op af minerne. I England var man allerede begyndt at bruge dampkraft på fabrikkerne. Det betød, at der kunne fremstilles flere varer end tidligere, hvilket fik priserne til at falde. Herved fik flere mennesker råd til at købe varerne, og en stor udvikling blev sat i gang. Den gamle "naturlige" fordeling af arbejdet mellem land og by ændrede sig langsomt.

I byerne voksede fabrikkerne frem, og der blev hurtigt brug for ny arbejdskraft. Samtidig mente mange på landet, at de kunne få et bedre liv i byerne. Der skete en vandring fra land til by. I byen arbejdede mændene på fabrikker. Men også kvinder og børn begyndte at

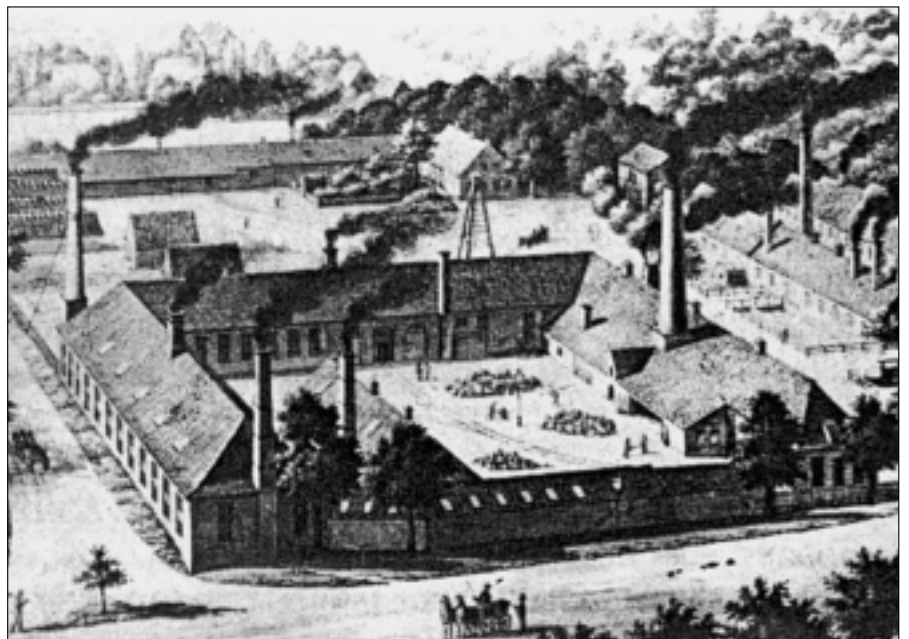
arbejde på fabrik. Før i tiden havde kvinden gået hjemme på gården og passet børnene, sørget for tøj og mad. Dette var ikke længere nødvendigt. Nu skulle hun tjene penge, så familien kunne købe tøj og mad.

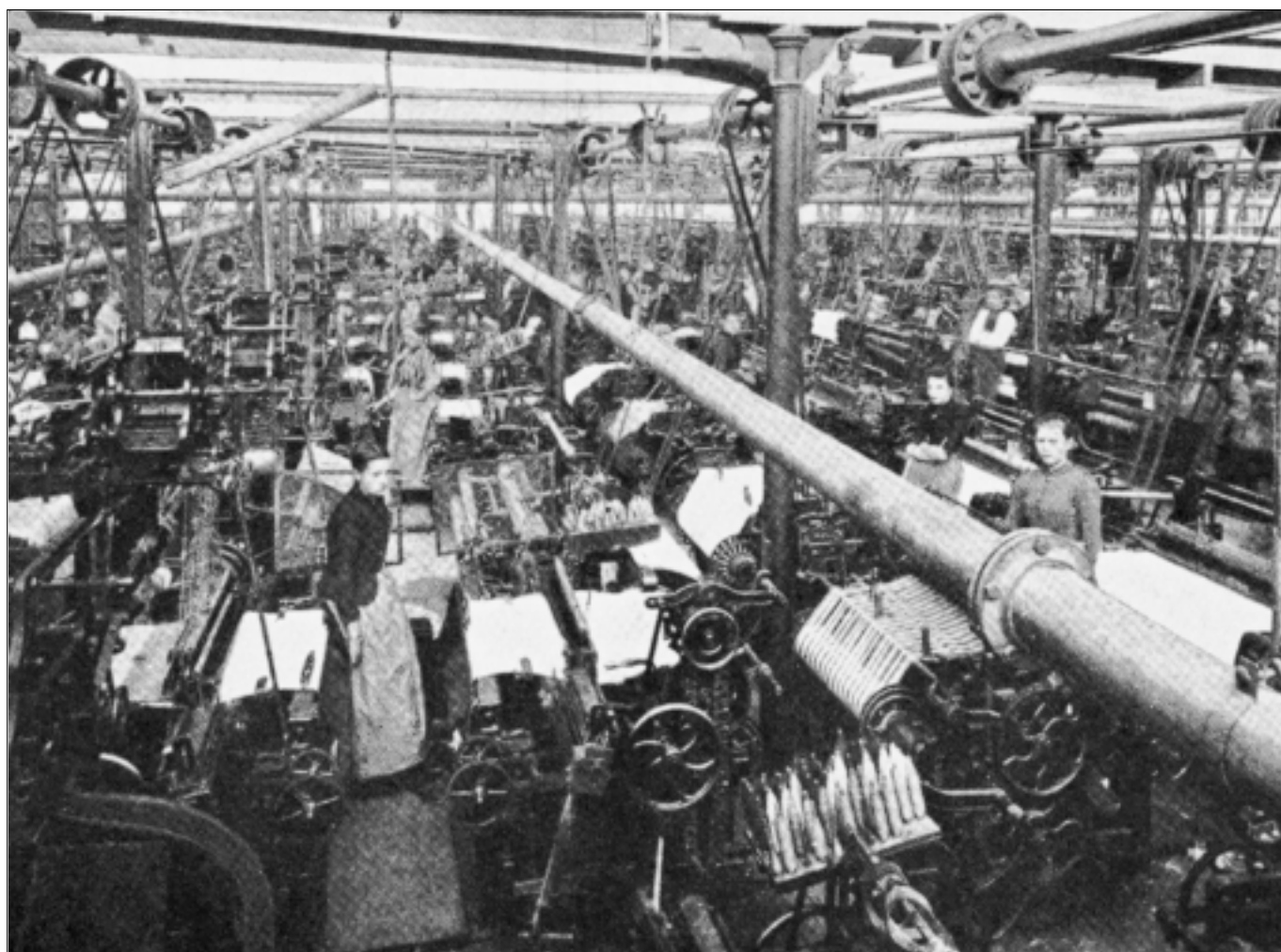
Den industrielle udvikling begyndte i England, som for 200 år siden blev kaldt "Europas værksted". Derfra bredte udviklingen sig og den første dampmaskine kom til Danmark i 1805. Men først fra midten af 1800-tallet begyndte fabrikkerne herhjemme for alvor at bruge dampkraft, og vandringer fra land til by satte ind.

Dampmaskinerne var endnu dyre at købe. Derfor var det kun de store fabrikker, som havde råd til mekanisk arbejdskraft. I slutningen af 1800-tallet kom forskellige typer af benzin-motorer frem, som var billigere. Det blev dermed også muligt for mindre fabrikker at få mekanisk arbejdskraft.

Da 1. verdenskrig brød ud i 1914, var befolkningstallet i Danmark mere end fordoblet i forhold til tiden lige før industrialiseringen. Og nu boede kun 60% af befolkningen på landet. De gamle håndværk blev afløst af industrien, som kunne fremstille varerne hurtigere og billigere. Danmark var blevet et industrialiseret landbrugsland. Først efter 2. verdenskrig blev Danmark et industrisamfund.

Røgen fra fabrikernes dampmaskiner var symbol på fremskridtet.



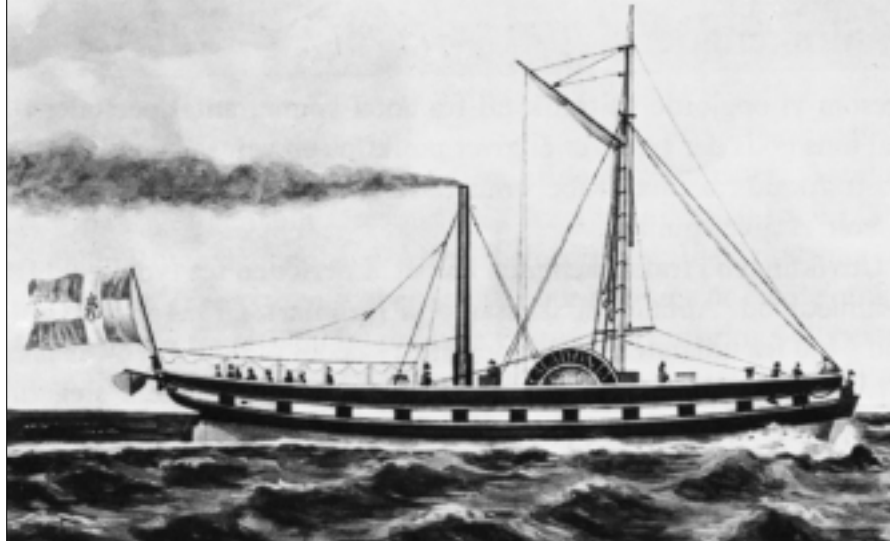


Den store vævesal i Rubens Dampvæveri. Alle remmene i loftet er forbundet med en stor dampmaskine. Når dampmaskinen er i gang får den remmene til at køre rundt. På den måde kan alle vævemaskiner fungere på samme tid.



Man brugte også dampmaskiner på landet. Her ses en lokomobil, der er en dampmaskine, som man kan flytte rundt. Når dampmaskinen kunne flyttes var det ikke nødvendigt at alle gårde havde en dampmaskine.

Det første dampskib i Danmark hed "Caledonia" og sejlede mellem København og Kiel.



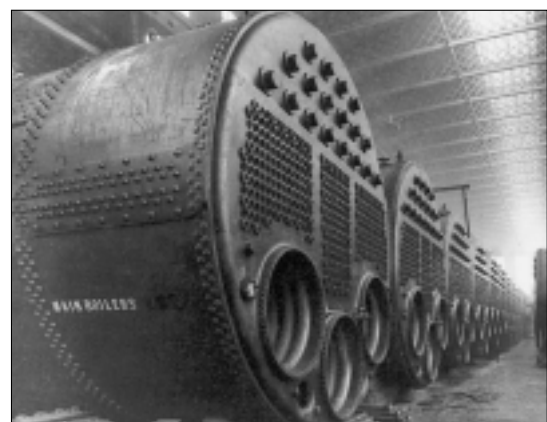
I takt med at industrien voksede frem i Danmark, steg behovet for transport. Når skibe blev udstyret med en dampmaskine, blev de hurtigere og mindre afhængige af vejret. Det første dampskib kom til Danmark i 1819, men i 1850 var der endnu ikke mange. Derefter steg antallet dog hurtigt. Dampmaskinen var også skyld i, at jernbanen dukkede op. I 1847 blev den første jernbane anlagt mellem København og Roskilde. I 1920 var jernbanenettet udbygget, så det bandt hele Danmark sammen. Hver egn havde sin jernbane. Jernbanen gjorde Danmark mindre. Men toget havde brug for at tanke kul og vand. Derfor blev der bygget mange nye stationer, hvor togene kunne tanke op. Langsomt voksede der en by op omkring stationen. På den måde er mange af de byer opstået, som i dag ligger ved jernbanen.

Dampmaskinens kraft blev afløst af elektriciteten. Langsomt blev de store dampmaskiner skiftet ud med elektromotorer. Det betød, at der ikke længere var brug for store fabrikshaller, hvor dampmaskinerne kunne stå. Det blev muligt at have mindre og billigere fabrikker med høj produktion.

Der findes dog stadig store dampdrevne maskiner som vi alle er meget afhængige af – de store kraftværkers turbiner bliver oftest drevet af damp. Disse dampturbiner fungerer på samme måde som Herons dampkugle, men er meget større. Gennem små åbninger ledes dampen ind i turbinen under tryk, hvor der ligesom hos de gammeldags vandmøller skabes en roterende bevægelse. Det er den roterende bevægelse i dampturbinen, som bliver til elektricitet.



Verdens største dampskib fra 1912, Titanic.



Titanic's kedler.



“Ethvert sted på togets vej kendes tidspunktet for togets ankomst. Man kan høre signalpipens lyd langt væk, når toget er i fart. Hvor veje for almindelige kørende og gående krydser jernbanen, slår den opstillede vagt træbommen ned, og de gode folk må vente til toget har passeret. Langs jernbanen, lige så langt den strækker sig, er små huse rejst, så vagterne kan se hinandens flag. De har så tid til at holde jernbanen ren for sten eller kviste der ligger over skinnerne.”

H.C. Andersen

Opgaver

Hvad sker der med vand, når det varmes op?

Hvordan udnyttes damp i en dampmaskine?

Forklar med dine egne ord, hvad der gjorde dampmaskinen til noget særligt?

Hvad førte til den industrielle revolution? Og hvad medførte den?

Kan du forestille dig, hvilke ting, der blev nemmere efter at dampmaskinen var kommet frem?

Hvilken arbejdskraft brugte man før dampmaskinen? Hvad gør man nu om dage, hvor man ikke har dampmaskiner mere?

Prøv at forklare en klassekammerat, hvordan en dampmaskine virker.

Hvilken energikilde drev dampmaskinen?

Er der stadig nogle steder man benytter damp som drivkraft?

