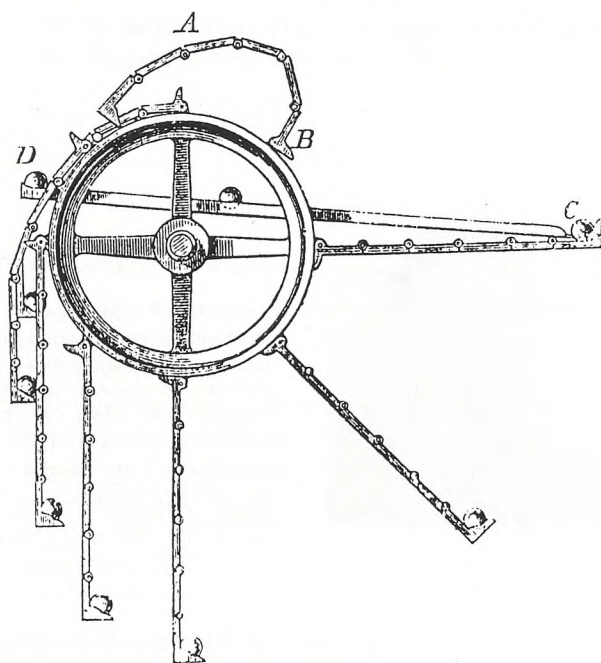


Evighedsmaskiner

Erik Nienstædt og Finn Berg Rasmussen

De allerfleste af KVANTs læsere er vel klar over, at evighedsmaskiner kun eksisterer i fantasiens verden. Når Ungdommens Naturvidenskabelige Forening kan afholde en livlig foredrags- og diskussionsaften om emnet, tyder det imidlertid på interesse hos en bredere kreds end de 5-10 opfindere om året, der kontakter Patentdirektoratet med mere eller mindre originale forslag til sådanne maskiner.



Figur 1. "Momentforstærkeren."

Definitioner

Første problem i en diskussion er at få præciseret, hvad man taler om. I fysikken defineres to typer af evigheds-maskine, eller (på latin) *perpetuum mobile*. Evigheds-maskinen af første art er populært sagt en maskine, der producerer mere energi, end den får tilført. Ved en "maskine" forstås i denne sammenhæng et vilkårligt system, der gennemløber samme kredsløbsproces igen og igen. Den arbejder med andre ord periodisk.

Varmelærens *første hovedsætning* siger slet og ret, at en evighedsmaskine af første art er umulig. En anden, ensbetydende formulering er, at når der gennemføres en kredsløbsproces med et vilkårligt system (hvor systemet altså vender tilbage til sit udgangspunkt), har systemet modtaget lige så meget energi som det har afgivet (loven om energiens konstans). Den sidste formulering lyder vel umiddelbart mere videnskabeligt korrekt end den første; der findes mange andre formuleringer, men fælles for dem er, at de er ækvivalente (altså at hver af dem logisk fører til alle de andre), og fremfor alt at de er resultat af et uhyre

antal forskelligartede målinger, hvis nøjagtighed stadig er blevet forbedret gennem de seneste halvandet hundrede år. Når fysikere sværmer for den første formulering, har det dels historiske og traditionsmæssige årsager, dels at det lyder flot.

Nutildags taler alle om energi, men det er langt fra alle, der ved hvad det er. Det har da også taget århundreder for fysikerne selv at udvikle denne begrebsdannelse og at indse dens omfattende betydning. Af hensyn til det følgende skal vi lige omtale de simpleste energiformer og energiomsætninger.

Udgangspunktet er begrebet *arbejde*: når en genstand flyttes under påvirkning af en kraft, udfører kraften et arbejde, som er lig med kraft gange vej (vel at mærke kraften i vejens retning - hvis kraften står vinkelret på flytningens retning, er arbejdet nul). Kraften kan fx være mekanisk ("skubbe", "trække", en tyngdekraft), elektrisk, magnetisk, eller elektromagnetisk. I et elektrisk kredsløb tales der om elektrisk arbejde: strøm gange spænding gange tid.

Når der udføres arbejde på et system, vokser dets *energi*. Der kan være tale om *potentiel energi*, fx et lod, der løftes i tyngdefeltet, eller to magnetiske nordpoler, der flyttes tættere sammen. En anden form er *kinetisk energi* (eller bevægelsesenergi): en raketmotor arbejder på raketten og tildeler denne en kinetisk energi, som kan beregnes af hastigheden. Elektriske og magnetiske felter indeholder energi, som ligeledes opbygges ved udførelse af arbejde.

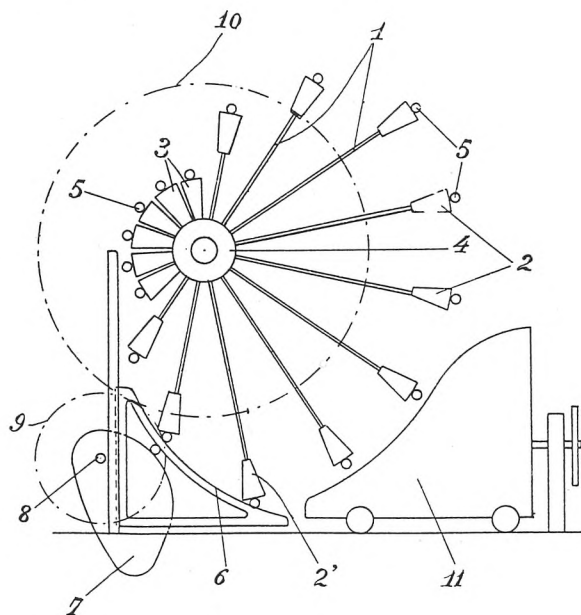
Et særligt tilfælde optræder ved kræfter, der kommer af de forskellige former for gnidningsmodstand (fx mekanisk gnidning i et hjulleje eller elektrisk modstand). Her ser man en temperaturstigning, og i daglig tale siger man, at gnidningskræfternes arbejde er blevet til varme. Det er imidlertid mere korrekt at sige, at systemets *indre energi* er blevet forøget, for efter processen kan man ikke se, om temperaturstigningen skyldtes gnidningskræfternes arbejde eller om den skyldtes en direkte varmetilførsel, for eksempel ved hjælp af en blæselampe. Netop opdagelsen (R.Mayer, J.Joule, 1840-1850) af, at varmeoverførsel og overførsel af arbejde kan fremkalde nøjagtigt samme resultat, er en af de store revolutioner i fysikken, selv om det vist i dag er vanskeligt overhovedet at se noget problem her; nu er vi helt vænnet til omsætning mellem alle energiformer, og de måles i den samme enhed.

Evighedsmaskinen af anden art bliver omtalt senere i artiklen.

"Evighedsmaskiner"

Nogle mennesker mener, at en maskine, der blot kan holde sig selv i gang, er en evighedsmaskine. Hvis man fortæller om superledning og det går op for tilhørerne, at en ring-

formet strømleder af superledende materiale kan bære en elektrisk strøm, der bliver ved med at gå "i det uendelige" (dvs så længe den holdes kold nok), hører man ofte det forbavsede udbrud: "jamen, den er jo en evighedsmaskine!". Det er den ikke. Superlederen, eller rettere elektronerne i superlederen, er i en bestemt (kvante-)energitilstand. Hvis man tapper energi ud, vil strømmen svækkes, og faktisk tager man blot noget af den energi, der oprindeligt blev oplagret i ringen, da strømmen blev sat i gang. Man kunne lige så godt sige, at elektroner omkring en atomkerne udgjorde en evighedsmaskine.



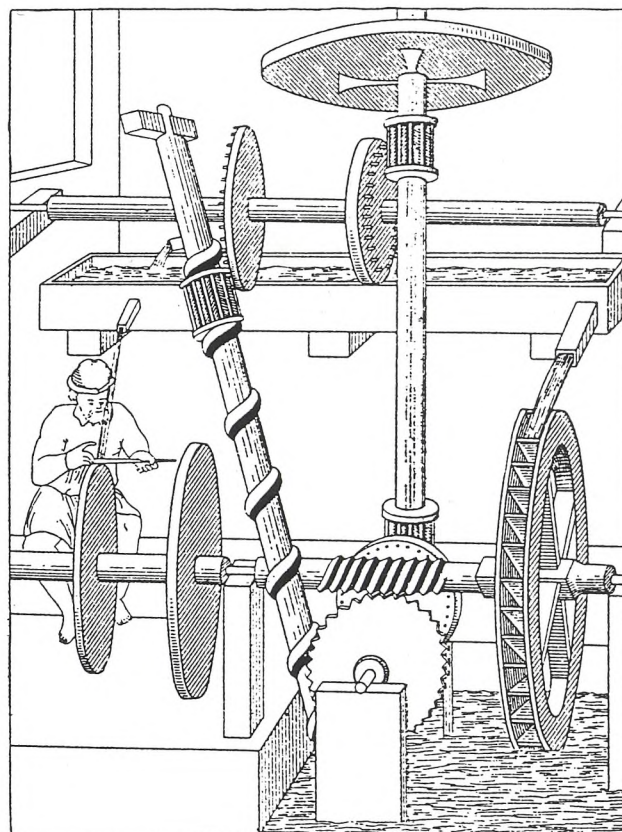
Figur 2. "Strikkepindsmaskinen"

Misforståelsen kommer formentlig af at betragte maskiner, typisk mekaniske, som man kunne forestille sig at konstruere og sætte i omdrejninger i sit laboratorium. Her vil altid optræde gnidningsmodstand under en eller anden form. Gnidningskræfternes arbejde vil omdanne den oprindelige kinetiske energi til indre energi i maskindelen. Disse bliver varmere, og varmen vil efterhånden lække ud i omgivelserne og således gå tabt for maskinen. Hvis maskinen skal blive ved med at køre rundt, skal den erstatte dette tab. Maskinen skal altså producere energi ud af intet, det vil sige være en *evighedsmaskine af første art*.

I det følgende skal vi se på nogle konkrete forslag til "evighedsmaskiner". Desværre ligger det tungt med helt aktuelle eksempler: en opfinder, der indleverer en ide til Patentdirektoratet, har krav på, at sagen behandles i dybeste fortrolighed, og hemmeligholdelsen opretholdes naturligvis, hvis patentansøgningen afslås. I Danmark udstedes der ikke patent på opfindelser, der vurderes at være baseret på en ikke-realiserbar teknik. Nogle af de følgende forslag stammer fra Frankrig, hvor man - i hvert fald indtil 1970 - har udstedt patenter uden hensyn til realiserbarhed.

En hel klasse af foreslåede maskiner benytter sig af hjul forsynet med forskydelige vægtarme. Se fx figur

1 der stammer fra den svenske "Nationalencyklopedin". De to kugler på de strakte vægtarme på højre side giver tilsammen helt klart et kraftmoment (kraft gange arm), der vil tynge denne side ned, fordi de 4 kugler på venstre side kun virker på en arm, der er lig med eller mindre end hjulets radius. Men hvordan er hjulet overhovedet kommet til denne stilling? Hvis man drejer hjulet 5° tilbage (eller 40° frem), ligger der ingen kugle på den næsten vandrette arm til højre, og nu er det så venstre side, der vinder. Maskinen kan ikke løfte den næste kugle op til D og vil blot stå og vippe frem og tilbage.



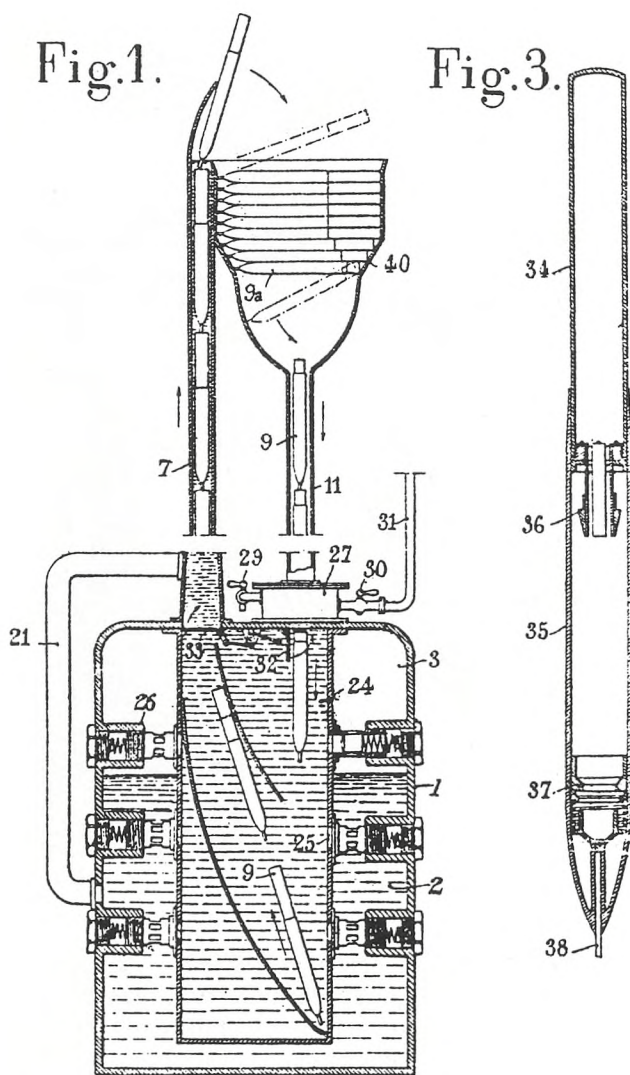
Figur 3. Genbrug af vand

Figur 2, er fransk patent nr.898.792. Vægtarmene skubbes frem og tilbage gennem huller tværs gennem akslen. Skubningen udføres af de to flader til venstre og giver anledning til et kraftmoment imod bevægelsen. Systemet er derfor næsten i ligevægt i enhver orientering, trods den sindrige excentrik nederst til venstre.

Med vand eller andre væsker kan man også håbe at opnå noget, i en traditionel vandmølle eller ved hjælp af opdrift, hvor "tyngdekraften vendes om - man må tænke utraditionelt" (citater fra en opfinder):

I figur 3, fra opfindelsernes bog driver vandet fra det øverste kar et overfaldsvandhjul. Via tandhjulene drejes en arkimedisk vandsnegl, som returnerer vandet til øverste niveau. Maskinen skal ikke alene gengive vandets dets potentielle energi og overvinde gnidningstabene ved slibestenen og i den primitive mekanik, men tillige skabe et overskud af vand til brug for slibestenen.

Det vi har kaldt "blyantsmaskinen" i figur 4, er fransk patent nummer 55.413. Tyngdekraften bruges øverst til at trykke de blyantslignende torpedoer ind, så de kan gå til bunds i vandkarret. Stød mod bunden udløser "blyanten", så dens rumfang forøges, og opdriften er nu stor nok til at løfte "blyanten" op til toppen hvor den via et sindrigt system af ventiler og sluser bliver deltager i søjlen der gradvist løfter sig.

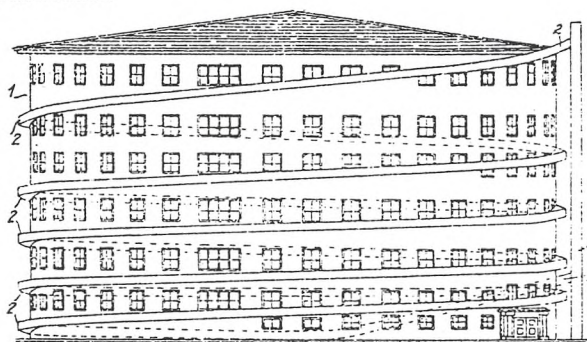


Figur 4. "Blyantsmaskinen"

Elektricitet og magnetisme har også appelleret til fantasien. Vores barndoms drøm om en dynamo, der leverer strøm til en motor, der driver dynamoen, er patenteret i Frankrig (nummer 868.795 og 1.081.255, sidstnævnte fra 1953). En meget avanceret nyttiggørelse af princippet er vist i figur 5: En vogn med en dynamo drives af tyngdekraften ned ad slidsken rundt om huset og ender ved (3) i en elevator (4). En del af strømmen driver elevatoren, som skal løfte vognen op igen til (2) (dvs gengive vognen dens potentielle energi). Patentbeskrivelsen forklarer at Resten af strømmen skal give lys og varme i huset.

Evighedsmaskinen af 2. art

De maskiner, der gør vores tilværelse så behagelig ved at producere elektricitet (fx dampturbiner) eller ved at udføre arbejde for os (fx bilmotorer), omsætter energi i form af varme til energi i form af mekanisk arbejde. Helt skematisk kan dampturbinen på et elektricitetsværk beskrives således: den modtager damp ved højt tryk, dvs høj temperatur, og afleverer dampen ved lavt tryk, altså lav temperatur. Det er trykforskellen, der driver turbinen. Et energiregnskab vil vise, at spildvarmen, der afleveres til kølesystem mv, er mindre end den varmeenergi, der gik til at producere højtryksdampen. Energiforskellen er gået til at drive den elektriske generator. Disse maskiner (også bilmotorer) tager altså varme fra en varmekilde med høj temperatur og afgiver spildvarme til en anden (negativ) "varmekilde", som er kold. De kræver således mindst to varmekilder.



Figur 5. En dynamo til husbehov. (Fransk patent nr.956.402).

En maskine, der kunne levere mekanisk arbejde på basis af varme fra kun een varmekilde, kaldes en *evighedsmaskine af anden art*. Varmelærens anden hovedsætning siger, at også en sådan maskine er umulig. Maskinen overholder loven om energiens konstans (første hovedsætning), men anden hovedsætning fortæller noget om en begrænsning ved varmen som energiform.

Vi er desværre ikke i stand til at omtale forslag til maskiner, der ville forbyrde sig mod anden hovedsætning, fx ved blot at suge varme ud af de varme have omkring ækvator. Men vi kan måske præcisere problematikken ved hjælp af figur 6.

Da anden hovedsætning blev opdaget, omkring midten af forrige århundrede, må den have været en stor gåde. I dag, hvor vi kender materialers opbygning af atomer og molekyler, er det noget lettere: tænk på en klods, der glider hen ad en bordplade og bringes til standsning af gnidningsmodstanden. Den oprindelige kinetiske energi er blevet til indre energi (temperaturstigning) i bordplade og klods. Den indre energi består af en blanding af kinetisk og potentiel energi fordelt tilfældigt på de vibrerende molekyler i bord og klods. Den oprindelige, velordnede bevægelse er blevet til et fuldkommen uoverskueligt rod af bevægelser. Hvis den indre energi skulle trækkes ud igen, udføre et arbejde på klodsens og accelerere den til den oprindelige hastighed, skulle alle de tilfældige

bevægelsesmønstre koordineres, så de skubbede rigtigt på lige det rigtige tidspunkt. Derfor kommer vi aldrig til at opleve, at klodsen igen sætter sig i bevægelse ved at tage varmen tilbage. Processer af denne type kan kun forløbe i een retning, og det er indholdet af anden hovedsætning.



— Var der ikke frygtelig varmt i Stillehavet, Hr. Ulriksen —?
— Forfærdeligt, vi maatte gaa ned i Fyrrummet og køle os af!
Figur 6. En rigtig skipperskrøne. Hvis skibspropellen skal give fremdrift, må maskinrummet nødvendigvis være det varmeste sted.

Sund skepsis, pædagogisk fallit eller hvad?

Uanset de vilde eller absurde ideer, der fremsættes på dette område, kan man ikke lade være med at se noget positivt i folk, der arbejder sig frem til en overbevisning og kæmper for den, selv om de kommer i konflikt med alt det etablerede. De gør netop hvad vi i almindelighed mener, at god videnskab skal gøre (og hvad vi prøver at indpræge i yngre generationer): tænke utraditionelt og sætte spørgsmålstegn ved al overleveret viden. Og videnskabens historie viser mange eksempler på nye ideer, der er blevet misforstået eller direkte undertrykt af autoriteterne.

Denne varme beundring kølnes imidlertid i de tilfælde, hvor en given fysisk lov, fx vægtstangsreglen, med stor velvillighed bruges til at argumentere for, at en foreslået

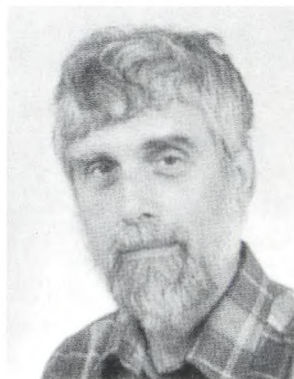
maskine vil køre i en bestemt retning, men hvor opfinderen nægter at indrømme, at selvsamme lov resulterer i en modsat påvirkning i et andet trin af processen, så at maskinen i virkeligheden blot er et svingende system (og altså ikke bedre end et pendul).

Noget tilsvarende gælder i tilfælde af simpel begrebsforvirring, som når der sættes lighedstegn mellem elektrisk strøm og energi. Men her bringes man unægtelig også til at spekulere over kvaliteten af vores formidling og af undervisningssystemet i almindelighed.

En opfinders sidste replik kan gå ud på, at fx Galilei også blev forfulgt for sine ideer. Men den omstændighed, at autoriteterne kan tage fejl, beviser ikke, at de altid gør det. På dette stadium kan man kun henvise sagen til den højeste dommer i naturvidenskabelige anliggender: naturen selv. Hvis man er venlig, kan man sige: "Det var et interessant forslag. Kom tilbage, når maskinen virker".



Erik Nienstædt er civilingeniør og patentspecialist. Har siden 1964 arbejdet hos Patentdirektoratet med behandling af patentansøgninger, udstedelse af patenter og dokumentation. Omfattende kursusvirksomhed om disse emner.



Finn Berg Rasmussen er lektor ved Niels Bohr Institutets Ørsted Laboratorium. Har bl.a. arbejdet med kernemagnetisme (termodynamik og NMR) i fast, flydende og superflydende Helium3 og i sølv. Medlem af KVANTs redaktion.