



Et gammelt, glemt apparat havde engang en vigtig funktion.

'NATURKRÆFTERNE ERE UFORGJENGELIGE'

JAN TAPDRUP >

I det fjerneste hjørne af Danmarks Tekniske Museums hovedmagasin står et flot gammelt apparat blandt biler, lamper og andre genstande i dette teknikkens skatkammer. Apparatet, der er mere end 150 år gammel, blev brugt til undersøgelser, der førte til en dansk formulering af en af fysikkens fundamentale love. Det drejer sig om termodynamikkens første hovedsætning, som siger, at mængden af energi i et lukket system er konstant. Med andre ord opstår eller forgår energi ikke, men omsættes fra en energiform til en anden. De første formuleringer af termodynamikkens første lov tilskrives normalt henholdsvis Julius Robert von Mayer (1814-1878) og James Prescott Joule (1818-1889), men danskeren Colding spillede også en rolle.

Uddannet ingeniør

Ludvig August Colding (1815-88) er en vigtig person i DTU's historie. Han blev født på en gård nær Brøndbyøster. Hans far var intet mindre end sørøverkaptajn, indtil den danske regering

satte en stopper for plyndringen af engelske skibe i 1813. Indtil da kunne man faktisk med den danske stats billigelse kapre engelske skibe. Øjensynlig var faderen en bedre pirat end landmand, i hvertfald voksede Colding op i fattigdom. Familien havde relationer til videnskabsmanden og naturfilosofen H.C. Ørsted, og på dennes anbefaling blev den unge Ludvig uddannet tømrer. Men han blev interesseret i dampmaskiner og anden teknik, så senere tog han forberedelseksamen til Den Polytekniske Lærestanstalt, det nuværende DTU, og blev her uddannet som maskiningeniør i 1841.

Ideen om energibevarelse

Der var kun få ingeniørjobs i Danmark på dette tidspunkt. Men i 1845 blev Colding ansat som vejinspektør i Københavns Kommune, i 1847 blev han vandinspektør og i 1857 udnævntes han til stadsingeniør. Den Polytekniske Lærestanstalt fik således en kompetent underviser i 1864, hvor han begyndte at undervise i varme og

ventilation sammesteds, hvor han også blev professor i 1869.

Coldings videnskabelige arbejde med varme og energi (som dengang gik under betegnelsen 'kræfter') begyndte tilbage i 1830'erne. I 1832 noterede han nogle uregelmæssigheder i en række målinger, som han udførte for H.C. Ørsted om vands sammentrykkelighed. Colding bemærkede, at de målingsmæssige uregelmæssigheder kunne skyldes, at der blev frigivet varme under sammentrykningen. Hermed var et af kimene til hans tanker om 'energiebevarelse' lagt.

Inspireret af tidens tanker

I det hele taget var der omkring 1840 skabt et klima, hvor ideerne om energibevarelse kunne trives. Sådanne



Fysikeren og naturvidenskabsmanden Coldings ideer og tanker fik betydning langt ud over hans eget livsforløb. Hans gravsten på Assistens Kirkegård i København bærer ordlyden 'Naturkræfterne ere uforjængelige'.

Coldings arbejdstegninger til apparatet, der brugtes til at bevise hans teori om energiens konstant.



Apparatet ser ikke ud af noget særligt, men har været brugt til at udforske og bevise en af de mest fundamentale fysiske love.

COLDINGS APPARAT

Et skråtstillet plan har to metalskinner, som er fikseret i den ene ende, så de kan udvide sig den anden vej. Ovenpå er en slæde med kanonkugler, som giver slæden tyngde. Slæden er nederst påmonteret stænger af det metal, der skal undersøges, som gnider på skinnen. Et morin-dynamometer (et instrument til måling af kraft) kan aftegne en kurve på et papir, der kan bruges til at bestemme det gennemsnitlige 'arbejde' og dermed friktionsarbejdet. Varmen fra friktionen bestemmes ved at måle udvidelsen af skinnerne, aflæst ved hjælp af en mikrometerskrue.

ideer var set før inden for den klassiske mekanik. Ligeledes havde ideen om, at varme er bevægelse været udtrykt. Arbejdet med elektromotorer og dampmaskiner gav anledning til udvikling af begreberne 'arbejde' (forstået som 'kraft gange den strækning kraften virker over') og 'potentiell energi'. Samtidig ledte germanske forskere – herunder både Ørsted og Colding – efter sammenhænge mellem naturens kræfter, inspireret af tidens romantiske og naturfilosofiske tanker. Disse faktorer kan forklare, hvorfor tre mennesker næsten samtidigt, men uafhængigt af hinanden, fremsatte den samme teori.

Den ene, lægen Mayer, blev inspireret til tanken om energibevarelse gennem betragtninger af og om den menneskelige krop. Den anden, Joules, der var søn af en brygger, fik ideen om energibevarelse gennem eksperimenter, som skulle forbedre elektromotors effekt. Den tredje, ingeniøren Colding, var den af de tre, der havde det bedste teoretiske fundament, da undervisningen på Den Polytekniske Læreanstalt var meget grundvidenskabeligt orienteret.

Praktiske eksperimenter

Colding ville gerne have præsenteret sin teori om, at mængden af energi er konstant, for Videnskabernes Selskab allerede i 1840, men dette satte H.C. Ørsted en stopper for. Han mente, at der skulle flere eksperimenter til, hvilket Ørsted da også skaffede pengene til. Så først i 1843 kunne Colding præsentere resultaterne af eksperimenter med forløberen for det førnævnte apparat på Danmarks Tekniske Museum. Desværre var de første eksperimenter behæftet med en del fejl, og han måtte hurtigt tilbage for at udføre nye forsøg. Hans artikel i Videnskabernes Selskabs skrifter indeholdt dog den vigtige tanke, at den varme, der udvikles, er proportional med den bevægende kraft. Det er sandsynligvis første gang i historien, at denne teori formuleres.

Igen i 1847 rapporterede Colding om nye eksperimenter med apparatet på Danmarks Tekniske Museum. De blev trykt i to artikler i Videnskabernes Selskabs skrifter i 1850. Her argumenterer Colding for, at kræfter kan give anledning til andre kræfter. Friktion og kemiske kræfter kan eksempelvis give anledning til lys og elek-

tricitet: "Naar en Kraft sandseligt forsvinder, da undergaaer den blot en Formforandring og bliver derpå virksom under andre Former".

Kræfternes uforgængelighed

Colding udførte 14 eksperimentserier med varierende belastning, forskellige metalskinner osv. Resultaterne blev brugt til at bestemme varmens mekaniske ækvivalens, det vil sige det 'arbejde', der skal til for at opvarme et gram vand en grad celsius. Coldings resultat lå 12-14 procent under den i dag accepterede værdi på 4,185 joules/kalorie, et resultat han i 1852 forbedrede til 3 procent under værdien. I det andet skrift fra 1850 dykkede han ned i en teoretisk diskussion og argumenterede for, at varme kun består i (konstant) bevægelse af de partikler, der er i legemer.

Coldings naturfilosofiske tanker styrede hans arbejde. Ligesom menneskets sjæl er udødelig, kan naturens kræfter ikke forgå. Det sidste er nedfældet i termodinamikens første hovedsætning og på hans gravsten, der kan ses på Assistens Kirkegård: 'Naturkræfterne ere uforgængelige'. <