

# Ørsted og enhederne

Jens Ramskov, Ingeniøren

I 1930 lykkedes det efter lang tids forarbejde danske ingeniører og fysikere at få enheden for magnetisk feltstyrke opkaldt efter H.C. Ørsted. Men glæden blev kort, for enheden var en del af cgs-systemet, der snart efter blev erstattet af MKSA-systemet, forløberen for nutidens *Système International d'Unités* (SI). Enhedsmæssigt trak Ørsted en nitte i sammenligning med Ampère, Volta, Ohm, Faraday m.fl.

Tal og enheder spiller en afgørende rolle, når nye opdagelser inden for fysikken skal beskrives.

Tænk på opdagelsen af Higgsbosen i 2012, hvor den afgørende nyhed – udover evidensen for selve partiklens eksistens – var bestemmelsen af dens masse til at være 125 GeV – opgjort i energienheder – eller opdagelsen i 1998 af, at neutrinoer ikke er masseløse, som ellers var opfattelsen i mange år. Her er problemet dog, at vi stadig ikke kender neutrinoernes meget lille masse særligt godt.

H.C. Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen i 1820 blev af gode grunde præsenteret i et skrift stort set uden tal og enheder, for der fandtes ingen elektriske enheder eller standarder på dette tidspunkt.

80 år senere havde man fastlagt en lang række relevante enheder og opkaldt dem efter videnskabsmænd, der spillede en afgørende rolle for udviklingen af elektroteknikken i perioden fra slutningen af 1700-tallet til midten af 1800-tallet. Vi kender dem alle: volt, ampere, ohm, watt osv. En helt afgørende person for fremkomsten af elektroteknikken manglede dog stadig i begyndelsen af 1900-tallet at få en enhed opkaldt efter sig. Det var H.C. Ørsted.

Det kan man godt kalde en uretfærdighed, men retfærdighed er ikke naturgiven. Det er Higgsbosen også et eksempel på, for dens navn reducerer jo andre fremtrædende forskere som bl.a. Peter Higgs' Nobelprismodtagerfælle François Englert til statister fremfor de hovedpersoner, de retteligt er.

Men i 1930 lykkedes det endeligt danske fysikere og ingeniører efter ihærdigt forarbejde at bringe Ørsteds navn til ære, da enheden for magnetisk feltstyrke fik betegnelsen oersted. Men glæden blev kort, for oersted er i dag sjældent brugt, da den ikke er en SI-enhed som ampere, volt, coulomb osv.

Lad os skrue tiden tilbage i et forsøg på at finde en forklaring på, hvorfor Ørsted i første omgang blev helt udeladt, da enhederne skulle have deres navne, og derefter se, hvordan det alligevel med diplomatisk snilde trods modstand lykkedes at få den magnetiske feltstyrke navngivet efter Ørsted.

## Alt hænger sammen

H.C. Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen i 1820 var drevet af hans naturfilosofiske idé om, at alt i naturen er forbundet med hinanden.

Dette synspunkt havde han allerede forfægtet i 1812 i *Ansicht der chemischen Naturgesetze die neueren Entdeckungen* (Overvejelser over de kemiske naturlove

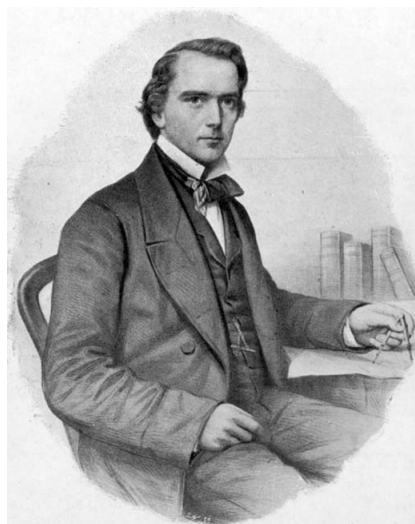
på grundlag af nyere opdagelser).

Men det var gode evner ud i eksperimenter, der i juli 1820 endelig fik Ørsted til at konkludere, at der i en strømførende elektrisk ledning opstår en "elektrisk vekselkamp", der udbreder sig i det omliggende rum, og som kan påvirke en magnetnål i ledningens nærhed.

I sit latinske skrift på fire sider beskriver Ørsted detaljeret sine forsøg, så andre kunne eftergøre disse og kontrollere, at iagttagelserne og konklusionerne var korrekte. Det var ikke mindst det, som overbeviste skeptikerne om, at elektricitet og magnetisme var forenet i det, som snart efter fik betegnelsen elektromagnetisme.

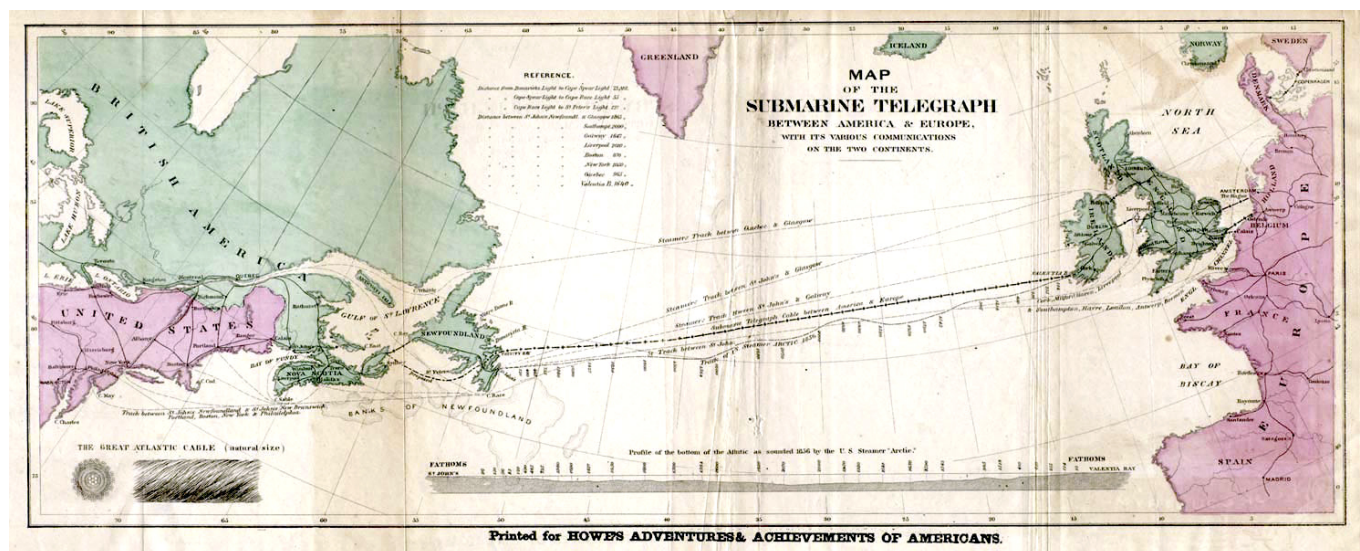
På to områder er skriftet dog meget forskelligt fra nutidens videnskabelige artikler. Der er ingen matematiske ligninger eller beregninger, og der er ingen tal udover angivelse af dimensionerne for det galvaniske apparat, som Ørsted benyttede, og en bemærkning om, at hvis afstanden mellem ledning og magnetnål ikke overstiger 3/4 tomme, så vil magnetnålen opnå en afvigelse på op til 45 grader.

Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen satte dog gang i en teknologisk udvikling, som hurtigt gjorde det tvingende nødvendigt at have standardiserede størrelser for spænding, strømstyrke, modstand osv.



**Figur 1.** Charles Tilston Bright (1832–88) var en britisk ingeniør, som havde ansvaret for det første transatlantiske kabel.

Det blev ikke mindst synliggjort i 1858, da det første transatlantiske kabel blev lagt mellem Valentia Island ved Irlands vestkyst og Trinity Bay i New Foundland. I spidsen for projektet stod den britiske elektroingeniør



Figur 2. Det første transatlantiske kabel (1858).

Charles Tilston Bright, som blev slået til ridder for sin præstation. Med til historien hører, at kablet kun fik kort levetid. Det var fremstillet i hast og blev udsat for al for stor spænding efter en måned. Det var dog ikke noget, Charles Bright kunne lægges til last for. Hans indsats var uoplettet.

### De eminente filosoffer

Det praktiske ingeniørarbejde må have tydeliggjort for Bright behovet for at have veldefinerede elektriske enheder. Det redegjorde han for sammen med Josiah Latimer Clark i september 1861 på årsmødet for British Association for the Advancement of Science i Manchester i et indlæg med titlen *Measurement of Electrical Quantities and Resistance*.

Indlægget blev kort refereret i årsrapporten og givet i fuld længde i *The Electrician* [1], hvor Clark og Bright indledte med at forklare, at den elektriske videnskab og telegrafiens kunst nu har nået et niveau, hvor det er nødvendigt at have universelle standarder for elektriske størrelser.

Der fandtes allerede på dette tidspunkt forskellige standarder for modstand, men ingen havde bred udbredelse. De to engelske elektroingeniører forklarede, at der især var behov for standarder for fire forskellige elektriske størrelser – som alle afhænger af hinanden – spænding, ladning, strømstyrke og modstand.

Clark og Bright argumenterede for, hvordan man skulle vælge og standardisere disse enheder bl.a. ud fra de produkter som eksempelvis Daniells batteri, der allerede var meget benyttet. For vores historie er det mest interessante dog, at de to ingeniører foreslog, at enhederne for disse størrelser burde opkaldes efter "eminente filosoffer".

Uden at begrunde nærmere hvorfor pegede de på Georg Ohm (1789-1854) der i 1827 havde opdaget den empiriske Ohms lov, Michael Faraday (1791-1867), der i 1831 havde opdaget magnetisk induktion, Luigi Galvani, der i 1786 med en svag strøm havde fået et frølår til at spjætte og dermed fejlagtigt mente at have fundet en form for dyrisk elektricitet, og endelig

Alessandro Volta (1745-1827), der havde fremstillet det første batteri, voltasøjlen, i 1800. Af disse var kun Faraday levende på dette tidspunkt.

Clark og Bright foreslog, at enhederne skulle have betegnelser, der var afledt af personnavnene: Ohma skulle således være enheden for elektrisk spænding, farad for ladning, galvat for strømstyrke og volt for modstand.

Man kan kun gisne om, hvorfor de hverken tænkte på Ørsted eller Ampère? Måske lød øerst eller noget i den stil blot for underligt?

### Thomson (Kelvin), Maxwell og Siemens går i aktion

Uafhængigt af Bright og Clark havde William Thomson, den senere Lord Kelvin, som også havde været involveret i telegrafkablet, interesseret sig for elektriske enheder og standarder.

På Thomsons foranledning blev det besluttet på årsmødet at nedsætte en komite, der i første omgang skulle definere en standard for elektrisk modstand.

Ni år senere i 1872 blev den suppleret med en komite [2] med deltagelse af bl.a. William Thomson, James Clerk Maxwell og Werner Siemens, der skulle komme med forslag til en nomenklatur for elektriske enheder.

Allerede året efter kunne denne komite fremlægge sit forslag [3].

Clark og Brights gamle idé om, at de elektriske enheder skulle opkaldes efter personer, fik lov at leve videre. Komiteen holdt således fast i navnene farad og volt, men ændrede ohma til blot ohm. Desuden lød forslaget nu, at volt skulle være enheden for spænding, ohm enhed for modstand og farad enhed for kapacitans. Præcist som det er gældende i dag.

Komiteen foreslog ikke en enhed for strømstyrke, men den kunne jo også beskrives som volt/ohm og var derfor i princippet ikke nødvendig. Galvat gik dermed i glemmebogen.

Det kan tilføjes, at komiteen derudover også foreslog enheder for kraft og arbejde. Men her valgte den ikke at hædre "eminente filosoffer". I stedet lød forslaget, at enheden for kraft skulle betegnes dyne (dyn

på dansk) efter det græske ord  $\deltaύναμις$ , og at enheden for arbejde skulle kaldes erg efter det græske ord  $εργον$ .

### Flere enheder defineres

Der var dog behov for at definere flere elektriske enheder. Opgaven hermed blev taget op af International Electrical Congress, hvis første møde blev afholdt i Paris i 1881.

Her blev enhederne ohm, volt og farad konfirmeret, og der blev indført enheder for strømstyrke og elektrisk ladning, som, måske ikke så overraskende, når nu kongressen fandt sted i Paris, til fransk glæde blev opkaldt efter henholdsvis André-Marie Ampère og Charles-Augustin de Coulomb.

På International Congress of Electricians i Paris i 1889 blev disse enheder yderligere suppleret med joule og watt for henholdsvis energi og effekt. Så fik briterne lidt tilbage. Endelig blev det på en ny International Electrical Congress i 1893 vedtaget at opkalde enheden for selvinduktion efter amerikaneren Joseph Henry. Dette møde blev holdt i Chicago, så her var der også en lille gave til værtslandet.

Der manglede dog stadig betegnelser for de magnetiske enheder. Det blev fastlagt på International Electrical Congress i Paris i 1900, hvor det bl.a. blev besluttet at kalde enheden for magnetisk flux for maxwell og enheden for den magnetiske feltstyrke for gauss.

Nu var der ved at være udsolgt, og Ørsted var stadig ikke kommet rigtigt ind i varmen. Var det for sent?



**Figur 3.** Peder Oluf Pedersen (1874-1941), ingeniør, opfinder og fysiker, samt direktør og rektor for Den Polytekniske Læreanstalt.

### Danskerne går i aktion

1920 var 100-året for Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen, og det blev fejret i stor stil i Danmark.

Professor P.O. Pedersen fandt de helt store ord frem, da han beskrev opdagelsen i *Ingeniøren* [4]:

“Klart er det nu, at Ørsted’s Opdagelse af Sammenhængen mellem Elektricitet og Magnetisme er det i sine følger betydningsfuldeste Fund, der er faldet i nogen Danskers Lod at gøre, ja et af de betydningsfuldeste i hele Menneskehedens Historie”

Slutningen af artiklen var mindst lige så vidtløftig:

“Ingeniøren, der arbejder på Elektroteknikkens vidtstrakte og dragende Felt, kan ikke andet end bøje Hovedet i Ærbødighed og Taknemmelighed ved Mindet om Ørsted’s Daad, der danner Grundlaget for hans Virke.”

100-året blev bl.a. markeret med et nordisk H.C. Ørstedmøde i København og en række delmøder for forskellige tekniske discipliner.

På det nordiske elektoteknikermøde berettede professor Absalon Larsen fra Polyteknisk Læreanstalt [5] om de “skridt der fra dansk side påtænkes for at søge Ørsteds navn knyttet til international, elektroteknisk enhed”.

Absalon Larsens eget forslag var, at enheden for elektrisk feltstyrke, som i cgs-systemet er V/cm, skulle navngives efter Ørsted.

Det var et forslag, som P.O. Pedersen selv var fremkommet med i 1914 [4, 6], da man begyndte forberedelserne til fejring af 100-års jubilæet. Han havde oprindeligt håbet, at en enhed opkaldt efter H.C. Ørsted kunne blive vedtaget ved en international elektroteknisk kongres i København i 1920. Den plan havde Første Verdenskrig forhindret.

Nu måtte sagens gennemførelse udskydes til bedre tider, mente P.O. Pedersen.

Andre forslag blev bragt på bane, men på P.O. Pedersens foranledning blev der udarbejdet og vedtaget følgende resolution [5], som ikke lagde sig fast på en bestemt størrelse:

”Det nordiske H.C. Ørsted-Møde i København 1920 udtaler sin Sympati for, at Ørsteds Navn knyttes til en i Praksis anvendt elektromagnetisk Enhed.”

### Rod i de magnetiske enheder

De internationale elektrotekniske kongresser var i 1904 blevet afløst af en formel organisation International Electrotechnical Commission (IEC). Det var her, man skulle påvirke.

På en måde var det heldigt, at der var opstået rod og misforståelser i magnetiske enheder og ikke mindst om vedtagelsen i 1900 af enheden gauss.

For at forstå dette må vi gå lidt dybere ind i magnetiske felter og Maxwell-ligningerne, der beskriver relationen mellem elektriske ladninger og felter og magnetiske felter, og som også sætter H.C. Ørsteds opdagelse af, hvordan en elektrisk strøm giver et magnetfelt, på en præcis matematisk formel.

I Maxwell-ligningerne optræder to magnetiske felter. Det ene kaldes **B**-feltet og betegnes almindeligvis som den magnetiske fluxtæthed. Det andet kaldes **H**-feltet og benævnes den magnetiske feltstyrke. Fed skrift indikerer på vanlig vis, at disse er vektorfelter.

De to felter er relateret til hinanden ved ligningen  $\mathbf{B} = \mu\mathbf{H} + \mathbf{M}$ , hvor  $\mu$  er permeabiliteten, og  $\mathbf{M}$  er magnetiseringsfeltet, der kan findes i magnetiske materialer. I vakuum er der intet  $\mathbf{M}$ -felt, og i cgs-systemet er  $\mu = 1$  i vakuum, hvilket indikerer, at  $\mathbf{B} = \mathbf{H}$ .

Det er således let at blive forvirret. Er der rent faktisk tale om to forskellige felter? Selv eksperter har haft svært hermed, som vi vil se senere.

Under 1900-kongressen havde mange opfattet, at

det var enheden for **B**-feltet, der skulle opkaldes efter Gauss, andre havde opfattet det som værende **H**-feltet. Problemet var, at referatet fra mødet i 1900 var uklart.

Professor A.W. Marke fra Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole beskrev forvirringen i Ingeniøren i 1930 [7], som var opstået ved, at ifølge referatet fra kongressen var gauss betegnelsen for champ magnetique.

Det havde amerikanerne, der deltog i kongressen, opfattet som værende **B**-feltet, og det kom bl.a. til udtryk i et amerikansk referenceværk forfattet af Carl Hering i 1904. Her havde amerikanerne i øvrigt også egenhændigt besluttet sig for at betegne den magnetiske modstand eller magnetiske reluktans med oersted.

Så Ørsteds navn var sådan allerede i brug i forbindelse med en magnetisk enhed ved 100-års jubilæet i 1920. Det havde måske være relativt uproblematisk at få dette vedtaget internationalt, men at Ørsteds navn skulle bruges i forbindelse med magnetisk reluktans, som ikke er en meget benyttet størrelse, var dog ikke noget, danskerne var interesseret i.

Derfor kom Absalon Larsen i stedet med forslaget om den elektriske feltstyrke, og derfor blev det i resolutionen i 1920 pointeret, at Ørsteds navn skulle knyttes til en i praksis anvendt enhed.

Herings amerikanske referenceværk fra 1904 fik fem år efter en tilsvarende fransk pendant. Her var gauss anført som enheden for l'intensity champ magnetique. Med den lille tilføjelse af ordet intensitet, som ikke fandtes i den officielle rapport fra 1900, var der ingen tvivl om, at gauss var enheden for **H**-feltet. Så nu rådede der for alvor forvirring.

### **Et udvalg nedsættes for at rydde op**

Problemstillingen blev taget op af IEC på et plenarmøde i Bellagio i Italien i 1927. Her blev det besluttet at nedsætte en specialkomite for magnetiske enheder med den amerikanske elektroingeniør Arthur E. Kennelly som formand for at få styr på forvirringen. Kennelly havde deltaget på mødet i 1900 og kendte derfor forhistorien og problemstillingen særdeles godt.

I denne komite var der overvejende stemning for at reservere gauss til **B**-feltet. Fra fransk side foreslog man, at så kunne man give **H**-feltet enheden mascart efter Éleuthère Mascart (1837-1908). Han havde været præsident for kongressen i 1900 og var en fremragende forsker inden for en lang række discipliner herunder elektricitet og magnetisme, men dog ikke kendt for de allerstørste opdagelser.

Men speciaelkomiteen måtte opgive at komme til enighed [8] og lod det være op til det næste store IEC-møde at træffe en afgørelse.

Nu var det så heldigt, at dette skulle holdes i Skandinavien i 1930 med åbningsmøde i København 27. juni, komitemøder i Stockholm og afslutningsmøde i Oslo 9. juli.

Først skulle der her opnås enighed om, at permeabiliteten  $\mu$  var en størrelse med eller uden fysiske dimensioner – eller med andre ord om **B**- og **H**-felterne i vakuum var forskellige eller ens. Afgørelsen blev, at permeabiliteten havde en fysisk dimension, så **B** og **H** skulle have forskellige betegnelser.

Den danske komite fik herefter den norske komite til at stille forslaget om, **H**-feltet skulle have enheden oersted, og da Frankrig accepterede at trække deres forslag om mascart, og amerikanerne indvilgede i, at reluktansen ikke skulle kaldes oersted, blev det norske forslag “vedtaget enstemmigt og med hjerteligt bifald”, som A.W. Marke skrev i sin artikel [7], som han indledte på denne måde:

“Der er i Sommer sket det for Danmark og dansk Videnskab saa overordentlig ærefulde, at H.C. Ørsteds Navn er bleven knyttet til en fundamental elektromagnetisk Enhed”.

I en artikel [9] om den nye enhed oersted roste Arthur E. Kennelly Ørsted for at have udført et bemærkelsesværdigt eksperiment i 1820, som Kennelly forklarede lagde grunden for at andre kunne gøre yderligere opdagelse inden for elektromagnetismen, som dybtgående har påvirket samfundet. Amerikanerne var godt bekendte med Ørsteds indsats.

### **Fortsat fransk modstand**

Var sagen så overstået? Ikke helt.

For det første havde IEC, som Marke også bemærkede det, ikke direkte myndighed til at beslutte navne. Men Marke havde dog konkluderet, at oersted utvivlsomt ville vinde indpas i hele den elektrotekniske litteratur og praksis, og at andre derfor måtte gøre det samme for at undgå forvirring.

Men der kom modstand – ikke mindst fra fransk side – som beskrevet af Arthur E. Kennelly [8].

Kritikken blev fremført af den franske ingeniør og formand for den franske elektrotekniske kommission Émile Brylinski i tidsskriftet Revue Générale de l'Electricité. Han mente, at enheden for **H**-feltet skulle være gauss i overensstemmelse med den almindelige brug ved magnetiske observatorier.

Kritikken var måske ikke helt uventet, for det var velkendt, at franskmændene kunne stille sig på bagbenene i standardiseringsarbejde. Det fremgår bl.a. af et brev fra formanden for den amerikanske elektrotekniske kommission, Cyprien O. Mailloux, til Émile Brylinski tilbage fra 1918 [10].

Kennelly afviste de franske indvendinger med, at det gennem mange år havde været almindeligt at måle Jordens magnetfelt i gauss i luft, som er et magnetiserbart medium omend meget svagt. Så man havde retteligt målt den magnetiske fluxtæthed eller **B**-feltet.

Omend der fra et praktisk synspunkt kun er meget lille forskel på **H** og **B** i luft, så er der ikke noget principielt problem i at tale om jordens felt i gauss med reference til **B**, mente Kennelly.

Sagen blev nu taget op af International Union of Pure and Applied Physics på et møde i Bruxelles i juli 1931, hvor der blev oprettet en komite for Symbols, Units and Nomenclature (S.U.N.) med den engelske fysiker Richard Glazebrook som formand og den walisiske fysiker Ezer Griffiths som sekretær.

Denne komite holdt et møde i Paris i juli 1932, hvor spørgsmålet om **B**- og **H**-felterne igen kom op. Her blev det med stemmerne 9 mod 3, hvor fire afstod fra at stemme, vedtaget [11], at disse var forskellige, som

også ingeniørerne var blevet enige om i 1930.

Under diskussionen fremførte Richard Glazebrook, at han var en af de sidste overlevende af Maxwells studerende, og han var overbevist fra Maxwells undervisning om, at felterne er forskellige.

Kennelly [12] kunne derfor konkludere, at eftersom både elektroingeniørerne i IEC og fysikerne nu var enige om at bruge de samme betegnelser, var tve-tydigheden og forvirringen de seneste 30 år om de magnetiske enheder væk.

Endelig havde enheden oersted fået sin blåstempling, og det danske ønske om en enhed opkaldt efter H.C. Ørsted var gået i opfyldelse.

| Magnetiske måleenheder |        |              |                       |
|------------------------|--------|--------------|-----------------------|
| Størrelse              |        | cgs          | SI                    |
| Flux                   | $\Phi$ | maxwell (Mx) | weber (W)             |
| Fluxtæthed             | B      | gauss (G)    | tesla (T)             |
| Magnetisk feltstyrke   | H      | oersted (Oe) | A/m                   |
| Magnetisk dipolmoment  | m      | emu          | Wm og Am <sup>2</sup> |
| Permeabilitet          | $\mu$  | –            | H/m                   |

### Farvel til cgs og oersted

En lang beretning nærmer sig sin ende. Men slutningen er ikke helt lykkelig.

For allerede i 1935 gik IEC over til at anbefale, at cgs-systemet ikke skulle være fundamentet for enheds-systemet. Det skulle erstattes af MKS (meter-kilogram-sekund), som ikke mindst den italienske fysiker og elektroingeniør Giovanni Giorgi havde argumenteret ivrigt for siden 1901.

Dette system skulle også have en elektromagnetisk basisenhed. Der var i princippet frit valg. Om man valgte coulomb eller ampere kunne eksempelvis være hip som hap, da de er direkte forbundet via enheden sekund.

Da den internationale komite for vægt og mål, kendt som CIPM efter sin franske forkortelse, lagde sig fast på, at den elektromagnetiske basisenhed skulle være ampere, blev MKSA-systemet født i 1948. Dette udviklede sig i 1960 til *Système International d'Unités* (SI).

I dette system er enheden for den magnetiske fluxtæthed tesla, og den magnetiske feltstyrke måles i ampere pr. meter.

I praksis fik enheden oersted derfor en meget begrænset levetid.

Man kan stadig se enheden gauss i den videnskabelige litteratur, men det er sjældent at støde på enheden oersted. Når det gælder den lagrede energi i magneter, kan man dog stadigt undertiden støde på udtrykket megagauss-oersted (MGOe), hvor 1 MGOe er lige under 8 J/m<sup>3</sup>.

Selv om det i 1930 lykkedes danske ingeniører og fysikere med aktiv norsk hjælp og amerikansk opbakning at overkomme fransk modstand og få en elektromagnetisk enhed opkaldt efter H.C. Ørsted, må vi nok konstatere, at de ramte et forkert tidspunkt i historien.

Enten skulle de havde presset på i slutningen af 1800-tallet, da mange flere enheder var i spil, eller de

skulle have ventet til indførelsen af SI i 1960 – så kunne enheden tesla måske i stedet have heddet oersted.

### Litteratur

- [1] L. Clark og C. Bright (1861) "Measurement of Electrical Quantities and Resistance", *The Electrician*, 9. november 1861, side 3–4. <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=nyp.33433090837166&view=1up&seq=15>.
- [2] "Report of the Forty-Second Meeting of the British Association for the Advancement of Science" (1872), side: lvi. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/94434#page/62>.
- [3] W. Thomson, C.G. Foster, J.C. Maxwell m.fl. (1873) "First report of the Committee for the Selection and Nomenclature of the Dynamical and Electrical Units" Report of the Forty-Third Meeting British Association for the Advancement of Science, side 222. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/94452#page/322>.
- [4] P.O. Pedersen (1920) "Ved Hundredaaret for Elektromagnetismens Opdagelse" *Ingeniøren*, 1. september 1920, <https://www.e-pages.dk/ingarkiv/3853/24>.
- [5] *Ingeniøren* 2. oktober 1920, <https://www.e-pages.dk/ingarkiv/3862/?page=21>.
- [6] *Ingeniøren* 1. juli 1914 <https://www.e-pages.dk/ingarkiv/3210/?page=11>.
- [7] A.W. Marke (1930) "En ny elektromagnetisk enhed: En Ørsted", *Ingeniøren*, 1930, nr. 45, side 1930 <https://www.e-pages.dk/ingarkiv/4467/?page=1>.
- [8] A.E. Kennelly (1932) "The present status of the magnetic-circuit units" *The Journal of the Institute of Electrical Engineers of Japan*, bind 52, nr. 524, side 197–209 og af samme forfatter samme år "Recent Developments in Magnetic Units", *Electrical Engineering*, bind 51m, side 343–345.
- [9] A.E. Kennelly (1931) "The Oersted Considered as a New International Magnetic Unit" *The Scientific Monthly*, bind 32, nr. 4, side 378–380.
- [10] V. Dray (2007) "La diffusion internationale des technologies. La construction des échanges techniques franco-américains : sources, interdépendances et influences de 1914 à 1940", [http://recits.utbm.fr/upload/gestionFichiers/LesCahiersDeRECITSn5\\_743.pdf](http://recits.utbm.fr/upload/gestionFichiers/LesCahiersDeRECITSn5_743.pdf), side 181.
- [11] E. Griffiths (1932) "Electrical and Magnetic Units", *Nature*, bind 130, side 987–989
- [12] A.E. Kennelly (1933) "Conference of the symbols, units and nomenclature (S. U. N.) commission of the International Union of Pure and Applied Physics (I. P. U.) at Paris, in July 1932, and its results" *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, bind 19, nr. 1, side 144–149.



Jens Ramskov er videnskabsredaktør ved *Ingeniøren*. Han er uddannet som civilingeniør og ph.d. med speciale i optisk kommunikation fra Danmarks Tekniske Universitet.