

OM
ISOCHRONISMEN
VED
PENDLENS SVING

OG

FORSLAG TIL, PAA EN LET MAADE, AT BRINGE
PENDLEN TIL AT SVINGE I LIGESTORE BUER
VED ASTRONOMISKE PENDELUHRE.

AF

URBAN JÜRGENSEN.





Uhrmagerkonsten er i det sidste og næstsidste Seculum med stærke og fikkre Skridt gaaet Fuldkommenheden i Möde. Den Nöiagtighed der nu finder Sted ved de astronomiske Pendeluhre og ved Chronometerne, afgive Beviis nok derfor; men denne Uhrmagerkonstens Fremme skyldes Videnkaberne, og neppe har nogen Konst at fremvise mere umiskjendelige Prøver paa disses velgjørende Indflydelse, end netop Uhrmagerkonsten.

Den rigtige Bestemmelse af Hjul og Drivtændernes fordeeltigste Figur eller Form, skyldes Mathematikerne, og disse fandt at den *epicycloidalskformede* Tand forplantede Kraften og Bevægelsen med mueligste Eensformighed. *Galilæus* var det forbeholdet at opdage Pendlens Egenskab som Tidmaaler, og *Huyghens* lærte os at sætte samme i Forbindelse med et Hjulværk, ved Hjælp af Echappementet, og paa den Maade at tilveiebringe et, til hans Tid, uhört nöiagtigt Maal for Tiden ved mekaniske Hjælpemidler. *Huyghens* udviklede siden nöiere Pendlens Theorie, og udbredte et nyt Lys over Svingenes Isochronisme. Doctor *Hook* opfandt den regulerende Fjeder ved Uroen, og gjorde derved et stort Skridt til portative Uhres Fuldkommenhed; thi denne Fjeder,

anbragt paa Uroen, tilveiebragte, ved sin Elasticitet, Svingninger, der vare næsten ligesaa regelmæssige som de, Tyngden frembringer ved Pendlen.

Saaledes vare allerede vigtige Fremskridt gjorte i det fyttende Seculo, men mange Opdagelser og Forbedringer stode endnu tilbage. Kunstnerne fölte da Nödvendigheden af selv at lægge sig efter Videnskaberne, og fra den Tid af blev Uhrmagerkonsten forenet med de physisk - matematiske Videnskaber, ligesom den nu er bleven uundværlig for Astronomien og Navigationen. Opdagelsen af de forskjellige Correctiver for Varmens og Kuldens Indflydelse paa Regulatorens Sving, Tilveiebringelsen af Isochronismen, Underfögelferne ved Frictionen og dennes Reduction, med eet Ord, alt hvad der henhörer til den höiere Uhrmagerkonst, skyldes Videnskaberne, da disse ved deres Lys have gjort Kunstnernes Skridt sikkrere hen ad Banen. Beviser herpaa ville være overflödige, faalænge en *Sully*, en *le Roy*, en *Berthoud*, en *Graham*, en *Harrison*, en *Lepaute* og flere af Videnskaberne og af Konsten faa fortjente Mænd ikke ere glemte. Disses Exempel burde fremdeles overtyde Kunstnerne om Nyttens af Videnskabelighed. Mange frugtesløse Forfög i Mekaniken have været Fölgen af Mangel paa theoretiske Kundskaber, og de Forfög, der endnu stundom gjøres paa at tilveiebringe den evigvarende Bevægelse ved Maskiner, afgive Beviis paa hvor nödvendigt det er at *Mechanici*, i det mindste besidde de elementaire Kundskaber i Mathematiken, for ikke at gjöre et unyttigt Brug af deres Genie. Denne Forening af Theorie og Praxis har i Engelland og Frankrig frembragt i Uhrmagerkonsten en Række af skjønne Opfindelser,

sande Aands-Værker; hvilke have været disse Lande ligesaa gavnlige som ærefulde. Følelsen af denne Forenings Nödvendighed udbreder sig ogsaa alt mere og mere i Fædrelandet, og Nyttens deraf vil heller ikke udeblive.

De astronomiske Pendeluhre synes at være den Frembringelse af Uhrmagerkonsten, der har opnaaet den største Grad af Nöiagtighed, og det bliver sandsynligen den Deel af samme, hvoraf man fremdeles kan vente sig meest Tilfredsstillelse. Deres særdeles Nytte i Astronomien er erkjendt, og hvilken Lettelse vilde ikke en Tycho have fundet ved sine Iagttagelser, hvis han havde kunnet afbenytte et af vore endog simple Pendeluhre. Men denne Hjælpkilde stod ham ikke aaben, og de store Fremskridt til Tidens nöiagtige Afmaalning ved Pendler bleve først gjorte efter hans Tid.

Nu ere de fleste Vanskeligheder for Nöiagtigheden overvundne; Hjulværkets Tappers Friction er bragt til et Minimum ved Anvendelsen af gjennemborede haarde Stene; Mekanismen, som bringer Uhret til at gaae under Optrækningen, er udtænkt paa flere Maader; den saakaldte Hvilegang anvendes, og derved reduceres Indflydelsen af Hjulværkets Træks Ueensformigheder næsten til Nul, saaledes at disse ingen Indflydelse kan have paa Størrelsen af Pendlens Sving, og fölgelig heller ikke paa Uhrets regelmæssige Gang; Correctivet for Varmens og Kuldens Indflydelse paa Pendlens Længde, og fölgelig paa dens Svings Tider, er tilveiebragt paa en saa tilfredsfillende Maade, at man, naar de nödvendige Forfögtighedsregler ere iagttagne, kan være fuldkommen sikker paa, at Pendlens Oscilla-

tions-Center i alle Temperaturer bliver i een og samme Afstand fra Ophængs-Punkten.

Uagtet alle disse Forbedringer er endnu en Anflödsfteen tilbage for disse Maskiners Regelmæssighed i en længere Tid, nemlig den: at Pendlen aftager noget i sine Buefvinges Størrelse. Denne Svingenes Aftagelse foraarfages ved en forøget Friction, der opftaaer ved Oliens Fortykkelse ved Hjulenes Tapper og ved Echappementet, og da *Pendlen*s større og mindre Sving ikke ere isochrone, maae Uhret, i det mindste noget, forandre sin Gang alt som Pendlen efterhaanden svinger i mindre store Buer. Huyghens var den første, der bemærkede denne Mangel ved Pendlen som Tidmaaler, og hans frugtbare Genie udfandt snart et Middel, hvorved denne Ufuldkommenhed, efter theoretiske Grundfætninger, absolut maatte være bleven hævet; men practiske Vanskeligheder gjorde at Tingen ikke med Held kunde sættes i Udøvelse. Han foreslog nemlig, at ophænge Pendlen ved Suspensionspuncten i en meget böielig Traad af 3 til 4 Tommers Længde, og ved Siden af Traaden, at anbringe tvende cycloidalske Metal Buestykker, saaledes, at Traaden under Svingene derved maatte böie sig efter disse Buestykker, og saaledes selv danne sig til en Cycloide. Deraf vilde da flyde, som det bevises i den høiere Geometrie, at Pendlen ogsaa maatte svinge i cycloidalske Buer, og da disse cycloidalske Sving ere isochrone, syntes Vanskeligheden at være overvunden.

Hvor skjön hans Theorie end var, hævede den dog kun een Mangel, ved at fætte en anden i dens Stød, thi Fugtigheden i Luften fik faaledes Indflydelse paa Pendlens Længde og følgerigen paa dens Svings Tider. Desuden er Vanskeligheden ikke liden at danne to fuldkommen cycloidalske Buestykker, og Maaden at ophænge Pendlen i en Traad, er heller ikke overensstemmende med den Soliditet, som bör finde Sted i Udførelsen.

Imidlertid førte Huyghens's Theorie til et andet nyttigt Forflag, nemlig dette at lade Pendlen svinge under Uhrets Gang i meget smaae Buer; thi Cirklen og Cycloiden smelte næsten sammen i deres mindre Buestykker; og ved faaledes at gjøre Brug af smaae Svingnings-Buer, kunne disse ansees for cycloidalske og følgerigen ifochrone.

Endskjönt man endnu bestandigen vedbliver at bruge denne Methode, maae man dog tilstaae at Ifochronismen derved ikke opnaaes med mathematisk Nöiagtighed, thi at formindske en Ufuldkommenhed er ikke at hæve den, og dette har givet Anledning til et nyt Forflag, som ogsaa er bleven fat i Værk, det nemlig, at anbringe i Uhret et Echappement af den Natur, at, om end Hjulværkets Kraft bliver formindsket ved Stöv, Slid og fortykket Olie, Impulsionerne, som gives Pendlen til Svingenes Vedligeholdelse ved Hjælp af Echappementet, dog bestandigen kunde blive lige stærke.

Denne Tanke har jeg havt den Ære i Aaret 1804 at forelægge Selskabet i en Beskrivelse med Tegning over et Echappement med *ligestærk Impulsion* til astronomiske Pendeluhre, og jeg anfeer dette for et sikkert Middel til at overvinde den her omtalte Vanskelighed; thi er den sidste Kraft, som vedligeholder Pendlens Sving, *stedse ligestor*, følger deraf, *at Svingene ogsaa bestandigen maae blive ligestore og ligestore Buesving fuldendes i ligelange Tider*; saaledes maatte Problemet være opløst.

Dog sees letteligen at dette Echappement kun vil kunne blive anvendt fjelden, da det er forbundet med megen Vanskelighed i Udførelsen og udfordrer en fjelden Duelighed, hvilket vil affkrække mange fra at gjøre Brug deraf.

Jeg angiver derfor her i dets Sted et andet Middel, som er meget simpelt, nemlig dette, *at forøge efterhaanden Vægten, som holder Uhret i Gang*. Antager man, at Pendlen efter nogle Maaneders Gang har tabt en halv eller heel Grad i dens Svingningsbue, da var dette et Beviis paa at Modstanden i Hjulværket var bleven større, enten ved Oliens Fortykkelse eller af andre Aarsager. Denne forøgede Modstand vilde da ikke bedre kunne overvindes end ved igjen forholdsmæssigen at forøge Vægten eller den drivende Kraft, og saaledes vilde man paa den Maade bestandigen kunne erholde ligestore og følgende ifochrone Svingnings-Buer.

Pendeluhret maatte til den Ende forsynes med endeel fmaae Vægter, som efterhaanden kunde anbringes paa Hovedvægten eller Loddet, og Pendlen maatte, som forresten almindeligen er Tilfældet, være forsynet med en Vifer, der ved at gjennemløbe under Svingene en Part af en inddeelt Cirkelbue, bestemt kunde angive i hvor mange Grader Pendlen fvinger. Et Forstørrelses-Glas behörigen anbragt ved Viferen og Grdebuen, vilde lette Observatoren i at iagttage Svingenes Störrelse, for at disse, ved Paalægningen af Vægten paa den drivende Kraft, saaledes nöiagtigen kunde beholde deres oprindelige Störrelse.

Den Uleilighed der vilde være forbunden med at observere saaledes Tid efter anden Pendlens Sving, og efter Behov at foröge Loddets Vægt, vilde for en Astronom være meget liden og forsvinde i Forhold til Nyttten, der flyder af et nöiagtigere Maal for Tiden til astronomiske Iagttagelser.

Jeg maae endnu gjöre opmærksom paa, at man ved denne Maade at opnaae Isochronismen, vilde have en betydelig Fordeel i det Pendlen derved kunde fvinge i Buer langt störrer, end de hidindtil brugte fmaae Buer. De störrer Buer have i sig selv det Fortrin at frembringe en störrer Bevægelses-Quantitet og ved dennes Forögelse kommer Oliens Indflydelse til at staae i et mindre Forhold. De störrer Svingningsbuer afgive endnu en anden Fordeel, den nemlig: at Ryftningerne, for hvilke et-

hvert Pendeluhr er udfat, endog i de fværeste Bygninger i en Bye, ville have mindre Indflydelse paa Svingene og denne Indflydelse vil aftage i Forhold til Svingenes Haftighed.

Dette Middel, fom jeg troer med Held vilde kunne anvendes, har jeg vovet at forelægge Selskabet, i det Haab at den Nytte det vil frembringe, kunde tjene til Undskyldning for, at jeg for nogle Öieblikke har vendt Selskabets Opmærksomhed fra vigtigere Gjenstande.
