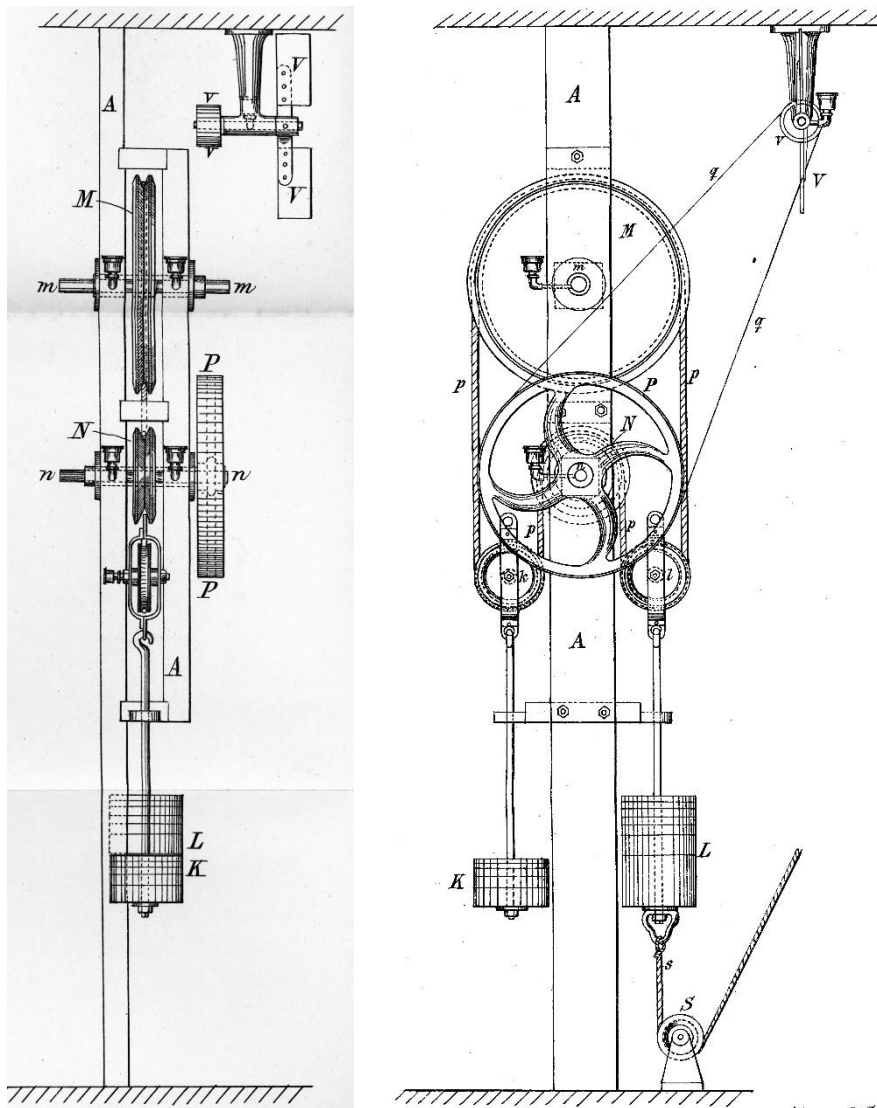


Kratostaten

En opfindelse af Poul la Cour



Forbindende tekst, scanning og redigering: Povl-Otto Nissen



Dette lille hefte om Poul la Cours opfindelse, Kratostaten, er baseret på dokumenter og fotos, som findes i Poul la Cour arkivet. Værdifulde informationer er endvidere baseret på dr. scient. H.C.Hansens afhandling ”Poul la Cour, grundtvigianer, opfinder og folkeoplyser” fra 1985.

”Beskæftiget med at finde Metoder til bedre Udnyttelse af Vindkraften har jeg først stillet mig den Opgave: at tilvejebringe en Regulering, uden hvilken Vinden næppe nogensinde vil kunne få nogen synderlig Værdi som Drivkraft, da der er få Maskiner, der taale dens Lunefuldhed, endnu færre, der kunne arbejde tilfredsstillende med dens Drift.

Det er ved disse Bestræbelser lykkedes mig at konstruere et Apparat, som efter Forslag af Prof. Christiansen er bleven kaldt ”Kratostat” i Analogi med Reostat, Heliostat o.l. ---”

(Citat fra Poul la Cours artikel ”Kratostaten” i bladet ”Ingeniøren”, 17. december 1892.)

Forbindende tekst, scanning og redigering: Povl-Otto Nissen

Grafikken på forsiden stammer fra en tegning udarbejdet til kratostaten i Gudhjem Mølle.

Udgiver: Foreningen ”Poul la Cour Museets Venner”

ISBN 87-988859-2-8

Udgivet første gang den 25. september 2004 i forbindelse med Poul la Cour Museets indvielse af rekonstruktioner af henholdsvis kratostat, vindtrykmåler og vindtunneler.

Udgivet anden gang i 2017 af Poul la Cour Fonden med midler fra:



Den Europæiske Landbrugsfond
for Udvikling af Landdistrikterne:
Danmark og Europa investerer
i landdistrikterne

Da Poul la Cour (1846-1908) i slutningen af 1890 fik ideen til at fange energien i vindens blæst hen over Askov med en mølle, havde han været lærer i fysik og matematik på Askov Udvidede Højskole siden 1878. Inden da var han som Danmarks første akademisk uddannede meteorolog ansat som underbestyrer på Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) fra instituttets start i 1872.

Foruden at rejse rundt og oprette meteorologiske målestationer og udgive forskellige videnskabelige afhandlinger, herunder bearbejdningen af Tycho Brahes meteorologiske dagbog fra årene 1582-1597, kastede han sig over at opfinde apparater til forbedring af telegrafien. Problemet var, at indsamlingen af vejrdata og udsendelsen af vejmeldingerne blev forsinket af, at man kun kunne sende et telegram ad gangen i en telegrafledning. Poul la Cour løste problemet, så flere kunne sende samtidigt på linien, ved først at opfinde frekvensdelingen ved hjælp af stemmegafler, siden at opfinde tonehjulet, der opdeler signalerne i små tidsintervaller (bits) og synkroniserer sende- og modtagestation.

Da Poul la Cour i januar 1891 skrev til sin otte år ældre bror Jørgen Carl la Cour (1838-98) om mølleideen, havde han tumlet med den et stykke tid. Der var to problemer ved projektet, som Poul la Cour nu mente at have fundet løsningen på. Det ene var at lagre vindenergien, så den kunne bruges hen over vindstille perioder. Det andet var at gøre mølletrækket så jævnt, at det kunne trække en dynamo, uden at denne tog skade.

Jørgen Carl la Cour havde oprettet en Landboskole i Kgs. Lyngby, hvor Poul i perioder under sine studier har virket som lærer. De to havde et godt forhold til hinanden, så det var naturligt for Poul at søge råd hos ham. Jørgen Carl, der også bestred en betydende stilling i Det Kgl. Landhusholdnings Selskab, havde gode forbindelser til embedsværket såvel som til regeringen.

Da Jørgen Carl så, at Poul havde løst lagringsproblemet ved at lade møllestrømmen adskille vand til ilt og brint, blev han straks fyr og flamme og kontaktede en embedsmand, han kendte. Denne kontaktede straks indenrigsministeren, som også kunne se mulighederne. Resultatet blev, at der i hast kom en ekstrabevilling på finansloven: "4000 kr. til højskolelærer Poul la Cour til støtte for en opfindelse". Det har nok hjulpet, at Poul la Cour i forvejen var kendt som opfinder i offentligheden. Et notat herom er fundet som løst ark i rapportbogen "Brint og Ilt" fra 1894, (AH 3.60a), enten skrevet af Jørgen Carl la Cour eller efterfølgende af Poul la Cour selv:

Sammendrag af

Poul la Cours Forslag om en Vindforsøgsstation

Opgave: Opsamling af Vindkraften, saa den kan bruges, naar man har Brug for den, og hente til Lys, til Varme og til Bevægekraft.

Midlerne: Ved en Vindmotor omsættes Vindkraften gennem en Dynamo-elektrisk Maskine til Elektricitet. Hidtil har La Cour, som andre, arbejdet paa at samle Elektriciteten i Akkumulatorerne, men dels er disse kostbare, dels er Holdbarheden ringe, og dels kunne de kun meget vanskeligt betjenes af en saa ustadig Motor som Vindkraften.

P.la Cour: vil anvende den elektriske Kraft til at opsplitte Vandet i Ilt og Brint, opsamle Brinten i en Gasmotor, benytte dens forbrænding til Lys, til Varme, til Bevægekraft efter Behovet. – En Kubikmeter Brint kan udvise samme Kraft som 5 Heste i en Time.

Forslag: 6000 Kr til en Forsøgsstation for at undersøge og besvare de mange Spørgsmaal, denne Sag maatte foranledige.

Eller

Andragende: 4000 Kr for gennem Forsøg at kunne føre Sagen videre, saa der kan forelægges et positivt Resultat.

Sammendrag af
Poul la Cours Forsøg til en Vindforingsstation

Opgrænse: Afskræmning af Vindkraften, saa den kan benyttes, naar den
har Bølg for den, og haardt til Lys, til Uarme og til
Benyttelse.

Metode: Ved en Vindmotor anvendes Vindkraften gjennem
en Dynamo-elektrisk Maskine til Elektricitet.
Helt til her la Cour, som ender, er ligesom
at samle Elektriciteten: Aluminatormene, som
hels er sine Kædetone, dels er Høldkædetone
singe, og dels kunne de være meget anvendelig
af en saa udtalig Motor som Vindkraften

P. la Cour: vil anvende den elektriske Kraft til at atskille
Vandet: Helt og Brint, sprængte Brinter, en Gas motor
benytte den Forsøgning til Lys, til Uarme og til Bølg
Kraft efter Brevet. — 1 Kubikmeter Brint kan udvise
sammen Kraft som 5 Heste: 1 Time.

Forsøg: Uanset om det er en Forsøgsstation for at undersøge og
kunne de mange Spørgsmaal, kunne sig vil foranstaltning
eller

Andragende: 4000 Kr for gjennem Forsøg at kunne finde Løsning
videre, saa der kan foretages et positivt Resultat.

Figur 1: Notat vedrørende ansøgningen om støtte til Poul la Cours mølleforsøg, januar 1891.

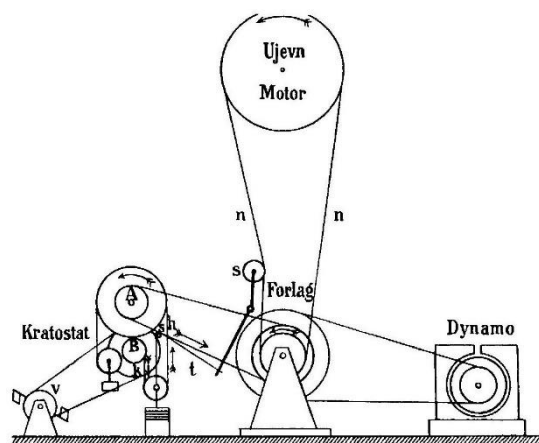
Allerede i maj 1891 stod Danmarks første el-producerende mølle færdig på grunden umiddelbart syd for Poul la Cours lærerbolig i Askov:



Figur 2: Den første el-producerende vindmølle, bygget 1891 af møllebyggerfirmaet N.J.Poulsen, Esbjerg. Dette er et vinterbillede. Poul la Cour står selv på platformen. Det store hus i baggrunden indeholdt lagertankene for brint og ilt. De to luftarter blev derfra ført i blyrør frem til højskolen og brugt som belysningsgas i særlige lamper. Den ene af tankene kan stadig ses i gulvet i garagebygningen, der nu står på stedet.

Møllen havde en lodret aksel ned gennem tårnet til maskinerne i huset, herunder kratostat, dynamo og elektrolyseapparater. I en artikel i tidsskriftet "Hjemlandet", 1899, har Poul la Cour i en artikel "Forsøgsmøllen i Askov" beskrevet kratostatens formål og virkemåde således:

"Naar man iagttager Vindstyrken paa et Anemometer, ser man den forandre sig hvert Øjeblik. I et og samme Minut stiger Vindens Hastighed ofte til det dobbelte, og da er dens Arbejdsevne steget til de 8-dobbelte (nemlig 2x2x2). Man har bødet noget derpaa derved, at man har bygget Vingerne af Klapper (Jalousier), som holdes lukkede af en Trækstang, paavirkede af et Lod. Dette kan tjene til afdæmpning af de værste Vindstød, under hvilke Klapperne aabne sig, idet Loddet løftes; men nogen egentlig Regulering opnaas ikke ad denne Vej. Opmærksomheden måtte derfor først rettes på dette Punkt, og det lykkedes at konstruere et Apparat, som kaldes Kratostaten, hvorved en fuldkommen Regulering kan finde sted. Principet i Kratostaten er følgende. Et Lod driver ved sin Vægt stadig et Vindfang jævnt rundt ligesom ved Slagværket i et Ur eller Løbeværket i et Telegrafapparat. Loddet ville derved synke ned, men et Hjul



af Møllens regulerede Del trækker det stadig op. Dersom nu Optrækningen er netop ligesaa hurtig som Nedsynkningen, maa den Aksel, der besørger Optrækningen, gaa med en Hastighed, der svarer til Vindfangets jævne Hastighed. Men enhver Tilbøjelighed til at gaa hurtigere vil bringe Loddet til at stige, og enhver Tilbøjelighed til at gaa langsommere vil lade Loddet dale. Nu kan imidlertid den Drivrem, der forbinder den regulerede og den ikke regulerede Del af Møllen, slappes eller strammes efter Behag. Dersom den slappes, vil Remmen til dels glide. Denne Slapning og Stramning besørger nu af det nævnte Lod saaledes, at naar Loddet stiger lidt, fordi den regulerede Del gaar lidt for hurtigt, saa slappes Remmen, denne glider og driver saa den regulerede Del mindre hurtigt. Paa den Maade sørges der automatisk for, at den regulerede Del af Møllen altid har den Hastighed, som Lod og Vindfang bestemmer. Naar man nu først har skaffet denne Del af Møllen en absolut ensartet Bevægelse, hvor hurtigt og uregelmæssigt end Vingerne og den øverste Del af Møllen bevæger sig, kan man få enhver Maskine jævnt drevet.”

Dette sidste blev udmøntet ved, at kratostaten også – foruden at drive dynamoer - blev taget i brug på mange mejerier til at udjævne trækket på centrifuger og smørkerner med forbedret produktion til følge. Den kunne også anvendes ved træk fra vandmøller og hestegang. Der blev endda udviklet en særlig kratostat til installation på dampskibe, hvor den kunne jævne trækket på skibsskruen og dæmpe belastningen, når skruen i bølgegang til tider kom op over vandoverfladen. Det var også kratostatens evne til at levere en konstant rotation, der senere var basis for Poul la Cours præcise målinger af møllerrotorerens arbejdssevne med sine vindtunneler. Med sit stemmegaffelstyrede tonehjul, brugt som tidsmåler, kunne han måle, at den konstante rotations afvigelser lå på under en promille.

Allerede i løbet af 1891 var kratostaten udviklet. Der blev oprettet et selskab, ”La Cours Kratostat I/S”, bestående af la Cour selv, Jacob Appel (1866-1931), Konstantin Hansen (1860-1934) og Jens Schrøder (1864-1934). De to sidstnævnte havde tilsammen en maskinfabrik i Kolding, og de fik overdraget produktionen af kratostaten. Lidt af et familieforetagende: Jens Schrøder var søn af forstanderparret, Ludvig (1836-1908) og Charlotte Schrøder. Både Jacob Appel og Konstantin Hansen var forstanderparrets svigersønner.

Kratostaten blev patenteret, men blev - som det fremgår af anvisningen på de følgende sider – frit stillet til rådighed for alle i Danmark, som havde brug for at fremstille den. Man skulle blot rekvirere Forsøgsmøllens mærkeplade ved at indsende en krone på en postanvisning.

Anvisning

på

Indretning og Opstilling af en Kratostat

til Vind-, Vand- eller Hestekraft.

Fra en Axel, som drives rundt med ujevn Hastighed, kan man ved Kratostaten udtage en Drivkraft med en jevn Hastighed, dog således, at den ujevne Hastighed aldrig må blive langsommere, end at den endnu, når den er langsomst, dog er stor nok til at vedligeholde hin jevne Bevægelse. Hvis f. Ex. en Vejrmølle i visse Øjeblikke sagtner så meget, at den overhovedet ikke kan afgive den fornødne Drivkraft, kan Kratostaten selvfølgelig ikke bøde derpå. — Af en kraftig Mølle derimod udtager Kratostaten kun en Arbejds mængde med en vis bestemt Hastighed, medens Møllens øvrige Arbejds kraft kan bruges til andre Ting.

Fig. 1 angiver Grundtrækkene af Kratostaten. *A* og *B* er to Snorskiver med faste Axellejer og med en »Snor uden Ende«, i hvis to Sløjfer, der hænger et Par løse Tridser *a* og *b*. *a* bærer et mindre Lod *M*, *b* et større *L*. På *B*s Axel er anbragt et Vindfang, medens *A*s bærer en Remskive *R*, der drives rundt af Møllen ved Drivremmen *r* i den ved Pilen angivne Retning. Herved vil Snoren stræbe at løfte Tridsen *b* med Loddet *L*; men samme Snors Træk vil drive *B* og Vindfanget rundt i Pilens Retning. Vokser nu Hastigheden, vil Luften mod Vindfanget gjøre større og større Modstand og så at sige holde an i Snoren, så at *A* vil komme til at løfte Loddet *L*, og fra det Øjeblik, da *L* er kommen op at hænge, vil *B* med Vindfanget løbe med en uforanderlig Hastighed, bestemt ved Loddets Størrelse eller, rettere, ved dets Overvægt over *M*, hvis Bestemmelse er at holde Orden på Snoren og at hindre denne i at glide på *B* og *A*. Der afvikles nu i hvert Sekund lige megen Snor af *B*, og hvis man nu kan give *A* en sådan Hastighed, at *L* holdes svævende nogenlunde i samme Højde, må *A* just vikle ligeså megen Snor op, som *B* vikler af, og altså gå med ligeså uforanderlig Hastighed som *B*.

Hvorledes dette kan nåes, ses af Fig. 2. Et Forlag står ved Remme i Forbindelse, dels med Møllen (»Ujevn Motor«), dels med Kratostaten og dels med Arbejds maskinen (»Centrifuge«). Forlagets Forbindelse med Møllen er imidlertid en Rem *M*, der kan slappes eller strammes, f. Ex. ved Stramrullen *s*; og Forlaget behøver altså ikke absolut at følge Møllen, men tages mere eller mindre med, eftersom Stramrullen trækkes mere eller mindre til. Stramrullen bevæges af Reglersnoren *t*, som fra det store Lod føres over Tridser, således, at når Loddet er nede, strammer *s* Remmen *M*; men eftersom Loddet hæves, vil *M* blive slappere og slappere og glide mere og mere. Forlaget og dermed Arbejds maskinen (»Centrifuge«) vil således komme til at gå med en jevn Hastighed; thi skulde de en lille

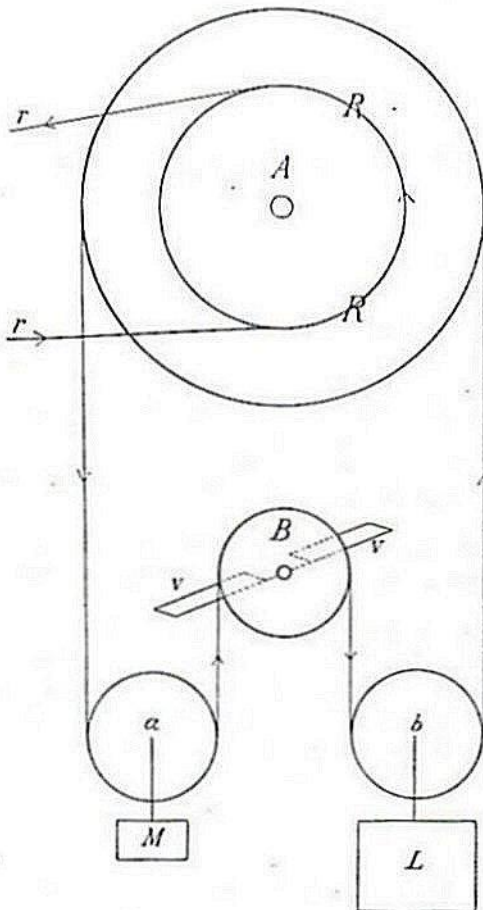


Fig. 1.

Tid komme til at gå lidt hurtigere, vil det store Lod stige og M slappes, så at Forlaget ikke tages så meget med af Møllen; og vilde Forlaget sagne, vil Loddet dale og stramme M , så at Forlaget tages bedre med af Møllen.

Ved den praktiske Opstilling er der dog adskilligt at varetage, som imidlertid kan indrettes forskjelligt efter Lokalteter m. m.; men til Oplysning følger her en Beskrivelse af en Opstilling, som er prøvet ved Vindforsøgene i Askov, og med nogle yderlige Forbedringer følger hermed en Arbejdstegning af Krato- staten, udført af Fabrikant *Konstantin Hansen*.

Stativet er dannet af en længere og en kortere Planke med 3 mellemskudte forbindende Træstykker, hvoraf det nederste rager udenfor til begge Sider, og forbundne ved Skruebolte, som Tegningen viser.

Træskiven A (20" i Diam.) og B (8" i Diam.) har en Indskjæring, der er så skarp, at den kan tage Touget med, men ikke mere end fornødent, da Touget ellers klemmer sig for dybt ind, bliver varmt og slides for stærkt. I de løse Tridser skal Touget slet ikke spænde sig fast, så at disse kun skulle have en halvrund Uddrejning ligesom Tridser i Almindelighed.

Skiverne A og B ere ved Jernbeslag godt fæstede på Axlerne, og disse dreje sig i Lejer anbragte i Plankerne. Af Hensyn til Gnidningsmodstanden må Axlerne, navnlig B s, og ligeledes Vindfangets ikke være for tykke; og de må være indrettede til automatisk Smøring med *Olie*. Det har nemlig vist sig, at Consistentsfedt ikke smører tilstrækkelig ens. Der må endvidere anvendes god *Olie*.

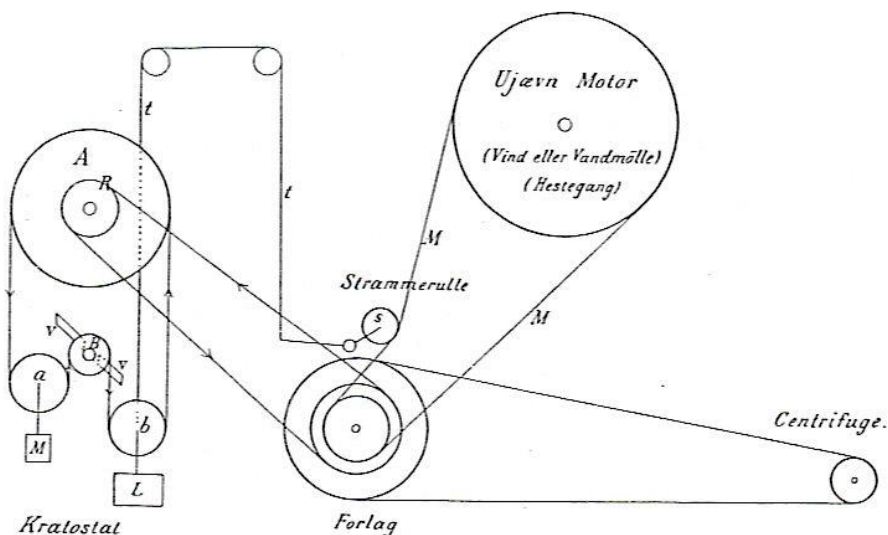


Fig. 2.

Touget — helst 4-løbet — bør splidses således, at der ikke er nogen videre Fortykkelse på et enkelt Sted af det.

Hvert Lod hænger i en Jernstang, der som en Krog igjen hænger i de løse Tridser Axelgaffel. Nederst på hver Jernstang fastskrues Loddet, der kan være af Støbejern, og ovenpå dette kan lægges efter Behag flere eller færre Skivelodder.

Da Vindfanget må have en større Omdrejningshastighed, end det er hensigtsmæssigt at give B , sidder Vindfanget på en selvstændig Axel med en lille Remskive, der drives af en større Remskive på B -Axlen.

Remskiven paa Vindfangsaxlen må dog ikke have en alt for liden Diameter, da Remslip og Remstivhed derved kommer til at udøve en skadelig Indflydelse på Reguleringen. Men forøvrigt bemærkes, at dersom man, uden at forandre nogetsomhelst andet iblandt Udvexlingerne eller i Lodderne, giver Vindfanget en større Remskive, kommer både Vindfangsaxel og hele Maskineriet til at løbe hurtigere, fordi der nu er det samme Træk på Omkredsen af en større Remskive, som der før var på Omkredsen af en mindre.

Hvad der i det Hele taget bestemmer Krato-statens Hastighed og dermed Forlagets og Arbejds- maskinens, er følgende:

- 1^o Vindfangets Størrelse (jo større, des langsommere),
- 2^o Vindfangsremskivens Størrelse (jo større, des hurtigere), og
- 3^o det *Træk*, som Remmen udøver paa denne (jo større *Træk*, des hurtigere); og dette *Træk* af- hænger igjen af:

- a) Forholdet mellem Diametrene af Snorskiven B og den Remskive på samme Axel, der driver Vindfanget (jo større Remskive, desmindre *Træk* og desmindre Hastighed), samt af

- b) det store Lods *Overvægt* over det lille (jo større *Overvægt*, des større *Træk* og des større *Hastighed*). Det er i *Reglen* herved, at man tilpasser den *Hastighed*, man ønsker sig, idet man altså kan forøge *Hastigheden*, enten ved at forøge det store *Lod*, eller ved at formindske det lille, eller, endnu mere, ved begge *Dele*; men man må vogte sig for at lade det lille *Lod* blive altfor lidet; thi da kan det ikke så let hindre, at *Touget* under det store *Lods Træk* kommer til at glide, hvorved *Reguleringen* forstyrres.

Vindfanget maa helst anbringes noget afsides, oppe under *Loftet* eller nede i en *Krog* ved *Gulvet*, og bør navnlig i sidste *Tilfælde* omslutes af et lidet *Tremmehus* eller *Bræddehus* (der dog ikke må være lukket), at man ikke uforvarende skal komme til *Skade* ved det.

Den *Stramrulle*, der sætter *Forlaget* mere eller mindre i *Forbindelse* med *Møllen*, er på *Fig. 2* kun anbragt til *Forståelse* af *Virkemåden*. Iøvrigt er en anden *Stramning* at foretrække, som er kjendt af de fleste *Møllebyggere*. Den består deri, at *Forlagets* ene *Axelleje* kan hæves eller sænkes, hvorved *Remmen* fra *Møllen* til *Forlaget* slappes eller strammes. Det kan her muligvis blive nødvendigt, at lade *Glideremmen* virke på *Kantskiver*, for at *Remmen* ikke skal glide af. — *Forlagets* nævnte bevægelige *Axelleje* (det andet må naturligvis være et *Vippeleje*) kan føres op eller ned ved *Hjælp* af en *Vægtstang* eller *Vægtstænger*, idet *Kratostaten* gennem *Regulersoren* f. Ex. besørger *Hævningen*, medens *Sænkningen* sker ved *Forlagsaxlens* og *Skivernes Vægt*, eller om fornødent (for at skaffe tilstrækkelig *Stramhed*) ved et *Lod*, f. Ex. ophængt på et eller andet *Sted* af *Vægtstængerne*.

Det kan bemærkes, at når *Glideremmen* til forskellige *Tider* skal have forskjellig *Stramhed* afhængig af det *Arbejde*, som udføres, vil det *Træk*, som *Kratostaten* igjennem *Regulersnoren* må gjøre, være forskjelligt, og dette virker tilbage på *Kratostatloddet*, som om dette forandrede sig. Heraf følger atter nogen *Forandring* i *Vindfangets Hastighed* og altså i *Maskineriets Gang*; men til mangt et *Brug* vil disse små *Afvigelser* være uden *Betydning*. — Ønsker man imidlertid en finere *Regulering*, kan dette let opnåes derved, at *Regulersnoren* på *Vejen* fra *Kratostaten* til den *Vægtstang* eller det *Lod*, der skal løftes, slår et *Slag* (muligvis to eller halvandet) om *Axlen* af »*Ujevn Motor*« (se *Fig. 2*) i sådan *Retning*, af når *Kratostaten* blot holder lidt an i *Regulersnoren*, vil nævnte *Axel* selv vinde *Loddet* tilvejs. *Kratostaten* behøver derfor kun at bevirke ganske små *Forandringer* i *Regulersnorens Stramhed* for at besørge *Reguleringen*, der således bliver meget fin.

Den samme *Fremgangsmåde* vil man ogsaa kunne bruge ved sådanne *Arter* af *Regulering*, hvor der til *Reguleringen* udfordres ret betydelige *Træk*. Ved den nævnte *Fremgangsmåde* kan nemlig små *Træk* i *Regulersnoren* afstedkomme store *Trykforandringer* i *Regulertojet*.

Forlaget bør befinde sig nogenlunde lige under nævnte *Axel* (ikke gjerne så skråt som i *Fig. 2*), hvorimod *Kratostat* og *Arbejdsmaskiner* helst bør være nogenlunde ud til *Siden* for *Forlaget*, for at *Stramheden* af deres *Remme* ikke skal forstyrres af *Forlagets* små op- og nedadgående *Bevægelser*.

Medens *Undertegnede* har erholdt *Patenter* på *Kratostaten*, stilles det af *Hensyn* til *Finantslovsbevillingerne* til *Vindforsøg* frit for enhver i *Kongeriget Danmark* at forfærdige og lade forfærdige — men ikke udføre af *Landet* — *Kratostater* til *Vind*-, *Vand*- og *Hestekraft*. Dog må der til *Legitimering* heraf på eller ved hver *Kratostat* anbringes en *Mærkeplade*, som fåes udleveret ved *Højskolelærer J. Appel, Askov ved Vejen St.*, for en *Krone*, der kan sendes ved *Postanvisning* eller tages ved *Postoprævning*.

For så vidt man imidlertid vil være sikker på en god *Udførelse* af *Apparatet*, gjøres man opmærksom på, at *Firmaet Konstantin Hansen & Schrøder i Kolding*, der har udvist megen *Dygtighed* ved *Konstruktioner* til *Forsøgsmøllen*, og som således er fortrolig med *Sagen*, har indrettet sig på at levere såvel hele *Kratostater* som *Dele* deraf og i denne *Anledning* har forfærdiget *Modeller* m. m. — Angående *Prisen* har *Firmaet* endnu ikke opført *detaillerede Angivelser*, men det agter at levere alt til normale, gangbare *Priser*, hvad der ogsaa følger af, at *Forfærdigelsen* under de nævnte *Omstændigheder* står åben for enhver.

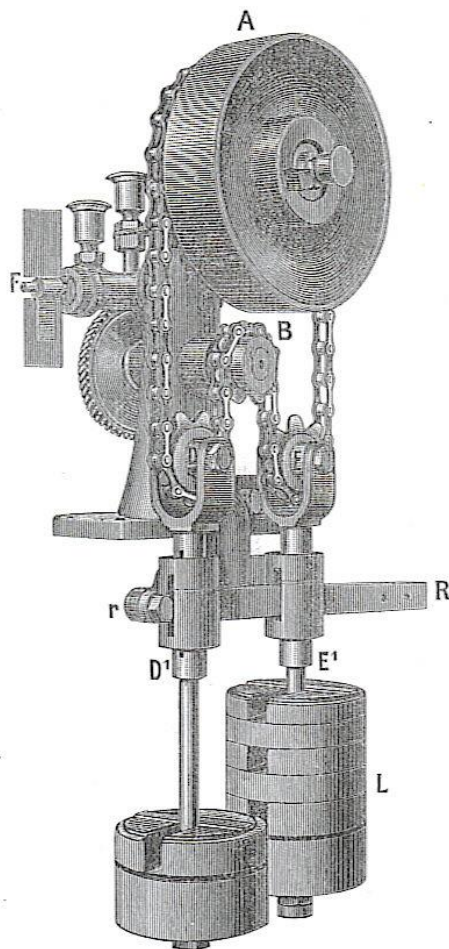
Askov, Vejen St., December 1892.

Poul la Cour.

I løbet af året 1892 blev "Dampkratostaten" - en særlig udgave af kratostaten, beregnet for dampmaskiner - afprøvet på Kolding Andelsmejeri og Vejstrup-Hejls Andelsmejeri. Det viste sig, at smørproduktionen blev forbedret ved brug af dampkratostaten i forhold til andre dampregulatorer.

I arkivet er fundet følgende beskrivelse på engelsk, beregnet på patentering og salg i udlandet:

STEAM-KRATOSTATE.



SCALE 1:6.



HE Kratostate is an invention made by the well known electrician Mr. P. la Cour in Denmark, inventor of the „Phonic Wheel“ and of the „Spectrotelegraphy“. The Kratostate is an apparatus which is able to alter any irregular power, such as wind, water, horse and steam power, into an absolutely regular power suitable for every purpose. Most of the existing governors are working by virtue of their speed, and the principle claims either an increase or a decrease in speed to set the governor working. The Kratostate is based on quite a new principle, viz. by virtue of the distance

covered. The principle is clearly shewn by the above engraving. *A.* and *B.* are chain wheels, *A.* is connected with a belt pulley and is driven by the machinery which has to be regulated, whilst *B.* is connected with a worm wheel and worm, driving a small fan *F.* — *D.* and *E.* are chain wheels, fixed to the two rods *D.*¹ and *E.*¹. An endless chain passes round these four wheels. A small weight is applied to *D.*, just in order to keep the chain tight. A weight *L.* applied to *E.* will, when kept balanced by the pull at *A.*, keep the fan *F.* at a constant rate of speed. The lever *R.* is pivoted at *r.* and connected with the rod *E.*¹ whose movements it is bound to follow in such a manner, that when raised it will decrease the power given to the machinery, and when lowered it will increase it. If the machinery is pulling just as much chain up at *A.* as is running off at *B.*, the lever *R.* will stand level and the speed will be constant, but should the machinery be somewhat in advance, work being taken away, then *R.* will at once ascend and cut off the power, the speed of the machinery will then in this new position of *R.* be just the same as formerly; the reverse will be the case if the machinery should be a trifle behindhand.

It will be noticed, that by altering the weight *L.* we are enabled to alter the speed of the machinery, which is, of course, a great advantage. Another great advantage is, that the Kratostate will secure the machinery against „racing“, when given free, which has proved most successful in marine engines. A great saving of the machinery is thus to be obtained. By the aid of the Danish Government Mr. la Cour has for two years made experiments in order better to utilize the naturel forces possessed by every country, such as wind or water-power, his Kratostate being the first step in this direction. These forces which formerly were inapplicable for several kinds of work, such as generation of electricity, separating of milk, grinding of fine flour, etc., can now be applied for these purposes. Mr. Dencker, consulting agricultural engineer to the Danish Government, says in his report to the „Home office“: „That he has found the Kratostate to be a very sensitive and perfectly astatic governor, the working of which can easily and readily be modified according to requirements; this makes the Kratostate an invention of very great importance and far reaching consequences, because it secures not only a satisfactory regulation of the power direct on the motor, but is also capable of giving to any particular among several machines driven by an irregular motor a constant speed independent of the motor or of the other machines, a result the importance and range of which it is difficult, at present to estimate.“

For inquirements apply

Det var denne type, også kaldet kædekratostat, der blev installeret på mange mejerier.

I en ”Oversigt over Forsøgsmøllens Korrespondance” skriver Poul la Cours assistent Jacob Appel, juni 1894, at de respektive typer af kratostaten er taget i anvendelse på 24 mejerier, 9 vindmøller, 2 vandmøller og 1 hestegang. Jacob Appel blev for øvrigt senere forstander for Askov Højskole og var også Danmarks undervisningsminister i to perioder.

Nedenfor ses en række anbefalinger fra mejeribestyrere. De er trykt i en brochure fra firmaet ”Konstantin Hansen & Schrøder”.

ANBEFALINGER

for

LA COURS KRATOSTAT

til

DAMPKRAFT.

Dhrt. KONSTANTIN HANSEN & SCHRÖDER,
Kolding.

Paa Opfordring af Dem om en Udtalelse for den her til Mejeriet leverede Krato-stat (la Cours Patent) tjener følgende til Oplysning for det Resultat, som til Dato er indvundet her: Efter nu i fjorten Dage at have brugt Krato-staten, kan jeg, hvad en jævn Bevægelse af Maskinen angaar, ikke andet end bevidne, at den har overtruffet selv den dristigste Forventning. Ikke alene kan den regulere til de for Maskinen bestemte Slag, naar Arbejds-maskinerne er sat for, men selv ved en skodesløs Udlosning af disse fra Kraftmaskinen, giver den bestemt det samme Antal Slag.

Mejeriet »Buurgaard«, Billum pr. Varde, den 2/5 1893.

P. K. POULSEN SLOTH,
Bestyrer.

Herved er det mig en stor Glæde at udtale min store Tilfredshed med Opstillingen af Krato-staten. Den regulerer aldeles nøjagtigt, saa at Maskinen gaar ens til enhver Tid, enten der er lidt eller meget at trække. I Haab om, at De maa opstille mange af de udmærkede Apparater, tegner jeg mig med stor Taknemlighed

Ulkjær Mejeri, den 12/5 1893.

Mejeribestyrer NIELS MIKKELSEN.

Til Dhrt. KONSTANTIN HANSEN & SCHRÖDER,
Kolding.

Det er mig herved en Glæde at kunne udtale, at den af Dem for ca. et Fjerdingaar siden opstillede Krato-stat har vist sig at virke særdeles tilfredsstillende. Den regulerer saa fuldstændig Maskinens Gang, at Omdrejningsforskjel ikke kan tælles, selv i det Tilfælde hvor vi sætte Kjærner eller Centrifuger fra eller til, og at vi paa Grund af den jævne Hastighed har haft et forøget Smør-udbytte, er faktisk.

Krato-staten har i det Hele overtruffet mine dristigste Forventninger. Herved min bedste Tak for samme.

Jehjerg, i Juni 1893.

ESPER ANDERSEN,
Mejeribestyrer.

Efter Opfordring af Hr. H. P. Philipsen, Slagelse, skal jeg med Glæde bevidne, at Krato-staten, som vi her har faaet opstillet ved Hr. Philipsen, fuldtud svarer til sin Hensigt. Krato-staten regulerer i den Grad fint, at det ikke i mindste Maade kan ses, at Maskinen forcerer eller sakker af, selv om der paa en Gang sættes til eller sættes fra alt, hvad som skal trækkes i Mejeriet. Med Hensyn til Soliditeten tvivler jeg ikke paa, efter at have brugt Krato-staten i 6 Uger, at den er holdbar og godt forarbejdet.

Tersløse Andelsmejeri pr. Sorø, den 19. Juni 1893.

A. JENSEN,
Bestyrer.

Dhrt. KONSTANTIN HANSEN & SCHRÖDER.

Krato-staten, som Deres Montør Schröder har opstillet her paa Mejeriet i disse Dage, har været i Virksomhed i Formiddags. Det er mig en Fornøjelse at kunne meddele Dem, at den har arbejdet meget tilfredsstillende.

Mejlby Mejeri pr. Lintrup, den 29. Juni 1893.

Med Agtelse
P. JENSEN,
Mejeribestyrer.

Dhrt. KONSTANTIN HANSEN & SCHRÖDER, Kolding.

Det er mig en Fornøjelse at kunne meddele Dem min fulde Tilfredshed med Krato-staten, der synes at arbejde bedre Dag efter Dag. Forbruget af Mælk til 1 Pd. Smør er dalet med 0,30 Pd., den skummede Mælk bliver bedre kogt nu end for, ligesom alle Dele i Mejeriet har en ensartet Gang hele Tiden under Arbejdet.

Tobøl Mejeri, Tobøl pr. Holsted, den 5. Juli 1893.

Med særdeles Agtelse
MOSBERG.

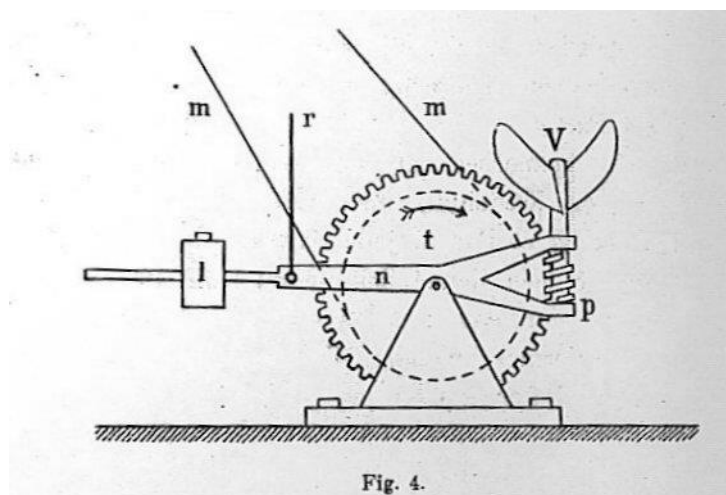
Det er mig en Glæde at kunne udtale min fulde Tilfredshed med den Krato-stat, som Dhrt. Konstantin Hansen & Schröder i Kolding har leveret os; den svarer fuldtud til de givne Løfter, som vi fik paa Forhaand. Dampmaskinen arbejder fuldstændig jævnt med de forskellige Belastninger, hvorfor jeg kan anbefale Krato-staten paa det bedste.

Kolding Mejeri, den 12. Juli 1893.

R. PETERSEN,
Bestyrer.

Enefabrikanter for Skandinavien:
KONSTANTIN HANSEN & SCHRÖDER,
KOLDING.

I den engelske tekst, "Steam Kratostate", nævnes, at kratostaten også er i stand til at sikre maskineriet mod at løbe løbsk ("racing"). Det var dog en særlig udgave, kaldet en vippekratostat, beregnet for skibe i høj sø. Problemet med "racing" opstod, når skibsskruen i bølgegang somme tider vippede over vandoverfladen. Her kunne kratostaten dæmpe de uheldige belastninger, som maskinmesteren ellers måtte imødegå ved at stå og regulere manuelt.



Om denne udgave af "Kratostaten" skriver Poul la Cour i en artikel i "Ingeniøren", 17 december 1892, hvorfra illustrationen (Fig.4.) stammer, følgende:

"Et Snekehjul t drejes af Motoren ved Remmen mm i den ved Pilen angivne retning. Omkring en Afsats af samme Axels lagere kan en Vippe n dreje sig. Vippen afgive Lager og Bundspor p for Snekeaxlen, der bærer Vindfanget V. Paa Vippens anden Ende er anbragt et Lod l, der med en Klemkrue kan fastholdes paa et vilkaarligt Sted af Vippen, og endelig er Vippen ved r sat i saadan Forbindelse med de Apparater, der bestemmer Krafttilførslen, saaledes at denne formindskes, naar l stiger, og omvendt."

Konstruktion blev undervejs forbedret ved at erstatte loddet l med en fjeder og ændre vindfanen V til en propel. I den udgave blev vippekratostaten afprøvet af Kaptajn Jeppe Hagedorn (1851-1929) på dampskibet "Skjalm Hvide". Han skriver følgende i et brev, som Poul la Cour også har citeret i en artiklen om "Kratostaten" i bladet "Ingeniøren", 17. december 1892:

"Efter Ønske skal jeg herved bevidne, at vi ombord i Dampskibet "Skjalm Hvide" har prøvet den af P. la Cour, Askovhus, opfundne "Kratostat", at den var i Stand til at regulere bedre en nogen anden af Mestrene kendt Regulator, og at den regulerer langt bedre, end man kan regulere med Haanden. – Efter det Forsøg, vi har gjort, er der god Grund til at anbefale Apparatet og tro, at det vil løse sin Opgave og derved afhjælpe et længe følt Savn paa dette Omraade.

Kjøbenhavn, d. 18. Oktbr. 1892.

*J. Hagedorn
Fører af "Skjalm Hvide"."*

Jeppe Hagedorn og Skjalm Hvide var i øvrigt bemærkelsesværdige derved, at samværet ombord gennemførtes efter folkehøjskolens principper.

Kratostatens nøjagtighed

Dette spørgsmål har la Cour beskæftiget sig med i et afsnit af artiklen ”Kratostaten” i ”Ingeniøren”, 17. December 1892. Her skriver han:

”Til Undersøgelse af Motorens Gang har jeg ikke nøjedes med et almindeligt Tællværk, hvorved smaa forbigaaende Afvigelser fra Normalgang kunde unddrage sig Opmærksomheden. Men jeg har hertil brugt Tonehjulet, ved Hjælp af hvilket enhver ringe Afvigelse fra Normalgang kan ses ligesaa

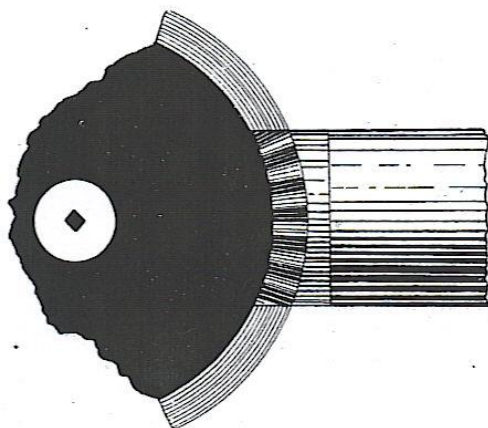


Fig 3.

tydeligt, som man kan se et ellers hvilende Tandhjul foretage smaa bevægelser. Udseende er skematisk vist i Fig. 3. Tonehjulet drejer sig med en praktisk talt absolut jevn Hastighed under Paavirkning af en af en stadigt vibrerende Stemmegaffel taktsat elektrisk Strøm. Gør Hjulet f. Ex. 100 Omdrejninger i Minutten og har det 30 Tænder, saa at der passerer 3000 Tænder i Minutten, kan man selyfølgelig ikke se de enkelte sorte Tænder; men ser man gennem disse ned paa en lys Baggrund, viser Tænder og Mellemrum en graa Cirkelring.

Paa den anden Side males Motorens Axel eller paaklines en Papirstrimmel saaledes, at man mellem Tonehjulets Tænder kan se ned paa et Stykke Cylinder (Axel) med lige brede sorte og hvide Striber, malede som Frembringere. Striberne males i saadant antal, at der ogsaa af sorte Striber passerer 3000 pr. Minut, nemlig lige saa mange, som Antallet af passerede Tonehjulstænder. Stemmer dette ikke ganske, kan man ved Stemmegaflens Skydelodder variere Tonen saa meget, saa at Tonehjulet lader nøjagtig ligesaa mange Tænder passere, som Motoren lader Striber passere. Tonehjulet sættes nu i Gang i saadan Retning (det kan nemlig lige let gaa begge Veje), at de af dets Tænder, man ser igennem, gaa modsat Vej af de Striber, man ser paa. Umiddelbart betragtet vise Axlens Striber selyfølgelig ogsaa graat i graat; men ser man dem nu gennem det bevægede Tonehjuls Tænder, ser man Vaterstriber som Fig. 3, der staa fuldstændig stille, hvis Motoren lader ligesaa mange malede Striber passere, som Tonehjulet lader Tænder passere. Det er denne Tilstand, der opsøges ved Afstemning af Gaflen; og naar denne er tilvejebragt, vil man derefter let og umiddelbart se enhver Afvigelse af Motoren fra denne Normalgang. Gaar nemlig Motoren hurtigere, ville Vaterstriberne vise sig at glide til den Side, hvor Motoren bevæger sig, og naar Motoren gaar langsommere end normalt, ville Vaterstriberne glide i modsat Retning – des hurtigere jo større Afvigelsen er. Der vil nemlig glide to Vaterstriber forbi, for hver Stribe Motoren lader passere for meget eller for lidt og, som sagt henholdsvis i samme eller i modsat Retning af Motorens Bevægelsesretning.”

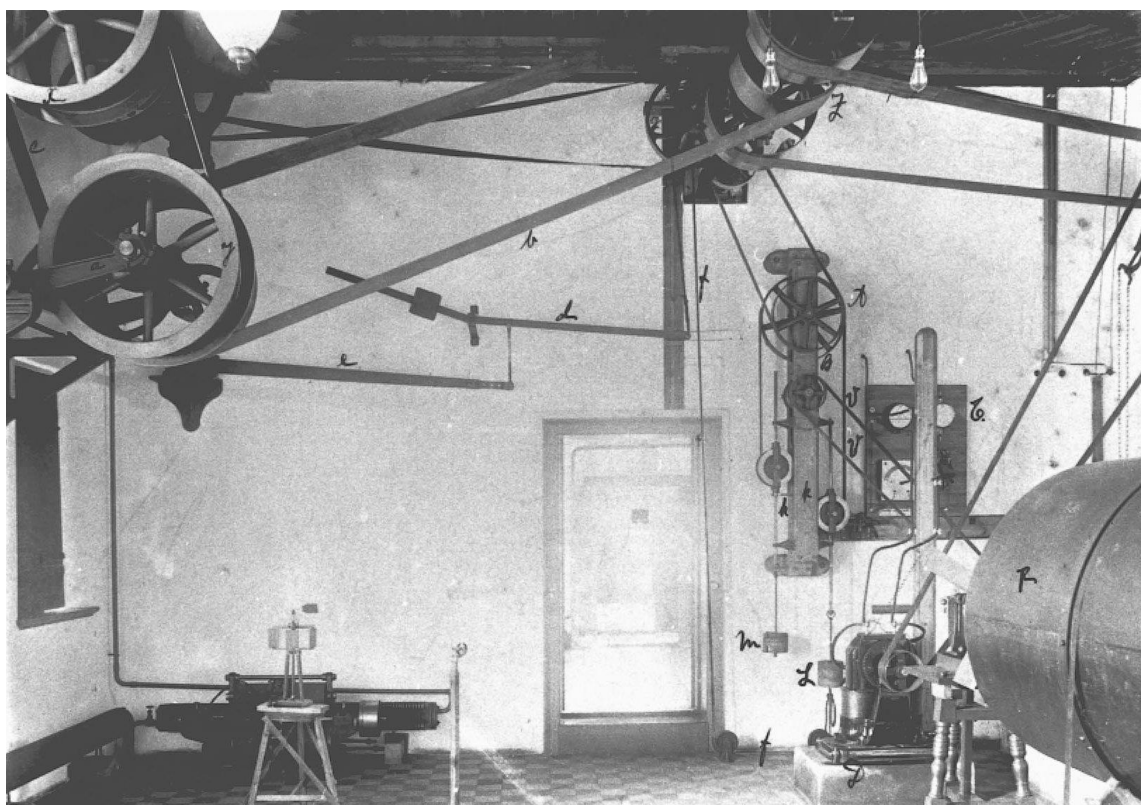
Det, der her med en gammel betegnelse kaldes "Vaterstriber", er et optisk fænomen, som øjet opfatter i den omtalte situation. Poul la Cours beskrivelse af det er et godt eksempel på hans evne til at forklare et lidt kompliceret fænomen på en klar og gennemskuelig måde.

I nyere tid har metoden været anvendt til at kontrollere, om grammofoner løb med det korrekte omdrejningstal, hhv. 33, 45 eller 78 omdrejninger pr. minut.

På denne måde kunne Poul la Cour konstatere, at afvigelserne fra den konstante rotation, som kratostaten frembragte ved hjælp af differensen mellem de to vægtlodder og luftbremsen, lå indenfor en promille.

Den egenskab blev også grundlaget for de senere nøjagtige målinger med vindtunnel og vindtrykmåler, som førte til Poul la Cours gennembrud i forståelsen af de aerodynamiske forhold omkring møllevinger.

Vi ser her er billede af maskinhallen, hvori forsøgene foregik fra 1897:



Her ses maskinhallens østvæg. Trækket fra møllen kommer ned til maskinerne via det store hjul X øverst til venstre i billedet. På væggen til højre for døren ses kratostaten. Bemærk tovet f , som går fra undersiden af det tunge lod L via et par trisser op til nogle vægtstænger med kontravægt oppe over døren. Vægtstængernes opgave var at vippe det store hjul Y , hvis aksel ligger på en arm a , som kan vippe i et leje på væggen. Derved blev remmen c slækket så meget, at den begyndte at glide en smule. På denne måde kunne virkningen af den stærkeste vindstød "smides væk". Dette energitab var således en del af arrangementet med at opnå den jævne rotation.

På billedet ses endvidere til højre den store vindtunnel med en møllemodel foran. Til venstre for døren ses et mølleanemometer på en stang og længere til venstre på en trebenet skammel ses en horisontal møllemodel indsendt til teknisk vurdering.

Men tilløbet til denne udvikling tog fart fra 1896. Poul la Cours første elektriske mølle fra 1891 og knaldluftlamperne på Askov Højskole, der virkede fra 1895, vakte berettiget opsigt. Poul la Cour og Jacob Appel modtog mange forslag til nye og – efter indsendernes mening – bedre møllerotorer, bl.a. fra den idérige møllebygger Chr. Sørensen, Skanderborg Vindmotorfabrik. Denne byggede på det tidspunkt gårdmøller i flere forskellige størrelser. Han havde nu opfundet en særlig konisk møllerotor kaldet et ”keglevindfang”, som han ønskede patenteret. Han bad Poul la Cour foretage den dokumenterende testning, begrundet i la Cours tekniske muligheder for at foretage præcise målinger med kratostat og tonehjul. Chr. Sørensen leverede selv til at begynde med en tøndelignende blæser og testmodellen. Det var således ham, der satte Poul la Cour i gang med at teste møller i modelstørrelse.

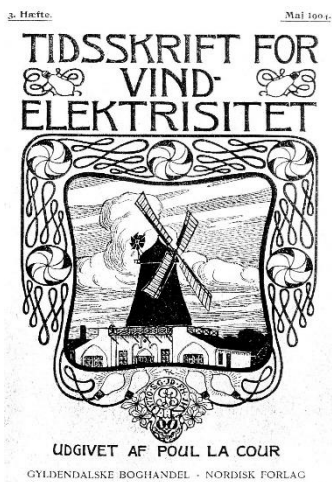
Chr. Sørensens første keglemodel havde 12 vinger. Poul la Cour forbedrede den straks ved at fjerne halvdelen af vingerne og ændre lidt på smiget, dvs. vingernes vinkel i forhold til vinden. I denne udgave med 6 vinger blev keglevindfanget faktisk markedets bedste, så det var nærmest en selvfølge, at Chr. Sørensen fik entreprisen med selve mølleanlægget, da der var blevet basis for en udvidelse af forsøgsstationen i 1897 med 27.000 kr. i anlægsudgifter og en årlig driftsbevilling på 12.000 kr. Oven på bygningen, tegnet af P.V.Jensen-Klint, knejsede derefter Chr. Sørensens store flotte keglevindfang. Som det fremgår af fotoet fra maskinhallen opsatte Poul la Cour imidlertid sin egen større vindtunnel inde i bygningen samt udviklede måleudstyr - bl.a. en unik vindtrykmåler -, hvormed han fortsatte sine eksperimenter med de aerodynamiske kræfter omkring møllevinger. År 1900 rapporterede han sine forsøgsresultater i ”Forsøgsmøllen I og II”, hvori han med sine måleresultater dokumenterede, hvordan den ”ideale” møllevinge efter hans opfattelse burde se ud. Samtidigt udskrev han en konkurrence blandt møllebyggerne om, hvem der vil bygge en mølle efter disse ”ideale” anvisninger. Dette gjorde Chr. Sørensen gal i hovedet, idet han vel mente, at denne betegnelse måtte gælde hans eget keglevindfang.

Men uagtet, at keglevindfanget var fortrinligt i gårdmøllestørrelsen, var det blevet til en for stor og tung udgave på forsøgsmøllen, der truede med at falde fra hinanden. I mellemtiden var man derfor blevet nødt til at tage keglevindfanget ned og erstatte det med en mere traditionelt udseende firvinget rotor, og det var billedet af den, der prydede forsiden af ”Forsøgsmøllen I og II”.

Chr. Sørensen udgav et modskrift mod det ”ideale” vindfang og foranstaltede dermed en mediestorm, og foranledigede at forsøgsmøllens fremtid blev taget op til revision i rigsdagsforsamlingen. Poul la Cours forsøgsmølle red kun stormen af på et hængende hår, ved at formålet blev ændret til, at den fremover skulle være center for ”Forsøg angaaende Elektricitets Anvendelse i Landbrugets Tjeneste”, og den årlige driftsbevilling blev nedsat til 7000 kr.

Men det, der havde truet med at ende katastrofalt, blev starten på en meget frugtbar udvikling:

I 1902 gik man væk fra knaldluftbelysningen på Askov Højskole, og Forsøgsmøllen etablerede sig som et egentlig vindelektricitetsværk med forbrugerinteressenter i Askov By. Man startede ”Dansk Vind-Elektricitets Selskab”, DVES, der skulle rådgive om etablering af decentrale vindelektricitetsværker. Man etablerede en vindelektrikeruddannelse, og Poul la Cour udgav fra 1904 et ”Tidsskrift for Vind-Elektricitet”, der informerede om elektricitet generelt og rapporterede om udviklingen på vindelektricitetsområdet. Nu gjaldt det om at finde optimale og rentable løsninger, og en stærkt modereret udgave af kratostaten, det såkaldte vippeforlag, indgik i en kombination med ”la Cour-nøglen”, som et stort set automatisk laderegulatorsystem mellem møllen, dynamoen og akkumulatorbatterierne.



Kombinationen så skematisk således ud:

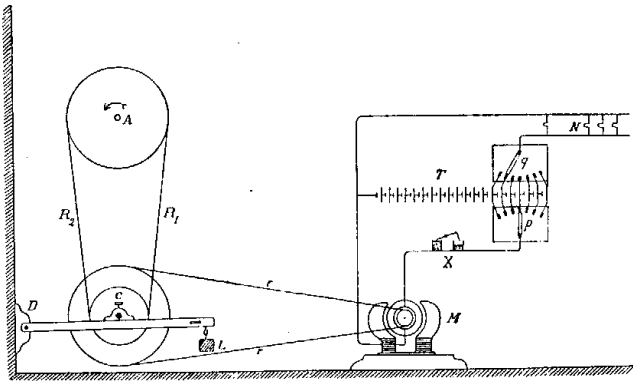


Fig. 4. Konstant elektrisk Strøm.

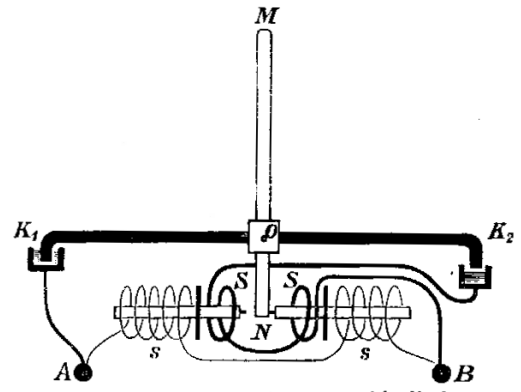
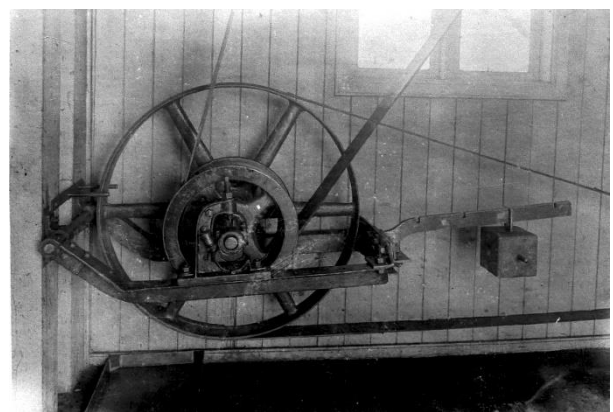
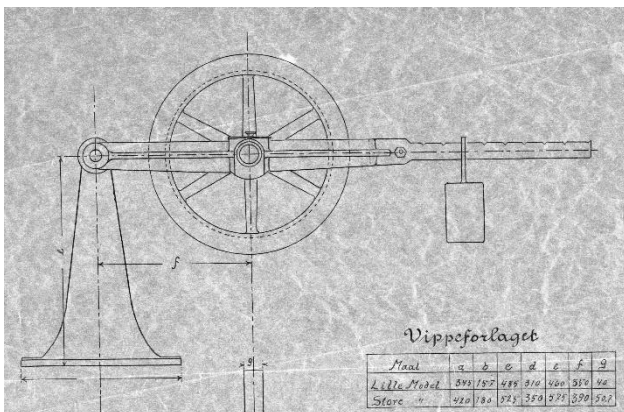


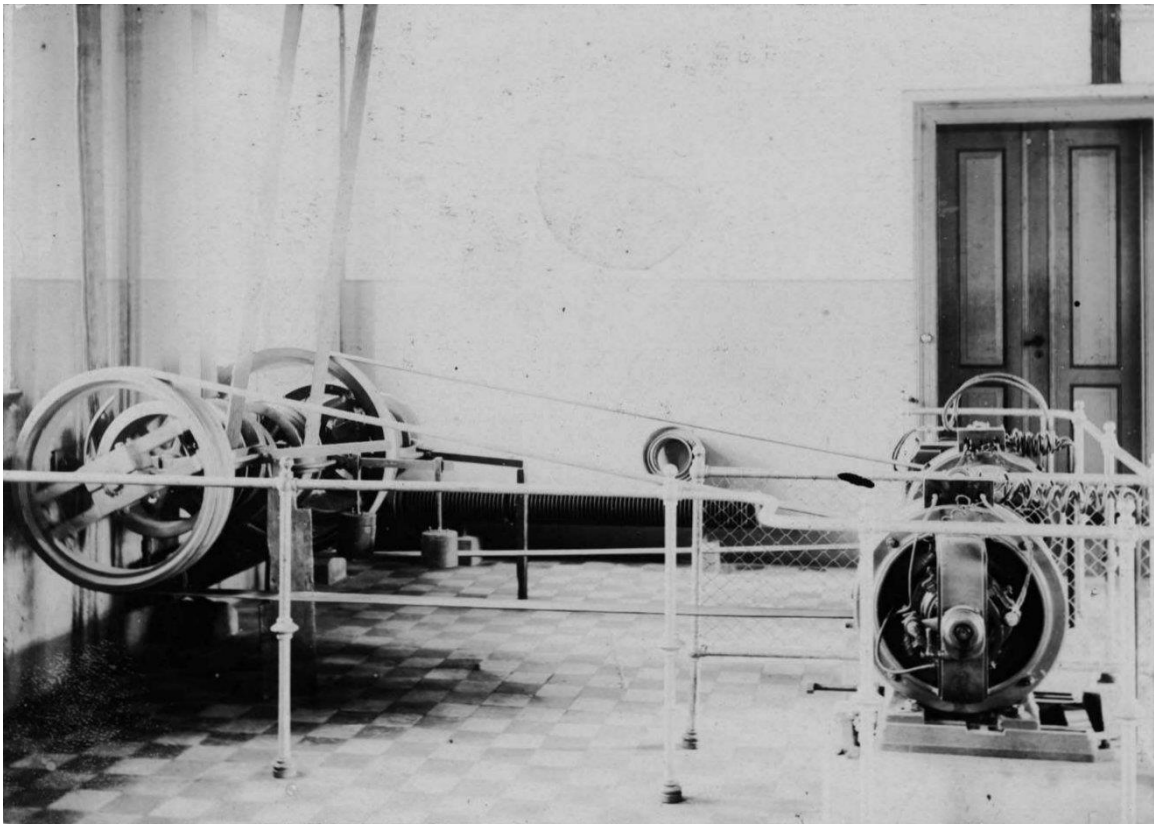
Fig. 3. Strømskema til den automatiske Nøgle.

”Den automatiske Nøgle”, også kaldet ”La Cour Nøglen”, ses markeret som *X* på den skematiske tegning. Strømskemaet er vist til højre. Poul la Cour fik denne kombination patenteret og overdrog patentet til DVES til anvendelse i Danmark, og systemet blev forsøgt patenteret og solgt med større eller mindre held ud over den meste af verden, hvilket allerede den gang gjorde Danmark kendt som vindkraftnation. Kort forklaring: De kraftigste vindstød på møllen blev først afbødet ved at vingeklapperne til en vis grad kunne give efter. De tilbageblevne spidsenergier blev ”smidt væk” ved at trækremmen *R* kunne glide på hjulene *A* og *C*, når den var smurt med fedt. Hjul *C*, hvis aksel hviler på tværs af en vægtstang, der kan vippe i et leje på væggen, hænger således delvist i remmen *R*. Remspændingen og dermed glideevnen afhænger af det forskydelige lod *L*’s position på vægtstangen. Med dette arrangement kunne møllens opladning af akkumulatorerne stort set passe sig selv. Man behøvede kun justere loddets position, når vejtypen ændrede sig. Kritiske røster om, at det hele ville brænde af som følge af gnidningsvarmen, blev gjort til skamme. Tabet af energien i vindstødene kunne man leve med, da det, man smed væk, var helt gratis.

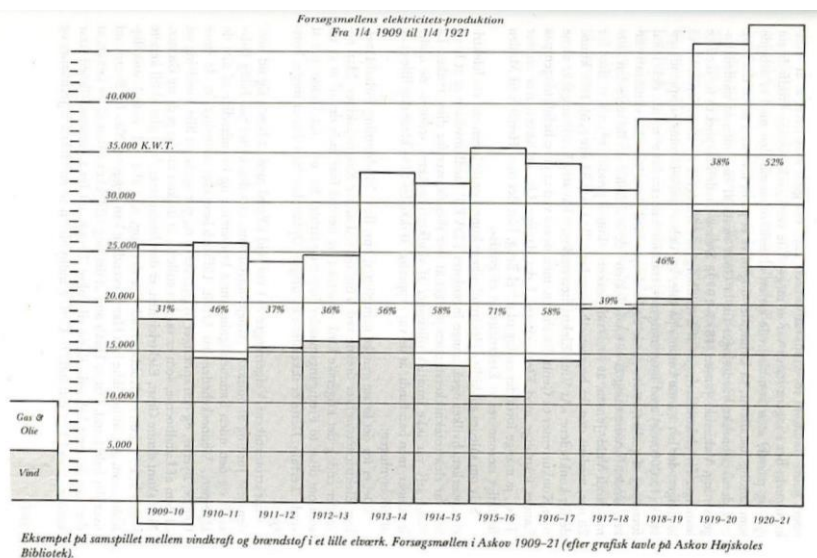


Til venstre ses en arbejdstegning til vippeforlaget, i skemaet nogle måleforhold afhængig af den valgte størrelse, til højre ses en praktisk udformning af vippeforlaget.

Og maskinhallen ændrede karakter, da den ikke længere skulle være forsøgslaboratorium, men alene skulle fungere som elektricitetsværk:



De to dynamoer kunne hver levere 5 kilowatt. I kælderen svarede akkumulatorernes antal til 110 volt jævnspænding. Som reserve til vindstille perioder havde man en petroleumsmotor.



Denne grafik stammer fra H.C. Hansen: "Poul la Cour – grundtvigianer, opfinder og folkeoplyser".
Den grå del af søjlerne markerer vindens andel i el-produktionen.

Da Poul la Cour døde af lungebetændelse i april 1908 blev civilingeniør J. Th. Arnfred ansat som Poul la Cours efterfølger som forsøgsleder ved forsøgsmøllen og som lærer på Askov Højskole. Han fortsatte Poul la Cours og DVES's aktiviteter og fik stor betydning for udviklingen af elektricitetsforsyningen i det vestjyske område bl.a. med projekteringen af Karlsgaardværket.

I 1929 brændte den hollandske træmølle. Ved genopbygningen anbragtes, oven på P.V.Jensen-Klints bygning, et 8-kantet støbt fundament for en moderne Lykkegaardsmølle, der kunne levere 3-4 gange så stor en effekt som træmøllen. Elproduktionen fra denne stoppede først i 1958, og selve møllen blev af sikkerhedsgrunde nedtaget i 1968.

I begyndelsen af 1930erne overtog Askov Højskole "Statens Forsøgsmølle" for et meget lille symbolsk beløb, og bygningen var siden anvendt til højskolens praktisk-musiske fag, vævning, sløjd m.v. og sidst fungerede stedet som keramikværksted.

Da højskolen op mod årtusindskiftet satte forsøgsmøllen til salg, tog Askov Bylaug initiativ til at skaffe økonomisk grundlag for et museum for Poul la Cour. Det viste sig meget vanskeligt. Først da den danske vindmølleindustri i den tolvte time i april 2000, gik ind og stillede købssummen til rådighed og hjalp med at oprette den selvejende institution "Poul la Cour Fonden" kunne projektets fremtid begynde. Den 15. juni 2000 stiftedes museets støtteforening "Poul la Cour Museets Venner" og på årsdagen 15. juni 2001 åbnede museet sin første udstilling. Der er grund til i denne forbindelse at takke vindmølleindustriens daværende direktør, Søren Krohn, for hans sans for denne epokegørende del af dansk vindkrafts historie.

Hensigten med rekonstruktionerne af de gamle apparater er, på nutidige vilkår, at genskabe en flig af dansk teknologihistorie på en måde, der kan styrke interessen for naturvidenskab og teknik. Samtidigt kan man via Poul la Cour Museets forhistorie fokusere på højskolebevægelsen og de folkelige kræfters betydningen for samfundsudviklingen frem til dagens Danmark.

Litteratur:

Der er hentet informationer, citater og indskanninger fra:

Poul la Cour, "Kratostaten", artikel i "Ingeniøren", 17. december 1892

Rapportbogen "Brint og Ilt" fra 1894, (AH3.60a)

Poul la Cour, "Forsøgsmøllen i Askov", artikel i "Hjemlandet", 1899

Poul la Cour, "Anvisning på Indretning og Opstilling af en Kratostat", Askov 1892

"Steam-Kratostate, en brochure på engelsk omhandlende dampkratostaten

"Anbefalinger for la Cours Kratostat", brochure fra Konstantin Hansen & Schrøder, Kolding 1893

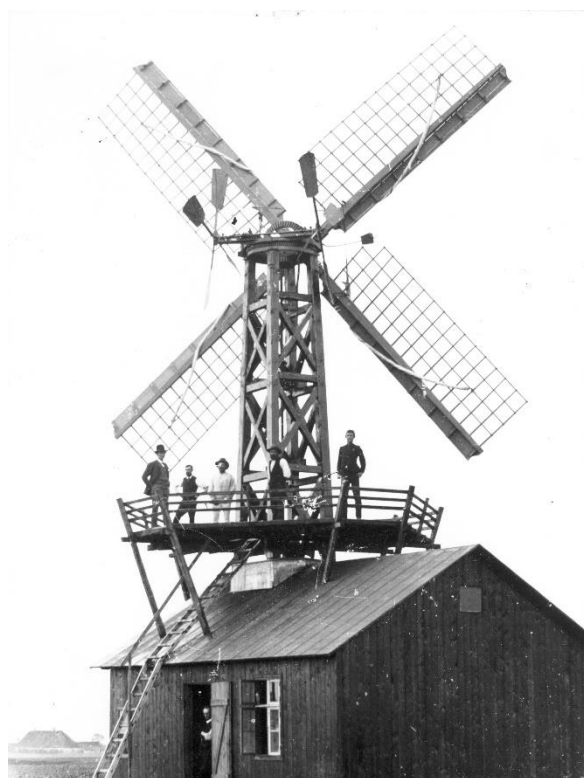
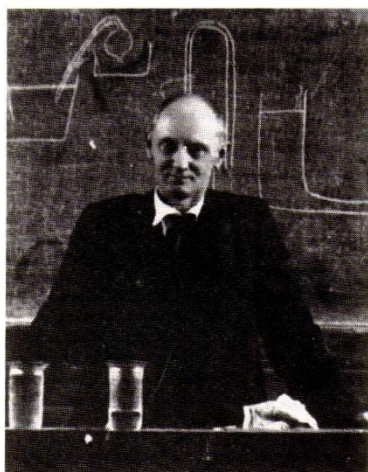
H.C.Hansen, "Poul la Cour – grundtvigianer, opfinder og folkeoplyser", Askov 1985

Povl-Otto Nissen, "Poul la Cour og vindmøllerne", Polyteknisk Forlag 2003

Der er endvidere anvendt fotos, hvor originalerne dels findes i Poul la Cour Arkivet, dels findes i glaspladearkivet for Askov-fotograferne på Sønderkov Egnsmuseum.

Poul Cour Museet har websiden: www.poullacour.dk

Poul la Cour – manden bag det hele



Poul la Cours mølle fra 1891. Møllen var den første el-producerende vindmølle i Danmark. Det var i forbindelse med denne mølle, at han opfandt kratostaten. Poul la Cour skimtes i døren forned.