

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

Poul la Cour
Vindkraftens Anvendelse

INDUSTRI-
FORENINGEN

91

~~6293~~

~~6293~~

10 12 13

TB Gl.

621.548 La Cour

1895 ex 1.

DANMARKS
TEKNISKE BIBLIOTEK

19-21

FORSØG

ANGAAENDE

VINDKRAFTENS ANVENDELSE

I

VED

POUL LA COUR



**INDUSTRI-
FORENINGEN.**

KOLDING

KONRAD JØRGENSENS BOGTRYKKERI VED H. P. WARBERG

1895

FORSÖG

OM

VINDKRAFTENS

ANVÄNDELSE

I

AF

JOHN LA COCH



INDUSTRI-
FÖRENINGEN

KÖPENHAGEN

Utgivet af Förläggarens Förening i Köpenhamn

1882

Af Danmark's Kraftkilder er den, der direkte gennem Solstraalerne tilflyder vort Land- og Havebrug, den vigtigste for vore Livsfornødenheder; men alt som de raa Naturkræfter tages mere og mere i Brug, idet de saa at sige forædles, vil det føles som et større og større Savn, at vort Land hverken har naturlige Oplag af Kul eller Petroleum og heller ikke Vandkraft af nogen synderlig Betydning. Vi maa købe Midlerne til at erholde fysisk Kraft, og vi faa derfor i flere Henseende svært ved at konkurrere med Udlandet.

Forsøgenes
Opkomst.

En Kraftkilde har Landet dog, som er mere end rigelig nok, naar den ellers var tilstrækkelig let at øse af, nemlig Vindkraften; men til dennes Anvendelse er der knyttet de to Ulæmper, at Vinden kun kan udføre et meget ujævnt Arbejde, naar det blæser, og at det til Tider aldeles ikke blæser.

I vore Dage er der imidlertid fysisk Mulighed for at komme ud over begge disse Ulæmper, saa at Vinden maa kunne bruges til alt det, der nu koster Kul eller Petroleum; men Spørgsmaalet er blot, om der kan findes saadanne Fremgangsmaader, at Anlæg, Vedligeholdelse og Pasning kan blive mindre byrdefulde end de tilsvarende forøget med Bekostning af Brændmaterialier ved Kul- eller Petroleumsanlæg.

Dette Spørgsmaals Besvarelse kommer aabenbart til at bero paa, hvor heldig man er med at finde praktiske Fremgangsmaader til — hvad man kunde kalde — *Vindkraftens Forædling*; men for et Land som Danmark maa der vel siges at være Grund til, at der for offentlig Regning gøres i hvert Fald et foreløbigt Forsøg, naar der foreligger nogen rimelig Plan til et saadant.

Under denne Betragtning tillod jeg mig i 1891 at gøre en Forestilling for Indenrigsministeriet, som derefter viste Sagen og mig den Tillid at opføre en Bevilling hertil paa 4000 Kr. paa Finanslovforslaget for 1891—92. Beløbet, ligesom de i de følgende Aar opførte Beløb paa 6000 Kr., blev bevilget af Rigsdagen og af Indenrigsministeriet stillet til min Disposition.

Da mit Opholdssted, Askov (Vejen St.), egner sig særlig godt til saadanne Forsøg (fra Mølleomgangen set hæver ingen Terrainenstand sig een Grad over Horisonten), og jeg tilmed her kunde have kyndig Medhjælp af cand. math. J. APPEL, blev en 4-vinget Mølle med et Træskur opført her. Vingerne vare oprindelig med

Sejl og 18 Alens Vindfang; men de ere senere afløste af Klapvinger med ca. 21 Alens Vindfang. Skuret (9×12 Alen) bestod oprindelig af to Rum, et til det egentlige Møllemaskineri og et til Laboratorium. Det er senere forøget med en Sidebygning (5×9 Alen); og der er endnu senere i nogen Afstand opført en højere Træbygning (10×11 Alen).

I Overensstemmelse med Forsøgenes foreløbige Karakter i de første Aar, har Bevillingen lydt »til Fremme af en Opfindelse«; men paa Finansloven for 1895—96, som paa Grund af Sagens hurtigere Udvikling bevilger 9000 Kr., bærer denne Konto Titelen »Forsøg angaaende Vindkraftens Anvendelse«, hvorigennem der antagelig er betegnet, at de begyndte Arbejder anses for skikkede til Fortsættelse. Det turde derfor være paa sin Plads, at der nu gives en Oversigt over, hvad der hidtil er naaet. — Aarlige Beretninger og detaillerede Pengeregnskaber ere selvfølgelig tidligere blevne indsendte til Indenrigsministeriet, ligesom nogle af de vigtigste Resultater ere meddelte det kongl. Landhusholdningsselskab og Offentligheden gennem enkelte Foredrag og forskellige Tidsskrifter (Tidsskrift for Landøkonomi, »Møllen«, »Ingeniøren« m. fl.).

Vindkraftens
Regulering.

Den første Opgave, der burde løses, var: at bringe den meget foranderlige Vindkraft til at gøre et jævnt Arbejde. Naar Vinden kun kan arbejde ujævnt, bliver det kun faa Arbejder, man kan lade udføre ved Vind; det er nemlig forholdsvis faa Arbejdsmaskiner, der kunne taale en saa lunefuld Drift, og maaske endnu færre Produkter, der kunne nøjes med en saa uregelmæssig Behandling som den, Vindkraften i Naturtilstand giver dem. Paa Løsningen af denne Opgave maatte altsaa Bestræbelserne først rettes; og det lykkedes mig ved Konstruktionen af »Kratostaten«.

Udviklingen og den flersidige Anvendelse af dette Apparat er udførlig beskrevet i Tidsskrift for Landøkonomi i 1892, og der skal derfor her kun omtales den endelige Form, som Kratostaten har faaet til Regulering af Vindkraften og til Motorer med lignende uregelmæssig Drift, saasom Vandmøller og Hestegange.

Reguleringen gaar nemlig ikke ud paa at bringe selve Møllen til at gaa regelmæssigt. Herpaa er der gjort flere Forsøg (jfr. nævnte Artikel); men de maatte opgives, fordi Møllevingernes Masse m. v. (Inertimomentet) er for stor til, at en een Gang opnaaet for stor eller for lille Hastighed tilstrækkelig hurtig kan ændres.

Der er ikke andet for, end at lade Møllen gaa sin uregelmæssige Gang, men at anbringe en Aksel (et Forlag) saaledes, at denne, skønt den drives af den uregelmæssigt gaaende Mølle, dog kommer til at gaa med en jævn Hastighed. Til Forstaaelse af, hvorledes dette opnaaes, ville vi først nærmere betragte selve Kratostaten.

To Skiver kunne drejes om Akslerne *A* og *B*. Over disse Skiver hviler en Rem eller Snor uden Ende saaledes, at der i dennes to Sløjfer er ophængt to løse Skiver *a* og *b* bærende Vægtene *M* og *L*. Da *L* er større end *M*, vil Skiven *B* drives rundt i den paa Remmen antydende Retning; men mod denne Bevægelse frembydes en jævn Modstand, f. Eks. af Luften mod et Vindfang *vv*. Det jævne Træk i Forbindelse med den jævne Modstand vil bevirke, at Skiven *B* drejes rundt med en jævn Hastighed — alt under Forudsætning af, at man ved at dreje Skiven *A*

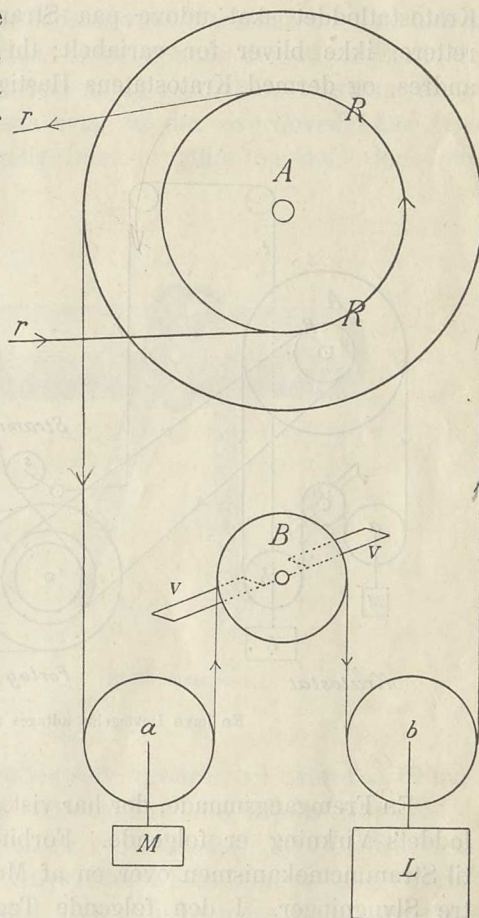
i Pilens Retning sørger for, at Loddet L stadig holdes svævende. Dette vil aabenbart finde Sted, naar A opvikler lige saa langt et Remstykke, som B afvikler. Dersom derimod A opvikler mere, maa L stige; og dersom A opvikler mindre Rem, end B afvikler, maa L dale. Hvis man altsaa nu blot kan faa et Forlag paa Møllen til at besørge denne Opvikling paa saadan Maade, at L holdes svævende, vil ikke alene B vedligeholde en jævn Bevægelse; men Forlaget, der maa følge denne, faar altsaa samme jævne Bevægelse. Hvor hurtig Bevægelsen bliver, beror paa Loddet og Vindfanget. Lægges Tillægslodder paa L , forøges Hastigheden. Lægges Tillægslodder paa M , formindskes Hastigheden.

Den følgende Figur (S. 6) viser, hvorledes man kan bringe Forlaget til at virke som angivet. Forlaget drives nemlig af en uregelmæssigt bevæget Skive af Møllen (»Ujævn Motor«) ved en Rem MM , som kan strammes eller slappes ved Stramrullen s og derved bringes til mer eller mindre at glide. Stramrullen er anbragt paa en Vægstang, der bevæges ved Snoren tt , som over et Par Tridser er forbunden med Loddet L paa saadan Maade, at naar L stiger, slappes t og Remmen MM glider. Dersom altsaa Forlaget vil gaa for langt frem, saa at Kratostatloddet L stiger, vil Stramrullen slappes, Remmen glide og Forlaget blive taget mindre med af denne, og omvendt. Forlaget vil saaledes af Stramrullen stadig blive spændt saa meget for, at det holder Kratostatloddet svævende, og at det altsaa gaar jævnt ligesom Kratostaten.

Medens hosstaaende Tegninger kun give en skematisk Fremstilling af Kratostat og Opstilling, er der forskellige Enkeltheder at mærke.

Naar Vindfanget vv anbringes paa selve Akslen B , vil det gøre for ringe Modstand, med mindre Kratostatens Hastighed bliver særdeles stor. Akslen B forsynes derfor helst med en større Skive, som formedelst en Rem driver en mindre Skive med Vindfang (se Pl. IV bag i dette Hefte), som kan være anbragt oppe under Loftet eller anden Steds, og som ved et Tremmewærk bør hindres imod at slaa nogen, som uforvarende kommer det for nær.

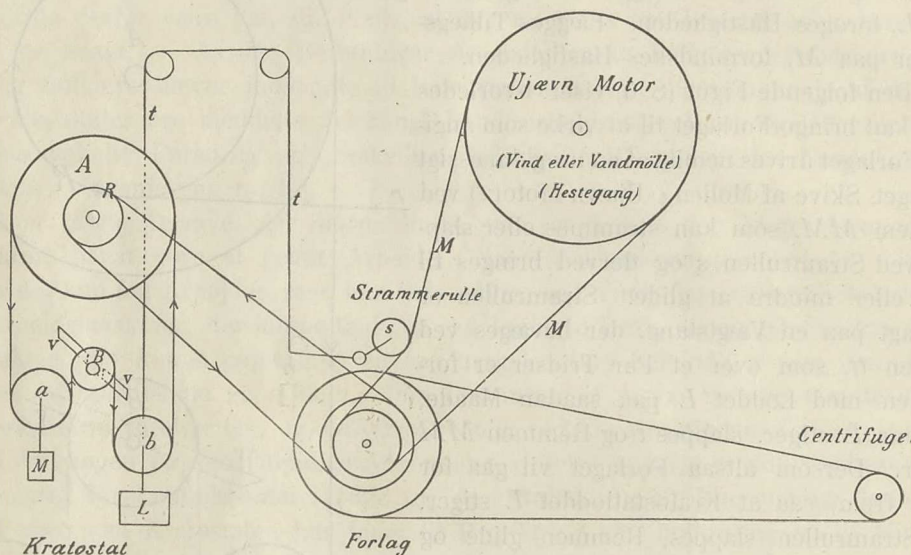
Glideremmen fra »Ujævn Motor« til Forlaget kan enten strammes ved en



Kratostaten.

Stramrulle saaledes som angivet paa Tegningen — og Remmen maa da være glat paa begge Sider — eller Forlagets Aksel kan være bevægelig, saa at Kratostatloddet ved sine Bevægelser nærmer eller fjerner Forlagets Akselleje til eller fra »Ujævn Motor« og derved slapper eller strammer Glideremmen.

Forbindelsen mellem L og Strammemekanismen kan selvfølgelig ogsaa anbringes paa flere Maader. Det gælder kun om, at det Tryk eller Træk, som Kratostatloddet skal udøve paa Strammemekanismen, ikke bliver for stort, eller rettere, ikke bliver for variabelt; thi herved vil Loddets Vægt tilsyneladende forandres, og dermed Kratostatens Hastighed.



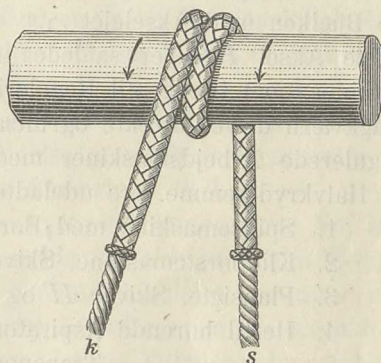
En jævn Bevægelse udtages af en ujævn ved Hjælp af Kratostaten.

En Fremgangsmaade, der har vist sig meget hensigtsmæssig for at lette Kratostatloddets Virkning er følgende. Forbindelsestouget ledes paa sin Vej fra Kratostat til Strammemekanismen over en af Møllens Aksler, hvorom der slaas een, to eller tre Slyngninger. I den følgende Tegning fører Tougenden k til Kratostatloddet, Tougenden s til Strammemekanismen; og Akslen gaar rundt i den ved Pilen angivne Retning. Et ganske ringe Træk i k vil bevirke, at Touget holdes an om Akslen, og denne, der drives af selve Møllen, vil derved let besørge det fornødne Træk i s . Giver Kratostatloddet derimod efter i k , glider Touget paa Akslen, og der finder da ingen Stramning Sted.

Det er bedst, at Akslen i det mindste paa dette Sted er glat, og at Touget paa denne Del er omflettet af tynde Læderremme, ligesom Skaftet eller Snoren af en Pisk ofte er omflettet; og endelig er det hensigtsmæssigt, at dette Sted af Touget og Axel stundom smøres (med Olie). Touget glider da let paa Akslen; men man

kan altid ved et passende Antal Slyngninger opnaa det ønskede Forhold mellem Trækkene i k og i s .

Arbejdsmaskiner, der skulle drives med jævn Hastighed, sættes ved Remme i Forbindelse med det regulerede Forlag, hvorimod man kan sætte visse andre Arbejdsmaskiner, som ikke behøve at drives med jævn Hastighed, i Forbindelse med de af Møllen uregelmæssigt drevne Aksler («ujævn Motor»). Men naar Vinden svækkes, bør dette væsentlig gaa ud over de sidstnævnte Maskiner, idet de førstes regelmæssige Gang saa vidt muligt opretholdes. Dette opnaas derved, at Forholdet mellem Glideremmens to Skiver vælges saaledes, at de regulerede Maskiner kunne have deres normale Gang, naar Vinden er saa svag, at den overhovedet kan drive disse. Bliver den svagere, er der selvfølgelig intet at stille op med den; men bliver den stærkere, ville de regelmæssige Arbejdsmaskiner dog paa Grund af Kratostatens Virkning ikke komme til at gaa hurtigere, hvorimod der bliver des mere Drivkraft til de uregelmæssige Arbejdsmaskiner. — En 40 Hestes Mølle, hvor der ved Kratostaten udtages 12 Hestekræfter i reguleret Form til visse Maskiner, vil altsaa kunne vedblive at afgive disse, indtil Vinden bliver saa svag, at Møllen ikke kan afgive 12 Hestekræfter, medens de uregelmæssige Arbejdsmaskiner faa det Overskud, som Vinden i hvert Øjeblik leverer ud over de 12 Hestekræfter.



Et Strammetoug.

Spørges der, hvor meget Arbejde Kratostaten selv fortærer, vil Svaret vist blive: mellem $\frac{1}{4}$ og $\frac{1}{2}$ Hest, noget forskellig efter det regulerede Arbejdes Størrelse.

Medens der selvfølgelig paa Forsøgsmøllen er en Kratostat i Virksomhed, nemlig til Drift af en Dynamo, enten til direkte Lys eller til Ladning af en elektrisk Akkumulator, turde det for Møllere o. l. indtil videre have mere Interesse at faa en Beskrivelse af et Anlæg paa en Kornmølle; og med Tilladelse af Hr. Møller KULLMANN i Gudhjem paa Bornholm, gives derfor her Tegning og Beskrivelse af Anordningen paa hans i 1893 opførte Mølle (Hr. Møllebygger Rasmussen, Odense).

Af Tegningerne bag i denne Beretning viser Pl. I. Møllen i skematisk Tværsnit i $\frac{1}{96}$ Maalestok. I den Del, der ligger imellem de punkterede Linier, befinder Kratostaten og de af denne regulerede Maskiner sig. Disse ere i Pl. II. og III. tegnede i $\frac{1}{24}$ Maalestok i Side- og Endeprojektion.

Kratostatens Aksler A og B (Pl. III) ere anbragte i et Stativ, dannet af to

Gudhjem Møl-
les Regulering.

Planker p p . Det er den af Møllen uregelmæssigt bevægede Axel U , der ved Skiven E driver den regulerede Skive e paa Akslen R (se tillige Pl. II).

Stramningen af Glideremmen E_1 E_1 tilvejebringer Hr. Kullmann paa *begge* de ovenomtalte Maader. Kratoatloddet L vil nemlig ved at dale paa den ene Side stramme Snoren s_3 og med Vinkelvægtstang s_2 s trykke Stramrullen s imod Remmen E_1 ; og paa den anden Side vil Loddet ved at dale slække Snoren S_3 S_3 , der er slynget om Akslen R og fortsætter som S_2 S_2 S_2 , saa at Bjælken S_1 S , som kan drejes om Boltene S , sænker sin Ende S_1 og dermed det paa Bjælken anbragte Leje r_1 (Pl. II) for Akslen R , hvorved Remmen E_1 ogsaa strammes. Det andet Leje r_2 (Pl. II) er ligesom r_1 et Vippeleje. I denne Anledning er Koblingen R_1 , som forbinder Akslen R_2 med R , saaledes indrettet, at den tilsteder den lille Bevægelse, som Akselstykket r_2 R_1 udfører, naar r_1 hæves og sænkes. — Naar Kratoatloddet hæves, vil s_3 slækkes, hvorved Stramrullens Tryk formindskes formedelst Loddet s_1 , og samtidig vil S_3 holdes an, hvorved Akslen R vil stramme S_2 og løfte Bjælken med Akselejet r_1 .

Den hele Aksel RR_2 er saaledes reguleret, og den driver saa igen alle de Arbejdsmaskiner, som trænge til Regulering, hvorimod andre, f. Eks. den paa Pl. II angivne Rugkværn drives direkte og altsaa uregelmæssigt af Møllen.

De regulerede Arbejdsmaskiner med de dem drivende Remskiver (Remmene, for en Del Halvkrydsremme, ere udeladte) ere følgende:

1. Spidsemaskine med Børsteværk, Skiver F og f .
2. Klidbørstemaskine, Skiver G og g .
3. Plansigte, Skiver H og h .
4. Hertil hørende Aspirator, drives af H_1 .
5. — — — — — Transportsnegl, drives af H_2 .
6. Dobbelt Riffelvalseværk, Skiver K og k , N og n .
7. Enkelt Glatvalseværk, Skiver O og o .
8. Rundsigte, Skiver T og t .
9. Blaasigte.

Arbejdets Opsparing i Almindelighed.

Forsøgsmøllens anden Hovedopgave maatte være at udvikle Metoder til at opspare det Arbejde, Møllen kan udføre i Blæst, saaledes at det kan bruges senere efter Behag, muligvis under Vindstille.

Blandt de forskellige Former, hvori Arbejdet kan opspares, vilde det øjensynlig være uhensigtsmæssigt at tænke paa mekanisk Opsparing, saasom at pompe Vand op i en Beholder, hvorfra det senere igen kunde løbe ned, idet det udførte et Arbejde. Saadanne Metoder vilde kræve alt for omfangsrige Midler i Forhold til den Arbejdsmængde, der opsparedes.

Derimod kan der rummes megen *kemisk* Energi (eller Arbejdsevne) i en forholdsvis lille Genstand. Saaledes findes der f. Eks. i et Pund Kul saa megen Energi, at der herved vilde kunne løftes ca. 10. Millioner Pundfod, hvis intet gik tabt. Den Tanke ligger derfor nær, at man maa forsøge at omdanne Vindkraften til kemisk Form for at kunne opbevare den paa overkommelig Maade. I min oven-

nævnte Forestilling til Indenrigsministeriet var der saaledes anført, at man kan omdanne Vindkraften til elektrisk Strøm og lade denne udføre det kemiske Arbejde at spalte Vand i Brint og Ilt og opbevare disse to Luftarter, saa at man senere, naar man ønsker det, ved at lade Brinten og Iltten brænde sammen, paany kan lade den kemiske Energi omforme sig til Varmé, Bevægelse eller Lys, alt efter ens Behov.

Mange andre Fremgangsmaader ad kemisk Vej kunne tænkes, hvorom senere; men hidtil har Forsøgsmøllen mest beskæftiget sig med Vandets Spaltning i Brint og Ilt og disses senere Afbenyttelse.

Da Reguleringen var bragt saa vidt til Afslutning, at man kunde tænke paa at anvende af de bevilgede Midler til Vandadskillelse m. m., viste det sig, at Italieneren POMPEO GARUTI imidlertid havde konstrueret et Vandadskillelsesapparat, som var i Anvendelse ved den kongelige Vaabenfabrik i Terni, hvor man anvendte Brint og Ilt i Steden for Kulild til Smedning, Lodning o. l. Det vilde altsaa være urimeligt at forsøge nogen anden Konstruktion af et Vandadskillelsesapparat, og jeg rejste derfor i September 1893 til Italien for om muligt at gøre mig nærmere bekendt med Apparatet.

Forsøgsmøllens
Forhold til Ga-
rutiselskabet.

Det viste sig da, at der var dannet et »Società Industriale Pompeo Garuti & Co.« i Napoli, som ikke alene var i Besiddelse af saadanne Apparater, men tillige havde gjort Forsøg paa Brintens og Iltens Anvendelse til Lys.

Da Selskabet satte Pris paa, om dets Apparater kunde finde Vej ind paa det Omraade (Vindkraftens), som Forsøgsmøllen har med at gøre, gjorde det et Tilbud om gratis at ville levere Forsøgsmøllen 8 Vandadskillelsesapparater og et Antal Lamper, imod, at Møllen etablerede et større Lysanlæg paa et passende Sted i sin Nærhed, hvortil Askov Højskole med Forstanderens Tilladelse blev udset, mest for de større Lampers Vedkommende, og mit Hus for de mindre Lampers, og imod Forpligtelse til at meddele Selskabet de i saa Henseende vundne Forsøgsresultater samt Adgang for Selskabet eller interesserede til at tage Anlægget i Øjesyn.

Da disse Betingelser ikke stod i nogensomhelst Modstrid mod Forsøgsmøllens Interesser, men snarere pegede i samme Retning, navnlig hvad angaar at faa Systemet prøvet i det praktiske Liv, blev Tilbudet modtaget, efter at Forstander SCHRÖDERS Samtykke var indhentet, hvorved tilmed blev opnaaet, at den ca. 1400 Fod lange dobbelte Blyrørledning til Skolen samt hele Anlægget paa Skolen udførtes for Skolens Regning.

Medens de Arbejder, som Forsøgsmøllen i Anledning af dette større Forsøg maatte udføre, bleve satte i Gang samme Efteraar, blev det — rimeligvis paa Grund af Selskabets Optagethed — først i Sommeren 1894, at de 8 Vandadskillelsesapparater naaede hertil, og først i September samme Aar, at 3 Lamper ankom. Det endelige Lysanlæg har derfor ladet vente noget længe paa sig; men det maa paa den anden Side nævnes, at det nyartede, som der har været over mange af Enkelthederne saavel som over Anlægget som Helhed har givet Forsøgsmøllen rigeligt Arbejde i den forløbne Tid.

Vandadskillelse.

Blandt de Arbejder, der først maatte udføres, var den tidligere nævnte Anbringelse af ny Møllevinger. Fremdeles Anskaffelse og Anbringelse af en ny Dynamo paa 25 Volts og 100 à 150 Ampères med dertil hørende Transmissioner og Maaleapparater. Endvidere i Jorden gravede og murede Gruber til Gasbeholdere, samt disses Forfærdigelse og Anbringelse, Opføring af et dobbelt Brædderum med Tangpakning over Gasbeholderne og en Træbygning uden om dette igen for at hindre Frosten i at trænge ind i Gruberne; begge Gasbeholderne ere 10 Fod høje, og Diametren er paa Brintbeholderen 7 Fod, paa Iltbeholderen 5, da Brintens Rumfang jo er dobbelt saa stor som Iltens.

Efter Vandadskillelsesapparaternes Ankomst og Opstilling, hvortil Anbringelsen af en Løbekran viste sig nødvendig, gik de første Forsøg ud paa at bestemme, hvor ren Brint og Ilt der produceredes, samt om Gasbeholderne kunde holde tæt navnlig overfor Brint, og om denne vilde forurennes (ved Diffusion) ved Henstand. Urenheden af den nylig producerede Brint og Ilt viste sig kun at være 3 à 4 Procent, altsaa uskadelig, da Brinten først ved 6 à 9 Procent Ilt *begynder* at blive svag eksplosiv og Iltten ligesaa først ved 6 à 9 Procent; og det var tillige en særdeles behagelig Overraskelse, at *Brintbeholderen viste sig at kunne holde fuldstændig tæt, og at Analysen af Brint, som havde henstaaet i Beholderen i ca. 3 Maaneder viste sig ligesaa ren, som da den var frembragt.* (Beholderne ere konstruerede af Konstantin Hansen & Schrøder, Kolding).

Medens Vandadskillelsesapparaterne i nævnte Henseende gjorde fuldstændig Fyldest, viste det sig dog, at de krævede en noget højere elektrisk Spænding end de burde, nemlig mellem 3 og 4 Volts, forskellig efter Strømstyrken og tillige noget forskellig efter Temperaturen. Dette i Forening med Apparaternes ret betydelige Størrelse og Vægt foranledigede mig til at gøre Forsøg med andre Former, og Forsøgene viste, at de nævnte Ulemper kunde delvis afhjælpes. Da jeg imidlertid, efter at have meddelt Garutiselskabet dette, erfor, at dette ogsaa havde arbejdet paa Apparaternes Forbedring, stillede jeg mine Forsøg i Bero og har ved en Rejse i Juli 1895 overbevist mig om de ny Apparaters Fortrin for de gamle. Om deres Holdbarhed vil først Tiden give Besked. Forsøgsmøllen vil rimeligvis forfærdige saadanne til de gamle Apparaters Afløsning. Det er derfor, at der i nærværende Beretning ikke optages nogen Beskrivelse af de hidtidige Apparater. Hvem der muligvis kunde ønske at kende disse, vil kunne finde Tegninger og Beskrivelse af dem i »Revista d'artiglieria e genio 1892, vol IV«. Kun skal det nævnes, at de ere helt og holdent af Bly, og at Vædsken, som adskilles, er fortyndet Svovlsyre, hvor dog alene Vandet er Genstand for Elektrolysen, medens Svovlsyren kun tjener til at lette denne, idet den forhøjer Ledningsevnen.

De nye Apparater blive derimod udelukkende af Jern, og Vædsken bliver en Natronopløsning, hvor Natronet gør samme Tjeneste som Svovlsyren ovenfor. Heller ikke de nye Apparater skulle i Enkeltheder beskrives i nærværende Beretning. Da nemlig disse ligesom *flere Ting henhørende til Brintens Fremstilling og Anvendelse endnu ikke ere saa prøvede, at det kan antages, at de endelige Former*

ere sikrede, hvori de kunne anbefales Offentligheden til Brug, udsættes indtil videre den detaillerede Beskrivelse. Men da de dog delvis ere prøvede paa Forsøgsmøllen, og mange Mennesker synes at være interesserede i at faa Underretning om dennes Arbejder, nævnes de her allerede nu, om end i al Almindelighed.

Efter de tre italienske Lampers Ankomst i September 1894, kunde Forsøgene med disse begynde. De ere saaledes indrettede, at Brinten og Ilten ledes ind i Lampen ad hver sit Rør, men blandes i et lille Blandingskammer, kort før de strømme ud gennem det fælles Straalerør. Naar Straalen tændes, brænder den som en bleg Flamme, men med meget høj Temperatur, og i denne Flamme holder Lampen et lidet Glødelegeme paa Størrelse med en Nøddekærne. Dette bliver hvidglødende og udsender et pragtfuldt Lys, hvidere end den elektriske Glødelampe, men ikke blaaligt som den elektriske Buelampe.

En af Lamperne blev i nogen Tid anbragt i Højskolens Gymnastiksal; og noget senere (ved Nytaar 1895) bleve de to andre anbragte i Foredragssalen. Da det imidlertid hændtes et Par Gange, at Flammen slog ind i Blandingskammeret, konstruerede jeg efter nogle Forsøg et Par andre Lamper, som i Februar afløste hine, og som senere hen have gjort regelmæssig Tjeneste. I disse Lamper blandes Brinten og Ilten ikke i noget større Rum, men i et ganske lidet lige før Udstrømningen. Af Hensyn til Lampespørgsmaalet har jeg i Sommeren 1895 studeret de Forhold, hvorunder en Knaldluftflamme kan slaa ind igennem Straalerøret, noget der selvfølgelig afhænger af dettes Varmeledningsevne, Vidde og Længde samt af det Overtryk, som Knaldluften inde i Lampen har over Atmosfærens Tryk. Som Eksempler kunne nævnes, at med Messingstraalerørets Vidde paa 0,65 mm.

slog Flammen ind, naar Overtrykket sænkedes til	3,3	2,0	1,5	cm. Vandtryk
eftersom Straalerørets Længde var	10	5	1	mm.

Det viste sig tillige, at der udstrømmede ca. 4,1 Kubikcentimeter Knaldluft i 1 Sekund, saa at Straalen havde en Hastighed paa 12 à 13 Meter i 1 Sek.

Bliver Straalerøret 1 mm. i Diameter, slaar Flammen ind, hvis Overtrykket formindskes til 4,0 og 2,5 cm Vandtryk, eftersom Straalerørets Længde er 10 eller 5 mm. Udstrømningsmængden er da ca. 14 Kubikcentimeter, Straalehastigheden ca. 18 Meter i Sek.

Naar man ved dette, behøver man kun at indrette Lamper og Tryk saaledes, at man altid er tilbørlig langt fra den Grænse, hvor Flammen kan slaa ind; og man er da sikret imod, at dette kan ske.

En anden Ulempe, som viste sig, var den, at nogle af Glødelegemerne straks gik itu, og andre ikke viste sig holdbare i Længden. Da vi ikke let kunde faa dem fornyede fra Italien eller — i hvert Fald ikke den Gang — erholde Underretning om deres Sammensætning, blev det overdraget cand. math. APPEL at forsøge at fremstille Glødelegemer, hvilket ogsaa lykkedes ham, og hvorom han til nærværende Beretning har afgivet følgende:

»Fremstillingen af Glødelegemer til Ilt-Brint Belysning har lige siden 1826, da den engelske Løjtnant Drummond anvendte en Kalkstift i sin nyopfundne Ilt-Brint-

Brintens og Il-
tens Anvendelse
til Lys.

Glødelegemer.

Brænder, jævnlig været omtalt som en uløselig Opgave, idet intet af de fremstillede Stoffer evnede at modstaa den hede, spidse og stødende Ilt-Brint-Flamme. (At Flammen er »stødende« hidrører derfra, at de to Luftarter maa have en betydelig Udstrømningshastighed, for at Flammen ikke skal slaa ind i Blandingskammeret, jfr. ovenfor.) Imidlertid foreligger der udførlige Redegørelser over tidligere Forsøg paa Fremstilling af Glødelegemer baade til Ilt-Brint-Flammen, til Ilt-Lysgas-Flammen og til Vandgasflammen; ja man har endogsaa i stort Omfang forsøgt at fabrikere Glødelegemer til Flammer, frembragte af flydende Lysmaterialier. — Alle disse Forsøg vise tydeligt, at man længe har haft Forstaaelsen af, at en økonomisk Udnyttelse af Lysbrændsel først naas, naar man kan faa et ildfast Stof hvidglødende i Flammen. — I de sidste Aar er det lykkedes Dr. AUER at fremstille et Glødelegeme i Form af en Hætte af Netværk til Brug i den almindelige Lysgasflamme, som derved er bleven en jævnbyrdig Konkurrent med det elektriske Glødelys. Ligeledes har man i Fahnehjelm's Glødestift et brugbart Glødelegeme for Vandgasflammen, men stadig savner man et holdbart Glødelegeme til Ilt-Brint-Flammen.

Uden at jeg her nærmere kan gøre Rede for de af andre udførte Forsøg paa at fremstille et virkeligt ildfast Glødelegeme, skal jeg blot nævne, at næsten alle Eksperimentatorer ere havnede ved Forbindelser eller Sammensintringer af Stoffet Zirkon med et eller flere andre Stoffer. Heri laa en Anvisning for mig til at fæste Opmærksomheden paa dette Stof. Imidlertid erfarede jeg snart, at selve *Behandlingen* af Materialet, *Fremstillingsmaaden* af Glødelegemerne spiller en overmaade stor Rolle, hvad ogsaa er let forstaaeligt, naar man betænker, at Glødelegemet udsættes for den overmaade høje Temperatur, 2 à 3000 Grader. — Da der næppe er Tale om, at Glødelegemet kan dannes af en enkelt kemisk Forbindelse, men meget mere af en Sammensintring af flere saadanne, bliver Opgaven for en stor Del denne, at behandle Materialet saaledes, at Sammensintringen foregaar paa rette Maade.

De her paa Forsøgsstationen fremstillede Glødelegemer ere ingenlunde fuldkomne, men dog brugbare, baade hvad angaar Holdbarhed og Prisbillighed; forhaabentlig ville de ved fortsatte Forsøg kunne forbedres. Heller ikke har jeg endnu afsluttet nogle Forsøg paa Anvendelsen af den grønlandske Eudiolyt, hvoraf en større Prøve er velvilligt overladt Forsøgsmøllen af Direktøren for Kryolitfabriken, Hr. Prof. Dr. J. THOMSEN.

Trykregulatorer.

Endelig viste der sig endnu en Vanskelighed, som maatte afhjælpes. Skøndt der paa hele Rørlængden fra Møllen til Skolen kun var tilsigtet at skulle være et Lavpunkt, som i en Cisterne blev forsynet med en Vandlaas til Afledning af muligt Vand i Rørene, viste det sig dog, at der paa ufrivillige smaa Lavpunkter af Rørledningen kunde staa lidt Vand; thi Trykket var under Udstrømningen noget variabelt, hvad der gav Uro i Lyset. Jeg maatte derfor konstruere en avtomatisk Trykregulator, som kan modtage Brint og Ilt fra Rørene med ujevnt Tryk og aflevere dem til Lysanlæget med ensartet Tryk. Efter dennes Anbringelse brænder Lyset fuldstændig roligt.

Efter disse forskellige Forarbejder er der i indeværende Sommer foretaget et større Anlæg paa Skolen og i mit Hus. Men inden dette som samlet Anlæg i den kommende Vinter er bleven nærmere prøvet, bør det ikke anbefales nogen af de mange, som have gjort Forespørgsler i den Hensigt at indrette sig Brintlys, at indlade sig derpaa, naar man ikke vil udsætte sig for, at Anlægget bliver dyrere og mindre fuldkomment, end det behøver at blive.

Derimod kunde der vel være Anledning for visse Værksteder o. fl. til at foretage Anlæg til Brint- og Ilt-Fremstilling. Ved Forsøgsmøllen have vi ikke ringe Nytte af Knaldluftflammens fortræffelige Egenskaber. Ikke alene er denne Flammes Temperatur saa høj, saa alle Metaller smelte deri, men ogsaa mange andre ret ildfaste Legemer, som Porcelain og Kisel, dryppe i Flammen. Man kan saaledes let gøre en Porcellainstang saa blød, at Glødelegemet kan loddess fast derpaa.

Metallurgiske
Arbejder m. m.

Endvidere kan man ved at give Knaldluftflammen et lidet Overskud af Brint bevirke, at Flammen virker reducerende paa Metaliter, der bringes ind i den. Saaledes blive to rustne Søm, som stikkes ind i Flammen, ikke alene smeltevarme, men tillige metallisk rene, saa at de kunne loddess sammen blot ved, at de sættes sammen i Flammen. Ligeledes kan man med en lignende Loddeflamme let sammenlodge Jernplader med Kobber som Bindemiddel; og saadanne Arbejder, som de ovennævnte, hvor vi ere i Færd med at forfærdige Vandadskillelsesapparater af Jern, vilde vistnok være fuldstændig umulige uden *dette Hjælpemiddel, som utvivlsomt vil have en Fremtid i Industrien.*

Endnu en Anvendelse af Brinten og Ilten, som tidligere eller senere vil kræve sin Løsning, er Driften af en Motor; med andre Ord, at det fra Vindkraften opsparede Arbejde atter kan udfolde sig som Bevægkraft. Forsøgsmøllen har i saa Henseende indledet Forhandling med et større mekanisk Etablissement, Selskabet TUXEN & HAMMERICH, som har stillet sig meget velvilligt med Hensyn til Spørgsmaalet om mulige Forsøg i denne Retning. Vel er der endnu intet synderligt foretaget i denne Henseende, men Forsøgsmøllen skylder dog nævnte Selskab Tak, fordi det velvillig har laant Møllen en Petroleumsmotor (å 5 HK.), der dels kan gøre Tjeneste f. Eks. i Vindstille, dels har tjent til nogle første Forsøg paa at bruge samme Maskine som Brintmotor, hvorved vi i hvert Fald ere blevne opmærksomme paa visse Fordringer, der maa stilles til en Brintmotor.

En Brintmotor.

Vindens Arbejde kan, som tidligere anført, i kemisk Form tænkes opsparat paa mange Maader.

Calciumcarbid
eller Kalkkul.

I afvigte Vinter naaede fra Amerika en Meddelelse til Evropa om en Opdagelse, som ved et Tilfælde var gjort af Thomas L. Willson ved at sende en elektrisk Strøm igennem en Blanding af Kalk og Kul. Der foregaar en kemisk Omdannelse*) af disse, og idet der gaar Kulilte bort, erholder man en Forbindelse af Metallet Calcium og Kulstof, som vel før var kendt under Navnet Calciumcarbid, men tidligere kun ad besværligere Veje lod sig fremstille. Dette graagrønne Stof har den Egenskab, at naar der kommer Vand paa det, sker der en anden kemisk Proces,

*) $\text{CaO} + 3\text{C} = \text{CaC}_2 + \text{CO}$.

hvorved der udskilles en meget stærkt lysende Gas, kaldet Acetylén, og det tilbageblevne er Kalk.*)

Der knytter sig adskillige Forventninger til dette nye Produkt, Kalkkul, som forøvrigt kan bruges til flere Ting end Belysning; og da der efter dets Fremstillingsmaade kunde være nogen Rimelighed for, at man vilde kunne bruge Vindens Arbejde hertil, anmodede jeg cand. Appel, da han i afvigte April var i Berlin, og der var dannet et tysk Selskab til denne Opfindelses Udnyttelse, om at henvende sig til dettes Repræsentant, Hr. Direktør Batzwichtz, om Muligheden for Vindkraftens Anvendelse til Kalkkullets Fremstilling. Hr. Batzwichtz førte Hr. Appel til den amerikanske Ingeniør Hr. Arnim Tenner, der ogsaa opholdt sig i Berlin. Denne stillede sig meget velvilligt overfor vore Ønsker om at søge at indarbejde Sagen til Mølledrift, hvorfor jeg 2. Maj skriftlig henvendte mig til Hr. Tenner med Ønsket om at erholde det fornødne Apparat for at kunne gøre et Forsøg paa Kalkkullets Fremstilling ved Hjælp af Vindkraft. Hr. Tenners Svar af 13. Maj gik ud paa, at der vilde behøves en Drivkraft paa 150 Heste, »hvad Forsøgsmøllen vel ikke var i Besiddelse af«. Iøvrigt kunde man bruge en almindelig elektrisk Ovn; men om jeg ønskede det, skulde Hr. Tenner gerne være til Tjeneste med Tegning og Beskrivelse af Fremgangsmaaden.

Denne lidet trøstelige Meddelelse om Drivkraftens nødvendige Storhed afholdt os dog ikke fra at gøre et Forsøg paa Fremstillingen ved de smaa Midler, som Forsøgsmøllen var i Besiddelse af; og den 24. Maj lykkedes det at fremstille nogle Stykker Kalkkul, tilstrækkelige til at bringe en improviseret Lampe i Virksomhed.

Jeg henvendte mig da igen til Hr. Tenner med Meddelelse herom, men med den Tilføjelse, at Fremstillingen havde kostet alt for meget Arbejde, og at jeg derfor ønskede, at han vilde overlade os en hensigtsmæssigere Ovn og give os en og anden Meddelelse m. H. t. en mere økonomisk Fremstilling.

Hr. Tenners Svar af 15. Juni lød saaledes:

»Paa Deres ærede af 13. ds. svarer jeg ærbødigt, at De næppe vil naa gode Resultater med en Digel. Den Willsonske Ovn er af meget simpel Konstruktion og bestaar hovedsagelig af en Jernplade og Murværk.

Jeg er rede til at levere Dem en nøjagtig Tegning og Beskrivelse af denne Ovn, naar De vil forpligte Dem til, kun at bruge denne Meddelelse til Deres eget Formaal og ikke lade den gaa videre.

Tegninger og Beskrivelse ville koste 300 Mark. Deres Spørgsmaal om Blandingen af Kalk og Kul besvarer jeg Dem da ligeledes.«

Jeg skrev derefter til Hr. Tenner:

»I Besiddelse af Deres ærede Skrivelse af 15. ds. er jeg ikke ganske sikker paa at have forstaaet Deres Mening, naar De skriver, at jeg maa forpligte mig til kun at bruge Angivelserne til mit eget Formaal. Den herværende Forsøgsmølle har til Opgave at arbejde for en bedre Udnyttelse af Vindkraften. Blandt de forskellige Forsøg ønskede jeg ogsaa gerne at prøve, om det var muligt for vore

*) $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_2\text{H}_2 + \text{CaO}$.

Møllere, som kun raade over mindre Kraft, og som paa Grund af Konkurrencen med Dampmøllerne ofte ere temmelig ledige, lejlighedsvis at fremstille Calcium-carbid. Jeg forstaar nu ikke, om De mener, at jeg ikke, naar jeg har prøvet Sagen igennem, maa give disse Folk Anvisning paa Fremgangsmaaden. I saa Fald maa jeg desværre give Afkald paa deres eventuelle Angivelser, eftersom mine Arbejder ikke lade sig skille fra Møllernes Interesser. Dersom De derimod mener, at nogle Enkeltheder ved Fremstillingen *foreløbig* skulle holdes hemmelig, for maaske at vinde Tid til at sikre Eksploiteringen i Storindustrien, saa kan jeg let paatage mig den nævnte Forpligtelse. — I sidste Tilfælde beder jeg altsaa, at De vil overlade mig Tegning og Beskrivelse; og Betalingen derfor skal selvfølgelig blive Dem tilsendt.«

Herpaa svarede Hr. Tenner:

»Som Svar paa Deres ærede af 17. ds. tillader jeg mig at bemærke, at De selvfølgelig maa gøre Brug af Meddelelserne og Tegningerne for det hele Omraade af Vejrmøllekræfter (für den gesamtten Umfang der Windmühlenkräfte). Indskrænkningen refererer sig kun til Grene, over hvilke De ingen Kontrol har, saasom Dampkraft i Danmark og alle Drivkræfter udenfor Danmark.«

Da der efter denne Brevveksling var Mulighed for, at der kunde erhverves et Virksomhedsomraade for danske Vejrmøller, udbad jeg mig de omskrevne Tegninger og Angivelser. Dernæst har Forsøgsmøllen anskaffet en Dynamo med mere passende Spænding og Strøm end den, der findes paa de allerede tilstedeværende Dynamoer; og Forsøg ville nu blive paabegyndte. Skulde det vise sig, at man ad denne Vej kan faa et taaleligt Udbytte ud af Vindarbejdet, skulle Møllerne faa Underretning herom, og hvem der derefter ønsker at tage Sagen op, skal faa fornøden Vejledning. Men viser det sig, at de forholdsvis smaa Kræfter, hvorover Møllere raade, ikke kunne anbringes tilstrækkelig økonomisk i dette Arbejde, saa ville disse Bestræbelser fra Forsøgsmøllens Side dog ventelig have *taget Stødet af for private, af hvilke flere have henvendt sig til Forsøgsmøllen med Ønske om at faa denne Sag sat i Gang.*

Af Forsøgsmøllens Korrespondance har cand. Appel uddraget følgende:

Forsøgsmøllens
Korrespondance.

»Fra det Øjeblik, den første Bevilling til Forsøgsmøllen blev given, have Brugere af Vindkraft fra Landets forskellige Egne henvendt sig til Forsøgslederen med Spørgsmaal og Anmodninger om Raad og Vejledning angaaende Vindkraftens Regulering og Udnyttelse. Da det herved opstaaede Arbejde, Besvarelsen af Spørgsmaalene, Vejledning med Hensyn til fremsatte Projekter o. s. v., har været og er ret betydeligt, og da det kan tjene til Oplysning om den Oplagthed, der findes Landet over til i en videre Udstrækning end hidtil at benytte Vindkraften, meddeles nedenstaaende Oversigt over Korrespondancens Art.

a) Forsøgslederens Opfindelse af KratoSTATen har givet rig Anledning til Forespørgsler angaaende Reguleringen; især ere Forespørgslerne strømmede rigeligt ind paa Grund af, at Opfinderen af Hensyn til den Statsunderstøttelse, Vindforsøgene modtage, har givet Tilladelse for alle og enhver til at lade forfærdige og opstille KratoSTATer til Regulering af Vind-, Vand- eller Hestekraft her i Landet.

I første Linie har det været de mindre Vejrmøller og Vindmotorer, der bruges til Drift af Tærskemaskiner, Save-, Spinde- og Kartemaskiner, Centrifuger o. l., som have været interesserede i Reguleringen.

Som Eksempel paa, at ogsaa større Møller ere interesserede og kunne høste Nytte af KratoSTAT-regulering, henvises til den Side 7 omtalte Mølle i Gudhjem paa Bornholm. Forespørgsler fra

Møllebyggere vidne om, at man ved Nybygning af større Vejrmøller mer og mer bliver opmærksom paa, at Sigte- og Valseværker udmærket kunne drives tilfredsstillende af saadanne.

Til Forespørgere, der ønske Oplysning om KratoSTATens Forfærdigelse og Anbringelse, er der i stort Antal sendt en trykt Anvisning af lignende Indhold som Angivelserne Side 4—7.

Med denne Anvisning sendes tillige den bag i dette Skrift tilheftede Tegning af en almindelig MøllekratoSTAT, Plan IV.

I Forbindelse hermed kan nævnes, at et større Antal Opfindere af Regulatorer for Vindkraft har fra Forsøgsmøllen søgt Oplysning om Betydningen af deres Opfindelser, men intet af Projekterne har været af praktisk Værdi.

b) Forsøgsmøllens Formaal: at befordre Vindkraftens Udnyttelse, er Almenheden bekendt, og man forholder sig stadig, om der er Udsigt til ny Arbejdsmarker for Vindkraften.

Gennem den ved KratoSTATen opnaaede Regulering er der allerede Muligheder for en noget større Udnyttelse af Vindkraften, men selvfølgelig er Vindens Upaalidelighed overalt i Vejen. Det, man ønsker, er en praktisk Opbevaring af dens Arbejdsevne. —

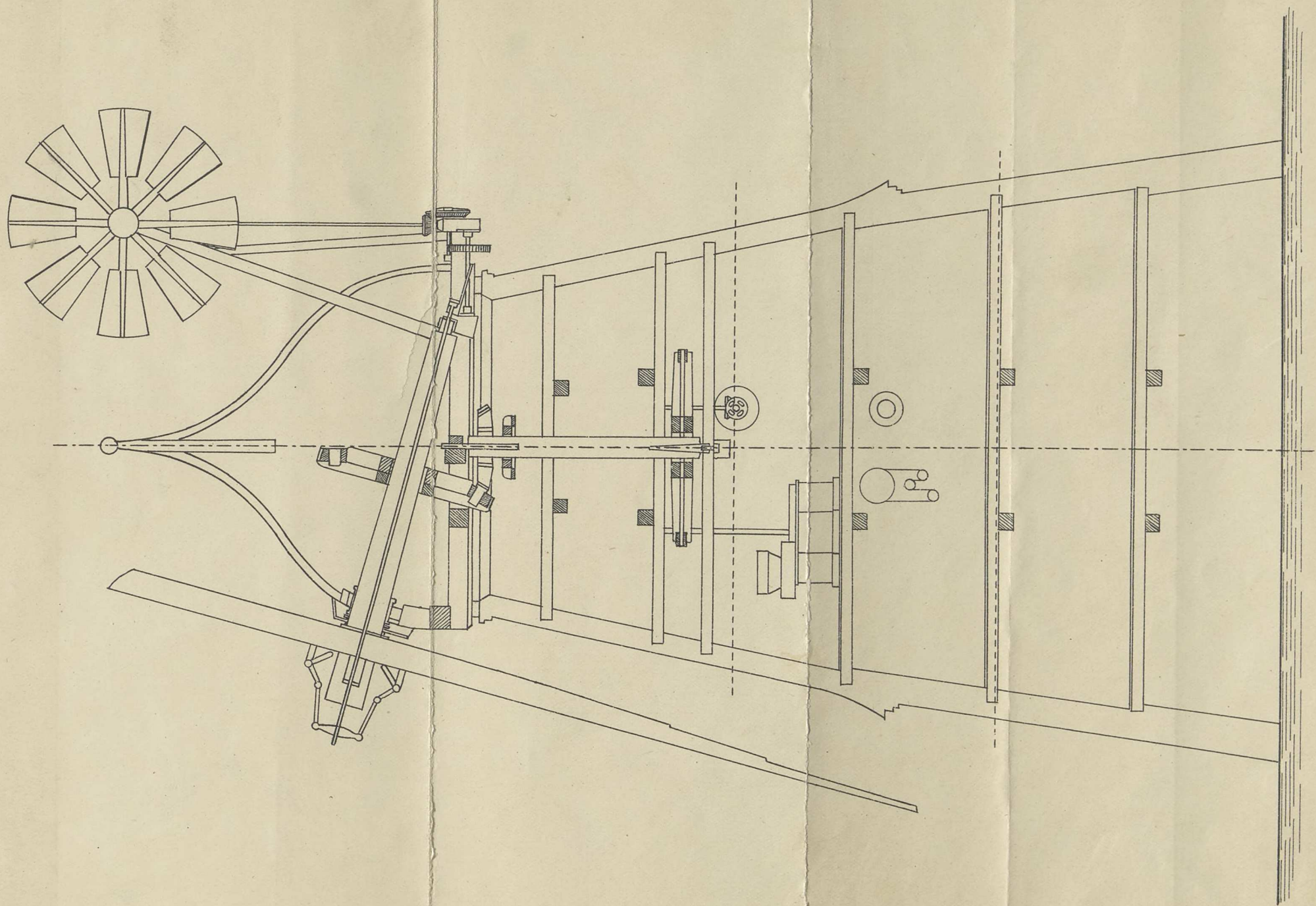
Som omtalt i Beretningen har der paa Forsøgsmøllen i et Aars Tid været praktiseret en Opbevaring af Vindens Arbejdsevne i Form af Ilt og Brint. Da der herom — uden Forsøgsmøllens Medvirkning og Billigelse — er tilflydt Dagbladene tit overmaade forhastede Meddelelser, som fremstillede Opbevaringsspørgsmaalet og Udnyttelsen af Opbevaringsmidlerne som løst, er der til Forsøgsmøllen indgaaet et Utal af Anmodninger om at være medvirkende ved Lysanlæg o. l. ved Vindkraft. Hertil har jo Forsøgsmøllen ikke kunnet svare andet, end at hele denne Sag endnu staar paa Forsøgsstadet. Den foreliggende Beretning vil maaske kunne være de mange i denne Sag stærkt Interesserede et Udtryk for, at Sagen vil blive lagt frem for Offentligheden, saasnart den er moden dertil. Gennem mange af Forespørgslerne faar man Indtryk af, at der findes ikke faa, som af Dagbladenes Meddelelser have faaet den Opfattelse, at Forsøgsmøllen arbejder paa Grundlag af en ny Opfindelse; den foreliggende Beretning vil i saa Henseende virke retledende ved at klarlægge, at Forsøgsmøllen arbejder virkeligt forsøgende, idet der stadig tages op til Prøvelse, hvad der andre Steder kommer frem. Saaledes kan henvises til Kalkul-Spørgsmaalet, som er omtalt i Beretningen, og som Forsøgsmøllen har sikret sig at kunne gennemarbejde uden at hindres af mulige Patenter her i Landet.

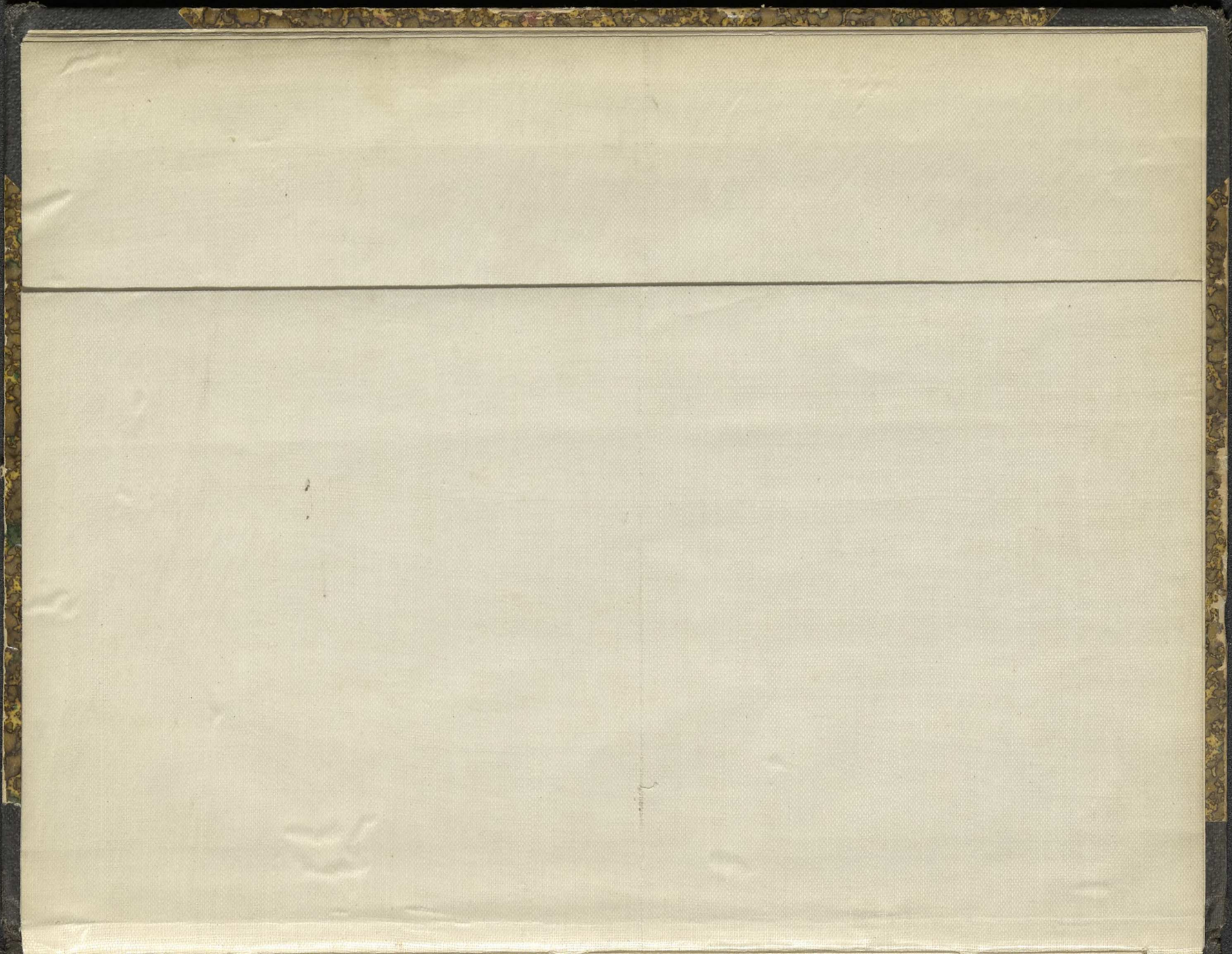
c) Da Forsøgslederen føler sig forpligtet til at yde Raad og Vejledning i Spørgsmaal, der direkte eller indirekte høre hen under Opgaven: Udnyttelse af Vindkraften, har der udviklet sig en meget betydelig Korrespondance med Mænd, Praktikere og Theoretikere, som have Forslag til Forbedringer eller Opfindelser at tilbyde. — Ikke sjældent komme saadanne Personer tilstede for at forhandle om deres Projekter, og der medgaar et ikke ubetydeligt Arbejde til skriftlig og mundtlig Forhandling; men det er Forsøgslederens Opfattelse, at Forsøgsmøllen bør ikke unddrage sig disse Forbindelser, fordi den herigennem faar Oplysning om, hvad for Mangler der ere mest fremtrædende ved den nuværende Udnyttelse af Vindkraften, og som Forsøgsmøllen maa have sin Opmærksomhed henvendt paa, ligesom der jo kan være Mulighed for, at der blandt de mange Projekter kan være et og andet af Værdi.

Denne Side af Møllens Korrespondance har — mærkværdigt nok — strakt sig langt videre, nemlig til Besvarelsen af andre fysiske Spørgsmaal, som ofte ikke have med Vindkraft eller Mølleri at gøre. Men naar Forsøgsmøllen saavidt muligt ogsaa har indladt sig paa saadanne Sager (hvor end ikke perpetuum mobile har været udelukket), da er det i Erkendelsen af, at der findes en ikke ringe Iderigdom i vort Folk, som tidt kan trænge til Vejledning og Raad, og at Forsøgsmøllen heller ikke bør afvise denne Art af Konsulentvirksomhed, som naturligt har udviklet sig.

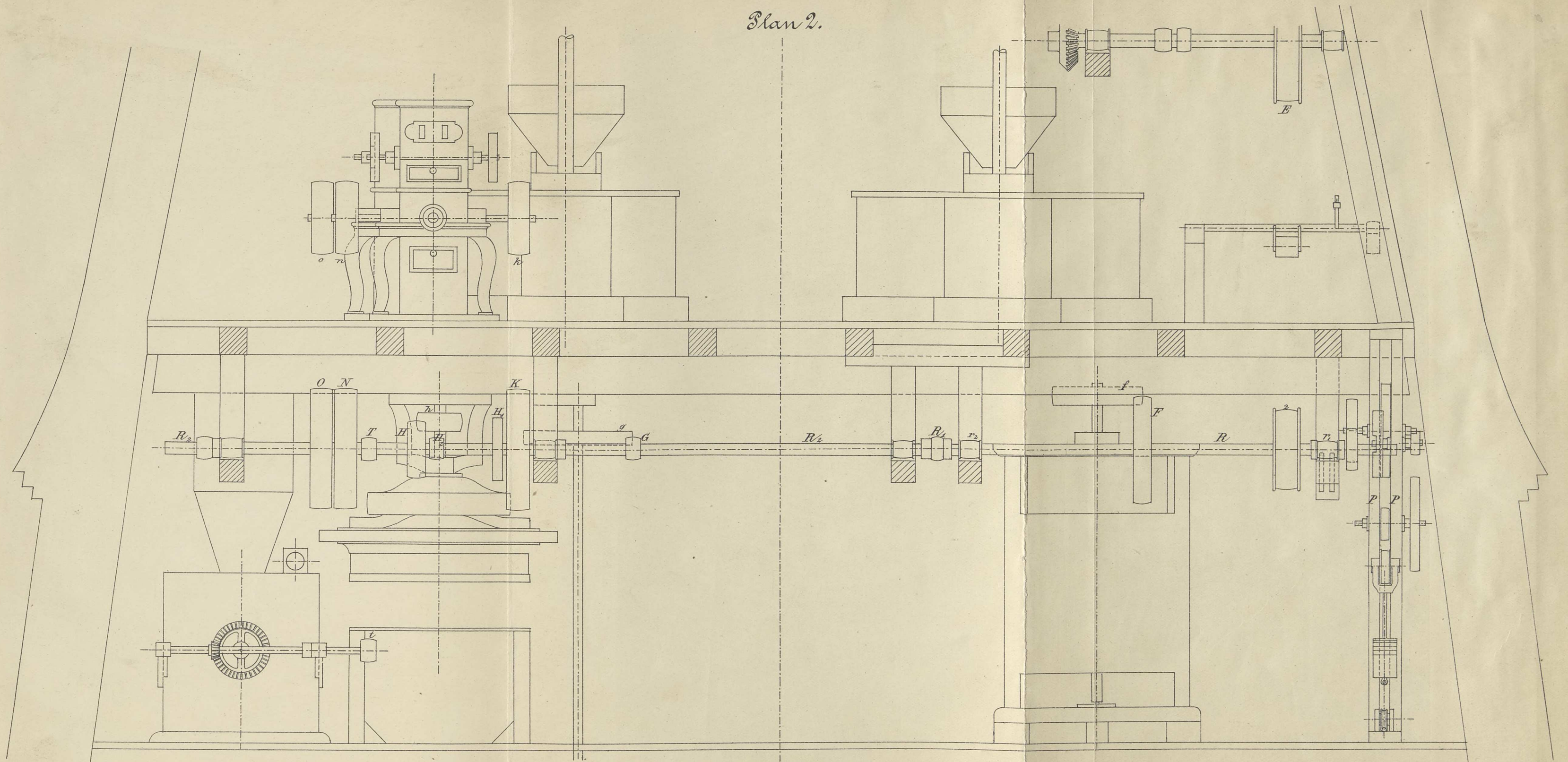


Plan 1.

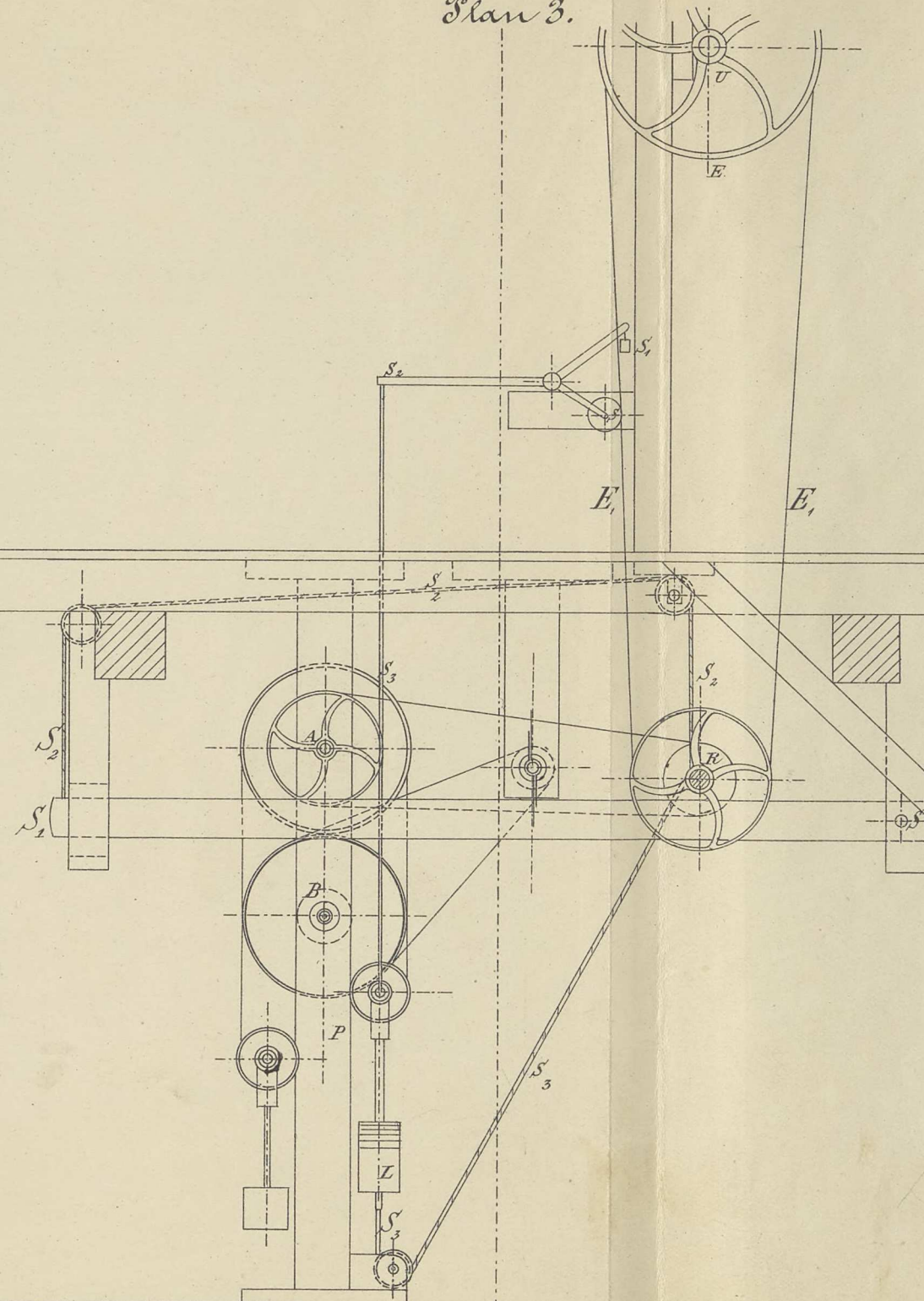




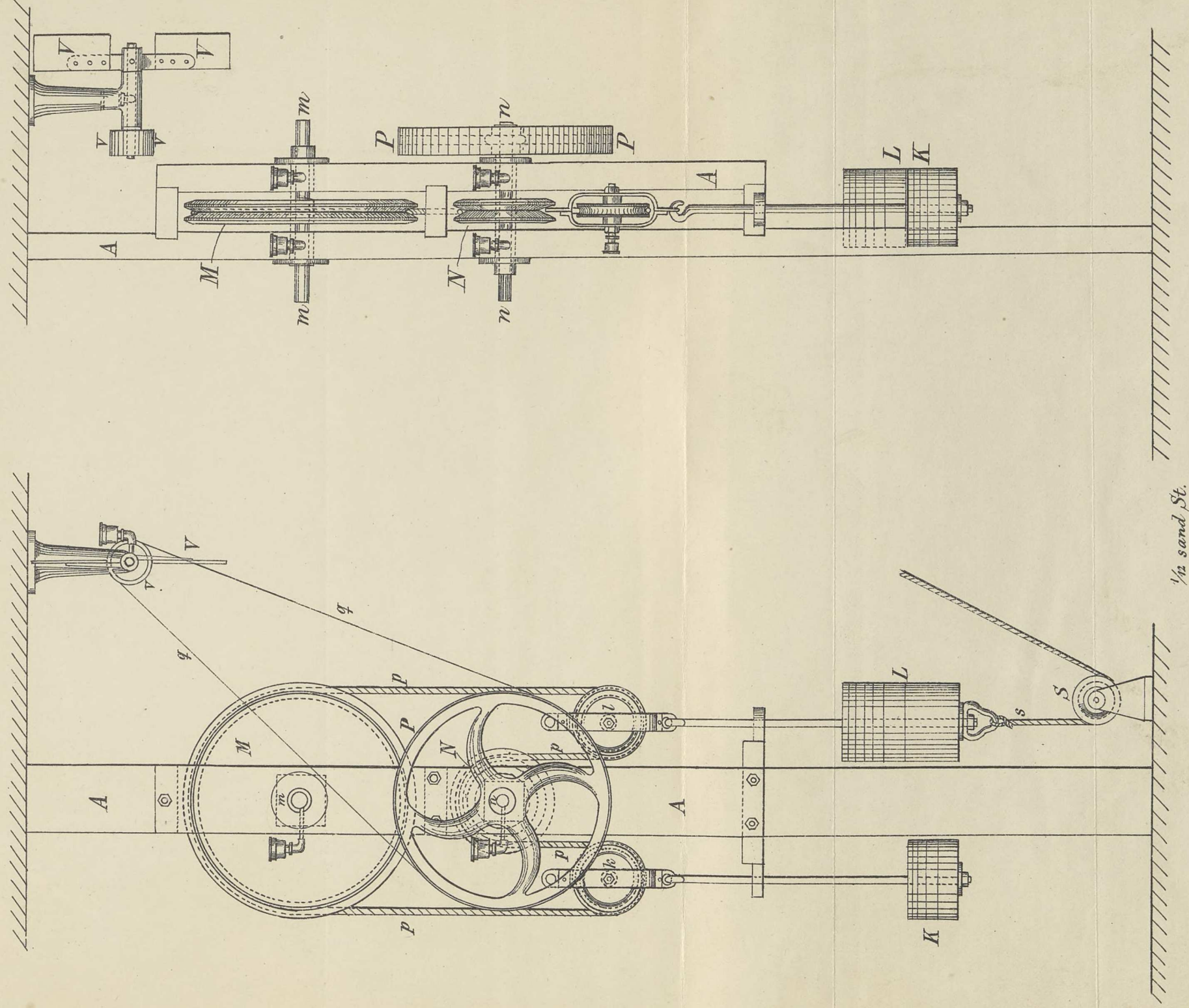
Plan 2.



Plan 3.



Plan 4.



DANMARKS TEKNISKE BIBLIOTEK

M 007019250

300002383776



