

## Beretning

om

de af Hr. Cand. mag. Poul la Cour udførte Vindkraftforsøg.

---

Denne Beretning er foranlediget ved en Anmodning fra Hr. Cand. mag. Poul la Cour til Indenrigsministeriet saalydende:

»Da jeg skal tillade mig senere at indgive et Andragende om Opførelsen af en Sum paa Finantsloven for 1893—94 til Fortsættelse af Vindforsøg, og da jeg tænker mig, at det høje Indenrigsministerium maatte ønske mit Andragende ledsaget af en Udtalelse af nogen, der havde taget Forsøgene i Øjesyn, tillader jeg mig at indstille, at der ved Konsulentkontorets Medvirken søges tilvejebragt en saadan Udtalelse.

Askovhus, den 4de Juli 1892.«

Ministeriet paalagde derefter Konsulentkontoret at tilvejebringe en Udtalelse om de nævnte Forsøgs hidtidige Forløb og nuværende Stilling.

Konsulentkontoret opfordrede derefter Konsulent Dencker til paa selve Stedet at tage de paagjældende Forsøg i Øjesyn og indgive en Betænkning om dem, og i Henhold hertil tilstillede Kontoret Indenrigsministeriet den 11te Oktober d. A. Konsulent Denckers Beretning med følgende Skrivelse:

»Til

## Indenrigsministeriet!

I Henhold til Ministeriets Skrivelse af 12. Juli d. A. angaaende en Erklæring om den af Cand. mag. P. la Cour opfundne saakaldte »Kratostat« har Konsulentkontoret modtaget hoslagte Beretning fra Konsulent Dencker om Hr. Cand. mag. Poul la Cours hidtil udførte forberedende Arbejder til Udnyttelse af Vindkraften. Konsulenten paaviser, hvorledes Cand. P. la Cour ved Hjælp af et af ham konstrueret meget simpelt Snorløb, som han kalder »en Kratostat«, bliver i Stand til fuldstændig at overvinde den Mislighed, der knytter sig til enhver Motor med uregelmæssig Gang. Hr. Dencker meddeler, at de af ham foretagne Undersøgelser have stadfæstet, at Kratostaten er en meget følsom og fuldstændig astatisk Regulator, hvis Intensitet meget simpelt og let lader sig ændre efter Behov, og han slutter sin Redegjørelse saaledes:

»Det første Afsnit af Forsøgene til en planlagt Benyttelse af Vindkraften har altsaa, ved den af Hr. Cand. la Cour gjorte Opfindelse af Kratostaten, ikke blot givet et positivt og praktisk tilfredsstillende Resultat paa det egentlige Forsøgsomraade, men har ført til Løsningen af den Opgave, at tilvejebringe en fuldkommen Regulering af en hvilkensomhelst Kraft- eller Arbejdsmaskine, hvor en saadan i det hele er mulig — et Resultat, hvis Rækkevidde det i Øjeblikket er vanskeligt at maale«.

Ved de Forsøg, Konsulent Dencker har foretaget med Kratostaten paa Centrifugerne i Vejstrup—Hejls Andelsmejeri,  $1\frac{1}{2}$  Mil fra Kolding, og i Kolding Andelsmejeri, hvilke Forsøg ere kontrollerede af de nødvendige Mælkeanalyser, udførte af Professor V. Stein, har der viist sig et kjendelig større Smørudbytte, naar Kratostaten anvendtes til Regulering, end naar der arbejdedes med Maskinens

egen Regulator, uagtet Dampmaskinen, der har automatisk variabel Expansion, maa henregnes til de bedre regulerede.

Konsulent Dencker omtaler dernæst den næste Forsøgsrække, som for Tiden særlig beskæftiger Cand. Poul la Cour, nemlig at udnytte Middelkraften af Vinden i en Arbejdsperiode, hvilket foreløbig udføres ved at sætte en Luft-Kompressionspumpe i direkte Forbindelse med en Vejrmølle og lade denne forsyne en Luftmotor, hvortil f. Ex. benyttes en lille Dampmaskine, idet Reguleringen af Luftmotoren udføres ved Krato-staten, medens der som Regulator og delvis Akkumulator for Lufttilførselen benyttes en større Vindkjedel; men disse Forsøg ere endnu paa deres indledende Stadium.

Sluttelig nævner Konsulent Dencker, at der gjøres Forsøg med Krato-staten til Regulering af Skibsdampmaskiner, Vandkraftmaskiner osv., hvilket alt bestyrker Konsulentens Udtalelse om, »at det i Øjeblikket er vanskeligt at maale Rækkevidden af Cand. Poul la Cours Opfindelse.«

Statens landøkonomiske Konsulentkontor,  
den 11te Oktober 1892.

Statskonsulent Denckers Beretning er saalydende:

I Henhold til Skrivelsen af 16de Juli fra Statens landøkonomiske Konsulentkontor, har jeg herved den Ære at aflægge følgende Beretning om de af Hr. Cand. mag. Poul la Cour paa Askov udførte Forsøg til en planlagt Benyttelse af Vindkraften, hvilken Beretning er udarbejdet paa Grundlag af dels Iagttagelser gjorte ved Besøg paa Forsøgsstedet i Askov med de fornødne vejledende Forklaringer af Hr. Cand. la Cour, dels Undersøgelser foretagne i Overensstemmelse med min Henstilling af 20de Juli og 24de Juli og Kontorets Svarskrivelse af 23de Juli og 16de August, og endelig en nedenfor nævnt speciel Forsøgsrække fra Praxis, der strækker sig over et længere Tidsrum.

Forsøgenes Maal er indtil nu at angive forskjellige

Metoder til en saa fyldestgjørende Regulering af den i sig meget ustadige Vindkraft, at denne lader sig udnytte til et hvilket som helst Arbejde, altsaa ogsaa saadanne, som f. Ex. Fremstilling af Elektricitet ved Dynamomaskiner, hvor den tilladelige Hastighedsvariation er et absolut Minimum.

Den første Metode, der er forsøgt og bragt til Afslutning, støtter sig til følgende af Hr. Cand. la Cour ud-tænkte Reguleringsanordning.

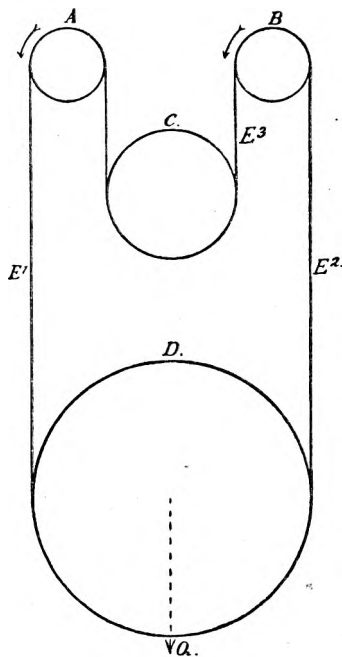


Fig. 1.

*A* og *B* ere to faste Kædehjul, *C* og *D* to løse Trisser, hvorom Kjæden  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  løber som viist.

Paa *D* er anbragt en Vægt *Q* af nærmere bestemt Størrelse, medens Trissen *C* kun tjener til at styre Kjæden.

Byder man Axlen *A* en konstant Modstand mod Bevægelse — f. Ex. et konstant Arbejde at udrette — vil

dennes Hastighed blive bestemt alene af det Træk  $Q_2$ , som udøves i Kædeparten  $E_1$ . Hastigheden vil altsaa være konstant, saalænge Vægten  $Q$  holdes svævende. Til at udføre det sidste Arbejde, kan benyttes en hvilken som helst Kraftkilde af fornøden Størrelse, in casu Vinden, idet man lader den trække Axlen og Kjædehjulet  $B$ .

Hvis  $B$ 's Hastighed bliver større end  $A$ 's, saa at der opvikles mere af Kædeparten  $E_2$ , end der fra  $A$  afvikles af  $E_1$ , vil  $D$  med  $Q$  blive løftet og derved akkumulere det øjeblikkelige Overskud af Arbejde. Det modsatte foregaar, hvis  $B$ 's Hastighed bliver mindre end  $A$ 's.

Den Forflyttelse af  $D$ , der følger hver Hastighedsvariation af  $B$ , benyttes til Regulering af den tilførte Kraftmængde.

Forsøgsvis er dette sket ved en Bremsning af Møllen eller Svikning af Vingerne, men begge disse Fremgangsmaader ere forladte for en Regulering ved Strammerulle paa den Rem, der fører Kraften fra Møllen til  $B$ .

Den herved opnaaede Regulering er i fuldt Maal tilfredsstillende, idet Hastighedsmaalinger foretagne med Tonehjulet korresponderende med en Skive paa en arbejdende Dynamomaskine med 4000 Omdrejninger pr. Minut, gav Svingninger i Hastigheden af kun 1 pro mille.

Ved den nu angivne Ordning, der var den første i Forsøgsrækken, er der imidlertid at bemærke:

1) At den hele fra Kraft- til Arbejdsmaskine overførte Arbejds mængde maa passere gennem Regulatoren, hvis Lod ( $Q$ ) derfor maa have en meget betydelig og efter Arbejdet afpasset Vægt (ved Forsøgene ca. 1000 Pd.).

2) At den konstante Hastighed, eller Loddets Vægt, maa variere med Arbejdsmaskinens Kraftfordring.

Hr. la Cour har derfor anlagt den næste Forsøgsrække paa at anbringe den angivne Regulator, der har faaet Navnet »Kratostat«, udenfor Kraftlinjen (de Veje ad hvilke Kraften overføres) med en selvstændig konstant Modstand, der da kan være mange Gange mindre end Arbejdsmaskinens. Derved er opnaaet, at Loddets Vægt

alene er bestemt af den til Reguleringens Fuldbgyrdelse fornødne Kraft, der ved en hensigtsmæssig Anordning af Krato­staten paa Kraftlinjen kan gøres meget lille, samt at den af Krato­staten bestemte Hastighed for Arbejds­maskinen er uafhængig af den sidstes Modstand — og alene fastsættes af den for Krato­staten indskudte særlige Modstand — altsaa er absolut konstant.

Krato­staten virker ved denne Ordning som en fuld­kommen astatisk Regulator.

Denne Forsøgsrække er nu udført med Krato­staten anbragt ved Trækket til Dynamoens Forlagsaxel, saaledes som hos­taaende Figur angiver.

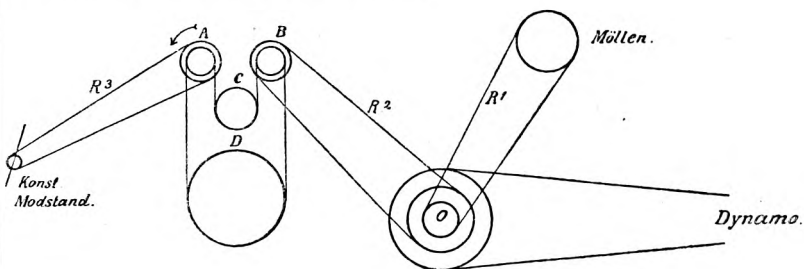


Fig. 2.

Remmen  $R_1$  fører Trækket fra Møllen til Forlagsaxlen  $O$ .  $R_2$  trækker fra  $O$  til Krato­staten og  $R_3$  fra Krato­staten til den konstante Modstand — her et Vindfang. Som før vil en Afvigelse i  $B$ 's Hastighed fra den konstante Hastighed ved  $A$  medføre en Forflyttelse af Trissen  $D$  og derfra en tilsvarende Virkning paa den ved  $R_1$  anbragte Stramme­rulle.

Resultaterne af disse Forsøg vare ligesaa tilfredsstillende som af de første.

Man er altsaa ved Benyttelsen af Krato­staten i Stand til at anvende Vindkraften til et hvilket­somhelst Arbejde uden Hensyn til, hvilke Fordringer dette stiller til en regelmæssig Arbejdshastighed, saa at Omraadet for Vind­kraftens direkte Udnyttelse derved er udvidet i en meget

betydelig Grad. Deri ligger da ogsaa, at Vindkraftens Akkumulering ved Elektricitet, hvad denne Opgaves mekaniske Del angaar, har fundet en fuldt ud tilfredsstillende Løsning.

Den ovenfor refererede Fremgangsmaade til Vindkraftens Udnyttelse, der har den væsentlige Fordel at være meget enkel i Anlæg, betinger, at den til Arbejdsmaskinen fordrede Kraftmængde ikke overstiger Minimum af Vindmotorens Kraft i en Arbejdsperiode.

Motoren vilde altsaa i Arbejdsperioden kunne afgive en større Kraftmængde, end den der udnyttes, og Hr. Cand. la Cours næste Forsøgsrække er derfor anlagt paa at udnytte Middelkraften af Vinden i en Arbejdsperiode, hvilket foreløbig udføres ved at sætte en Luftkompressionspumpe i direkte Forbindelse med Møllen og lade denne forsyne en Luftmotor, hvortil f. Ex. benyttes en lille Dampmaskine. Som Regulator og delvis Akkumulator for Lufttilførselen tjener en større Vindkjedel. Reguleringen af Luftmotoren tænkes udført ved Kratostaten paa samme Maade som strax skal nævnes for Dampmaskinen. Disse Forsøg befinde sig endnu paa det tidligste Stadium.

Det er ovenfor nævnt, at Kratostaten er en meget følsom og fuldkommen astatisk Regulator, hvis Intensitet meget let og simpelt lader sig ændre efter Behov.

Dens Anvendelse er derfor lige saa meget paa sin Plads ved enhver anden Motor eller Kraftudnyttelse som ved Vindkraften.

Opfindelsen faar derved en overordentlig vidtrækkende Betydning, idet man ikke blot kan tilvejebringe en tilfredsstillende Regulering af Kraften direkte paa Motoren, men ogsaa er i Stand til, at give en hvilken som helst Arbejdsmaskine i et System af saadanne, drevne ved en Motor med uregelmæssig Gang, en konstant Hastighed uafhængig af Motoren og af de andre.

Uden Hensyn til andre Virksomheder har dette Forhold særlig for Landbruget en stor Betydning, idet der her dels anvendes Arbejdsmaskiner, der som Centrifugerne

fordre en yderst regelmæssig Gang, dels saadanne, der, paa Grund af stærkt varierende Modstand, gjøre en god Regulering af Kraftmaskinen yderst vanskelig, medens den af Hensyn til begge netop er højst ønskelig (Tærskemaskinen), og dels endelig benyttes Kraftmaskiner, der i Følge deres Natur ikke kunne give den regelmæssige Bevægelse, der ved ethvert Arbejde er fordelagtigst.

Som nævnt i Indledningen til min Indberetning er der særlig gjort Forsøg, for at faa et Maal for den økonomiske Betydning af den ved Krato-staten opnaaelige fine Regulering af Dampmaskinen anvendt til Centrifugering, begrundet paa at jeg i Praxis oftere har haft Lejlighed til at konstatere, at Centrifugernes Renskumningssevne er afhængig af Kraftmaskinens jævne Gang i langt højere Grad, end man hidtil har taget Hensyn til paa vore mange Andelsmejerier.

Til disse Forsøg er benyttet en modificeret Form af Krato-staten. Dennes Konstruktion er et Snekkehjul fast paa en Axel, dreven fra den Axel, hvis Hastighed skal reguleres. Paa Snekkehjulets Axel, drejelig om denne, sidder en 2-armet Vægtstang, hvis ene Ende bærer Snekken, der, forsynet med et propellerformet Vindfang, drives af Snekkehjulet; den anden Ende bærer Loddet.

Den konstante Modstand afgives her af Snekken med Vindfanget, dreven af Loddet, og enhver Hastighedsvariation for Snekkehjulet vil derfor bevirke en Forflyttelse af Snekken, hvilken Forflyttelse benyttes til Reguleringen.

Forsøgene med denne Form have dog viist en Del Vanskeligheder, som muligvis, i Forening med et forholdsvis stort Kraftforbrug ved enkelte Typer af Maskiner, vil føre til, at man atter vender tilbage til den oprindelige.

Forsøgene ere udførte dels paa Vejstrup-Hejls Andelsmejeri, 1½ Mil fra Kolding, dels paa Kolding Andelsmejeri.

Paa V-Hejls Mejeri findes 3 Lavals Centrifuger (2 fra 1888, 1 fra 1889). Dampmaskinen, der hører til de bedre regulerede, har automatisk variabel Expansion. Forsøget strækker sig over 4 Dage, saaledes at der 1ste og 3die



**Mælkeanalyser**  
 udførte i  
**Prof. V. Steins kemiske Laboratorium.**

Prøvens				Indhold af Fedt.
Nr.	Mærke			
1	Sød	Mælk	$\frac{3}{9}$	3.570 ‰
2	Skummet	—	$\frac{3}{9}$	0.260 ‰
3	Kærne	—	$\frac{3}{9}$	0.239 ‰ Regulator.
10	Skummet	Mælk	$\frac{4}{9}$	0.232 ‰
11	Kærne	—	$\frac{4}{9}$	0.251 ‰ Krato-stat.
20	Sød	Mælk	$\frac{5}{9}$	3.597 ‰
21	Skummet	—	$\frac{5}{9}$	0.246 ‰
22	Kærne	—	$\frac{5}{9}$	0.227 ‰ Regulator.
30	Sød	Mælk	$\frac{6}{9}$	3.597 ‰
31	Skummet	—	$\frac{6}{9}$	0.226 ‰
32	Kærne	—	$\frac{6}{9}$	0.228 ‰ Krato-stat.
40	Skummet	Mælk	$\frac{7}{9}$	0.212 ‰
41	Kærne	—	$\frac{7}{9}$	0.564 ‰ Regulator.
50	Skummet	Mælk	$\frac{8}{9}$	0.207 ‰
51	Kærne	—	$\frac{8}{9}$	0.463 ‰ Krato-stat.
60	Skummet	Mælk	$\frac{9}{9}$	0.232 ‰
61	Kærne	—	$\frac{9}{9}$	0.457 ‰ Regulator.
15 K	Skummet	Mælk	$\frac{9}{9}$	0.087 ‰ Med Krato-stat.
16 H	—	—	$\frac{9}{9}$	0.087 ‰ Uden do.

Dag arbejdedes med Maskinens egen Regulator, 2den og 4de Dag med Krato­staten, der da var sat i Forbindelse med Expansions­glideren, medens Regulatoren var sat ud af Virksomhed.

Dampmaskinens normale Hastighed var alle 4 Dage den samme, ligesom Centrifugernes Hastighed og Mælke­ tilløbet til hver af disse blev holdt saa vidt muligt ens.

Der blev for hver Dag taget Prøve af sød Mælk (Prøven for 4. Septbr. mislykket), skummet Mælk og Kjerne­ mælk. Resultaterne fremgaa af hoslagte Analyser fra Hr. Professor Steins kemiske Laboratorium, hvor Numrene 1—32 inclusive referere til disse Forsøg.

Den 3die og 5te September er der arbejdet med Regu­ latoren, den 4de og 6te med Krato­staten. Begge Forsøgs­ dage har Krato­staten givet størst Renskumningsgrad.

Sammenlignes Resultaterne fra d. 5te og d. 6te, paa hvilke Dage den søde Mælk og Kærnemælken har havt samme Fedtindhold, vil man, beregnet efter den af Mælken uddragne Fedtmængde, og efter 375 Pd. Smør af 9346 Pd. Mælk, faa af 10,000 Pd. Mælk d. 5te 401.2 Pd. Smør, d. 6te 403.6 Pd. Smør altsaa 2.4 Pd. Smør mere pr. 10,000 Pd. Mælk, hvilket for dette Mejeri vil andrage en aarlig Mereindtægt af ca. 900 Pd. Smør.

Ved en Vejning af Smørret efter sidste Æltning findes Forbruget pr. Pd. Smør at være d. 5te 24.92, d. 6te 24.75. Beregnes Merudbyttet herefter, faas 2.7 Pd. Smør mere pr. 10,000 Pd. Mælk, hvilket stemmer saa godt overens med første Resultat, som man under Hensyn til Tilfældigheder ved Æltningen var berettiget til at vente.

Ved Forsøgene paa Kolding Mejeri, hvortil Analyserne No. 40, 41, 50, 51 og 60, 61 referere sig, benyttedes 2 Burmeister & Wains Centrifuger (1 A til 500 Pd., 1 A A til 1500 Pd. pr. Time).

Maskinen har Regulering paa Drosselklap og enkelt Glider.

Der skummedes d. 7de Septbr. (Prøverne 40, 41) og 9de (60, 61) med Maskinens egen Regulator, den 8de (50, 51) med Krato­staten.

**Mælkeriregnskab**  
fra  
**V. Hejls Andelsmælkeri.**

Dato	Flødetøndens Mælkeværdi	Pd. Smør	Pd. Mælk til 1 Pd. Smør	Middelværdi af Foranstaaende	Pd. Smør af 1000 Pd. Mælk	Anmærkning
Juli						
2	12094	444	27.24			
3	12391	454	27.29	27.27	366.7	Regulator.
4	12190	447	27.27			
5	12319	454	27.13			
6	12225	450	27.17	27.13	368.7	Kratostat.
7	12482	461	27.08			
8	11863	444	26.72			
9	11936	452	26.41	26.57	376.3	Regulator.
10	11967	450	26.59			
11	12034	461	26.10			
12	11895	457	26.03	26.19	381.8	Kratostat.
13	11900	450	26.45			
14	11647	438	26.59			
15	12371	460	26.89	26.61	375.8	Regulator.
16	11640	442	26.33			
17	11714	445	26.32			
18	11808	452	26.12	26.30	380.3	Kratostat.
19	12083	457	26.44			
20	11914	448	26.59			
21	11825	447	26.45	26.70	374.5	Regulator.
22	11481	424	27.08			
23	12049	454	26.54			
24	11510	435	26.46	26.54	376.8	Kratostat.
25	12005	451	26.62			
26	11324	422	26.83			
27	11778	442	26.65	26.77	373.6	Regulator.
28	11695	436	26.82			

Naar Differensen i Renscumning paa No. 40 og 50 er kjendelig mindre end paa No. 50 og 60, maa Grunden dertil antages at være, at det den 7de ikke var muligt at forhindre, at Centrifugernes normale Hastighed jævnlig overskredes, men ogsaa her viser den gode Regulering i ethvert Tilfælde sin Overlegenhed, skjøndt Skumningsmængderne ere betydelig under det tilladelige Maximum.

Her er ingen Sødmælksprøver udtagne, da Mejeriet sælger Fløde. og det saaledes ikke er muligt at faa paa-lidelige Tal for Smørmængden.

Endelig referere Prøverne No. 15 *K* og 16 *H* sig til 2 Forsøg med en Hestegangscentrifuge, det første med Krato-staten, det andet uden nogen Regulering.

Disse Forsøg demonstrere imidlertid ikke, hvad man havde ønsket, idet Renscumningen ved begge, ved at følge Gaardens sædvanlige Fremgangsmaade, at skimme kun ca.  $\frac{1}{3}$  af den tilladelige Mængde og ved at tage 25% Fløde, er dreven usædvanlig vidt med en betydelig Merudgift af Arbejde, og det maa haabes, at der senere bliver Lejlighed til at gjentage dem i udvidet Maalestok, da afgjort saavel Renscumningen under almindelige Forhold som Krafftforbruget ved ethvert Arbejde med Heste vil stille sig gunstigere ved Anvendelse af Krato-staten.

Til Slutning skal jeg endnu henvise til hoslagte Mælkeriregnskab fra V.-Hejls, hvor Maskinens egen Regulator og Krato-staten ere benyttede skiftevis hver 3 Dage ad Gangen i omtrent en Maaned.

Tallene saavel for de enkelte Dages Mælkeforbrug som dettes Middelværdi pr. hver 3 Dage, ligesom den af samme beregnede Smørmængde pr. 10,000 Pd. Mælk tale til Bekræftelse af den ved Krato-staten opnaelige fine Regulerings store Betydning for et forøget Smørudbytte (det store Fald i Forbruget fra 7de til 8de skyldes utvivlsomt en Forøgelse i Mælkens Fedme, hvad den stærke Nedgang i Mælke-mængden antyder) og for en dermed væsentlig forøget Merindtægt for i hvert Fald Flertallet af vore Andels-mejerier.

Forsøg med Krato­staten til Regu­lering af Skibsdamp­maskiner, Vandkraftmaskiner m. m. ere dels i Gang, dels forestaaende.

Det første Afsnit af Forsøgene til en planlagt Benyttelse af Vindkraften, har altsaa, ved den af Hr. Cand. la Cour gjorte Opfindelse af Krato­staten, ikke blot givet et positivt og praktisk tilfredsstillende Resultat paa det egentlige Forsøgsomraade, men har ført til Løsningen af den Opgave at tilvejebringe en fuldkommen Regu­lering af en hvilken­som­helst Kraft- eller Arbejds­maskine, hvor en saadan i det hele er mulig — et Resultat, hvis Rækkevidde det i Øjeblikket er vanskeligt at maale.

Kjøbenhavn, den 23de September 1892.

Ærbødigst

Dencker.

---