OM LUFTSEILADS,

baseret paa

FUGLEFLUGT,

med 2 Figurtavler

af

CHR. NEES,
Cand. polyt.

Udgaver af dette Skrift paa, Engelsk, Fransk og Tydsk forbeholdes Forfatteren.

HELSINGØR.

I Commission hos A. Schnipp.

Henr. Donatzky's Bogtrykkeri.

1869.

Hr. Konsul REGNER ULSTRUP

med taknemmelig Erindring om velvillig Interesse
for Sagen,

tilegnet

af

Forfatteren.

Forord.

Der kan i den senere Tid spores en tiltagende og alvorlig Stræben efter at løse Luftseiladsproblemet. Herom vidner især, at der for 3 Aar siden dannede sig et aëronautisk Selskab i London, og at dette ifjor foranstaltede en offentlig Udstilling for herhenhørende Gjenstande. Ogsaa er denne Bestræbelse let forklarlig, fordi vi leve i en Tid, hvori man paa enhver Maade søger at lette Communication og forkorte Afstande ved Hurtighed i Befordring, og fordi Luftseilads netop giver Udsigt til at bringe det endnu videre i denne Retning, end vi alt ere komne ved Jernbaner og Telegrapher. Jeg har heraf fundet mig foranlediget til at fremkomme med mine Anskuelser over denne Gjenstand, og haaber ved nærværende lille Skrift at vække Interesse ogsaa hos os for et

Foretagende, der sandsynligviis inden lang Tid vil faae stor practisk Betydning. Den i min Fremstilling givne Forklaring af Fugleflugten indeholder en Deel af de vigtigere Resultater af et langvarigt og omhyggeligt Studium og vil vistnok findes at have videnskabeligt Værd.

Helsingør, Juli 1869.

Chr. Nees.

Register.

Rettelser af Vigtighed.

Side 6	Linie 6	fra n.	a d læs c d.
— »	— 2		b læs b_1.
— 7	— 11	o.	y læs z.
— 2	— 12		$z = a$ læs $y = x$.
— 11	— 13		Condoren og Albatrossen læs Pelikanen og Condoren.
— 1	— 14		36 læs 30.
— 24	— 1		$F v^2 \sin.i$ læs $F v^2 \sin.i = p$ (Fig. X).
— 2	— 3	-	$F v^2 \sin.i \cos.i$ læs $F v^2 (\sin.i)^2$.
— »	— 4		$F v^2 (\sin.i)^2$ læs $F v^2 \sin.i \cos.i$.
— 28	— 14		Vingfang læs Vindfang.
— 31	— 12		A B læs A B Fig. 16.
— 41	— 16		med Formindskelse i læs og.

Bemærkning til Side 23 (1). Sigter til en Afhandling indleveret til Videnskabernes Selskab i Kjøbenhavn.

Et Par Ord om Luftballonen og vrang Opfattelse af Fugleflugt.

Luftballonen har hidtil ikke svaret til de Forventninger, man har gjort sig om den; der er heller ikke Rimelighed for, at den nogensinde vil komme til at gjøre det. Vel er der skeet store Forbedringer ved den i flere Retninger, men den har dog kun viist sig brugelig til Fremviisning eller videnskabelige Reiser, hvor det fortrinsviis kom an paa at stige i Høiden, og hertil vil den altid beholde Forrangen for ethvert andet Befordringsmiddel. Derimod kan det paavises, at der for dens Anvendelse til Reiser i horizontal Retning, mellem forud bestemte Steder, vil finde saa mange Ulemper Sted, at denne Opgave maa ansees for saagodtsom uløselig, naar man skal opnaae et practisk Resultat. Den væsentligste Anstødssteen er dens store og svage Overflade; thi stor maa den være, naar den skal kunne bære noget Antageligt, og svag bliver den, fordi den ikke uden at risikere Sprængning i høiere Regioner kan fyldes saa fuldstændigt med Gas, at Tøiet holdes tilstrækkelig spændt til at taale det ved stærk Fremadbevægelse foraarsagede store Lufttryk. For at opnaae at holde Tøiet udspændt, kunde man holde sig i ringe Høide over Jorden; Tøiet vilde da kun have Variationerne i det almindelige Lufttryk og det ved den horizontale Bevægelse fremkaldte, at modstaae; men som man af Nedenstaaende let vil see, vilde herved saagodtsom Intet opnaaes. For Sikkerheds Skyld maa nemlig allermindst regnes en Forskjel i Lufttrykket af 3 Tommer Barometerhøide eller c. $1^1/_2$ Punds Tryk paa Qvadrattommen. Bæremodulen for Tøiet kan høiest sættes til 3000 Fod pr. Qvadrattomme. Herefter vil findes, at Tøiets Tykkelse for en Ballon af 60 Fods Diameter maa mindst være $\frac{30 . 12 . 1^1/_2}{2 . 3000} = {}^1/_{11}$ Tom. eller over 1 Linie, for at udholde det aërostatiske Tryk alene; og hertil kommer nu det aërodynamiske fra den horizontale Bevægelse. Er Ballonen kugleformet, saa er Gjennemsnittet 2827 Qvadratfod, Overfladen 11,300 Qvadratfod og Indholdet 113,000 Cubikfod. Heelt fyldt med Brint, som den i dette Tilfælde bliver, og Tøiet regnet at veie $^1/_4$ Pd. pr. Qvadratfod, vil dens Bærekraft være høiest 5450 Pund. For at kunne gjøre nogenlunde Fyldest, maa den bevæges fremad med en Hastighed af 50 Fod i Secunden eller $7^1/_2$ Miil i Timen, hvilket iøvrigt er meget under den Hastighed, et Luftbefordringsredskab maa have for at gjøre sig practisk gjældende ligeoverfor Jernbaner. Med denne forholdsviis ringe Hastighed vil Luftmodstanden være over $^1/_{1000}$. 2827 . 2500 = 7067 Pund. En tilsvarende Kraft maa altsaa udøves af den Kraftmaskine, det bliver nødvendigt at medføre som Motor. Kraftmaskinen skal altsaa udøve et Tryk af 7067 Pund og samtidig føre Ballonen 50 Fod frem i hvert Secund, ɔ: udføre et mechanisk Arbeide af 353,350 Fodpund. For en Damphest regnes det mechaniske Arbeide til 480 Fodpund pr. Secund. Altsaa vil der behøves en Maskine paa 736 Hestes Kraft, for at drive en saadan Ballon $7^1/_2$ Miil frem i Timen. Den letteste Dampmaskine, vi kjende, er den af Stringfellow construerede, som forevistes ifjor paa den aëronautiske Udstilling i London. Den veier 13 Pd. pr.

Hestekraft, hvilket for den antagne Maskine bliver en Vægt af 9568 Pund, som alene er mere end Ballonens absolute Bærekraft. Nu kan der vel, ved at gjøre Ballonen tilstrækkelig stor, opnaaes, at der efter Fraregning af alle nødvendige Gjenstande, saasom Tøi, Touge, Næt, Gondol, Maskine, Vinger eller Skrue, Brændsel og Ballast, endnu bliver Bærekraft tilbage for Personer eller Varer, men denne vil staae i et saa ringe Forhold til Omkostninger ved Anlæg og Drift, at det forbyder sig af sig selv, fordi det ikke betaler sig. Et betydeligt bedre Resultat vil kunne naaes, naar Ballonen gives en langstrakt, i begge Ender tilspidset Form (Fiskeform), idet derved Luftmodstanden forfra for samme Verticaldiameter kan bringes ned til $^1/_{10}$ af den ovenfor erholdte, og Kraftmaskinen altsaa ogsaa kun behøver $^1/_{10}$ af den ovenanførte Styrke og Vægt. Men desuagtet vil det ikke kunne betale sig til Anvendelse som almindeligt Befordringsmiddel, thi Hurtigheden er mindre end ønskelig, Varigheden af hele Apparatet neppe stor, og der er Fare tilstede ved at anvende Ild saa nær brændbar Gas; desuden vil en nogenlunde stærk Vind fuldstændig forhindre enhver Reise, der ikke gaaer for sig i Vindretningen.

Jeg har kun anført Ovenstaaende om Luftballonen for at paavise enkelte af de Vanskeligheder, der træde hindrende i Veien for dens practiske Anvendelse som almindeligt Befordringsmiddel. Jeg gaaer nu over til mit egentlige Emne: Løsningen af Opgaven i Overeensstemmelse med Fuglenes Flugt. Lykkes dette vil man faae et overordentligt hurtigt og billigt Befordringsmiddel. Grunden til Fuglenes Hæveevne er imidlertid principielt afvigende fra Luftballonens, idet denne hæver sig, fordi dens Vægt er ringere end Vægten af det Rumfang atmosphærisk Luft, den fortrænger, altsaa af samme Grund som et Stykke Træ vil stige op ad, naar det løsnes paa Bunden af et Glas Vand, medens Fuglene ere meget tungere end Vægten af den Luft, der fortrænges af deres Legemer, og deres Opadstigen er Følgen af, at de kastes opad og frem ved en Kraft, som naar en Steen kastes med Haanden, kun med den Forskjel, at Kraften, der bevæger Fuglen, udgaaer indvendig fra.

Den Mening, at Fuglene ere lette eller kunne gjøre sig lette, er temmelig almindelig, og hidrører for en Deel fra, at man veed, at der i Fjedrene findes Huulheder og i Fuglenes Krop Luftsække og hule Been. Uden at tænke nøiere over Forholdet antager man da, at disse Huulheder under Flugten ere fyldte med fortyndet Luft. Lad os antage dette for givet og undersøge Sagen noget nøiere. Det maa vist da indrømmes, at alle disse Huulheder tilsammen indtage et meget mindre Rum end hele Fuglen; lad os høit regnet sætte, at Halvdelen af Fuglen er huul; lad os fremdeles antage, at f. Ex. en Svane i det Hele udfylder et Rum af 2 Cubikfod, som vist Enhver vil indrømme er meget for meget, saa haves for Huulhederne hos en Svane 1 Cubikfod. Ved at fylde dette Rum med lettere Luft istedetfor den atmosphæriske, maa Fuglen blive saameget lettere, som Vægten af 1 Cubikfod atmosphærisk Luft er større end Vægten af den lettere Luft. Den letteste Luft vi kjende er Brint, og fyldes Huulhederne hermed vil Fuglen derved blive omtrent $^1/_{13}$ Pund lettere end fyldt med atmosphærisk Luft. Men Svanen veier 18 Pund eller 576 Lod, og $^1/_{13}$ Pund er omtrent $2^1/_2$ Lod. Den vil altsaa istedetfor 576 Lod komme til at veie $573^1/_2$ Lod, og hvad kan vel denne ringe Forskjel have at betyde med Hensyn til Hævning? Hvor lidet dette har at betyde vil ogsaa kunne sluttes deraf, at vi vide, at Fuglene under visse Omstændigheder bære Byrder, som for Rovfugle kunne stige til en ligesaa stor Vægt som selve Fuglens.

At Huulhedernes Bestemmelse er en ganske anden kan desuden paavises. Saaledes tjene Huulhederne i Fjedrene til, ifølge bekjendte mechaniske Love, at opnaae den nødvendige Styrke med forholdsviis mindst Materiale, og Styrken forøges endnu yderligere ved at Huulhederne ere udfyldte med svagt comprimeret Luft. Luftsækkene og de andre Huulheder udgjøre derimod integrerende Dele af Fuglenes Aandedrætsapparat. De danne en Udvidelse af Fuglenes forholdsviis lille og ufordeelagtigt placerede Lunge, og tjene i visse Tilfælde som et Luftreservoir, naar det, paa Grund af Fuglenes Levemaade eller Bevægelse, for en Tid maatte genere disse at drage Aande directe fra den omgivende Luft. De ere paa Grund af deres Virksomhed ved Aandedrættet afvexlende fyldte med fortyndet og fortættet Luft; det Sidste er Tilfældet ved hvert Vingenedslag, og det bidrager ligesom ved Fjedrene ovenfor anført til at styrke Musklerne og det hele System i saadanne Øieblikke, hvori særlig Kraft skal udvikles. Vi holde af samme Grund Luften tilbage i Brystkassen, naar vi ville løfte noget Tungt. Andre Fordele af denne Lungeudvidelse ere, at Fuglene kunne udstøde langttrukne Skrig, at de indaande en fortættet Luft om de ogsaa flyve høit, hvor der er tynd Luft, at den store Hastighed, hvormed de bevæge sig fremad, ikke kommer til at genere deres Aandedræt, at Vandfuglene kunne holde sig længe under Vandet og endelig en forøget dyrisk Varme, hvilket for Fuglene synes at være en Livsbetingelse.

Om selvstændig Bevægelse i Almindelighed.

Grundbetingelserne for selvstændig Bevægelse ere altid de samme. De ere de samme for Mennesket, som for Pattedyr, Amphibier, Fugle, Fiske og Insecter, ja endog for Dampskibe, Dampvogne, Robaade og Vélocipèder. De ere 3, og fordre:

1) en indvendig Kraft (Muskelkraft eller Maskinkraft),
2) Bevægelsesorganer (Been, Arme, Finner, Vinger, Hjul eller Skrue), og
3) Legemer eller materielle Dele udenfor Individet.

Den indvendige Kraft, der af Individet commanderes til Activitet i det passende Øieblik, udøver et Tryk paa Bevægelsesorganerne, hvorved disse komme til at virke som Vægtstænger (i Almindelighed eenarmede), idet deres ene Ende er bevægelig om et Centrum, der er i fast Forbindelse med Individet, medens deres anden, ydre Ende, ved at støde paa de materielle Dele udenfor, lider en Modstand. Herved opstaaer en Reaction, hvorved Individet skydes frem. Denne Samvirken opfattes lettest ved Iagttagelse af Svømning eller af en Baad, der roes; thi her er Tyngdekraftens Indvirkning afbalanceret ved Vægten af det fortrængte Vand, og altsaa Virkningerne mindre complicerede.

Fremstiller saaledes Fig. I. et Dyr, der svømmer nær Overfladen af Vandet, f. Ex. en Vandkalv, saa betegner c c Omdreiningscentrerne for Svømmefødderne a d; Fremdrifts-Musklerne a b have deres Inserationssted paa Bevægelsesorganet ved a og deres Fastheftning til Dyret ved b. Trækker nu Musklen sig sammen, saa skal nødvendigviis Punktet a bevæge sig f. Ex. til b; gjorde Vandet ingen Modstand mod c d, vilde d bevæge sig til e, og

Individet ikke forandre Sted; men da Vandet gjør Modstand, og det større Modstand mod Bevægelsen af c d, end mod Legemet e e, saa vil d ikke kunne bevæge sig med den Hastighed, som Muskelcontractionen stræber at paatrykke den; Vinklen d c e, som skal dannes mellem Bevægelsesorganets Begyndelsesstilling og Endestilling, kommer nu istand, deels ved at d tilbagelægger noget af Veien d e, deels ved at Individet skydes frem, som sees i Stilling B, hvortil A maa komme, naar det antages, at Vandet gjorde saa stor Modstand, at d slet ikke flyttede sig. Vinklen x er da lig y, eller g d paralel c e, altsaa ogsaa Vinklen z = a. Ved antagonistiske Muskler føres g d igjen fra Endestilling til Begyndelsesstilling, og det paa en saadan Maade, at Modstanden mod Organet bliver meget ringere end før.

Denne fuldstændige Fastholdelse af Bevægelsesorganets Yderende finder Sted ved selvstændig Bevægelse paa faste Overflader. I Fig. 2 er Tilblivelsen af Menneskets Gang paa jevnt Terrain fremstillet i dens Hovedtræk: a_1, a_2, a_3 betegne Føddernes successive Berøringspunkter med Jorden A B, ere altsaa Skridt, og da a_1, a_3, a_5 venstre Fods, a_2, a_4, a_6 høire Fods Sted. Legemet hviler paa Benenes Samling ved Hoften b_1, b_2, b_3, som i dette Tilfælde betragtes som dets Tyngdepunkt. Ved Muskelcontraction i Knæ og Ankel forlænges venstre Been a_1 b_1, medens Længden af høire bliver uforandret. Tyngdepunktet b_1 tvinges derved til at bevæge sig i en opadstigende Bue b_1 d med høire Been a_2 b_1 som Radius; er Tyngdepunktet kommet til det høieste Punkt d, falder det af sig selv uden Fremskydning af venstre Been gjennem den nedadgaaende Buegreen a b_2, og samtidigt med dette Fald forkortes venstre Been a b, ved de antagonistiske Musklers Contraction og føres forbi høire Been til Stillingen b_1, a_3, hvorpaa samme Bevægelser gjentages, idet høire Been, b_1, a_2, overtager den mere active og venstre Been, b_1, a_3, den mere passive Rolle. Paa Grund af Benenes Sammensætning af flere Led bliver det muligt at udjevne Skarphederne i Tyngdepunktets Bevægelseslinie, b_1, b_2, b_3...., saa at det kommer til at beskrive en fuldstændig Bølgelinie, b_3, b_n. Denne Bølgebevægelse er tilstede for alle Dyr, der bevæge sig paa faste Overflader, samt for Fuglene, men ikke for Fiskene, fordi de ikke behøve at løftes, da de bæres af Vandet. Den iagttages let i den ligesom hoppende Bevægelse hos Pattedyrene og Mennesket.

Bevægelsesorganerne hos de forskjellige Dyr have meget forskjellige Former, men i det Væsentlige bestaaer Forskjellen kun i den mindre eller større Udvidelse (Flade) de have udenfor Individet, thi denne staaer i nært Afhængighedsforhold til de Legemer eller materielle Dele, Organet under sædvanlige Forhold er bestemt til at virke paa, for at frembringe den til Individets Bevægelse fornødne Modstand.

Eftersom de materielle Dele eller Legemer ere mere eller mindre istand til at gjøre Modstand, hvilket afhænger af deres større eller mindre Bevægelighed (deres større eller mindre Understøttelse af Nabodele), vil en samtidig Paavirkning af færre eller flere af dem udfordres for at erholde Modstand nok. Bevægelsesorganernes Udvidelse staaer i Forhold hertil. Derfor behøver Steengjeden, der bevæger sig paa meget fast Terrain, kun meget lidt udvidede Fodender; for Mennesket og Huusdyrene ere større Fodblade nødvendige, for Kamelen endnu større. Derfor er det vanskeligt, ja undertiden umuligt, at bevæge sig paa løs Sand, Snee, Mosejord o. desl.

Den største Udvidelse af Bevægelsesorganet finder

Sted i Fiskenes Finner og Hale og i Fuglenes og Insecternes Vinger. Men her træffe vi paa en Omstændighed, der vel ikke forandrer de nævnte Grundbetingelser for selvstændig Bevægelse, men dog er væsentlig nok, fordi den medfører en Variation i den Maade, hvorpaa Modstanden erholdes, samt en Forflytning af Bevægelsesorganets faste Omdreiningscenter. Af denne secondaire Omstændighed opstaaer Det, der med Hensyn til Bevægelse udgjør det Afvigende mellem Fugle og Dyr, der bevæge sig paa faste Overflader. Ved et saa letbevægeligt Legeme som Luften afhænger nemlig Modstandens Størrelse hovedsageligen af den Hastighed, hvormed Luftdelene anstødes; Bevægelsesorganets Flade maa selvfølgelig vedblive at bevæge sig, da ellers ingen Hastighed, ingen Modstand. Heraf følger, at den samme Vinkelbevægelse af Bevægelsesorganet, som vilde fremskyde et Pattedyr fra c c til c_1 c_1 (Fig. 3), kun fremskyder en Fugl f. Ex. fra c c til c_2 c_2, og at det resulterende point d'appui (Løftecentret) for Bevægelsesorganet ikke kommer til at ligge ved dets Endepunkt d, men et Sted i c d, mellem c og d, nær Skulderpunktet. Men i begge Tilfælde blive Vinklerne de samme ɔ: $a = a_1 = a_2$. Denne mindre directe Virkning eller dette tilsyneladende Tab erstattes ved at Fuglene, Insecterne og Fiskene med ringere Kraftanstrengelse ere istand til at opnaae en langt større Horizontalfart end de andre Dyr.

Uagtet den store Fladeudstrækning, Vinger have, er det ikke let sandseligt at opfatte, at et saa tyndt, letbevægeligt, usynligt og uføleligt Stof, som Luften, kan yde den tilstrækkelige Modstand. For nogenlunde billedligt at gjøre sig dette klart, maa man først og fremmest fastholde, at Luften kun gjør Modstand, naar der finder Bevægelse Sted, enten det er Luften, der som Vind, Storm, Orkan

o. desl. støder mod en rolig Flade, eller Fladen, der bevæges i rolig Luft, eller begge Dele samtidigt finde Sted. Paa den bevægede Lufts store Magt kjende vi mange Exempler, som Vindmøllers og Skibes Bevægelse, Stormes og Orkaners Virkninger o. desl.; vanskeligere er det at paavise Exempler paa Luftmodstanden mod en Flade, der bevæges i rolig Luft, navnlig fordi Bevægelsens Hastighed sjelden er saa stor, at der fremkommer nogen betydelig Modstand, thi denne voxer i langt høiere Grad ved forøget Hastighed end ved forøget Fladeudstrækning; dog, noget Begreb kan man forskaffe sig herom ved at bevæge en Vifte eller et Ark stift Papir, eller ved at løbe eller ride stærkt med en udspændt Paraply. Iøvrigt kan man af de bekjendte Vindvirkninger indsee, at Luften ogsaa maa gjøre stor Modstand, naar en Flade bevæges med stor Hurtighed i rolig Luft. Luftmodstandens Størrelse afhænger altsaa baade af den virkende Flades Fladeindhold og af den Hastighed, hvormed den bevæges, og er for et Plan F, der staaer lodret paa Bevægelsesretningen, fundet at være, naar det bevæges med Hastighed v, paa det Nærmeste $^{1}/_{650}$ F v^2. Bevæges altsaa en med Papir eller Lærred overspændt Ramme, der har 4 Fods lange Sider, med en Hastighed af 30 Fod i Secunden, som kan erholdes udenpaa et med sædvanlig Fart gaaende Jernbanetog, saa vil Luften trykke den tilbage med $^{1}/_{650}$. 16 . 900 = 22 Punds Kraft.

Om Grændsen for Størrelsen af flyvende Skabninger.

Med Hensyn til den mechaniske Virksomhed, der gjør sig gjeldende i Fugleflugt, kunne Fuglene betragtes som Flyvemaskiner. Naar vi derfor ved Studiet af deres Flugt ere blevne istand til at give en paa bekjendte mechaniske Love grundet Forklaring af deres Flyveevne, hvorved det bliver indlysende, at det nødvendigviis maa være saaledes, saa har man en sikker Ledetraad for de ved Flyveproblemets Løsning forekommende Undersøgelser. Flyvemaskiner, der skulle kunne medføre Mennesker, ville imidlertid blive meget tungere, end de største bekjendte flyvende Fugle, som Condoren og Albatrossen, der kun veie 36 a 40 Pund, og man kunde heraf drage den Slutning, at der ikke kan ventes større Resultat ved mechaniske Midler.

Men hertil maa bemærkes:

1. at Udviklingen i Naturen altid er begrændset af Hensyn til Oeconomien i det Hele, f. Ex. af Næringsforholdene. Af denne eller lignende Grund ere Forverdenens store Dyr forsvundne og ville de nulevende store Fugle ogsaa forsvinde, f. Ex. naar deres Jagtrevier bliver for sparsomt paa Næring.
2. At Fjedrenes og Knoglernes Substants og Structur ere saaledes, at de ikke frembyde Hindring for en langt større Udvikling.
3. At man maa antage, at Naturen ved Fuglebygningen ligesaavel kunde være gaaet i det Uhyre, naar ei andre Hensyn forbød det, som man af de næsten mikroskopisk smaae flyvende Insecter seer, at den er gaaet i det Mindste.

4. At vi kjende meget tungere ikke flyvende Fugle, f. Ex. Strudsen og vide, at der i tidligere Jordperioder har existeret Fugle af endnu langt større Dimensioner, som Epiornis, den parisiske Gastornis, Dinornis, som dog heller ikke have kunnet flyve. Levninger af flyvende Uhyrer ere vel endnu ikke fundne, men det beviser ikke, at saadanne ikke have existeret, og da vi ogsaa kun sjeldent træffe Rester af mindre flyvende Dyr, er det rimeligt, at denne Mangel eller Sjeldenhed netop er begrundet i disses Flyveevne, hvorved de lettere end andre Dyr have kunnet frelse sig under Catastropher og i Reglen ere døde paa en saadan Maade eller paa saadanne Steder, at deres Been ikke kunde blive bevarede. Med Undtagelse af de nylig i England fundne Levninger af en ung Pelican, der lader slutte til en Størrelse, som de gamle Pelicaners nutildags, have de største flyvende Dyr, af hvilke Rester ere fundne, været Pterodactylus. At man fortrinsviis har truffet denne Dyreform, der nærmest maa classificeres som Flaggermuus, bestyrker den nylig udtalte Grund til Sjeldenheden af de andre flyvende Dyrs Levninger, thi da Flaggermusene søge mørke og skjulte Steder, er det rimeligt, at de ofte ere blevne forhindrede i at benytte deres Vinger til at undflye, eller ogsaa at de dø paa Steder, hvor deres Been ere beskyttede mod andre Dyrs Angreb eller Atmosphærens Indflydelse.
5. At der findes mange Traditioner om store flyvende Fugle (Roc, Grif), og da det nu vel kan ansees for afgjort, at der har levet Mennesker idetmindste i den næst foregaaende Jordperiode, er der Grund til at antage, at disse Traditioner ikke ere aldeles grebne ud af Luften.

Af det Følgende vil det iøvrigt fremgaae, om der er en anden Grændse for Flyvemaskiners Størrelse end Den, oeconomiske Hensyn kan medføre.

Flyveevnens Mechanik.

§ 1.

Det Almindelige om Vingebevægelsen og dens Virkning.

De active Bevægelsesorganer hos Fuglene bestaae i 2 Vinger, 2 Been og 1 Hale. Vingerne tjene som Redskaber for Bevægelsen i Luften og udgjøre et Par symmetrisk samvirkende ligestore Flader. Benene ere hovedsageligen bestemte til Bevægelse paa Jorden og i Vandet, men benyttes ogsaa i visse Tilfælde ved Flugten. Halen er egentlig alene Styreredskab, navnlig for Bevægelser i Vertikalplanet, men kommer dog ogsaa i den passive Flugt til Anvendelse som virkeligt Flyveredskab. Absolut nødvendig for Flyveevnen er den ikke, thi Fugle, som have mistet den, kunne flyve, men med mindre Lethed og Sikkerhed.

Under Vingebevægelsen føres Vingen afvexlende nedad og opad, og det vertikalt paa Fugleaxen, der er den rette Linie, som tænkes dragen fra Roden af Næbbet gjennem den lige udstrakte Hals til Midten af Halen. En samtidig tilbagegaaende Bevægelse i Nedslaget finder herved ikke Sted, skjøndt det undertiden seer saaledes ud, men i Virkelighed er Følgen af en optisk Skuffelse, der opstaaer ved den af nogle Fugle anvendte Inddragning af Vingen i

Opslaget. Denne Inddragning bestaaer i, at Vingeleddene bøies, hvorved Vingen bliver kortere, Fig. 4. Herved gaaer rigtignok Vingespidsen tilbage, men da den mellemste Deel tillige føres frem, bevares den ligelige Fordeling af Vingefladen i to ligestore Halvparter om Balancelinien a b (ɔ: den rette Linie, der efter Længden halverer begge Vingeflader i deres udstrakte Stilling i Delingsplanet).

En tilbagegaaende Bevægelse i Nedslaget vilde desuden fordre en fremadgaaende i Opslaget, hvilket tilsammen for de store Fugle, hvis Vinger bevæges langsommere, vilde give Anledning til en vaklende Bevægelse om Balancelinien a b. For de smaa Fugle har dette vel mindre at betyde, men da der ikke kan paavises nogen Nytte, er det heller ikke rimeligt, at denne Bevægelse anvendes. Ved disse Ned- og Opslag, der tilsammen regnes for et heelt Vingeslag, gjennemløber Vingen en vis Vinkel, Slagvinkel, A C D Fig. 5, der ved Delingsplanet C B, ɔ: det Plan, der tænkes lagt gjennem Vingernes Skulderpunkter parallelt med Fugleaxen, deles i 2 med Hensyn til Luftmodstanden væsentligt forskjellige Dele, Vinklen p over og Vinklen q under Delingsplanet.

Nedslaget bevirkes ved Contraction af den store Brystmuskel, der drager nedad og er insereret paa Vingens Overarm ved a, som hos de store Fugle er omtrent $^1/_{20}$ af hele Vingelængden C A fra C. Opslaget skeer ved Contraction af den store deltaformede Muskel, der løfter Vingen op og ligeledes er fastheftet til Vingens Overarm, men noget længere fra C. Foruden disse 2 Hovedbevægere er der endnu 6 mindre Muskler, som deels hjælpe til ved Vingeslagene, deels tjene til at give Vingen i sin Heelhed den passende Stilling og Holdning. De ydre Vingedele (Forarm, Mellemhaand, Fjedre osv.) regeres af 25 Muskler.

I Flugten holde Fuglene altid, undtagen i sjeldnere Tilfælde, hvori de pludselig behøve en Hævehjælp i Luftmodstanden mod en noget skraa Kropstilling, Fugleaxen b a parallel med eller rettere i Flyvelinien B A Fig. 6. Vingebevægelsen skeer i et Plan c d lodret paa Fugleaxen b a, altsaa ogsaa lodret paa Flyvelinien B A. Flyvelinien er for de store Fugle i Reglen altid meget lidt stigende, ɔ: den danner kun en lille Vinkel med Horizontalplanet r s. Vingefladen (eller Dele af den) kan ifølge dens Construction gives en mere eller mindre afvigende Retning mod Planet c d, idet dens Forrand ligesom vrides og Fladen bøies noget ud fra den lodrette Stilling mod c d. Ved denne skraa Stilling mod c d bliver den normale Luftmodstand mod Vingefladen ligesom deelt i en fremdrivende Kraft efter B A, og det baade for Nedslag og Opslag i Retning B A, og i en lodret paa b a virkende Kraft, der er modsat for Ned- og Opslag, og i Nedslaget virker i Retning fra a til c, i Opslag fra c til a. Vare disse 2 sidste Resultater af Nedslag og Opslag lige store, saa vilde de ophæve hinandens Virkninger, og den fremdrivende Kraft i Retning B A alene blive tilbage; men combineres denne med Tyngdekraften, der virker lodret nedefter i Retning B D, vil Resultanten blive i Retning fra B til et Sted E indenfor Vinklen A B D. Da derved Flyvelinien bliver nedtrukken, bliver Forholdet stadigt ugunstigere for Hævning, saameget mere som Luftmodstanden mod Fuglen forfra, i Retning af Flyvelinien, lidt efter lidt gjør den i Begyndelsen voxende Bevægelse til en jevn. Den fremdrivende Kraft alene kan altsaa ikke være tilstrækkelig til Flyvning; der maa endnu en Kraft til, der virker i en anden Retning, saa at en Resultant udkommer, der i Forening med Tyngdekraften giver et gunstigere Resultat. Den Kraft, der hertil ligger nærmest, er den, der virker lodret paa a b i Retning d c, og som gaaer tabt paa

Grund af Opslagets ligestore Modvirkning efter c d. Det er derfor nødvendigt for Fuglene, at Luften gjør mindre Modstand mod Vingen i Opslaget, end i Nedslaget, og dette finder ogsaa Sted hos Fuglene.

Det, som bidrager hertil, er især:

1. Vingens opad hvælvede Overflade, der alene foraarsager, at Modstanden i Opslaget knap bliver $^1/_4$ af den i Nedslaget.
2. Vingens og Fjedrenes store Elasticitet i Forening med deres Krumning nedefter; thi idet de under Nedslaget rettes ud eller spændes ved Luftmodstanden og i Nedslagets Endeøieblik springe tilbage, give de et sekundært Stød til Luftdelene og derved en Hævehjælp i et heldigt Øieblik, da den griber noget ind i Opslagstiden. I Opslaget kan denne Spænding ikke skee. Begge disse Egenskaber findes ved enhver Fuglevinge.
3. En Formindskelse af Vingefladen under Opslaget. Denne er deels en ligefrem Følge af 2., og finder da Sted hos alle Fugle, deels erholdes den ved den tidligere omtalte Inddragning, der dog ikke practiseres af de større Fugle. Ved Inddragning svækkes stærkt Virksomheden af det kraftigst virkende Parti (Slagfjedrene), og den er derfor i visse Tilfælde af stor Betydning, navnlig for vertikal Flyvelinie med horizontal holdt Krop, som f. Ex. for Lærken, som ofte kan sees at udføre denne Flugt. Ved den almindelige Huussvale iagttages let, at Inddragning finder Sted. Ved Storken, idet den flyver op, hvorved den altsaa snarest skulde behøve Inddragning, har jeg intet Spor deraf kunnet opdage. Derimod ofte hos Duen og Kragen.
4. En større Krumning nedefter af den ydre Vingehalvpart under Opslaget end under Nedslaget; den skeer

ved en Eftergivelse i det ydre Vingeled, og iagttages ofte ved store Fugle.

5. En Forringelse af Faldtiden for Opslaget, hvilket opstaaer ved, at Fuglens Hævning ikke pludselig ophører i Nedslagets Endeøieblik, men fortsættes noget ind i Opslaget. Denne Virkning kan være af betydelig Indflydelse, navnlig for vertikal Flyvelinie med horizontal Fugleaxe (Hævning uden Fremfart). Det er den samme Virkning, som finder Sted, naar man gjør et Spring fra Gulvet; Muskelkraften virker kun, saalænge man er i Berøring med Gulvet, men med den erholdte Impuls fortsættes Stigningen.

Der gives vel endnu nogle Midler, hvorved Fuglene forringe Opslagsvirkningen, men de forbigaaes som af mindre Betydning. Naar der ikke tages Hensyn til Horizontalfartens Indflydelse vil Modstanden mod Vingefladen i Opslaget findes at være under $^1/_6$ af den i Nedslaget.

Jeg gaaer nu over til i Korthed at vise, hvorledes Vingevirkningen kan beregnes, navnlig at omtale den nærmere Bestemmelse af Modstandspunktet, Luftmodstanden i de forskjellige Tilfælde, den verticale Hævning, den horizontale Fremdrift, og som Resultat Fremkomsten af hele Flyvelinien.

---

§ 2.

Modstandspunktet.

Modstandspunktet er det Sted paa Vingefladen, hvori de forskjellige partielle Modstande kunne betragtes, som koncentrerede og virkende i en samlet Sum, at udøve samme Virkning med Hensyn til Axen, som de enkelte Modstande i deres Fordeling. Den nøiagtige Bestemmelse af dette

Punkts Afstand fra Omdreiningsaxen er af Vigtighed for Beregning, saavel af Hævevirkning, som af den nødvendige Vingestyrke.

Naar Planet C A bevæger sig om C vil ethvert Fladeelement, parallelt med Omdreiningsaxen, have en Hastighed, der forholder sig som dets Afstand fra C $= x$, og som en Følge heraf vil Luftmodstanden forholde sig som Afstandens Qvadrat $= x^2$. Er nu Længden af det almindelige Fladeelement parallelt Axen $= y =$ Fladens Brede paa dette Sted, og Breden $= \delta x$, haves dets Fladeindhold $= y \delta x$, altsaa Modstanden at forholde sig som $y x^2 \delta x$, og dens Virkning i Afstand $= 1$, eller dens statiske Moment $= y x^3 \delta x$, og Summen af alle Fladeelementers Modstand $\int y x^3 \delta x$. Kaldes nu Modstandspunktets Afstand k og hele Planets Fladeindhold F, saa vil $k^2 F$ være den Modstand hele Fladen vilde give, naar den bevægedes frem retlinet og lodret paa Bevægelsen med den Hastighed, som Planet i den omdreiende Bevægelse har i Afstand k, og dens Virkning med Hensyn til Omdreiningsaxen eller det statiske Moment for Modstanden i k er da $= k^3 F$. Disse 2 Størrelser ere altsaa lige store og give den almindelige Integralligning til Bestemmelsen af Modstandspunktet

$$\int y x^3 \delta x = k^3 F.$$

Værdien af y bestemmes, for en hvilkensomhelst roterende Flade, som en f (x) eller som en Function af Elementets Afstand og indsættes for y i $\int y x^3 \delta x$.

I Fig. 7 være F et Trapez, som dreier sig med dets dinre Side b i Afstand n og med den ydre a i Afstand m om Axen r s (parallel a og b); saa haves

$$m - x : m - n = y_1 : a - b$$

$$y_1 = \frac{(a-b)(m-x)}{m-n} \quad \text{og}$$

$$y = a - y_1 = a - \frac{(a-b)(m-x)}{m-n}$$

der indsat for y og Hensyn taget til Constanten, samt ved Division med $F = \frac{(a+b)(m-n)}{2}$ giver

$$1)\quad K^3 = \frac{{}^2/_4\,(m^4-n^4)\,(bm-an) + {}^2/_5\,(m^5-n^5)\,(a-b)}{(m-n)\,(m-n)\,(a-b)}$$

Sættes $n = o$, hvorved Siden b kommer til at ligge i Axen, erholdes

$$2)\quad k^3 = m^3 \quad \frac{b + 4a}{10\,(a+b)}$$

Sættes i 1) $b = a$, bliver der et Rectangel af Trapezet, og da

$$3)\quad k^3 = \frac{m^4 - n^4}{4\,(m-n)}$$

og er heri tillige $n = o$, ɔ: naar en Side af Rectanglet ligger i Axen er

$$4)\quad k^3 = {}^1/_4 m^3 \qquad ɔ: k = 0{,}63\ m$$

Sættes i 1) $a = o$ bliver Trapezet til en Triangel med Grundlinien mod Axen, og da

$$5)\quad k^3 = \frac{m^5 - 5\,m^4 + 4\,n^5}{10\,(m-n)^2}$$

og er heri $n = o$, eller Grundlinien i Axen, saa er

$$6)\quad k^3 = \frac{1}{10}\,m^3 \quad ɔ: k = 0{,}464\ m$$

Sættes i 1) $b = o$ erholdes et Triangel med Spidsen indad mod Axen og

$$7)\quad k^3 = \frac{n^5 - 5\,n\,m^4 + 4\,n^5}{10\,(m-n)^2}$$

og er heri $n = o$, ligger Spidsen i Axen, og da

$$8)\quad k^3 = {}^4/_{10}\,m^3 = 0{,}74\ m.$$

Skal Modstandspunktet bestemmes for en mere sammensat Flade, saa deles den i Rectangler, Trapezer og Triangler, og k^3 bestemmes for hver især. De saaledes erholdte k_1^3 k_2^3 k_3^3... forenes da i et fælles Modstandspunkt ved Formlen

$$9) \quad k^3 = \frac{a_1 k_1^3 + b_1 k_2^3 + c_1 k_3^3 \ldots}{a_1 + b_1 + c_1 \ldots}$$

hvori k_1 k_2 k_3... betegner de enkelte Modstandspunkter og a_1 b_1 c_1 ... de tilsvarende Fladers Fladeindhold.

Af Flader begrændsede af krumme Linier er for os den halve Parabelflade den vigtigste, fordi det er den Form, som en Fuglevinge paa det nærmeste har, og navnlig den halve Parabelflade, hvis Abscisselinie ligger i Axen, og som da har Toppunktet i Skulderpunktet og Ordinaten svarende til Længden l, Fig. 8, der giver:

$$k^3 F = \int (b,-x)\, \delta y\, y^3 = \int (b, y^3 \div \frac{y^5}{a})\, dy = \frac{b, y^4}{4} \div \frac{y^6}{6a} + C$$

hvori $C = o$. Naar $y = l$ saa gjælder hele Modstanden, og da $a = \frac{l^2}{b,}$ = Parametren og $F = \frac{2}{3} b_1 l$ saa bliver

$$k^3 = \frac{3}{8} l^3 - \frac{3}{12} l^3 = \frac{1}{8} l^3 \quad \text{ɔ:}\ k = \frac{1}{2} l$$

der viser, at Modstandspunktet ligger i den halve Længde, og at alle ligebrede Tversnit gjøre samme Modstand. Denne Parabelflade er altsaa den Fladeform, hvori alle Dele bedst benyttes.

Kjender man nu Hastigheden af Vingens Bevægelse ved Spidsen, eller hvorlænge et Nedslag eller Opslag varer, og man tillige kjender Slagvinklens Størrelse, saa kunde man ved Hjælp af det saaledes erholdte Modstandspunkt bestemme Vingehastigheden i k og derved beregne Modstanden. Kaldes Tiden for et Nedslag t og for et Opslag $t_1 = x\, t$; saa er, naar man f. E. kan tælle n Vingenedslag i 1 Secund hos en Fugl, $n\,(t + tx) = 1$ Secund, da den har gjort ligesaamange Opslag i samme Tid, følgelig haves:

Nedslagstiden $t = \frac{1}{n(1+x)}$ og Opslagstiden $t_1 = \frac{x}{n(1+x)}$

Er Opslagstid = Nedslagstid, saa er $x = 1$, og altsaa Tiden for hvert af dem $= \frac{1}{2n}$

Den i denne Tid tilbagelagte Vei af Modstandspunktet er: $\frac{3{,}1416 . m^0}{180} . k = \frac{1}{57} m^0 k$, hvori m^0 betegner Slagvinklen i Grader, og Hastigheden kunde nu let findes ifølge bekjendte Formler, naar man kjendte Vingens Bevægelseslov; men herom senere.

---

§ 3.

Luftmodstanden.

For de Hastigheder, der forekomme ved Fugleflugt, kan den theoretiske Formel $\frac{\gamma}{2g} F v^2$ anvendes, naar der tilføies en for det specielle Tilfælde passende Factor ϱ, der kun kan erfares ved Forsøg. Skeer Bevægelsen høiere oppe i Luften, maa γ særligt udregnes. Regnes med danske Fod og Pund og for Middellufttryk ved Jordoverfladen og 0^0 Temperatur, kan Luftmodstanden med tilstrækkelig Nøiagtighed for et Plan, der i rolig Luft bevæges lodret i retlinet Bane (hvor $\varrho_1 = 1{,}254$), sættes $= {}^1/_{650} F v^2$, og for Luftstrømning lodret mod et ubevæget Plan (hvor $\varrho_{,,} = 1{,}86$) sættes $= {}^1/_{420} F v^2$, idet F er Planets Fladeindhold og v Bevægelseshastigheden. I begge Tilfælde kan regnes, at ${}^2/_3$ af Virkningen hidrører fra Forsiden og ${}^1/_3$ fra Bagsiden af Planet.

Hvad der med Hensyn til foreliggende Gjenstand er af særlig Vigtighed for os at vide, er Luftmodstanden mod

Vingebevægelsen; den her anvendelige Factor ϱ er meget forskjelligt angivet af de forskjellige Experimentatorer. Prechtl*) er den, der fortjener mest Tiltro, fordi han med al mulig Omsigt har taget Hensyn til den herved forekommende forskjellige Hastighed i de forskjeilige Fladeelementer. For et roterende Plan, hvis ene Side, ligesom hos Vingerne, ligger i Omdreiningsaxen, har han fundet $\varrho = 3{,}86$, naar nemlig Hastigheden i Modstandspunktet (see § 1) betragtes som den, hvormed Planet, bevæget retlinet fremad, vilde frembringe samme Modstand, som ved den roterende Bevægelse. Denne Coefficients paafaldende Storhed, der er mere end 3 Gange den almindelig bekjendte 1,254, mener Prechtl at hidrøre fra den Centrifugalbevægelse, de trufne Luftdele faae ved Planets Vinkelbevægelse, og denne Antagelse tør vistnok ogsaa ansees for rigtig. Denne Prechtl's Coefficient synes ikke at være meget kjendt, og controllerende Forsøg existere, saa vidt jeg veed, ikke, rimeligviis fordi der hidtil ikke har været synderlig Brug for dens Anvendelse. Skjøndt jeg heller ikke har havt Leilighed til at anstille disse Forsøg, har jeg dog overbeviist mig ad mathematisk Vei om, at denne Precthls Factor maa være rigtig, men jeg er derved tillige kommet til det Resultat, at det ikke er Coefficienten i Formlen, der skal gjøres større, men Hastigheden v, og det, fordi Luftdelene meddeles en større Hastighed, end Planet selv har, nemlig $v\sqrt{2}$ istedetfor v. Følgelig bliver Modstanden i hvert Fladeelement $2v^2$ istedetfor v^2, hvilket altsaa har Indflydelse paa Modstandspunktets Bestemmelse, og Resultatet er, at det nye Modstandspunkt bliver

*) Gilberts Annalen der Physik, 23. Bind, Side 129—170. Aargang 1806.

$k\sqrt[3]{2} = 1{,}26\,k$ istedetfor k. Modstanden kan derefter beregnes med dette og den bekjendte Coefficient $\varrho_1 = 1{,}254$ samt med Hastigheden $v\sqrt{2}$, som det her har. Med Hensyn til Beregning af Hævevirkning har det kun lidt at betyde, om man regner med Prechtls Coefficient og Modstandspunktet (§ 2) eller med Coefficienten 1,254 og det nye Modstandspunkt. Derimod er det af Vigtighed for Bestemmelsen af Vingestyrken at kjende det nye Modstandspunkts Afstand. For Modstandspunkt k (efter § 2) og $\varrho = 3{,}86$ erholdes Modstanden = nær $\frac{1}{200}\,F\,v^2$.

Den store Luftmodstand ved Vingebevægelsen hidrører aabenbart fra Luftdelenes Centrifugalbevægelse, men denne er dog ikke, som man skulde antage, en Bevægelse af Luften fra Centrum til Spidsen langs ad den forangaaende Side af Planet. I Virkeligheden er der baade en centripetal og centrifugal Bevægelse tilstede, den første langs Forsiden, den sidste langs Bagsiden af det roterende Plan. Luftstrømmen fra Forsiden bøier om ved Centrum og forener sig med Strømningen fra Bagsiden, og Luften forlader derpaa Planet med Hastighed $v\sqrt{2}$ i diagonal Retning mellem en Forlængelse af Radius og Tangenten til Omdreiningsbuen ved Spidsen Fig. 10, hvori c er Omdreiningsaxen, Ad Planets Bevægelsesretning, Pilene betegne Luftstrømmen, Ab Diagonalbevægelsen. Ved Forsøg har jeg overbeviist mig om denne Luftbevægelse og paa et andet Sted (1) nærmere omtalt den.

Gaaer en Luftstrøm med Hastighed v Fig. 9 mod et Plan C B, der danner en Vinkel = i med Bevægelsesretningen efter Pilen, saa sees let af Figuren, at Antallet af de Luftdele, der træffe det lodrette Plan C A, forholde sig til Antallet af dem, der træffe det skraatstillede, som F : F sin.i. Vil man altsaa regne med hele Fladens Indhold F, bliver den skraae Modstand i Bevægelsesretningen $= F v^2 \sin.i$; heraf kommer kun den normalt paa Planet virkende Deel $p_1 = F v^2 \sin.i . \cos.i$ til Nytte, medens den anden Component $F v^2 (\sin.i)^2$ gaaer parallelt Planet og driver Luftmassen i Forhold hertil i denne Retning. Den normale Luftmodstand p_1 kan nu atter decomponeres i en lodret paa Bevægelsesretningen virkende Component $p_2 = F v^2 (\sin.i)^2 \cos.i$ og en i Strømretningen virkende $p_3 = F v^2 (\sin.i)^3$. Det samme Forhold finder Sted ved et skraatstillet Plans retlinede Bevægelse i rolig Luft. Forsøg have viist, at denne theoretisk bestemte Luftmodstand mod Skraaplaner vel er rigtig som Lov, men at den, navnlig for de mindre Vinkler, giver et for lille Resultat, og at man kommer det Rette nærmest ved at antage Vinklen, i, $3^1/_2{}^0$ større, end den i Virkeligkeden er.

Coefficienterne for Legemer af mere sammensatte Former kunne ikke godt bestemmes uden specielle Forsøg. Den for Fuglelegemets Bevægelse i Retning af Fugleaxen er af særlig Vigtighed at kjende. Da der her er sørget for mindst mulig Modstand, kan man tilnærmelsesviis sætte den til imellem 0,1 og 0,05 i Analogi med den, der er fundet for de store Sødampere. Betegner F i dette Tilfælde Fuglens største Gjennemsnit lodret paa Fugleaxen, saa bliver Modstanden i Gjennemsnit $= \frac{1}{10000} F v^2$.

Luftmodstanden mod concave Flader er større, end mod deres Projectionsflade, og er omtrent lig den mod en plan Flade af samme Fladeindhold, som den concave Overflade. For Vinger, der ere concave nedefter, bevirker dette, at Luftmodstanden i Nedslaget er omtrent $^4/_3$ Gange Vingens Projectionsflade. For Opslaget er Forholdet omvendt, da her den concave Side gaaer foran. Opslagsvirkningen bliver af denne Grund omtrent $\frac{4}{3} \div \frac{3}{4} = \frac{7}{12}$, eller nær Halvparten af Nedslagsvirkningen; en nøiagtigere Bestemmelse kan kun opnaaes ved directe Forsøg.

---

§ 4.

Om Vingehastigheden.

Roterer et Plan lodret paa sin Cirkelbane, da er Luftmodstanden under hele Bevægelsen lodret paa Planet. Ved en constant Kraft vil Vingehastigheden, da Luftmodstanden voxer som Qvadratet af Hastigheden, efter en vis Tid ogsaa blive constant. Dette Sidste kan nu ikke indtræffe ved Vingebevægelsen, fordi Vingeslagene ikke vare længe nok, og de hvergang begynde med Hastighed = o. Desuden vide vi ikke, om Muskelkraften under Vingebevægelsen er constant, voxende eller aftagende. Rimeligst er det, at Fuglen er istand til at lade Musklerne virke paa alle 3 Maader. Da man har i sin Magt ogsaa at lade de eventuelle Motorer for Flyvemaskiner arbeide paa hvilken af disse Maader, man finder hensigtsmæssigt, er det nok at vide, hvilken der giver det bedste Resultat.

Vingen kan ikke bibringes en jevn Hastighed hele Slagvinklen igjennem, da Bevægelsen nødvendigviis maa begynde hvert nyt Ned- eller Opslag med Hastighed = o, fordi Bevægelsesretningen da omskiftes til den modsatte. Derimod er det ikke umuligt, at Bevægelsen kun i den først gjennemløbne Deel af Slagvinklen er accelereret, og at derefter Kraften aftager saaledes, at den sidste Deel tilbagelægges med jevn Hastighed. Dog er det ikke rimeligt, at Forholdet er saaledes, thi Kraften maa være altfor uforholdsmæssig stor i Begyndelsen mod senere, naar den fornødne Hævevirkning saa hurtigt skulde tilveiebringes, at denne under den jevne Bevægelse ikke igjen svækkes. Det kan derfor antages for sikkert, at Vingebevægelsen hele Slagvinklen igjennem er accelereret, men dog i det høieste med jevn Acceleration, thi allerede hertil fordres, at Kraften maa voxe i qvadratisk Forhold, da Modstanden voxer i qvadratisk Forhold af Hastigheden, og for at udvikle en saadan Kraft maatte Muskelcontractionen ogsaa skee med jevn Acceleration. Altsaa skulde Musklen, naar et Nedslag varer 1 Secund, og naar den forkorter sig i første $^1/_{20}$ Secund 1 Linie, i sidste $^1/_{20}$ Secund forkorte sig 20 Linier, men saa stor en Forskjel i Contractionen er ikke ret vel mulig. At den kan forkorte sig med aftagende Acceleration er derimod ikke usandsynligt, og anvendes vistnok undtagelsesviis. Det Normale synes dog at maatte være, at Muskelkraften er en constant Kraft. Vingebevægelsen vil da gaae for sig efter de samme Love, som gjælde for Legemers Fald i Luften, og kan beregnes efter de bekjendte Formler herfor.

---

§ 5.
Vingens charakteristiske Egenskaber som Flyveorgan.

Skjøndt Enhver veed, hvorledes en Fuglevinge seer ud, maa jeg dog, forinden jeg gaaer videre, ansee det for hensigtsmæssigt at udpege nogle af dens væsentligste Egenskaber med Hensyn til dens Anvendelse som Flyveorgan.

I sit groveste Grundanlæg bestaaer en Vinge af en stivere leddet Stang, der kun til den ene Side udvider sig i en langt svagere Flade. Stangen aftager i Tykkelse og Styrke fra dens ene Ende, Skulderenden, til den anden, Spidsen, og Fladen ligeledes fra dens Begyndelse, Vingens Forrand, her Stangen, til dens Bagkant. Kun med den tykkere Ende af »Stangen» staaer Vingen i Forbindelse med Fuglelegemet. I den virkelige Vinge er denne Stang ikke lige, men bestaaer af flere, under foranderlige Vinkler sammenføiede Stykker, Overarm o, Forarm n, Mellemhaand m, og første Slagfjeder s, Fig. 12. Disse Dele have i den udstrakte Vinge omtrent den i Figuren angivne Stilling mod hinanden og ere sammenføiede i Led, der tillade mange Variationer af deres indbyrdes Stilling.

Overarmen o har en saadan Retning w v, at Vingefladen derved omtrent deles i 2 ligestore Flader, hvorved undgaaes et ulige Lufttryk, der ellers kunde fordre en for stor Kraftanstrængelse for under Vingebevægelsen at holde Vingefladen i den rette Stilling mod Omdreiningsaxen r s.

Denne stivere Deel af Vingens Skelet ligger, med Undtagelse af Haandleddet t, noget tilbage fra Vingens egentlige Forrand, der dannes af en Huddublicatur u t (Vindfanget), en særskilt lille Vinge, der er anbragt ved t og repræsenterer Tommelfingeren hos Mennesket, og den første Slagfjeder. Den egentlige Vingeflade dannes af elastiske Fjedre, der med Enderne af deres Poser ere heftede ved Siden af hinanden til m, n og o, idet deres Stilke vifteformigt sprede sig, og deres Faner jalousiagtigt ordne sig saaledes, at en sammenhængende Flade erholdes ligefra første Slagfjeder s til Kroppen eller Omdreiningsaxen r s. Paa Undersiden af Vingefladen overdækker Fanen af hver ydre Fjeder en Deel af den paafølgende næst indre Fjeder; paa den opadvendte Vingeside ligger hver indre Fjederfane ovenpaa dens ydre Nabo, som Fig. 13, hvor C er Omdreiningsaxe og A Vingespids. Da Luften under Vingebevægelsen har en (i § 3 omtalt) centripetal Bevægelse paa Vingens forangaaende Side og en centrifugal paa dens efterfølgende, saa sees let, at denne Taglægning bidrager til at forøge Luftmodstanden, fordi den under et Nedslag ingen Hindring lægger iveien for denne Luftbevægelse (som Pilenes Retninger i Figuren vise), der netop er Aarsagen til Luftmodstandens Forøgelse ved Vingebevægelsen. For Opslaget er Taglægningen hindrende for denne Lufstrømning, og hjælper altsaa til at forringe Luftmodstanden. Det er ikke uvigtigt at tage Hensyn til denne tilsyneladende uvæsentlige Omstændighed ved Construction af Vinger for Flyvemaskiner, thi en modsat Taglægning som Fig. 14 vil medføre Ulemper. Alle Fjedrene ere krummede nedefter; herved, i Forening med Vingfangets skraat nedad- og fremadgaaende Retning, faaer Vingen sin udhulede Form nedad; ved Dækfjedre, der ere taglagte i samme Retning som de store Fjedre, er Alt udfyldt og afrundet, saa at Vingen danner en tæt Flade. En Undtagelse heri gjør de yderste Slagfjedre hos de største og bedste Flyvere, idet disse Fjedre have den ydre Deel af deres Faner smallere end den inderste Deel, hvilket, i Forening med at disse Fjedre holdes mere spredte, foraarsager Indskjæringer i den ydre Deel af Vingefladen Fig. 15. Den stærkeste Fjeder er første Slagfjeder, og derfra aftage de i Styrke lige ind til Axen; deres forskjellige Styrke staaer i Forhold til den stigende Luftmodstand i større Afstand. Forøvrigt bidrager den omtalte Taglægningsretning Fig. 13 til, at hver ydre Fjeder styrkes af sin indre Nabo i Nedslaget, og at altsaa alle Fjedrene, selv den inderste Fjeder, bidrager til at gjøre alle ydre liggende stærkere.

Formen af hele Vingefladen er meget nær en halv Parabelflade, og dens Fladeindhold kan herefter beregnes. Naar undtages de egentlige Stormfugle er Vingefladens

Brede = b = nær $^1/_8$ af Vingens Længde l, og dens Fladeindhold bliver da = F = $^2/_3 \cdot b \cdot l = ^2/_3 \cdot ^1/_3\, l \cdot l = ^2/_9\, l^2$, og for begge Vinger haves F = $^4/_9\, l^2$. I den ovenfor anførte spredte Stilling af de yderste Slagfjedre er vel Vingen afveget fra den halve Parabelflade, men fradrages det aabne Rum fra den hele Flade, udkommer det samme, som for Parabelfladen.

Vingerne bevæges saaledes, at hvert Punkt bliver i et Plan lodret paa Fuglens Axe, eller at Vingens Omdreiningsaxe er parallel med Fugleaxen, men Fuglen har i sin Magt, deels at lade hele Vingefladen være noget skraatstillet, deels at stille enkelte Partier af den skraat mod denne vertikale Bevægelse, og derved lade endeel af Luftmodstanden virke fremaddrivende. Ved at stille den ene Vinge til større Fremdrift, end den anden, bevirkes Styring til Siderne, f. Ex. naar den høire Vinge drives stærkere frem, end den venstre, maa Fuglens Flyvebane dreies tilvenstre. I Nedslaget er denne Skraastilling kun ringe, i Opslaget større; men da Opslagsvirkningen i det Hele er meget mindre end Nedslagsvirkningen, blive deres Fremdriftsvirkninger temmelig nær lige store. For Nedslagsvirkningen er den Deel, der tages til Fremdrift, tildeels et Tab i Nyttevirkning, for Opslagsvirkning derimod en Gevinst i Nyttevirkning.

---

§ 6.

Orienterende Overblik.

Forinden jeg gaaer over til at vise, hvorledes de enkelte Virksomheder kunne bestemmes, maa jeg ansee det for hensigtsmæssigt, at foregribe Gangen i den begyndte Fremstilling af Fugleflugten, ved allerede her at give et

Billede af et Stykke Flyvelinie, saaledes, som det, efter min Formening, nødvendigviis maa være i Grundanlæg. Jeg vil derved senere have lettere ved at gjøre mig forstaaelig.

Det vil erindres, som alt tidligere bemærket, at Virkningen af et Vingeslag er dobbelt, saavel for et Nedslag som for et Opslag, nemlig fremdrivende for begge, men tillige hævende for Nedslaget, sænkende for Osplaget. Desuden er Tyngdekraften stadig virksom. De store Fugle kunne ikke hæve sig vertikalt op uden at være i Fart fremad. Der gives herpaa et sikkert Beviis i den Maade, hvorpaa Condoren fanges i Peru. Landbeboerne dersteds udlægge som Lokkemad en dræbt Ko og omgive den i en Radius af c. 15 Skridt med en Kreds af temmelig tæt ved hinanden nedrammede 2—3 Alen høie Stænger. Det varer ikke længe inden Condoren indfinder sig og styrter sig over Byttet, uden i sin Rovbegjerlighed at bemærke Pæleværket. Men nu trænge flere Landmænd ind, bevæbnede med Knipler, og der opstaaer en Kamp, der ikke altid løber af uden Skrammer. Det er aabenbart, at Fuglen vilde være undflyet, hvis den havde kunnet hæve sig nogenlunde vertikalt; men den maa sædvanligviis løbe en 60 Skridt inden den kan hæve sig, og deri forhindres den. Aarsagen til, at den ikke strax kan hæve sig, ligger i, at dens Vingeslag ere langsomme, hvorved opstaaer en lang Faldtid under Opslaget, og altsaa et forholdsviis meget betydeligt Faldrum, fordi dette voxer som Qvadratet af Faldtiden, og Det, Fuglen kunde have hævet sig ved Hjælp af Spring og Nedslag, forslaaer langtfra ikke til at bringe en effectiv Hævning tilveie. Fuglen er sig denne sin Afmagt bevidst, og slaaes hellere, end at prøve paa at flyve op. Har den derimod paa en eller anden Maade forskaffet sig Horizontalfart, saa er dens Legeme ligesom et Kraftmagazin. Thi der er da tidligere ved en eller anden Virksomhed udført et mechanisk Arbeide, for at overvinde Fuglelegemets Træghed og meddele det en vis Hastighed, og dette mechaniske Arbeide er optaget af Fuglelegemet som en saakaldet levende Kraft, hvorved Fuglen bliver istand til at hæve sig endog uden Vingeslag om nødvendigt, naar den kun kan give sig en skraa Retning opad. Det er den samme Lov, der her gjør sig gjældende, som naar en Kugle ricochetterer eller man slaaer Smut paa Vandet, nemlig Loven for Kastebevægelsen. Hvert Vingenedslag er et nyt Kast, og Banen danner under hvert Opslag en Kastecurve. Naar Linien A B fremstiller Jordoverfladen, altsaa en horizontal Linie, og Fuglen tænkes at ankomme i Pilens Retning i Punktet, m, vertikalt over, o, og i Høide, m, over Jorden, med en ved tidligere Vingeslag tilveiebragt Hastighed, saa vilde den i Nedslagstiden ankomme til, b, hvis den ikke udførte noget Nedslag. Ved derimod at udføre Nedslaget kommer den til b_1, gjennemløbende en mod Jorden convex Curve, idet Nedslagets Hævevirkning lidt efter lidt formindsker og mod Slutningen ganske overvinder Tyngdekraftens Indvirkning. I b_1 ankommer Fuglen tillige med en ved Nedslagets Fremdriftsvirkning noget forøget Hastighed, og det med Impuls i Retning af Tangent b_1 c til Curven paa dette Sted og vilde ankomme i c, hvis ingen Tyngdekraft virkede, men da denne virker, ja endog noget forøget ved Opslagets sænkende Virkning, vil den gjennemløbe en mod Jordoverfladen concav Banecurve, og det med endnu nogen Hastighedsforøgelse fra Opslagets Fremdriftsvirkning, hvorfor ogsaa Afstanden mellem b_1 og c_1 er større end mellem a og b_1. Saaledes fortsættes med afvexlende convexe Nedslagscurver N_1 N_2 N_3 . . . . og concave Opslagscurver O_1 O_2 O_3.... og det sees heraf, at Flyvebanen i sin Oprindelse nødvendigviis maa være en

Bølgelinie. Analogien heri med andre Dyrs, og navnlig Menneskets Gang, er værd at lægge Mærke til, hvorfor henvises til § 7 og 8. I Figuren er antaget, at hvert Nedslag har bevirket en ligestor Hævning, og at Hastigheden er voxet for hvert nyt Nedslag og Opslag, saaledes som det ogsaa omtrent vil være Tilfældet, saalænge Luftmodstanden forfra mod Fuglen er mindre, end Nedslagets eller Opslagets Fremdriftskraft. Deraf kommer det, at Bølgerne, som det sees, blive mere og mere langstrakte, og denne Udjevning vil fortsætte sig, indtil en saadan Hastighed er opnaaet, at Luftmodstanden forfra er lig Fremdriftskraften. Fra dette Øieblik af er den største Hastighed, som den antagne Vingebevægelse kan frembringe, naaet, og Bevægelsen er fra nu af jevn. Af de med Jordoverfladen parallele Linier kan sees, at Fuglen stiger efterhaanden som den kommer frem. For at gjøre denne Bølgelinie mere iøinefaldende er den vertikale Stigning i Figuren gjort forholdsviis meget stor imod den horizontale Fart; i det virkelige Forhold, hvori disse ere til hinanden, vil Bølgeformen vanskelig kunne iagttages, saameget mere som Luftmodstanden mod visse Dele af Fuglen, og muligviis Fuglen selv, virker hen til at gjøre Bevægelsen saa retlinet som mulig. Naar en stor Fugl flyver op fra Jorden, altsaa forinden den har faaet betydelig Fart, kan Bølgeformen tydelig sees. Jeg har seet en Stork hæve sig fra Jorden med kun eet Spring, og ved det første Par Vingeslag var dens Flyvebane som a b Fig. 17, hvori A B Jordoverfladen; a d udførtes ved et Spring og et Vingenedslag samtidigt, dernæst sank den saa betydeligt under Opslaget, at den næsten ikke kunde gjøre 2det Vingenedslag. I Almindelighed bruger Storkene flere Spring i Forening med Nedslag for at komme fra Jorden, og det gaaer undertiden saa langsomt med den vertikale Stigning, at Hunde kunne fange dem. En iøinefaldende Bekræftelse paa, at Bølgelinien ligger til Grund for Flyvebanen, gives ofte af visse mindre Fugle, navnlig Spurven, naar de sees skyde gjennem Luften i stærk udpræget Bølgelinie Fig. 18. Hver Bølgedal tilveiebringes ved en 4—5 hurtig paa hinanden følgende fulde Vingeslag (Ned- og Opslag), hvert Bølgebjerg gjennemflyves med fuldstændigt inddragne og til Kroppen lagte Vinger. Vingeslagene begyndes i Overgangen fra Bølgebjerg til Bølgedal og endes i Overgangen fra Bølgedal til Bølgebjerg. Hos disse smaa Fugle bruges i denne Flugt flere hele Vingeslag istedetfor eet Nedslag og fuldstændig Inddragning istedetfor eet Opslag. Forresten flyve disse Fugle ogsaa paa sædvanlig Maade, navnlig naar de ville hurtigere frem, men denne mere retlinede Flugt fordrer en større Muskelanstrengelse, hvorimod Musklerne i den stærkt bølgeformede Flugt hvile, medens Bølgebjerget gjennemflyves.

Ligesom Condoren, see vi ogsaa andre store Fugle at have Fart nødig for at kunne hæve sig, navnlig naar der ikke er Vind, som til en vis Grad kan remplacere Fart. De mindre Fugle med hurtigere Vingeslag kunne hjælpe sig med et eneste Spring. Det synes næsten som om en saadan Hævehjælp er nødvendig for at indlede Flugten, thi der angives, at en vis Svaleart, der kun ufuldkomment med sine meget korte Been kan udføre et saadant Spring, ikke kan flyve op fra ganske jevnt Terrain, men at den først maa søge sig et noget høiere Punkt, som en Steen eller deslige, for derfra at styrte sig ud og vinde Begyndelseshastighed. At Fuglene erholde en stor Hævehjælp ved at være i Fart, vil indsees af følgende Betragtning. Antag at en Fugl, f. Ex. en Ørn, ved at gjøre et Spring, i det Høieste kan hæve sig 3 Fod ved eet Vingenedslag, f. Ex. fra a til b, Fig. 19, og at den bruger $1/2$

Secund for igjen at hæve Vingerne til næste Nedslag, saa vil den i denne Opslagstid falde omtrent 4 Fod, altsaa efter hvert Nedslag komme heelt ned til Jorden og aldrig i virkelig Flugt. Kommer den derimod i Løb til a med en Hastighed af 10 Fod, og den nu gjør sit Spring og Vingeslag, saa vil den gradviis hæve sig de tre Fod samtidigt med, at den føres $^{10}/_{2} = 5$ Fod horizontalt frem, og den vil i Nedslagets sidste Øieblik være i e og det 3 Fod over Jorden ligesom før, men i en opadgaaende Retning efter Tangenten m n, og ifølge Kastebevægelsens Love, vil dens største Stighøide over e under Opslaget være $s = \frac{c^2\,(\sin . i)^2}{2\,g}$. Tangentens Vinkel, i, med Jordoverfladen vil i dette Tilfælde omtrent være 30 Grader; Fuglen vil altsaa stige $s = \frac{100\ .\ ^1/_4}{62{,}5} = 0{,}4$ Fod over de 3 Fod, eller være $3{,}4$ Fod over Jorden, men hvad der er endnu viggere, den vil til at stige disse 0,4 Fod bruge en Tid = $T = \frac{10\ .\ ^1/_2}{31{,}25} = 0{,}16$ Secund, som gaaer fra Opslagstiden 0,5 Secund, og der bliver til Rest en Faldtid = 0,34 Secund tilbage. Heri falder den $15 \cdot 0{,}1156$ Fod = 1,734 Fod, som dragne fra $3{,}4$ Fod viser, at den i dette Tilfælde er 1,666 eller mere end $1^1/_2$ Fod over Jorden i det Øieblik, den med hævede Vinger kan begynde det næste Nedslag.

Efterat Fuglen er blevet fri af Jorden, forøger den ved hvert Vingenedslag og hvert Vingeopslag sin Fart noget, indtil den har naaet den Maximalhastighed, Vingernes Bevægelseshastighed kan drive det til, og nu flyver den med største Lethed, fordi den har saa stor Hastighed, at den, under en lille Stigning eller ringe Tangentvinkel, erholder Stighøide nok og forringer Opslagets Faldtid nok til at holde sig i en horizontal Flyvelinie. De store Fugle vinde paa denne Maade meget:

1) bliver det dem overhovedet kun herved muligt at hæve sig fra Jorden;
2) faae de endeel af Opslagets skadelige Sænkevirkning forvandlet til Nyttevirkning;
3) behøve de kun i Begyndelsen at udvikle en stor Kraft;
4) komme de, hvilket er af stor Vigtighed, meget hurtigt frem;
5) have de, i den af deres Legeme optagne Arbeidsmængde, en Kraft, der stadig staaer til deres Disposition;
6) har denne opsparede Kraft den besynderlige Egenskab, at den ikke taber sig.

Men mere herom senere.

Totalretningen af Flyvebanen (Bølgelinien) kan efter Omstændighederne være mere eller mindre stigende, ja endog faldende, naar nemlig Fuglen anvender sjeldnere, og mere fremdrivende end hævende, Vingeslag.

---

§ 7.

Le point d'appui — Løftecentret.

Tænker man sig et Plan lagt igjennem en Fugls Skulderpunkter lodret paa Delingsplanet eller Fuglens Længdeaxe, erholder man et Gjennemsnit, hvori den store Brystmuskels Virkning til Vingens Bevægelse bedst kan paavises. Endeel af Fig. 20 giver et skematisk Billede af det Væsentlige i et saadant Gjennemsnit. c c ere Skulderpunkterne, c f Vingerne, a Brystmusklens Fastheftning til Vingen, b dens Fastheftning til Brystbenet, m Modstandspunktet. Foruden disse Dele, hvoraf sees, at Brystmusklen hos Fuglen trækker nedad, er Rammen, der forestiller Gjennemsnittet af Skroget, forøget foroven, og Vingerne forlængede til a_1. Mellem a_1 og b_1 ere anbragte 2 Elastiker, der tænkes at virke med samme Kraft, som Brystmusklerne, men opefter, og med samme Vægtstang, idet $a_1 c = a c$. Disse Elastiker ville da gjøre samme Virkning med Hensyn til Vingebevægelsen, som de borttænkte Brystmuskler, da de statiske Momenter ere lige store, og de virke i samme Retning med Hensyn til Omdreining. Resultatet er iøvrigt nøiagtigt det samme, i hvilket Punkt af Cirklen a g a_1 h Kraften virker, naar kun Omdreiningen skeer i samme Retning. Ved Constructionen af Flyvemaskiner behøver man altsaa ikke heri at holde sig strengt til Det, Naturen viser. Ovenstaaende er kun anført for til Lettelse i Fremstillingen at kunne anvende Fig. 21, hvori Betegnelserne og deres Betydninger, ere de samme. Da en Vægt holdes svævende, naar den modtager et Tryk, vertikalt opad, lig Vægten, kan man let forledes til at antage, at dette, lig Fuglens Vægt, nødvendige Tryk for at holde den svævende, maa frembringes som Luftmodstand i de 2 Modstandspunkter, at altsaa i hvert m, Fig. 21, maa være et vertikalt Tryk opad $= {}^1/_2$ G. Men denne Antagelse strider mod Betingelsen for Luftmodstand, som ufravigelig fordrer, at Vingen bevæges, og det hele Vingen, thi ellers vilde Modstandspunktet faae en anden Afstand. Er nemlig Modstanden i hvert Modstandspunkt $= {}^1/_2$ G, vil Vingebevægelsen dermed stoppe paa dette Sted, og vi bør ogsaa stoppe, da vi ere paa Grændsen af et imaginairt Gebet. Et ganske andet Resultat erholdes, naar vi undersøge de virkende Kræfters statiske Momenter med Hensyn til Skulderpunkterne.

Sættes den Afstand, hvori Kraften $^1/_2$ P, ɔ: Elastiken, virker opad, eller $a_1 c = 1$, saa er dens statiske Moment

$= \frac{1}{2}$ P, thi i hvert a_1 virker det Halve af den Kraft, Fuglen behøver for at flyve. Sættes endvidere den Afstand, hvori Modstanden virker opad, ɔ: Modstandspunktets Afstand = c m = k, og Modstanden selv $\frac{1}{2}$ M, saa vil denne i Afstand = 1 = c a, eller i Punktet a virke opad med Kraften = $\frac{1}{2}$ k M. Er nu Vingens Hastighed jevn, saa ere disse statiske Momenter stadigt ligestore

$$ɔ: \frac{1}{2} P = \frac{1}{2} k M$$

ɔ: de opadvirkende Kræfter for hvert Skulderpunkt eller for hver Vinge = P og Summen af begge = 2 P.

De nedad virkende Kræfter ere Redskabets eller Fuglens Vægt = G og den Kraft, hvormed Elastikerne virke med deres anden Ende neddragende paa Rammen, og som gjennem denne forplanter sig til Punkterne c c. Denne Kraft er lig den, hvormed de drage a_1 a_1 opad, altsaa begge = P.

Summen af de neddragende Kræfter er altsaa

$$= P + G.$$

For den svævende Tilstand, eller for Ligevægtstilfælde maa disse 2 Summer være ligestore, altsaa

$$2 P = P + G$$

$$ɔ: \quad P = G.$$

Det vertikale Tryk i Modstandspunktet er altsaa kun

$$M = \frac{G}{k}$$

ɔ: Vægten G er lige saa mange Gange større, end Trykket i Modstandspunktet, som dettes Afstand fra c er større end Kraftens (P) Afstand fra c. Ligger Kraftens Angrebspunkt a Fig. 20, i, c f, som Tilfældet er ved Fuglenes Muskler, udkommer aldeles samme Resultat, thi man har ogsaa her

$$\frac{1}{2} P = \frac{1}{2} k M,$$

men da de virke i modsat Retning i samme Punkt a, ophæve de hinandens Virkning, og der bliver nu tilbage som hævende Kraft Virkningen fra Musklens anden Ende b, som for hver Side er $= \frac{1}{2}$ P, og som neddragende Kraft G, altsaa ogsaa her

$$P = G.$$

Ved le point d'appui, Løftecentret, forstaaes det Punkt (eller de 2 Punkter), som, medens Vingebevægelsen varer, beholder sit Sted i Rummet, og altsaa er et fast Punkt, ɔ: Understøttelsespunkt for Vingens Virkning, analog med en Vægtstang. For omtalte Ligevægtstilfælde laa det i Skulderpunkterne. Det ligger altid et Sted i Vingen c k, eller dens Forlængelse i Retning c a_1, og vil for P, større end G, ligge et Sted udenfor c mellem c og k, og for P, mindre end G, et Sted i Vingens Forlængelse i Retning c a_1. Dette vil tydeligere fremgaae ved Betragtning af Fig. 22, hvori A_1, A_2, A_3 og A_4 betegne de charakteristiske herved forekommende Tilfælde, c_1, c_2, c_3 . . . betegne Skulderpunkterne, d_1, d_2, d_3 . . . Modstandspunktets Sted efter et Vingenedslag. A_1 betegne Fuglen med Vingerne (c f) i høieste Stilling til at begynde et Nedslag, og c f_1 Vingernes Stilling efter at et Nedslag gjennem Slagvinklen d er tilendebragt, saa vil Fuglen i Forhold til Kraften, enten blive paa Stedet ɔ: naar P = G, eller først hæve sig saalænge Nedslagsvirkningen varer f. Ex. til A_2, og derpaa ved den erholdte Impuls endnu et Stykke f. Ex. til A_3, ɔ: naar P større end G, eller synke med forsinket Acceleration f. Ex. til A_4 ɔ: naar P mindre end G.

I disse forskjellige Stillinger skal Vinklen være tilbagelagt af Vingen, og altsaa maa Vingestillingen i Nedslagets Endeøieblik være parallel med sig selv ɔ: c_2 d_2 og c_4 d_4 parallel med c_1 d_1. I Stillingen A_3 kan Vingen ikke have denne parallelle Stilling, fordi Stigningen fra A_2 til A_3 er en Eftervirkning af Nedslaget, og altsaa Vingen, inden Fuglen kommer til A_3, har udført en Deel af Opslaget.

A_5 betegner det umulige Tilfælde, som kan tænkes vilde indtræffe, naar Understøttelsen i hvert Modstandspunkt d var lig $\frac{1}{2}$ G. Fuglen vilde da hæve sig fra A_1 til A_5, men da herved, som sagt, Vingebevægelsen i d gaaer ganske tabt, udgaaer dette Tilfælde af de Virkeliges Række.

Hævningen til A_2, der i Tegningen for Tydeligheds Skyld er fremstillet meget større end den i Virkeligheden vil være for den sædvanlige Kraftanstrengelse Fuglen kan udøve, viser, at Løftecentret l er rykket ind mod c, at altsaa en Deel af den indre Vingeflade fra c_2 til l, under Stigningen vil virke til Sænkning, medens det hævende Vingeparti formindskes. Af denne Grund kan en directe betydelig Hævning kun skee ved en uforholdsmæssig stor Kraftanstrengelse. Vigtigere, end denne ringe Hævning, er dens Fortsættelse fra A_2 til A_3, da den foregaaer under Opslaget.

Er P mindre end G, saa forringes kun Fuglens Faldhastighed, og den synker til A_4, men ikke destomindre existerer der faste Punkter, som kunne betragtes som Løftecentre, nemlig for høire Vinge i l_2, for venstre i l_3.

Trykket i hvert Løftecentrum opad er altid $= \frac{1}{2}$ G. Den hævende Kraft er lig det statiske Moment for Lufttrykket i Modstandspunktet. Det samme Tryk vilde man modtage i Haanden, ved at bevæge en Vægt, lig Fuglens, op eller ned med samme Acceleration, som den, Fuglen faaer ved Kraften. Det vil senere blive viist, at dette Tryk kan bestemmes tilnærmelsesviis, som et constant, vertikalt Middeltryk, der ved at virke eens hele Slagtiden igjennem, frembringer samme Resultat med Hensyn til Hævning, som den virkelige under Vingeslaget variable Luftmodstand.

Kaldes dette Tryk P erholdes den resulterende Acceleration p ifølge en bekjendt Formel

$$p = \frac{P-G}{G}.g,$$

og herved atter Fuglens Bevægelseshastighed i vertikal Retning i Nedslagets Endeøieblik, naar Nedslagstid = t,

$$v = pt = \frac{P-G}{G} g\ t,$$

og Stigningen i denne Tid = $s = \frac{p}{2} t^2 = \frac{P-G}{G} \cdot \frac{g}{2} t^2$

Endvidere Stigningen efter Nedslagets Ophør

$$= s_1 = \frac{v^2}{2g} g, \text{ og Tiden hertil} = t_1 = \frac{v}{g}$$

Der kunde vel findes en Formel til Bestemmelse af Afstanden, hvori Løftecentret ligger fra Skulderpunktet, men da Kjendskab hertil ikke er af synderlig Vigtighed, gaaes ikke nøiere ind derpaa; det Væsentlige er i dette Tilfælde kun at vide hvorledes Hævningen opstaaer.

Følgen af, at Løftecentret saaledes, ved at rykke ud mod Modstandspunktet, forringer Vingeslagenes Virkning, bliver, at Fuglene have stor Besværlighed med at hæve sig vertikalt med vertikalt holdt Axe, og da de i Farten fremad meget lettere kunne hæve sig, seer man ogsaa kun yderst sjeldent, og aldrig ved store Fugle, at de hæve sig uden tillige at have Fremfart.

---

§ 8.

Et Par vigtige Egenskaber ved Kastebevægelsen med Hensyn til Fugleflugt.

Betegner r s, i Fig. 23, Horizontalplanet, og r a s Kastelinien, saa vil et Legeme, som begynder Banen med

Hastighed, c, vel tabe i Hastighed ved at stige til største Kastehøide a, men dette Tab erstattes atter ved Faldet gjennem den nedadgaaende Gren as, saa at Hastigheden i Punktet s atter er lig c. Af denne Grund taber Fuglelegemet ikke i saakaldet »levende» Kraft; thi, hvad der heraf vilde gaae tabt ved Luftmodstand, erstattes ved Fremdriftskraften fra Vingeslagene. Den levende Kraft, Fuglen successivt erhverver sig ved forøget Fart, er altsaa under hele Flugten som et usvækket Kraftmagasin. Kastetiden, eller den Tid, hvori Kastelinien gjennemløbes, er uafhængig af α og c for samme Kastehøide. Vil Fuglen altsaa vinde i Tid, f. Ex. Stigtid under Opslag, maa den stræbe efter en større Kastehøide b d, og det ved at give sig en større Stigvinkel α.

Ved et større c opnaaes en større Kastelængde og en Forøgelse i Kastetid med Formindskelse i Kastehøide, naar Kastevinkel α bliver uforandret. Dette er af stor Vigtighed for de store Fugle.

§ 9.

Om Beregning af Vingeslags-Virkningen.

Reen Vertikalhævning uden Fremdrift og med horizontal Krop forekommer kun hos enkelte smaae Fugle, som i Lærkens vertikale langsomme Stigen, naar den qviddrende holder sig høit oppe i Luften over sin Rede. Skjøndt den nu aldrig findes hos store Fugle, er det dog nødvendigt noget nærmere at undersøge Vingevirkningen herved, fordi det er den simpleste, og den tillige for en Deel gjør sig gjældende i de mere sammensatte Vingevirkninger. Vingeslagene ere Vinkelbevægelser. Dreier Planet C A Fig. 5 sig om C i Retning af Pilen, saa virker den derved frembragte Luftmodstand i hvert Punkt normalt paa Fladen. Men denne normale Retning gjør en desto større Vinkel med Vingens Vertikalvirkning, jo mere Planets Yderende er hævet over eller sænket under Delingsplanet C B. Da Vertikalvirkningen nu alene kommer til Nytte i Nedslaget, NB. under den antagne Vingefladestilling lodret paa Vingebevægelsen, saa sees let, at kun en Deel af den normale Modstand kommer til Nytte for Hævning, og at Vertikalvirkningen kun er lig Normalvirkningen i det Øieblik, Planet passerer Delingsplanet. Har Vingen bevæget sig til C E, og den normale Modstand i Modstandspunktet m, betegnes ved R = Længden af Linien r m_1, lodret paa C E, saa er den tilsvarende Vertikalvirkning = o m, lodret paa Horizontalplanet C B. Men Vinklen r m_1 o er lig Vinklen α, altsaa forholder Vertikalvirkningen sig til Normalvirkningen som 1 : cos . α, ɔ: lig R. cos. α. For Opslaget er Forholdet det samme, kun at R.cos . α gaaer i Retning vertikalt nedefter og altsaa forstærker Tyngdekraften. Den anden Component af Normalvirkningen, r o = R.sin . α., har Horizontalretning eller er lodret paa Vertikalplanet a b gjennem Fugleaxen, Fig. 11, og er ligestor for hver Vinge i deres samtidige Stillinger, men Virkningen fra høire Vinge er modsat den fra venstre, hvorfor denne Deel af Normalvirkningen annulleres og bliver uden Indflydelse paa Flyvningen. De tilføiede Piles Stilling vise Retningerne af disse Horizontalvirkninger under et Nedslag. Under et Opslag ere Retningerne de modsatte.

Forskjellige Omstændigheder, som tidligere tildeels ere anførte, bidrage til, at den rene Opslagsvirkning er betydelig mindre, end den tilsvarende Nedslagsvirkning.

Det nøiagtige Forhold mellem disse 2 Virkninger kan kun bestemmes ved direkte Forsøg med virkelige Vinger.

Tilnærmelsesviis kan det antages, at Opslagsvirkningen, naar Opslaget skeer med fuld udstrakt Vinge, er $^1/_6$ af Nedslagsvirkningen. Vingens hvælvede Overflade er Hovedaarsagen hertil, og den nedstemmer, som tidligere bemærket, directe Virkningen til $^7/_{12}$ af Nedslagets, samt desforuden ogsaa indirecte, idet den forringer den centripetalcentrifugale Luftbevægelse, som finder Sted i Nedslaget og hvorved Coefficienten 3,86 opstaaer. Coefficienten for Luftmodstand i Opslaget kan derfor kun sættes til 1,254, eller til $^1/_3$ af den for Nedslaget. Derved bliver Opslagsvirkningen $= {^7/_{12}} \cdot {^1/_3} = {^9/_{36}}$ af Nedslagets. Tages endvidere Hensyn til den Fordeel Nedslaget faaer ved Vingens og Fjedrenes Elasticitet, og som ikke er tilstede for Opslaget, og at der er endnu lidt mere, som virker til Gunst for Nedslaget, saa kan man med temmelig Sikkerhed antage, at Opslagsvirkningen i det høieste er $^1/_6$ af Nedslagsvirkningen. Bruges Inddragning, bliver den betydelig mindre. Forresten vil lidt mere eller mindre ei have stor Betydning, fordi Flyvningen, af andre alt anførte Grunde, for store Fugle behøver en vis Fart fremad, for at blive mulig, hvorved Opslaget skeer med temmelig skraatstillet Vinge, der fordrer, at en anden Beregningsmaade anvendes. Jeg gaaer derfor over til at betragte Virkningen, naar Hævning skeer samtidigt med Fremdrift.

Hertil er det nødvendigt at Vingefladen eller Dele deraf staae skraat under Vingeslaget, som f. Ex. c a i Fig. 24. I, der fremstiller Vingen c a, i det Øieblik, dens Forrand passerer Delingsplanet r s. Vingens Heldning mod dens Bevægelsesretning viser sig altsaa her i Vinklen a c b = i, og samme Heldning har den under hele Vingeslaget. I Fig. 24 II, som forestiller Fuglen seet forfra, viser Forranden sig da som Linien c d og Bagranden som e b. Denne Bevægelse med skraa Vingeflade kan for Tydeligheds Skyld fremstilles som i Fig. 25, ved et Skraaplan c a, der, parallelt med sig selv, bevæges fra c a til c_1 a_1. Naar dette skeer med samme Hastighed, som Modstandspunktet har under Vingens Vinkelbevægelse, er Luftmodstanden mod hele Fladen den samme, som under Vinkelbevægelsen.

For at simplificere Udtrykkene betegnes for Fremtiden den normale Modstand mod et Plan eller en Vinge, der bevæges lodret paa Bevægelsesretningen, som den primaire Normalmodstand = $\mathfrak{N}_1$, derimod den normale Modstand mod Planet, naar det bevæges under en Vinkel, i, mod Bevægelsesretningen som den secondaire Normalmodstand = $\mathfrak{N}_2$ = $\mathfrak{N}_1 (\sin.i)^2$. Endvidere ved $\mathfrak{V}$ den vertikale Nyttevirkning af et Nedslag = $^5/_6$ $\mathfrak{W}$, eller $^5/_6$ af Summen af Virkningerne i Vingernes Bevægelsesplan, samt ved $\mathfrak{H}$ den horizontale Fremdriftskraft; denne lider intet Tab ved Vingens Vinkelbevægelse, ligesom $\mathfrak{W}$, hvorfor Tabet er, som anført, omtrent $^1/_6$, naar Slagvinklen er 90^0, der er den største, store Fugle anvende.

Ved Beregninger med Hensyn til Flyvemaskiner kan $\mathfrak{V}$ og $\mathfrak{H}$ angives tilnærmelsesviis og tilstrækkeligt nøiagtigt, som constante Tryk for den Tid, et Nedslag eller Opslag varer, thi man har her i sin Magt at lade Motoren arbeide saaledes, at en Virkning opnaaes, der svarer til de antagne Tryk. En nøiagtig Bestemmelse vilde medføre vidtløftige Beregninger og desuden i praktisk Henseende være et ørkesløst Arbeide.

Som tidligere bemærket kan Opslagets sænkende Vertikalvirkning sættes til $^1/_6$ $\mathfrak{V}$, men det var under Forudsætning af, at Vingefladen var lodret paa dens Bevægelsesbane; denne lodrette Vingestilling finder nu aldrig Sted for de store Fugle; imidlertid vilde Forholdet omtrent blive det samme, naar Vingens Skraastilling i Opslaget var under samme Vinkel, som i Nedslaget; men dette er ikke Tilfældet. I Opslaget er Skraastillingen langt større, tildeels som en Følge af de nedadbøiede Fjedre, men ogsaa fordi derved opnaaes en større Nyttevirkning, da baade Opslagets skadelige Virkning forringes og et større $\mathfrak{H}$ tilveiebringes. Det tør med største Sandsynlighed forudsættes, at $\mathfrak{H}$ er lige stor for Opslag og Nedslag, fordi dette giver det fordeelagtigste Resultat, og Naturen altid stræber efter at undgaae Kraftspilde. Vinklen, i, eller Vingefladens Heldning under Opslaget, bliver da saa stor, at den vertikale Opslagsvirkning $\mathfrak{B}$ saagodtsom kan oversees, og det saameget mere, som vi regne Nedslagsvirkningen med Coefficient $\varrho = 3{,}86$, der gjelder for et Plan, men for Vingeformen sandsynligviis er noget større.

Naar $\mathfrak{H}$ = Luftmodstanden forfra, saa har Horizontalhastigheden = v naaet sin Maximumsværdi, og Bevægelsen er nu jevn. Luftmodstanden forfra er = $\frac{\varrho_1 \gamma}{2g} F_1 v^2$, og $\mathfrak{H} = \frac{\varrho \gamma}{2g} F\ C^2 (\sin.i)^2 \cos i$. I Analogi med de store Sødampere (confr. Side 24) er for dette Tilfælde $\varrho_1 = 0{,}1$ til $0{,}05$, altsaa med et Middeltal $\varrho_1 = 0{,}075$; F_1 er største Vertikalgjennemsnit. Hos de store Fugle er største Kropdiameter = $^1/_4$ til $^1/_5$ af Vingelængden l, og da Gjennemsnittet meget nær er en Cirkel, haves Kroptversnittet med et Middeltal = $\frac{3{,}14}{81} l^2 = \frac{1}{27} l^2$. Det vertikale Vingegjennemsnit er meget nær en Triangel af Høide = Vingelængde og Grundlinie lig Vingens største Tykkelse = $^1/_5\, b = {}^1/_5 \cdot {}^1/_3\, l$, altsaa begge Vingers Tversnit tilsammen = $^1/_{15}\, l^2$, og følgelig

$$F_1 = (^1/_{27} + {}^1/_{15})\, l^2 = {}^1/_9\, l^2$$

For Nedslaget er i Udtrykket for $\mathfrak{H}$ Coefficienten ϱ

$= 3,86$. F er her begge Vingefladernes Indhold $= {}^4/_9\, l^2$. Ligningen for Maximalhastighed bliver altsaa nu

$$\frac{0,075\,\gamma}{2\,g} \, . \, {}^1/_9\, l^2\, v^2 = \frac{3,86\,.\,\gamma}{2\,g} \, . \, {}^4/_9\, l^2\;\; C^2\,(\sin.i)^2\,\cos.i$$

$$\text{eller } 0,075\, v^2 = 3,86\,.\,4\;C^2\,(\sin.i)^2\,\cos.i,$$

hvoraf sees, at Lufttætheden, γ, ingen Indflydelse har paa Fremfartshastigheden, thi i samme Forhold som Modstanden forandrer sig paa Grund af γ, forandrer ogsaa den fremdrivende Kraft sig. Uagtet Vingelængden l ogsaa udgaaer af Ligningen, er v dog afhængig af l, fordi C voxer med Modstandspunktets Afstand, altsaa ogsaa med l.

Denne sidste Ligning giver nu

$$v^2 = 206\;C^2\,(\sin.i)^2\,\cos.i.$$

For Nedslaget maa Vinklen, i, omtrent kunne sættes til 84^0, der giver $(\sin.i)^2 \cos.i = 0,1033$

og man har altsaa $v^2 = 21\;C^2$

$$\text{ɔ: } v = 4,5\;C$$

C er den Middelhastighed, man kar fundet for Modstandspunktet. Denne vil som Maximum f. Ex. for en Ørn, omtrent være 18 Fod, og denne Fugl kan da i det Høieste flyve med en Hastighed $= v = 81$ Fod, hvorved den vil tilbagelægge $12^1/_7$ Miil i Timen. Ved directe Iagttagelser har man med Sikkerhed fundet, at Ørnen kan tilbagelægge over 11 Miil i Timen; en anden mindre sikker Angivelse siger endog 14 Miil. Heraf sees, at Regningen temmelig nøie stemmer overeens med Iagttagelsen.

Forøvrigt giver denne Fremstilling kun et omtrentligt Resultat; en nøiagtig Bestemmelse vilde blive meget vidtløftig og være saagodtsom umulig, og iøvrigt ikke til synderlig stor Nytte.

For alle gode Flyvere ville Kropbygning og Dimensioner meget nær forholde sig saaledes, at samme Resultat udkommer med Hensyn til Fremfart, eller for alle kan antages, at den største opnaaelige Fremfartshastighed er = $v = 4{,}5\ C$, og man vil ligeledes have i sin Magt at anvende samme Form for Flyvemaskiner, saa at denne Ligning ogsaa for dem kan ansees for gyldig.

Naar en Kugle har dobbelt saa stor en Diameter som en anden Kugle, saa er dens Overflade 4 Gange, og dens Indhold 8 Gange saa stort, som den andens, og det samme er Tilfældet med alle ligedannede Legemer, ɔ: naar eensdannede Legemer blive større, og en Længdedimension bliver m Gange større, bliver hvilkensomhelst anden Længdedimension ogsaa m Gange større, enhver Overflade m^2, og ethvert Indhold m^3 Gange større, end de tilsvarende i det oprindelige Legeme. Det samme er Tilfældet hos Fuglene, forsaavidt de kunne betragtes som eensdannede, og det kunne de Fugle, der omtrent ere henviste til samme Virksomhed med Hensyn til Søgen af Næring osv. Da nu ogsaa Substantsen i deres Legemer kan ansees for eensartet, og altsaa Vægten maa forholde sig som Indholdet, saa kan man slutte, at f. Ex. den Fugl, der har m Gange saa lang Vinge, som en anden af samme Art, maa veie m^3 Gange saa meget, og dette findes ogsaa bekræftet ved directe Undersøgelse. Steenørnen veier 7 Pund og dens Vinge er omtrent 3 Fod lang. Den graa Grib har en 4,2 Fods lang Vinge. Proportionen bliver altsaa

$$7 : x = 3^3 : 42^3 = 27 : 74$$

$$ɔ:\ x = \frac{7 \,.\, 74}{27} = 19{,}2 \text{ Pund},$$

som stemmer saa nær med den graa Gribs virkelige Vægt, 20 Pund, at man kan antage Proportionen for rigtig, især naar der tages Hensyn til, at der dog er nogen Forskjel i disse 2 Fugles Leveviis, som fordrer en lidt forandret Vinge- eller Kropdannelse. Svanen, hvis Leveviis er meget forskjellig fra de Nævntes, er en af de tungeste Fugle i

Forhold til dens Vingelængde. Den veier 18 Pund, og dens Vinge er 3,1 Fod lang, eller meget nær lig Steenørnens. Søges nu Gaasens Vægt ved Svanens Vægt og Vingelængde, saa haves, da Gaasens Vingelængde er 2,33 Fod

$$18 : x = 3{,}1^3 : 2{,}33^3 = 29{,}8 : 12{,}6$$

$$\text{ɔ}: x = \frac{18 \cdot 12{,}6}{29{,}8} = \frac{226{,}8}{29{,}3} = 7{,}6 \text{ Pund}$$

som meget nær vil være rigtigt.

For nu at benytte denne Kjendsgjerning til Bestemmelse af Vingestørrelse eller Bæreevne ved Flyvemaskiner, vil man vistnok gjøre rettest i at gaae ud fra en Mellemstørrelse mellem disse 2 Extremer, Steenørnen og Svanen, f. Ex. Duen, der veier $^1/_2$ Pund og har en 1 Fod lang Vinge.

Bestemmes herefter, hvad en Flyvemaskine med 18 Fods lange Vinger kan bære, da haves

$$^1/_2 : x = 1^3 : 18^3 = 1 : 5832$$

$$\text{altsaa } x = 2916 \text{ Pund.}$$

Med Steenørnen regnet som Udgangspunkt vilde denne Flyvemaskine kunne bære $\frac{7 \,.\, 5832}{27} = 1512$ Pund, og regnes med Svanen erholdes $\frac{18 \,.\, 5832}{29{,}8} = 3517$ Pund.

Uafhængig af dette Forhold mellem Vingelængde og Vægt, synes talrige Observationer at vise hen til en almindelig Lov for flyvende Skabninger, nemlig, at der behøves forholdsviis større Vingeflader i Forhold til Vægt, jo mindre Dyret er. Der kan altsaa ikke gjøres den Indvending mod Anvendelsen af ovenanførte Proportion, at Resultatet ikke er at stole paa, fordi man regner fra det Mindre til det Større; Resultatet skulde tvertimod være noget større end Proportionen giver.

Da nu Vingefladen kun voxer i qvadratisk Forhold af Vingelængde, medens Hæveevnen voxer i cubisk Forhold, saa maa nødvendigviis Hastigheden i Modstandspunktet voxe, da ellers ikke den nødvendige Luftmodstand kan komme tilveie. Som ovenfor anført veier Duen $^1/_2$ Pund og har en Vingelængde af 1 Fod samt en Vingeoverflade af circa $^1/_2$ Qvadratfod. En Fugl med dobbelt saa lang Vinge, skal ifølge det Foregaaende veie $= {}^1/_2 \cdot 2^3 = 4$ Pund; men dens Vingeflade er kun $^1/_2 \cdot 2^2 = 2$ Qvadratfod. Med samme Bevægelseshastighed i Modstandspunkterne vilde ved denne Vingeflade af 2 Qvadratfod kun kunne hæves 2 Pund; for at hæve de 4 Pund er det altsaa nødvendigt, at Vingen maa bevæges hurtigere. For nu at finde, i hvilket Forhold Hastigheden C voxer med Vingelængde l, eller, hvilket er det samme, med Modstandspunktets Afstand m, veed man, at Luftmodstanden FC^2 for en Fugl med Modstandspunktets Afstand $= 1$ forholder sig til Luftmodstanden $F_1 C_1^2$ for en Fugl med Modstandspunktet $=$ m, som Vægten G til Vægten G_1;

men $F : F_1 = l^2 : l_1^2$
og da $l_1 = m\,l$
haves $F : F_1 = l^2 : m^2 l^2$, ɔ: $F_1 = \dfrac{F m^2 l^2}{l^2} = m^2 F$
som indsat for F_1 i Proportionen

$$F C^2 : F_1 C_1^2 = G : G_1$$

giver $\qquad C^2 ; m^2 C_1^2 = G : G_1;$
men man har ogsaa $l^3 : l_1^3 = k^3 : k_1^3 = G ; G_1$
eller da $k_1 = m\,k$, $1 : m^3 = G : G_1$,
altsaa forholder $C^2 : m^2 C_1^2 = 1 : m^3$ ɔ: $C_1^2 = \dfrac{m^3 C^2}{m^2}$

$$\text{altsaa } C_1 = C \sqrt{m}$$

Dette Resultat viser, at Hastigheden i Modstandspunktet maa voxe som Qvadvatroden af det Antal Gange Vingelængden er større, end den Vinges Længde, hvormed Sammenligningen skeer.

Med denne Kundskab i Forbindelse med at v, eller Farten, voxer som C, som ovenfor viist, kan nu findes den jevne Maximalhastighed, en Flyvemaskine sandsynligviis vil kunne bringe det til, f. Ex. en med 18 Fods lange Vinger. En Steenørn har 3 Fod lange Vinger og tilbagelægger $12^1/_7$ Miil i Timen, naar dens Vingehastighed er 18 Fod. For Flyvemaskinen er altsaa her $m = 6$, hvoraf Qvadratroden er 2,45, og den kan altsaa ventes at tilbagelægge $12^1/_7 \cdot 2{,}45 = 29^3/_4$ Miil i Timen, NB., hvis den kan gives en ligesaa fordeelagtig Bygning, som Ørnen; men det er ikke usandsynligt, at dette meget nær kan naaes.

Forbliver Slagvinklen uforandret, kan af $C_1 = C\sqrt{m}$ bestemmes Tiden t for et Vingenedslag,

$$\text{thi } t = \frac{\text{Rum}}{\text{Hastighed}} = \frac{k}{C} \text{ ɔ: } = \frac{1}{C} \text{ for Grundfuglen,}$$

$$\text{altsaa } t_1 = \frac{m}{C\sqrt{m}} = \frac{\sqrt{m}}{C} = \sqrt{m} \cdot \frac{1}{C}$$

Tiden voxer altsaa for uforandret Slagvinkel i samme Forhold som Hastigheden, ɔ: som $\sqrt{m}$.

Dog giver denne Beregning kun et tilnærmelsesviis rigtigt Resultat.

---

§ 10.

Om den nødvendige Kraft til Flyvning.

Det er tidligere omtalt, at Vingebevægelsen er accelereret. For Beregningen af den nødvendige Kraft vil det være nemmest, at antage denne Bevægelse for jevnt voxende, og det saameget mere, som man ved Flyvemaskiner kan lade Motoren arbeide saaledes, at dette opnaaes.

I § 9 er viist, at Vertikalvirkningen af et Vingenedslag er R cos. x. (Fig. 5). Den samlede Virkning af disse med Vinklen, x, variable Vertikalmodstande hele Slagvinklen (p + q) igjennem udgjør hele Hævevirkningen.

Har Planet C A (Fig. 5) bevæget sig fra A til E, saa være den herved frembragte normale Lodstand = R, og det til Modstandspunktet m_1 reducerede vertikale Tryk opad = o m_1 = Q. Bevæger Planet sig endnu et Stykke = δx, eller Punktet m_1 det uendelig lille Stykke d y videre, saa er denne Elementarvirkning

$$d\,W = -\,Q\,\delta\,y,$$

fordi y aftager, naar W voxer. Er Afstanden af m_1 fra Omdreiningsaxen = k, haves

$$y = k\ \sin.\,x$$
$$d\,y = k\ \cos.\,x\,\delta\,x$$
$$Q = R\ \cos.x$$

Er endvidere Hastigheden i Punktet m_1 = v, og F Planets eller Vingens Flade, saa haves

$$R = \frac{\varrho\,\gamma}{2\,g}\,F\,v^2 = {}^1/_{200}\ F\,v^2\ (\text{confr. § 3})$$

Da Hastigheden v er en Function af Vinklen x, og da C betegner den i sidste Øieblik ved Accelerationen gjennem Slagvinklen opnaaede Endehastighed i Stilling C D, saa haves, idet Hastighedernes Kvadrater forholde sig som de gjennemløbne Rum

$$v^2 : C^2 = p{-}x : p + q$$

$$\text{ɔ:}\quad v^2 = C^2\,\frac{p-x}{p+q}$$

altsaa $R = \frac{\varrho \gamma}{2g} F C^2 \frac{p-x}{p+q}$

og indsættes nu disse Værdier i Ligningen $\delta W = \div Q \delta y$ haves

$$\delta . W = \div \frac{\varrho \gamma}{2g} \frac{F k C^2}{(p+q)} (p=x) (\cos.x)^2 \delta x$$

Og integreres denne Ligning paa Grund af $\div Q \delta y$ mellem Grændserne $x = \div q$ og $x = + p$, erholdes

$$W = \frac{\varrho \gamma}{2g} \frac{F C^2 k}{(p \div q)} \int_{\div q}^{+p} (p \div x) (\cos.x)^2 \delta . x$$

W er Virkningen af hele Nedslaget ɔ: er Summen af alle de elementaire statiske Momenter, og udtrykker altsaa et Nedslags mechaniske Arbeide, = Ps, hvorved F er begge Vingers Fladeindhold.

Sættes Integralet = z erholdes

$$z = \left\{ \begin{array}{l} + \frac{1}{4} (p+q)^2 \\ + \frac{1}{4} (p+q) \sin 2q \\ + \frac{1}{8} (\cos 2q - \cos 2p) \end{array} \right\} \text{(p og q ere her Buelængder)}$$

og $$Ps = \frac{\varrho \gamma}{2g} F k C^2 \frac{z}{p+q} \quad (1)$$

For $(p^0 + q^0) = 90^0$ er $(p+q) = 1,57$ og $z = 1,0827$,

altsaa $\frac{z}{p+q}$ paa det Nærmeste = 0,7.

C betegner den gjennem Rummet $s_1 = (p+q) k$ ved Kraften opnaaede Endehastighed. Betegner nu g_1 den Acceleration, der maa være tilstede, for i Nedslagstiden $\frac{1}{n(1+x)}$ (i hvilken Rummet s_1 gjennemløbes) at tilveiebringe Hastigheden C, saa haves

$$g_1 = n (1 + x) C, \text{ fordi Acceleration } = \frac{\text{Hastighed}}{\text{Tid}}.$$

Men da man ogsaa har $s_1 = \frac{c^2}{2g_1}$ eller $C^2 = 2 g_1 s_1$, og $s_1 = (p + q) k$, saa erholdes ved Substituering af disse Værdier

$$C = 2k (p + q) n (1 + x) \quad (II)$$

Indsættes denne Værdi for C^2 i Ligning (I) erholdes

$$P s = \frac{2 \varrho \gamma}{g} F k^3 n^2 (1 + x)^2 (p + q) \quad (III)$$

Det er ovenfor viist, at Vingehastigheden voxer som $k \sqrt{m}$, naar Slagvinkel er uforandret, og at ligeledes Tiden voxer i samme Forhold. Da nu en lang Opslagstid er til største Skade, fordi Faldet forholder sig som Kvadratet af denne Tid, saa stræbe Fuglene efter, saavidt muligt at forkorte Opslagstiden. Dette kan skee ved directe at forøge Hastigheden i Opslaget, men herved tør en vis Grændse ikke overskrides, naar der ikke skal tabes mere end der vindes; thi ved den større Hastighed forøges Luftmodstanden, hvilket har tilfølge, at Tyngdekraften, som virker frit under Opslaget, faaer en betydelig Tilvæxt.

Opslagstiden er $\frac{x}{n(1+x)}$. Ved de følgende Beregninger sættes derfor $x = \frac{3}{4}$, som vil give et passende Resultat, og ogsaa stemme temmelig nær med, hvad der finder Sted hos Fuglene.

En kortere Opslagstid kan desuden opnaaes indirecte ved at formindske Slagvinklen, som i Virkeligheden iagttages at være mindre jo større Fuglen. Men ogsaa her er en Grændse, hvorunder der ikke kan gaaes, naar der ikke skal udkomme for ringe Hævevirkning i Forhold til Fuglens Vægt. For Flyvemaskiner turde Maximum af Slagvinklen neppe sættes over 60^0, men heller ikke meget derunder, da ellers Hastigheden i Modstandspunktet vilde blive altfor uforholdsmæssigt stor, naar noget Betydeligt skal hæves.

Med Hensyn hertil gives der overhovedet et uendeligt Antal Variationer, hvorfor det er nødvendigt at antage bestemte Størrelser og vælge disse Størrelser saaledes, at man kommer til et brugbart Resultat.

For at samle Alt, henhørende til Formindskelse af Faldtid under Opslagstid, maa jeg endnu her erindre om nogle tidligere omtalte Omstændigheder, nemlig:

1) Stigtiden, som efter Nedslagets Ophør medgaaer til Nedslagets Eftervirkning, eller til den Stigning, som fra Nedslaget fortsætter sig ind i Opslaget, og 2) Stigvinklen, naar Fart er tilstede. Begge disse ere af særlig Vigtighed til at forkorte Faldtid. For Slagvinkel 60^0 er desuden Løftecentrets Afstand fra Skulderpunktet lig den Høide, hvortil Fuglen hæves i Nedslagstiden, thi denne Høide er da den ene Side i et ligesidet Triangel.

For Slagvinkel $= 60^0$ er den fordeelagtigste Fordeling, at $p = 40^0$ og $q = 20^0$, og da er $z = 0{,}5165$, $p + q = 1{,}047$ og altsaa $\dfrac{z}{p+q} = 0{,}493$ for Formel (I).

Ved Beregning efter denne Formel erholdes nu for en Flyvemaskine med 18 Fods lange Vinger

$F = {}^4/_9\, l^2 = \dfrac{4 \,.\, 18 \,.\, 18}{9} = 8 \,.\, 18 = 144$ Kvadratfod for begge Vinger.

$$Ps = {}^1/_{200} \,.\, 144 \,.\, 9 \,.\, C^2 \,.\, 0{,}493 = 3{,}19\, C^2$$

Af Formel (II) erholdes

$C = 2 \,.\, k\, n\, (1 + x)\, (p + q) = 18 \,.\, n\, (1 + {}^3/_4)\; 1{,}047$ og sættes heri $n = 1$, ɔ: at et Nedslag + et Opslag skeer i 1 Secund, erholdes $C = 18 \,.\, {}^7/_4 \,.\, 1{,}047 = 32{,}98$ = nær 33 Fod, altsaa $Ps = 3{,}19 \,.\, 33^2 = 3473$ Fodpund, eller den Vægt, som ved Vingebevægelse hæves 1 Fod i Nedslagstiden. Nedslagstiden er

$$t = \frac{1}{n\ (1 + x)} = \frac{1}{1\ (1 + {}^{3}/_{4})} = {}^{4}/_{7}\ \text{Secund.}$$

Af en Maskine kan naturligviis dette Arbeide stadigt udøves ɔ: den kan hvert $^4/_7$ Secund hæve 3473 Pund 1 Fod, naar den har Styrken til at gjøre det den første $^4/_7$ Secund, men Opslaget fordrer ikke samme Kraft.

Under Opslaget falder Fuglen i Forhold til Kvadratet af Tiden i Forening med Opslagsvirkningen. Opslagstiden er $t_1 = \frac{x}{n\ (1 + x)} = \frac{{}^{3}/_{4}}{1\ (1 + {}^{3}/_{4})} = {}^{3}/_{7}$ Secund.

Vingehastigheden i Opslaget er altsaa større end i Nedslaget og $= {}^4/_3 \,.\, 33 = 44$ Fod, altsaa Opslagets sænkende Virkning $= \frac{3{,}19\ .\ 44^2}{6} = \frac{3\ .\ 1936}{6} = 968$ Fodpund; man har da $g : g_1 = 3472 : 4441$ ɔ: den resulterende Acceleration $= g_1 = 31{,}25\ .\ 1{,}28 = 40$ Fod.

Faldet under Opslaget bliver altsaa $s_1 = {}^{40}/_2\ .\ ({}^3/_7)^2 = 20\ .\ {}^9/_{49} =$ knap 3,7 Fod. Saameget skal derfor hvert Nedslag hæve Fuglen, NB. naar den skal holdes svævende paa Stedet.

Hvert Secund (thi Opslag + Nedslag = 1 Secund), skal altsaa 3473 Pund hæves 3,7 Fod. Men herved angives kun den vertikale Virkning af Nedslaget. For Slagvinkel = 60° maa Kraften paa Grund af Vingens Vinkelbevægelse være 0,06 Gange større, og endvidere maa for Gnidningsmodstand i Hypomochlierne regnes, at den halve Kraft absorberes, hvorved sluttelig erholdes at Kraften maa være $(1 + 0{,}06 + 0{,}5)\ 3{,}7\ G = 1{,}56\ .\ 3{,}7\ G = 5{,}772\ G.$ ɔ: næsten 6 Gange større end Vægten.

Paa denne Maade ɔ: til Svævning paa Stedet, vil altsaa en Hestekraft kun kunne holde $\frac{480}{5,772}$ eller 80 ℔ fra at dale. Vingevægten vil endnu forringe denne Virkning, Vingernes Træghedskraft dermod ikke meget, fordi Normal-Luftmodstanden meget snart bliver større end Vingevægten, og desuden Accelerationen er aftagende.

Det virkelige Udbytte af en Hestekraft erholdes dog ikke paa denne Maade, fordi de store Fugle aldrig svæve paa Stedet, hvortil for dem hører en uforholdsmæssig stor Kraftanstrengelse. Jeg har kun for Fuldstændigheds Skyld anført dette Exempel. Iøvrigt er her ikke taget Hensyn til den Forringelse i Faldtid under Opslaget, som opstaaer af Nedslagets Eftervirkning.

Et langt gunstigere Resultat erholdes, naar Fremadbevægelse tillige er tilstede. Vi antage altsaa, at den samme Flyvemaskine med Vinger af 18 Fods Længde, har en Fart af 20 Fod, foreløbigt ligegyldigt, hvorledes den har erholdt den, og at den har samme Hævekraft og Vingeslagstid, som forhen angivet, nemlig:

$$Ps = 3473 \text{ Fodpund}$$

$$\text{Nedslagstid} = {}^4/_7 = 0,5714 \text{ Secund.}$$

$$\text{Opslagstid} = {}^3/_7 = 0,4285 \quad —$$

Antages nu, at hele Vægten, der skal bringes til at flyve, er 3000 Pund = P, saa haves, at Nedslaget bevirker en Totalhævning

$$= s = \frac{3473}{3000} = 1,157 \text{ Fod} = \frac{v^2}{2g},$$

altsaa $v = \sqrt{62,5 \cdot 1,157} = \sqrt{72,31} = 8,5$ Fod

Men dette v betegner kun den til Hastighedshøiden $\frac{v^2}{2g}$ svarende Hastighed, ikke den virkelige = v ved Hævekraften tilveiebragte, der opnaaes i Nedslagets sidste Øieblik, og som tillige er Begyndelseshastighed for Efterstigningen paa Grund af den optagne levende Kraft. Da Stigningen, medens Nedslaget varer, er jevnt accelereret haves den første arbeidsoptagende Stighøide $= \frac{v_1 t}{2}$, medens den anden, arbeidsafgivende, Stighøide eller Efterstigningen er $\frac{v_1^2}{2g}$. Altsaa haves for at finde v_1 Ligningen:

$$\frac{v_1 t}{2} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{\mathfrak{v}^2}{2g}$$

$$\text{ɔ: } v_1^2 + g t v_1 = \mathfrak{v}^2 = 8{,}5^2 = 71{,}31$$

$$\text{ɔ: } v_1 = \div\, 8{,}928 \pm \sqrt{72{,}31 + 79{,}709} = 3{,}4$$

Beregnes Stigningen med dette v_1 haves første Stigning

$$= \frac{v_1 t}{2} = \frac{3{,}4}{2} \cdot \frac{4}{7} = 0{,}971 \text{ Fod og}$$

anden Stigning $= \frac{v_1^2}{2g} = \frac{3{,}4^2}{62{,}5} = 0{,}186$ Fod

som tilsammen nøiagtig give samme Totalhævning som forhen $\frac{\mathfrak{v}^2}{2g} = s = 1{,}157$ Fod, hvorved Rigtigheden i Bestemmelsen af v_1 er godtgjort.

Efterstigningen $= \frac{v_1^2}{2g}$, skeer først lige i Begyndelsen af Opslaget, og hermed forøges Kastehøiden under Opslaget, ligesom den til denne Stigning medgaaende Stigtid bidrager til at forringe den effective Faldtid under Opslaget; denne Stigtid er

$$= \frac{v_1}{g} = \frac{3{,}4}{31{,}25} = 0{,}1088 \text{ Secund.}$$

Saaledes vilde nu Stigningen være, naar der ikke samtidigt skete et Opslag, hvorved Accelerationen g bliver større. Opslagsvirkningen maa derfor bestemmes først.

Opslagstiden er $^3/_4$ Gange Nedslagstiden, altsaa forøges Vingehastigheden i omvendt Forhold og bliver $33 \,.\, ^4/_3 = 44$ Fod, som forhen viist, men Vingefladen er skraatstillet paa Grund af, at den skal bevirke Fremfart, derfor bliver Opslagets sænkende Virkning mindre. Antages Vingefladens Heldning mod Vingeslagets Bevægelsesretning at danne Vinklen $i = 54^0$, hvorved Fremdriftsvirkningen $\mathfrak{H}$ er størst, saa bliver den sænkende Virkning $\mathfrak{B}_2$ omtrent det Halve af det, den vilde være for den retholdte Vinge, og da dennes Vertikalvirkning er $^1/_6$ af Nedslagsvirkningen, haves Opslagets hele sænkende Virkning at være $^1/_{12}$ af Nedslagsvirkningen. For Hastigheden i Modstandspunktet, regnet til 44 Fod, og Regningen anstillet ligesom forhen, som om det var et Nedslag, erholdes:

$$Ps = {}^1/_{200} \,.\, 144 \,.\, 9 \,.\, 44^2 \,.\, 0{,}493 = 6183 \text{ Pund},$$

$$\text{altsaa } \mathfrak{B}_2 = \frac{6183}{12} = 515 \text{ Pund.}$$

Den virkelige Acceleration, g_1, vil altaa forholde sig til g som den hele Bevægelseskraft til Vægten

$$\text{ɔ: } g_1 : g = 3515 : 3000$$

$$\text{altsaa } g_1 = \frac{31{,}25 \,.\, 3515}{3000} = 36{,}61$$

Med denne Acceleration vil for Efterstigningen erholdes

$$\text{Stighøide} = s_1 = \frac{v_1{}^2}{2\, g_1} = \frac{3{,}4^2}{2 \,.\, 36{,}61} = 0{,}1579 \text{ Fod}$$

$$\text{Stigtid} = s_2 = \frac{v_1}{g_1} = \frac{3{,}4}{36{,}6_1} = 0{,}09288 \text{ Secund.}$$

Vi komme nu til Kastebevægelsens Resultater. Naar C = Horizontalhastigheden, som her kan sættes = Fremfartshastigheden, da Flyvebanen kun er lidt afvigende fra en Horizontallinie, og p = den resulterende vertikale Acceleration ved Nedslagsvirkningen, saa haves det under et Nedslag tilbagelagte Rum i vertikal Retning $= y. = \frac{p\,t^2}{2}$, altsaa $d\,y = p\,t\,\delta\,t$

og i horizontal Retning $= x = C\,t$, det er $\delta x = C\,\delta\,t$,

men $t\,g\,x = \frac{\delta\,y}{d\,x} = \frac{p\,t\,d\,t}{C\,t} = \frac{p\,t}{C} = \frac{v_1}{C}$, da $v_1 = p\,t$,

altsaa for $C = 20$, $t\,g\,\alpha = \frac{3{,}4}{20} = 0{,}17$, hvortil svarer

$\sin.\alpha = 0{,}1679$. Man erholder nu for Opslaget:

største Kastehøide $= \frac{C^2\,(\sin.\alpha)^2}{2\,g_1} = \frac{400\,.\,0{,}0282}{73{,}22} = 0{,}154'$,

og Stigtid hertil $= \frac{C\,.\,\sin.\alpha}{g_1} = \frac{20\,.\,0{,}1679}{36{,}61} = 0{,}0917$ Secund.

For et Nedslag og et Opslag tilsammen bliver altsaa den hele Totalhævning

1) Nedslagets directe Hævning	0,971	Fod
2) Efterstigning	0,1579	»
3) Kastehøide	0,154	»
Hævning i Alt	1,2829	Fod

og den hele Stigtid, hvorved Faldtiden i Opslaget formindskes:

1) Efterstigtid	0,09288	Secund
2) Kastestigtid . . .	0,0917	—
Total Stigtid efter Nedslaget	0,18458	Secund

Opslagstiden var 0,4285 Secund. Der bliver altsaa til Rest som Faldtid 0,4286 ÷ 0,18458 = 0,24392 Secund. Det hele Fald under Opslaget bliver derfor:

$$s_1 = \frac{p\,t_1^2}{2} = \frac{36{,}61}{2}\,.\,(0{,}244)^2 = 1{,}0898 \text{ Fod.}$$

Men Totalhævningen var 1,2829 Fod. Der bliver altsaa til Rest som effectiv Hævning

0,1931 Fod = circa $2^1/_3$ Tomme,

som viser, at Kraften er noget større, end den behøvede at være, for at holde Maskinen svævende og i Fart i samme Horizontalplan, saa at den hverken stiger eller daler.

Den her fremstillede Regning giver meget nær det rigtige Resultat, saalænge Vinklen α kun er lille, som her er Tilfældet. Overhovedet hører der en anden Formel til, for at Efterstigningen og dertil hørende Stigtid kan indgaae paa den rette Maade i Beregningen, men jeg har endnu ikke faaet denne Formel construeret, hvorfor jeg har hjulpet mig paa den ovenfor udførte Maade. Det er aabenbart, at Efterstigningen og den tilsvarende Stigtid faae større Betydning efter som α er lille, thi da nærmer denne Stigning sig til at være lodret paa Kastelinien, hvorimod den ved et stort α nærmer sig til at være parallel med den. For $\alpha = 90^0$ falder den sammen med Kastelinien, og de kunne altsaa ikke summeres, fordi Stighastigheden da er det samme som Begyndelseshastigheden for Kastelinien. Fordelen af Fremfart ligger netop i, at der til Efterstigningen danner sig en ny Stigningsaddent.

Da den virkelige Totalhævning er $= 1{,}2829$ Fod, skulde man troe, at Nedslagets mechaniske Arbeide vilde være $1{,}2829 \;.\; 3000 = 3848{,}7$ Fodpund, men det forholder sig dog ikke saaledes; det mechaniske Arbeide er kun 3473 eller 3000 Pund hævet 1,157 Fod, fordi Overskuddet $375{,}7 = 3848{,}7 \div 3473$ er tilveiebragt ved den »levende Kraft», der som mechanisk Arbeide er meddeelt Fuglelegemet før Nedslaget skeer. Hvad der af denne levende Kraft forbruges for at hæve de 3000 Pund 0,154 Fod (Kastehøiden) gjenvindes atter ved Faldet gjennem samme Høide, saa at Kraftmagazinets Styrke bliver uforandret for næste Opslag.

Da der ved Vingernes Vinkelbevægelse gjennem en Slagvinkel paa 60^0 tabes 0,06 Dele af Normalmodstandsvirkningen, maa Kraften være saameget større, for at den antagne Vertikalvirkning skal udkomme, og naar man regner, at der ved Gnidningsmodstand absorberes den halve Kraft, saa maa den fundne Arbeidsmængde multipliceres med (1 + 0,06 + 0,5) for at give den rigtige, der da bliver 1,56 . 3473 = 5418 Fodpund.

Da Normalluftmodstanden mod Vingebevægelsen meget snart bliver lig Vingens Vægt og senere lige til Enden af Slagvinklen større end Vingens Vægt, saa vil Vingens Træghedsmoment være saagodtsom uden Indflydelse paa Kraftens Størrelse; thi den ved Vinge-Trægheden optagne Arbeidsmængde afgives deels successivt under Bevægelsen deels i Nedslagets Endeøieblik, og bevirker en tilsvarende Luftmodstand, der kommer til Nytte. Luftmodstanden bevirker, at Vingen i denne Henseende kan ansees for ingen Vægt at have.

Men vi søge Kraftforbruget for et heelt Vingeslag (Ned- og Opslag), fordi først da haves et brugbart Enderesultat; derfor maa Kraftforbruget til Opslaget ogsaa medregnes. Den normale Luftmodstand i Opslaget kan, som tidligere anført, sættes til $^1/_6$ af Nedslagets; skjøndt nu Vingen er skraatstillet, for at Fremdrift kan opstaae, og derved denne Normalvirkning svækkes meget, saa bør den dog heel indgaae i Beregningen, fordi denne Forringelse ikke tilsteder en ringere Kraft. Til Opslaget vil altsaa behøves $\frac{5418}{6} = 903$ Fodpund.

I Opslaget skal Vingen hæves, hvortil hører et vist Modtryk, som maa leveres af Kraften, da Vingevægten ikke er afbalanceret. Ved directe Undersøgelser er fundet, at de 2 Vinger veie omtrent $^1/_6$ af hele Fuglens Vægt. og jeg veed af talrige Forsøg i den Retning, at de kunne fremstilles idetmindste ligesaa lette og med den fornødne Styrke for Flyvemaskiner. Vingevægten bliver altsaa for foreliggende Tilfælde lig $\frac{3000}{6} = 500$ Pund. Vingens Tyngdepunct ligger hos Fuglene i $^1/_3$ af Vingelængden fra Skulderpunkterne. Disse Vingers statiske Moment bliver altsaa $= 500 \,.\, ^1/_3\, l = 500 \,.\, 6 = 3000$ Pund, som med den antagne Slagvinkel $= 60°$, maa gjennemløbe en Vei $= 1{,}045$ Fod. Til at hæve Vingerne hører derfor $3000 \,.\, 1{,}045 = 3135$ Fodpund.

Den hele Arbeidsmængde i 1 Secund, eller for Nedslagstid + Opslagstid bliver nu:

1) for Nedslaget	5418	Fodpund
2) for Opslaget	903	—
3) for Vingevægt	3135	—
I Alt	9456	Fodpund pr. Secund,

hvilket viser, at der for at holde en Vægt = G i svævende Fart og i samme Horizontalplan, saa at den hverken stiger eller daler, behøves en Arbeidsmængde $= \frac{9456}{3000} = 3{,}152$ G Fodpund pr. Secund.

En Hestekraft, lig 480 Fodpund pr. Secund, kan altsaa holde svævende paa denne Maade

$$\frac{480}{3{,}152} = 152 \text{ Pund.}$$

Dette er dog kun tilsyneladende et ringe Resultat; thi en Deel af Hestekraftens Virkning er anvendt til Fremdrift, og den Vei, som tilbagelægges i horizontal Retning, og som egentlig er det, man vil opnaae, maa ligesaavel her tages i Betragtning, som ved Beregning af andre Befordringsmidlers Kraftforbrug.

For den antagne Hastighed af Vingen = C = 44 Fod, vilde Fremfartshastigheden være $4{,}5 \cdot 44 = 198$ Fod, men, da der ikke er beregnet nogen Fremdriftsvirkning for Nedslaget, maa Maximalhastigheden i Horizontalretning nedsættes til det Halve, altsaa til 99 Fod pr. Secund eller c. 15 Miil i Timen, og som Enderesultat erholdes, at en Flyvemaskine af 3000 Pund Bruttovægt behøver en Motor af 20 Hestes Kraft for at holde sig i samme Høide og tilbagelægge 15 Miil i Timen.

Det er naturligviis fordeelagtigst jo lettere Motoren kan gjøres. Paa den äeronautiske Udstilling i London 1868 fremviste Stringfellow en arbeidende Dampmaskine, construeret til dette Brug, og vandt den for den letteste Motor udsatte Præmie af 100 Pund Sterling. Den veiede kun 13 Pund pr. Hestekraft; dens specielle Indretning og Arbeidsmaade er mig ikke bekjendt, men det viser idetmindste, at Motorvægten kan bringes lavt nok ned for Benyttelse til Flyvemaskiner. Jeg har udtænkt en Motorconstruction, der ved en foreløbig tilnærmelsesviis Beregning lover at komme til at veie under 25 Pund pr. Hestekraft. Antages denne Vægt, som næsten er dobbelt saa stor som Stringfellows, og der tillige regnes 2 Pund pr. Hestekraft og Time til Brændsel, hvilket jeg har fundet, at der vilde medgaae hertil, saa haves

1)	Vingevægt = $^{3000}/_{6}$	=	500 Pund
2)	Motorvægt = 20 · 25	=	500 »
3)	Krop og Overflade = Vingevægt	=	500 »
4)	Brændsel til 5 Timer 20 . 2 . 5	=	200 »
	Ialt Thara		1700 Pund,

som giver til Rest Nettovægt 1300 Pund.

I Gjennemsnit kan antages, at en Person veier 130 Pund; 9 Personer, foruden Styreren, kunne altsaa med denne Maskine tilbagelægge 75 Miil i 5 Timer uden at stoppe underveis.

§ 11.
Om Hævehjælp af Luftmodstanden forfra.

I den foregaaende Fremstilling af Flyveevnen er med Forsæt ikke omtalt Luftmodstanden forfra med Hensyn til dens Benyttelse som Hævehjælp, fordi jeg har villet vise, at Fuglene uden denne ere istand til regelmæssig Flugt, hvorved jeg forstaaer Evnen til at hæve sig og flyve fremad uden Kunster, f. Ex. pludselige Stigninger og Nedstyrtninger og hurtige Vendinger. Jeg har derved tillige villet modarbeide den Anskuelse, at Fuglenes Flugt principielt tilveiebringes analog med Papirdragens Svæven, nemlig som om man tænkte sig denne i rolig Luft ført frem i horizontal Retning med en vis Hastighed, istedetfor at en Vind virker paa den fastholdte Drages Skraaplan. Der er ofte gjort Forslag til Flyvemaskiner efter dette Princip, og paa den aëronautiske Udstilling i London ifjor bragtes en Model af en saadan virkelig til at svæve. Som Motor brugtes Stringfellows Dampmaskine. De fordre imidlertid betydelig Kraft til deres Bevægelse, naar de skulle bevæges fremad med samme Hastighed som Fuglene, og stor Hastighed maa de have, naar de skulle kunne bære noget betydeligt, men de ere tillige farlige at anvende, netop paa Grund af denne nødvendige Fart, der ikke kan modereres uden Tab af Hævekraft, samt fordi det fremdrivende Bevægelsesredskab maa have betydelig Vertikaludstrækning, hvorved enhver Vind, der blæser i ugunstig Retning, kan faae Magt over Flyvemaskinen.

Det er imidlertid langtfra min Mening, at denne Luftmodstand ikke benyttes af Fuglene. Den er tvertimod af overordentlig Vigtighed, deels til at lette den regelmæssige Flugt ɔ: spare Kraft, deels til Udførelsen af det uendelige Antal Bevægelses-Variationer, der ere nødvendige for Fuglene til andre Øiemeds Opnaaelse, end netop at komme horizontalt frem. Ifølge den hidtil fremsatte Theori behøve Fuglene ikke Luftmodstand forfra; kun active Vingeslag ere antagne at frembringe Flugten, og at denne Theori i enkelte Tilfælde virkelig practiseres, derpaa have vi et Exempel i den af visse smaa Fugle, f. Ex. Spurvene, udførte Flugt med meget stærk udpræget Bølgelinie, thi da gjennemflyves hvert Bølgebjerg med aldeles til Kroppen sluttede Vinger, hvilket tydeligt viser, at de ikke søge passiv Luftmodstandshævehjælp, men kunne flyve den foruden.

I den regelmæssige Flugt, og naar det fornemmelig kommer an paa at komme hurtigt fremad, kunne Fuglene kun i indskrænket Grad gjøre Brug af denne Luftmodstand, naar de ikke ville anvende forøget Kraftanstrengelse.

Paa Grund af de meget indviklede Virkninger, er det ikke muligt med nogenlunde Nøiagtighed at bestemme Størrelsen af denne Hævehjælp; jeg vil derfor indskrænke mig til saa kort som muligt at paavise, hvorledes denne Luftmodstand bliver nyttig, navnlig fordi derved forekomme interessante Samvirkninger til samme Maal.

Den Luftmodstand, hvorom her er Tale, afhænger af den Hastighed, hvormed Flade og Luft støde sammen, Sammenstødshastigheden. Hastigheden, hvormed et med Fugleaxen parallelt Fladeelement bevæges i Opslaget voxer med Elementets Afstand fra Skulderpunktet, medens Hastigheden fremad er den samme for alle Fladeelementer. Sammenstødshastigheden af Luften og Vingens skraat nedadholdte Underflade i et Opslag bliver altsaa for hvert Fladeelement forskjellig, da den er lig Differencen mellem den Normalhastighed, hvormed Elementet vilde støde mod Luften ifølge Farten, og den Normalhastighed, hvormed Elementet bevæges opad under Vingebevægelsen. Følgen heraf bliver, at Luften forfra gjør størst Modstand mod det Fladeelement, der er nærmest Kroppen, men mindre og mindre paa hvert følgende udefter. Ved et vist Fladeelement bliver Virkningen = 0, og derefter voxende negativt udefter, ɔ: fra Værdien = 0 og udefter faaer Normalkraften for den fremdrivende Kraft Overvægten. Hver af disse Normalkræfter kan deles i en vertikal og horizontal Component, og Differencen mellem de vertikale Componenter bestemme Hævevirkningen, Differentsen mellem de horizontale for en Deel Fremdriftskraften.

Differencen mellem de horizontale Componenter vil, naar Luftmodstandens forfra er den største, altid svække Hastigheden fremad, naar Kraften ikke forøges, men da samtidig Differencen af de vertikale Componenter virker hævende, og altsaa mindre Kraft behøves hertil, kan mere Kraft anvendes til Fremdrift og altsaa Farten blive uforandret. Den vertikale hævende Virkning fra Luftmodstanden gjør sig fornemmelig gjældende paa de nærmere Kroppen værende Dele af Vingefladen, og virker her hen til samtidigt

1) at forøge Stigvinklen α,

2) at forringe Accelerationen g_1 under Opslaget,

3) at forringe Vingevægten under Opslaget.

Saalænge Fuglen ikke gaaer ud paa at opnaae Maximum af Fart, kan den drage megen Nytte af at give Vingerne en saa skraa Stilling, at hævende Luftmodstand forfra opstaaer. Dette er navnlig Tilfældet i Begyndelsen af en Flugt, og naar den vil hæve sig fra Jorden. Den første Fart faaer den da ved Løb, og den kan nu tillade sig at tage Luftmodstanden forfra til Hævekjælp, og dette gjør den ogsaa, fordi en raskere Stigning netop fordres for dette Tidspunkt af Flugten. Den Kraft som den senere, naar den stræber efter Maximumsfart og altsaa saa vidt muligt maa undgaae Luftmodstand forfra, vil komme til at anvende som Modvægt mod Vingevægt, kan den i dette Tilfælde anvende til kraftigere Nedslag. Stærk Stigning er vigtigst i dette Øieblik, og da den uden Vingehjælp har kunnet forskaffe sig den nødvendige Begyndelsesfart, kan Kraften anvendes alene til Stigning.

Luftmodstandens Anvendelse til de mere kunstige Bevægelser forbigaaes, fordi Flyvemaskiner ikke tør gives saadanne, hvorved Længdeaxen faaer en anden Retning, end den horizontale.

---

§ 12.

Halevirkningen.

Halen tjener fornemmelig til Styring i Vertikalplanet, ɔ: til at give Fugleaxen en skraa Retning nedad eller opad, altsaa til de mere kunstige Bevægelser, og er derfor af Vigtighed for Fuglene. Benyttet i denne Hensigt er den uanvendelig for Flyvemaskiner, der nødvendigviis kun maa have en horizontaltholdt Længdeaxe. Derimod er dens Anvendelse til at regulere Flugten, nemlig til at udjevne de Uregelmæssigheder, der opstaae af en noget forskjellig Virkning af høire Vinge mod venstres, vigtig saavel for Fugle som Flyvemaskiner. Farten bliver herved i enhver Retning mere stadig, ligesom naar et Roer anvendes paa en roet Baad. Desuden er Halen af Vigtighed til at forhindre eller svække Svingninger af Tyngdepunktet. Hovedstillingen af dens Flade er parallel Delingsplanet. Dens Hævning eller Sænkning om dens Rod vil saagodtsom ingen Anvendelse finde for Flyvemaskiner; derimod maa den kunne dreies noget om dens Længdeaxe, der ligger i Fuglens Længdeaxe.

---

§ 13.
Tyngdepunktet.

Tyngdepunktet ligger i en Linie lodret paa Skjæringspunktet af Fugleaxen og Balancelinien, der, som det vil erindres, er den Linie, der halverer begge Vingeflader, naar disse passere Delingsplanet. Tyngdepunktets Beliggenhed i denne Linie er under det omtalte Skjæringspunkt ɔ: under Understøttelsen, hvilket er en meget heldig Omstændighed, da det saa er ulige lettere at bevare Ligevægten. Hos Fuglene ligger Tyngdepunktet lidt høiere end Midten af Kroppen. For Flyvemaskiner er det tilraadeligt, om muligt, at lægge det noget lavere, og for dem kan dette ogsaa være tilladt, fordi de aldrig skulle gjøre saa pludselige Forandringer i deres Bevægelsesretning, som Fuglene, og i det Hele Overgangen fra en Hastighed til en anden maa udføres saa langsomt, som muligt. Hvor dybt Tyngdepunktet bør anbringes, for at yde tilstrækkelig Sikkerhed, uden at skade Flyvningen, kan ikke ret vel afgjøres uden i Praxis. Rimeligviis kan det lægges saa dybt som muligt, naar det ikke kommer dybere end Kroppen.

---

§ 14.
Sammentrængt Recapitulation.

Den Overeensstemmelse, der er viist at finde Sted mellem Lovene for Fugles og andre Dyrs selvstændige Bevægelse, saavel hvad de 3 Grundbetingelser angaaer, som i selve den bølgeformede Grundform af deres Bevægelsesbane, maa i høi Grad styrke Tilliden til de vundne Resultater.

Afseet fra Hjælp af Vind, som ikke altid er tilstede og ikke altid kan benyttes paa en fordeelagtig Maade, kunne Fuglene kun ved Kraftanstrengelse bringe det til at flyve. Denne maa især udøves i Vingenedslaget, der skal frembringe en saa stor Virkning, at den ikke ganske absorberes i Opslagstiden, hvori Tyngdekraften har frit Spillerum. Da Faldrummet voxer som Kvadratet af Tiden, er det af Vigtighed, at Opslagstiden er saa kort som mulig. De store Fugle, som ikke kunne bevæge deres Vinger hurtigt, maa derfor anvende flere Midrer til at forkorte Faldtiden i Opslagstiden. Det vigtigste af disse er en vis Fart fremad, hvorved det bliver dem muligt at opnaae en større Stigning og en længere Stigtid, der griber ind i Opslagstiden og altsaa formindsker Faldtiden, der ellers vilde vare næsten hele Opslagstiden, nemlig den Deel af Opslagstiden, der bliver tilbage, naar Tiden til den Efterstigning, et Nedslag foraarsager, er fradraget Opslagstiden.

Farten, der iøvrigt i og for sig efterstræbes, for at komme fra et Sted til et andet, medfører desuden 2 meget væsentlige Betingelser for Flyvning, nemlig:

1) at det da bliver muligt for Fuglene at forvandle næsten hele Opslagets skadelige Sænkevirkning til nyttig Fremdriftsvirkning, og
2) at Fuglene i Massen af deres Legeme i Forbindelse med den erhvervede Fart besidde et Kraftmagazin af »levende Kraft«, der stadigt er til deres Disposition, og hvorved de kunne opnaae en større Stighøide og længere Stigtid, end ved en Vingenedslagsvirkning uden Fart.

Fart fremad er aldeles nødvendig for de meget store Fugle for at flyve; naar disse derfor fra Jorden ville begynde en Flugt, maa de ved Løb forskaffe sig en Begyndelseshastighed, thi saalænge de ere paa Jorden kunne de ikke bruge Vingerne dertil.

Endvidere ere følgende væsentligere Enkeltheder paaviste:

1) At Luftmodstanden mod Vingebevægelsen maa regnes omtrent 3 Gange saa stor, som for retlinet Bevægelse, og at denne forøgede Modstand er en Følge af den centripetalcentrifugale Bevægelsesretning, som Luften antager under et Vingenedslag, hvorved Luftdelene meddeles en stærkere Hastighed, end den Vingen har.

2) At Fjedrenes Taglægningsretning under Nedslaget begunstiger denne Luftbevægelse langs ad Vingefladerne, men ikke under Opslaget.

3) At Vingen, for at frembringe Luftmodstand, nødvendigviis maa bevæge sig, og at derfor Luftmodstanden i Modstandspunktet kun kan udgjøre en mindre Deel af det vertikale Tryk, der hører til nedenfra, for at hæve Fuglen; det statiske Moment af det Tryk, der finder Sted i Modstandspunktet, angiver det virkelige vertikale Tryk til Hævning.

4) At der existerer »Løftecentre«, hvorom Hævningen skeer, ligesom om faste Punkter.

5) At en Flyvemaskine med m Gange saa lange Vinger, som en anden, kan bære m^3 Gange saa stor en Vægt.

6) At Vingehastigheden i Modstandspunktet voxer som Kvadratroden af Vingelængden; at altsaa Hastigheden her er større for store, end for smaa Fugle.

7) At den største Hastighed fremad afhænger af Vingehastigheden i Modstandspunktet, naar ellers Fugleformen er den samme, og at denne største Hastighed tilnærmelsesviis kan regnes at være 4,5 C, naar C = Hastigheden i Modstandspunktet.

8) At disse 2 sidste Omstændigheder i Forening bevirke,

at store Fugle kunne flyve meget hurtigere end smaa, og at en Flyvemaskine med 18 Fods lange Vinger maa antages at kunne bringe det til en Fart af 25—30 Miil i Timen.

9) At Kraften til at holde en Flyvemaskine i Fart i samme Horizontalplan neppe vil overstige 3 Gange dens Vægt, hvorved der da tillige opnaaes, at en stor Veilængde tilbagelægges.

10) At en Hestekraft paa denne Maade kan antages mindst at kunne holde 150 Pund svævende.

---

§ 15.
Flyvemaskinens Construction i dens Hovedtræk.

Den i det Foregaaende givne Forklaring af de væsentlige Principer, der ligge til Grund for de store Fugles regelmæssige Flugt, er efter min Mening tilstrækkelig til at orientere Tanken, og den er egentlig at betragte som en Beskrivelse af, hvorledes jeg tænker mig, at en Flyvemaskine bør være, saa at den kan forventes at opfylde de stillede Fordringer.

Constructionen bliver altsaa i alt Væsentligt en Efterligning af Fuglenes Kropform, samt af deres Vingers Bygning og Bevægelse paa en saadan Maade, at de principale Fordringer for Flyveevnen fyldestgjøres. Ved talrige, ofte mislykkede, Forsøg i Detaillen, er det lykkedes mig at finde brugbare Constructioner og passende Materiale, ved hvis Anvendelse et heldigt Resultat kan forventes opnaaet.

Her at angive disse, vilde føre for vidt, og ligger heller ikke i min Plan, fordi det er min Agt selv at være Bygmester, saasnart de pecuniaire Midler ere tilstede.

I sine Hovedtræk er Constructionen følgende:

1) Flyvemaskinens Krop bliver saavidt muligt udvendig af Form, som hos de gode Flyvere, saaledes, at alle Dimentioner staae i samme Forhold til hinanden, som hos disse. Dette er nødvendigt for at kunne opnaae stor Fart og være saa lidt som muligt udsat for, at Blæst kan indvirke forstyrrende. Overfladen af Kroppen maa derfor bestaae af et sammenhængende Lag eller Overtræk, hvori de nødvendige Aabninger ere saaledes anbragte, at de ikke skade Farten.

2) Inde i Kroppen er alt Maskineri og Gods anbragt, f. Ex. Dampmaskine med alt Tilbehør, Styringsredskaber, Brændsel o. desl.

Endvidere Pladserne til Styreren og Passagerer, da den store Fart ikke tillader disse at være frit udsatte for Luften. Denne Indelukkelse nødvendiggjør Vinduer paa passende Steder og desforuden en særegen Ventilation, saa at hverken Træk eller Mangel paa Luft opstaaer.

De fleste Dele af Maskineriet anbringes i den øverste Deel af Kroppen og saameget som muligt horizontalt og ikke vertikalt udstrakte. Under disse og med mellemliggende Loft er Passageerrummet, saa at de Reisende indtage saa lavt et Sted, som muligt, for at Tyngdepunktet kan bringes dybt ned.

3) De 2 Vinger og Halen ere med Hensyn til Kroppen anbragte paa de samme Steder, som hos Fuglene.

Vingerne ere saaledes construerede, at de baade hæve og drive frem, naar de gjøre deres Vingeslag, og tillige saaledes, at det fortrinsviis bliver Opslaget, der driver frem. Deres Bevægelse er lige op og ned i en Bue af ikke over 60 °. De Dele af Vingefladerne, som skulle forandre Stilling eftersom de ere i Op- eller Nedslag, opnaae dette paa en automatisk Maade, men kunne tillige gives særegne Stillinger ved Bevægelse af visse styrende Redskaber inde i Kroppen; dette er nødvendigt for Styringen til Høire og Venstre, samt til Forstærkelse eller Sagtning af Farten.

Ligeledes regjeres Halen indvendig fra. Den benyttes kun til at regulere den Bevægelse i Horizontalplanet, som er given af Vingerne, men ikke til Forandringer af Bevægelsesretning i Vertikalplanet, hvilket slet ikke maa finde Sted paa denne Maade.

4) For at flyve eller dale maa Flyvemaskinen ikke forandre sin horizontale Axestilling. Dette maa alene opnaaes ved Forskjelligheden i Vingebevægelsen, navnlig i Tiden for Vingeslagene.

5) For denne Flyvemaskine er nogen Fart stedse nødvendig, for at Vægten kan hæves. Dette i Forbindelse med Vingernes Construction, der ikke kunne arbeide uden at meddele Fart, nødvendiggjør særegne Foranstaltninger for Afgang og Landing.

Der maa nemlig indrettes Afgangs- og Landingsstationer, hvor Flyvemaskinen kan meddeles den nødvendige Begyndelsesfart, forinden den med Sikkerhed kan hæve sig, og hvor den efter en Reise, der ligeledes ender med Fart, sikkert kan komme til Jorden igjen.

Den hertil hensigtsmæssigste Indretning vil være horizontale Cirkeljernbaner af temmelig store Dimensioner, hvorpaa en særegen Vogn kan sættes i passende Fart enten ved Damp eller paa anden Maade. Ved Afgang ligger Flyvemaskinen frit ovenpaa denne Vogn, og man lader først Vingerne bevæge sig, naar Vognen har faaet den, ved Erfaring fundne, fornødne

Fart. Flyvemaskinen vil da forlade Vognen med Horizontalfart i Retning af Tangenten til Cirklen og derefter, ifølge den fremsatte Theori, kunne fortsætte Reisen. Ogsaa kan Flyvemaskinen endnu nogen Tid ved egen Styring holdes i Cirkelflugt. De videre Forsigtighedsregler herved forbigaaes, og høre heller ikke til det nærværende Standpunkt af Udvikling.

Ved Landing benyttes samme Bane og Vogn, og der maa passes paa af Folkene paa Landingsstationen, saa at Vognen er i Gang, naar Flyvemaskinen sees ankommende. Styreren af Flyvemaskinen stræber nu hen til at flyve saa langsomt som muligt og det i en Cirkel vertikalt over Cirkelbanen, indtil Vognen er bragt under Flyvemaskinen og har faaet samme Hastighed, og han søger nu at dale ned paa Vognen, hvorved han hjælpes af Folkene der.

Paa denne Maade kan baade Afgang og Landing udføres med Sikkerhed.

Det er naturligviis hensigtsmæssigt at lægge disse Stationer paa Steder, der indtil en vis Høide ere beskyttede mod Vindvirkninger, f. Ex. paa en aaben Plads i en Skov med store Træer.

---

§ 16.

Hexalator.

En mindre fordeelagtig Omstændighed ved den ovennævnte Flyvemaskine er netop, at man behøver disse Afgangs- og Landingssteder, thi derved indskrænkes man til bestemte Router og kan ikke gjøre Reiser mellem hvilkesomhelst Steder.

Disse Stationer kunne muligviis undgaaes ved en Construction, der vel grunder sig paa Fugleflugten, men afviger derfra i den væsentlige Omstændighed, at Fart ikke bliver nødvendig til Hævning.

Nødvendigheden af Fart for de store Fugle og den tidligere omtalte Flyvemaskine ligger i, at Nedslag afvexle med Opslag, eller rettere i, at den principielle Hævekraft (Nedslaget) ikke virker uafbrudt.

For at opnaae en uafbrudt Nedslagsvirkning, har jeg construeret en Flyvemaskine med 2 Vingesystemer, hvoraf det ene er i Nedslag, samtidigt med, at det andet er i Opslag. Vingefladerne i det ene System have samme Fladeudstrækning, som Vingefladerne i det andet, men paa Grund af Vingeformen og andre Omstændigheder gjøre Opslagene meget mindre Modstand mod Luften end Nedslagene, der bliver derfor et Overskud af Hævekraft tilbage fra hvert Vingeslag, og i samme Øieblik det ene System har ophørt med sit Nedslag og den deraf følgende Hævning, begynder strax det andet sit Nedslag med tilsvarende Hævning. Antallet af Vingepar i hvert System er i Grunden ligegyldigt. Det mindste Antal, der for Ligevægts Skyld kan anvendes, er imidlertid 6, og jeg har af den Grund kaldet disse Flyvemaskiner »Hexalatorer«.

En saadan har da et Par store Mellemvinger. I samme Høide med Hensyn til Kroppen, som disse, og tæt foran dem, er anbragt et Par mindre (halv saa brede som Mellemvingerne og lige saa lange) Ydervinger, og ligeledes et lignende Par lige bag ved de store. Disse 4 mindre Ydervinger arbeide sammen, som om de vare et Par større Vinger ɔ: de begynde Nedslag og Opslag samtidigt, medens det store Mellemvingepar gaaer i modsat Retning.

Constructionen af Hexalatorvinger bliver noget anderledes, end for Vinger til den 2-vingede Flyvemaskine, fordi de om muligt skulle kunne stilles saaledes, at de slet ingen Fremfart bevirke, men kun hæve, saa at vertikal Stigning over samme Sted kan opnaaes, naar en Reise skal begyndes, og vertikal Neddalen finde Sted ved Enden af en Reise. Forresten behøves den rene Vertikalhævning kun i meget kort Tid, thi saasnart Hexalatoren er fri af Jorden, kan Fremfart strax begyndes.

Lykkes det at bringe en saadan Hexalator til at hæve sig, vil flere væsentlige Fordele være opnaaede, nemlig:

1) er man ikke indskrænket til faste Stationer;
2) spares Anlæg af Havne;
3) er Sikkerheden større;
4) kan større Fart opnaaes, fordi den fremdrivende Flade bliver større i Forhold til Kroppens Tversnit.

Hexalatorer ville derimod behøve større Kraft, navnlig til første Hævning, samt Landingen, fordi det dobbelte Vingesystem forøger Bruttovægten betydeligt. Dette modarbeides noget ved at Vingerne her kunne afbalanceres, saa at deres Vægt ikke faaer den Indflydelse, som ved de 2 vingede Flyvemaskiner.

Uagtet jeg ikke endnu theoretisk har kunnet finde nogen begrundet Indvending mod Hexalatorers Evne til at hæve sig og flyve, tør jeg dog ikke med samme Bestemthed være overbeviist herom, som ved en 2-vinget Flyvemaskine, og det fordi der ikke existerer noget flyvende 6-vinget Dyr. Vel gives der 4-vingede Insecter, altsaa Dyr med 2 Vingesystemer, men de bevæge ikke i deres regelmæssige Flugt disse Systemer alternativt, men som om det var et eneste Vingepar.

§ 17.

Om Flyvemaskiner i Almindelighed.

Flyvemaskiner maa for de Reisendes Sikkerheds Skyld til enhver Tid og under alle Omstændigheder bibeholde deres horizontale Stilling, saavel naar de begynde og ende en Flugt, som naar de ere i stærkeste Fart. Dette er vel en Afvigelse fra Fuglenes Flugt i Almindelighed, men ikke fra deres regelmæssige Flugt, og strider ikke imod den fremsatte Theori.

Enhver unødvendig Udstrækning i vertikal Retning maa undgaaes, for ikke at byde Vinden mere Paavirkningsflade, end den mindst mulige. Gaaer man ikke meget udenfor Forholdene ved Fugleformen, og der ikke anvendes stor Slagvinkel, vil endog stærke Vinde kun have ringe Magt over Flyvemaskiner. Nøiere at drøfte denne Gjenstand vilde føre for vidt, saa meget mere som det er et Spørgsmaal, hvis Besvarelse ikke allerede nu foreligger.

Her vil jeg kun anføre Følgende: Tænker man sig en Storm, der har en Hastighed af 50 Fod i Secunden, pludselig at virke, saavel paa en Luftballon, som forfra paa en Fugl, da viser Beregning, at den i 1ste Secund fører Ballonen mere end 49 Fod med sig, medens Fuglen kun flyttes noget over ½ Fod. Orkaner og Hvirvelvinde ere naturligviis farlige, selv for Fugle; men da Reiser med Flyvemaskiner ikke ere langvarige, kan man jo opsætte dem, naar Veiret er altfor uroligt. Ogsaa de bekjendte Befordringer kunne hindres af Veirforhold.

Der gives 2 Flyvearter, som man ofte seer de største Fugle udføre, hvorved Vingerne tilsyneladende saagodtsom ikke bevæges, nemlig »svævende Flugt», der kan udføres uden Hjælp af Vindstrømning, og »Seilflugt», der kun kan gaae for sig, hvor der er Vind. Saa interessante som de ere for Forskeren, saa lidt troer jeg dem skikkede til at efterlignes ved Flyvemaskiner, fordi de fordre en sandselig Opfattelse af Forholdene, for at kunne udføres, og ikke ere selvstændige Flyvemaader, ɔ: Flyvning kan ikke ved dem alene komme istand; thi begge behøve en tidligere anvendt regelmæssig Flyvning, for at kunne sættes i Værk. Jeg har derfor ikke her villet omtale dem nærmere.

Efterat Stringfellow har viist, at Dampmaskiners Vægt kan forringes overordentlig meget og bringes langt under den Vægt (circa 35 Pund pr. Hestekraft), som kan indrømmes dem for Flyvemaskiner, og da det i det Foregaaende tillige er viist, at Flyveevnen grunder sig alene paa saadanne Virksomheder, der ogsaa kunne tilveiebringes ved reent mechaniske Midler, samt at en Hestekraft kan løfte 150 Pund, saa kan Luftseiladsproblemets practiske Løsning neppe længere betragtes som en Chimære, men maa ansees for en Gjenstand, der kan gjøre Fordring paa almindelig Interesse.

Hors d'oeuvre.

Det kunde synes, som om det nu, efterat vi ere i Besiddelse af Jernbaner og Telegrapher, maatte være forsilde at komme frem med et Luftfartøi, og at der ikke kan opnaaes synderlig mere med Hensyn til Samqvem og Communication, end vi alt ere i Besiddelse af. For at vise det Uholdbare i denne Anskuelse maa jeg i Sagens Interesse ansee det for hensigtsmæssigt til Slutning med et Par Ord at udpege nogle væsentlige Omstændigheder til Overveielse.

De Egenskaber, der give Flyvemaskiner Værdi, ere: deres store Hurtighed af 25 til 30 Miil pr. Time, at de kunne transportere betydelige Byrder, og at de ikke fordre kostbare Veianlæg. De forene herved til en vis Grad Fordelene ved Jernbaner og Telegrapher og blive, navnlig for Personer og Nyheder, et billigt Befordringsmiddel. Et lille Regnestykke vil vise dette tydeligere. Vi ville hertil vælge den oftere omtalte Flyvemaskine med 18 Fods lange Vinger, som er funden at kunne medføre 9 Personer à 130 Punds Vægt, altsaa 1170 Pund, og dertil behøve en Motor af 20 Hestes Kraft. Det særegne Brændstof, som maa anvendes, kan, høit regnet, sættes til 32 Sk pr. Time og Hestekraft.

For at have noget Bestemt at holde os til, antages, at en stadig Befordring af Personer eller Varer skal holdes i Gang mellem 2 Stationer, f. Ex. mellem Kjøbenhavn og Paris, og at Freqventsen af Person- og Godstransporten er saaledes, at der daglig kan afgaae og ankomme 5 saadanne Flyvemaskiner.

Dette giver en daglig Befordring af 90 Personer eller 11,700 Pund mellem de 2 Steder, og for et heelt Aar à 360 Dage, 32,400 Personer eller 4,212,000 Pund, og regnes til hver Reise halvt Personer og halvt Varer, erholdes den aarlige Transport at være 16,200 Personer og 2,106,000 Pund Varer. Som en rimelig Betaling kan sættes pro Persona for hele Routen 25 Rd., og pr. 100 Pund Varer 20 Rd., hvorved den aarlige Brutto-Indtægt bliver

	Rdlr.
405,000 + 421,200 Rdlr. . . . . . . =	826,200

Udgiften vil omtrent erholdes paa følgende Maade:

	Rdlr.	
5 Flyvemaskiner i Brug, à 30,000 Rd. . .	150,000	
10 — i Reserve, à - - . .	300,000	
1 Station ved hvert Endepunkt, hvortil kan regnes, for Cirkelbane, Opbevaringslocaler, Værksteder o. desl. à 100,000 Rd. . . . . er	200,000	
Giver Anlægscapital	650,000	
Varigheden antagen til 10 Aar fordrer aarlig til Amortisationsfond	65,000	
2 % Renter (gjennemsn. for hele Tiden)	13,000	
aarlige Reparationsomkostninger . . .	15,000	
10 Styrere à 2000 Rd., aarlig	20,000	
10 Personer til Tjeneste ved hver Station, à 1500 Rd. aarlig	30,000	
Brændsel à 32 Sk. pr. Time og Hestekraft, giver pr. Route og Hestektaft 2 Rd., og 40 Rd. pr. Flyvemaskine og Route, altsaa for 10 Router daglig erholdes for Aaret 10 . 360 = 3600 Router, altsaa aarlig Udgift .	144,000	
Aarlig Udgift i det Hele		287,000
Altsaa aarlig Nettoindtægt		539,200

Skjøndt denne Beregning ikke kan gjøre Fordring paa endog kun en tilnærmelsesviis Nøiagtighed, giver den dog et omtrentligt Indblik i Forholdet og viser, at der høist sandsynligt her foreligger en udmærket Entreprise, selv om Fordelen skulde falde betydeligt lavere ud, og af lignende Router kan der indrettes mange.

I Beregningen er antaget, at for 100 Pund betales

20 Rd. fra Paris hertil. Man kan altsaa f. Ex. faae en Bog af $^1/_2$ Punds Vægt hertil for 10 Skilling, og det 6 Timer efter at man har bestilt den. Endvidere er 25 Rd. pro persona for Routen kun 17 Sk. pro persona pr. Miil. Prisen er altsaa ikke meget forskjellig fra Jernbanetaxt, og Fordelen tillader rimeligviis, at den kan sættes endnu lavere.

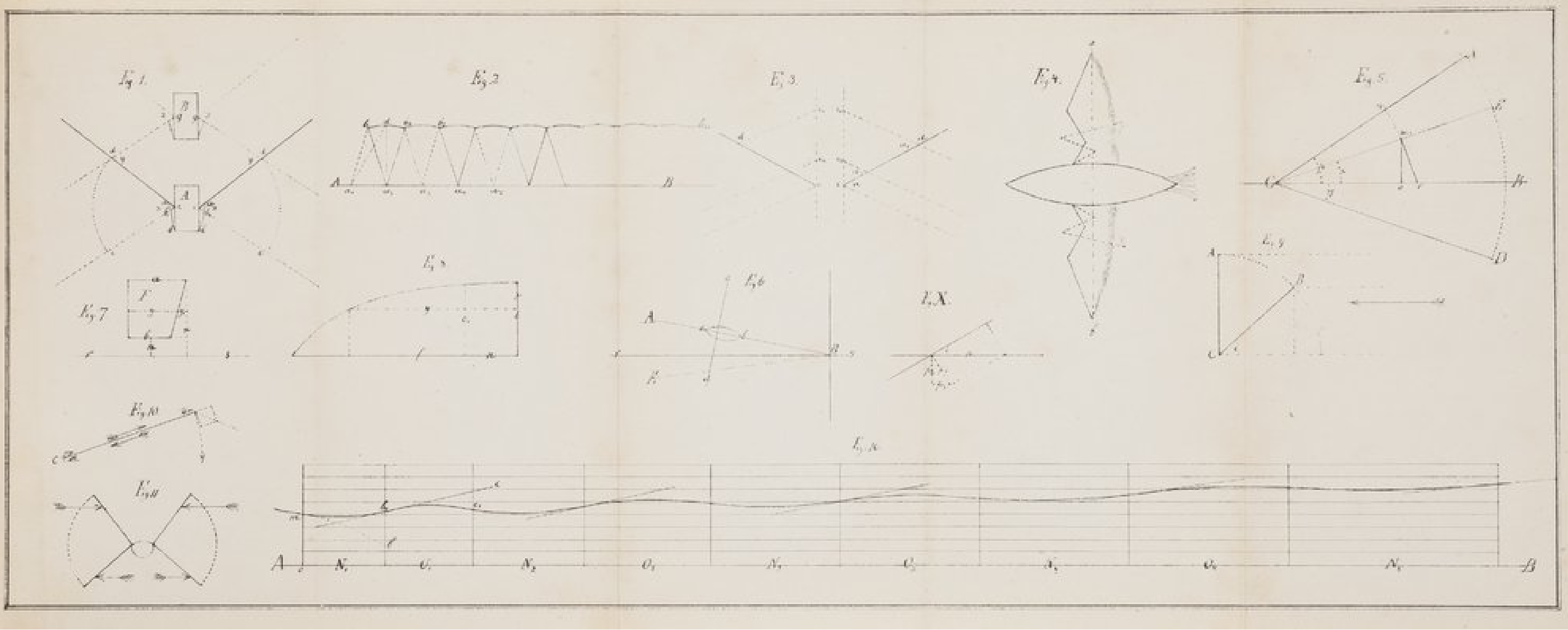
Den store Hurtighed af 25 til 30 Miil pr. Time, og som rimeligviis endnu kan blive større, udgjør dette Befordringsmiddels Hovedfortrin. Man vil derved, f. Ex. i Kjøbenhavn, kunne have Aviser og Breve fra Paris, London, Wien eller St. Petersborg, som ikke ere mere end 6 Timer gamle. Mellem Paris og London kan Efterretninger besørges i 1 til 2 Timer. Mellem Irland og Amerika kan Reisen gjøres i 15 til 18 Timer.

Flyvemaskiner ville derfor hurtig faae Udbredelse efter at Opgaven er løst. Navnlig vil Postvæsenet overalt blive nødt til at betjene sig af dem; thi Publikum finder sig neppe i en langsommere Befordringsmaade, naar der gives en hurtigere.

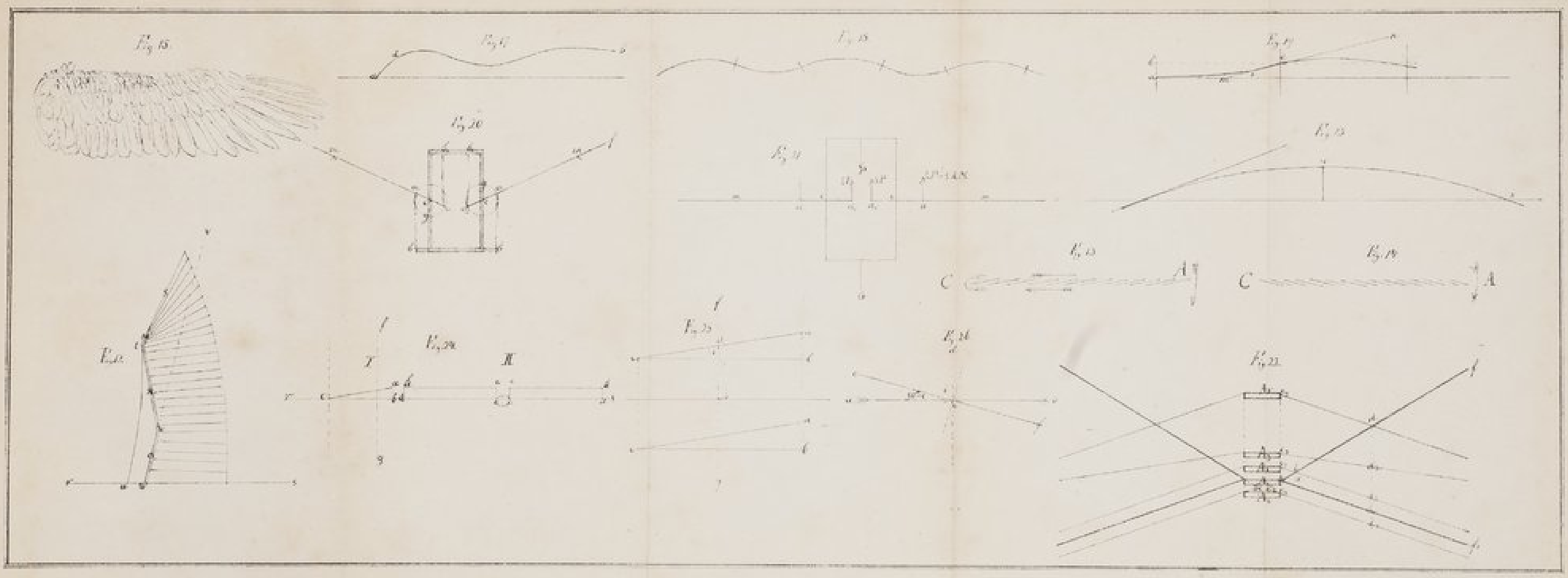
Personbefordring med dem vil dog neppe saa hurtig blive almindelig, og det vil muligviis først skee i næste Generation, naar Øiet fra Barn af er fortrolig dermed og ikke seer noget Usædvanligt deri. Til Styrere vil det dog neppe mangle paa Mænd, naar Indtægten er god.

Lykkes Flyvning ved »Hexalatorer«, vil Anvendelsen faae en meget større Virkekreds, som til Befordring for Syge, Estafetter, til Opdagelsesreiser o. desl.

Faren, man udsætter sig for, er langt mindre end det skulde synes. Alene den store Hurtighed forringer den, fordi Tiden til Uheld forkortes forholdsviis som Hastigheden tiltager. Da Vingerne arbeide i et eensartet og uforanderligt Medium, er der ingen af de Aarsager tilstede, som ellers foranledige Brud paa eller Uorden i andre Bevægelsesmaskiner, som Stød, stadige Rystninger o. desl. Hovedsagen bliver at anvende saa stor Omhyggelighed, som mulig, for at overbevise sig om, at det anvendte Materiale ikke har skjulte Feil; er der ingen saadanne, saa er der heller ingen Aarsag til at frygte for, at noget Uheld vil indtræffe, naar forresten Apparatet holdes i den tilbørlige Orden; men herpaa maa anvendes særlig Omhu, og det mellem hver enkelt Reise. Endvidere kan Strandinger ikke let forekomme, da man seiler over alle Skjær, og om endog Luften skulde blive gjennemkrydset af en stor Mængde Luftfartøier, er der saagodtsom ingen Fare for, at et Sammenstød vil indtræffe, da man ikke alene kan undvige til Siden, men ogsaa flyve over eller under hinanden.



This page has been intentionally left blank


C
A
C
A
I
II

This page has been intentionally left blank