



Over het VLIEGVERMOGEN van vogels

Door R. KOFMAN

(Met tekeningen van M. Kolvoort)

Op een gegeven ogenblik rijst deze vraag bij elke vogelliefhebber en meestal kan hij het antwoord niet geven en zelfs niet gemakkelijk vinden. Er bestaat immers tot nu toe in onze taal maar één boek over dit onderwerp ¹⁾ maar dit bevat alleen een overzicht van de vele opvattingen, die er over de verschillende aspecten van dit probleem in de literatuur naar voren zijn gebracht, zonder daaruit een keuze te maken. Als ik nu ga trachten de hierboven gestelde vraag te beantwoorden, dan maak ik wel een keuze. Hieruit volgt dus, dat er op verschillende punten andere opvattingen mogelijk zijn, dan ik naar voren breng.

Het is eigenlijk een vreemd verschijnsel, dat er in onze taal zo weinig literatuur over het vliegen van de vogels is. Ditzelfde ziet men trouwens ook bij de vogelfotografie; ook daar bekommert men zich in het algemeen heel weinig om deze kant van de vogelstudie. Er worden wel foto's van vliegende vogels gemaakt, maar zelden om daarmee iets over de vliegtechniek te illustreren. Hierbij zal onbekendheid met deze materie wel een grote rol spelen. Pas de laatste jaren, nu de elektronische flitsapparaten meer mogelijkheden bieden, is er wat verbetering gekomen.

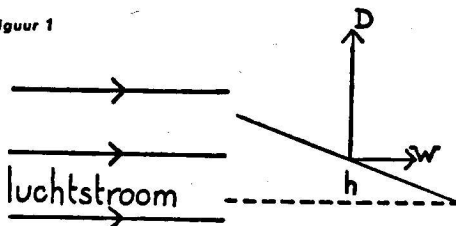
De oorzaak van dit alles lijkt mij gelegen in het feit, dat we met een grensgebied te maken hebben. Behalve de biologie spreken de mechanica en de aerodynamica een hartig woordje mee en men moet zich in verschillende richtingen oriënteren om in dit gebied wat thuis te raken. Daarmee wil ik nu dan maar een begin maken.

Eerst wat aerodynamica. Het vliegen

van de vogels, en ook van de gewone vliegtuigen (met vleugels en propellers) berust op het optreden van bepaalde krachten bij het strijken van een luchtstroom langs een voorwerp. Hierbij maakt het geen verschil of die luchtstroom langs een stilstaand voorwerp strijkt — zoals bij proeven in windtunnels — of dat het voorwerp zich beweegt in stilstaande lucht, zoals bij het werkelijke vliegen.

Houdt men een vlakke plaat enigszins scheef in een horizontale luchtstroom (fig. 1), dan voelt men, dat die plaat naar boven gedrukt wordt en tevens, dat de luchtstroom probeert om die plaat mee te voeren. In de tekening wordt dit aangegeven door een pijl *D* naar boven, die we de *draagkracht* noemen en door een pijl *W* naar achteren, de *wrijving* of *weerstand*. Dit verschijnsel doet zich alleen voor als de plaat bijna horizontaal staat, dus als de hoek *h* niet al te groot is. Begint men met een kleine hoek *h* en maakt men deze groter, dan wordt aanvankelijk de draagkracht *D* groter, maar na het overschrijven van een bepaalde hoek wordt *D* snel kleiner, terwijl *W* snel groter wordt. Het zal een ieder duidelijk zijn dat tenslotte, als de plaat loodrecht op de luchtstroom staat ($h = 90^\circ$), de draagkracht geheel verdwenen is en er alleen nog een grote weerstandskraft *W* overblijft. Wil men dus profijt hebben van de draagkracht, dan moet men de plaat niet al te scheef houden.

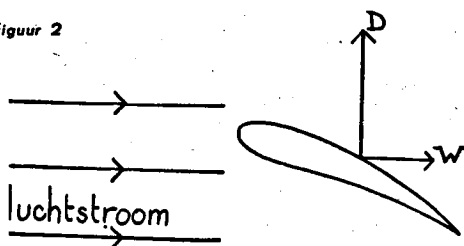
Figuur 1



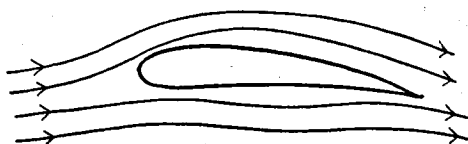
*) De vliegkunst in het dierenrijk, door Prof. Dr. E. J. Slijper, met medewerking van Prof. Dr. J. M. Burgers, Leiden, 1950.

Hetzelfde beeld, maar nog wat gunstiger, krijgt men, als men geen vlakke, maar een iets gebogen plaat neemt, met de bolle kant boven. In de praktijk, van de natuur en de techniek, is een dunne plaat van voldoende sterkte niet mogelijk en men ziet daarom, bij vliegtuigen en bij vogels, vleugels, waarvan de doorsnede geen gebogen lijn is, maar een bepaalde figuur, het *vleugelprofiel* (fig. 2). De verschijnselen, die boven beschreven werden, treden hier

Figuur 2

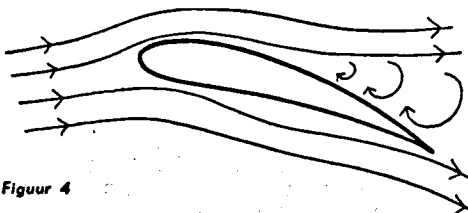


eveneens op; ook hier moet men het profiel scheef ten opzichte van de luchtstroom zetten, maar niet al te scheef. Het blijkt verder nog, dat het wegvallen van de draagkracht bij te scheve stand van het profiel een gevolg is van het feit, dat in dat geval de luchtstroom het bovenoppervlak niet kan volgen. Er treedt dus draagkracht op als de luchtstroom netjes langs de vleugel blijft vloeien (fig. 3), maar deze vermindert sterk als de luchtstroom,



Figuur 3

door de te scheve stand, de bovenkant los moet laten. Er ontstaan dan wervelingen en daarmee hangt ook de sterke vergroting van de weerstand samen (fig. 4).



Figuur 4

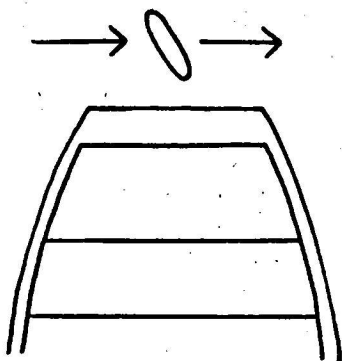
Hiermee hebben we kennis gemaakt met een belangrijk principe, dat de grondslag vormt van het vliegen van

de vogels, maar ook van tal van andere toepassingen. In de eerste plaats noem ik de *vlieger*. Deze wordt op zijn plaats gehouden door het touw. Is nu de luchtstroom, dus de wind, sterk genoeg, dan blijft de vlieger in de lucht. Dus dan is de draagkracht gelijk aan het gewicht van de vlieger, plus het touw, en de weerstand W wordt in evenwicht gehouden door het touw, als het ten minste sterk genoeg is. Breekt het touw, dan wordt de vlieger door de kracht W in de windrichting meegevoerd, d.w.z., en dat is in dit verband zeer belangrijk, de luchtstroom langs de vlieger wordt zwakker.

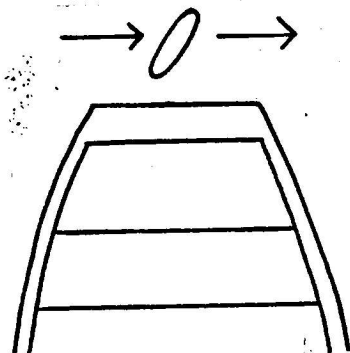
Daardoor wordt de kracht D kleiner en de vlieger komt naar beneden. Hiermee te vergelijken is de *gierpont*; men moet hierbij de luchtstroom vervangen door een waterstroom. De kracht D uit fig. 1 stuwt de pont naar de overkant; de ketting, waaraan de pont vast zit, heft de kracht W op.

Als laatste voorbeeld wil ik nog het roer van een schip noemen. Ook hiervoor kan fig. 1 dienen. Het schip vaart naar links, dus langs het roer loopt een waterstroom naar rechts. De kracht D , die loodrecht op de lengterichting van het schip werkt, draait dit dus in een andere koers. Met nadruk moet ik er nog eens op wijzen, dat het roer alleen werkt als er een waterstroom langs gaat, dus als het schip een snelheid heeft ten opzichte van het water! Laat men dus op een rivier een schip met de stroom meedrijven, dan werkt het roer niet, er gaat dan geen waterstroom langs.

Nog een paar punten moeten naar voren gebracht worden vóór we het eigenlijke vliegen kunnen gaan bespreken. Uit fig. 3 hebben we gezien, dat er een kracht naar boven ontstaat als een iets scheef geplaatst profiel zich horizontaal beweegt. We denken bij deze figuur aan een vleugel van een vogel of een vliegtuig. Bij dezelfde figuur kunnen we echter ook propellers (of scheepsschroeven) denken! De doorsneden hiervan komen sterk met vleugelprofielen overeen. Onze kennis kunnen we nu verder uitbreiden: Draait een propeller in een horizontaal vlak, dus om een verticale as, dan ontstaat



Figuur 5



er een kracht naar boven, draait hij om een horizontale as, dan ontstaat er een kracht naar voren.

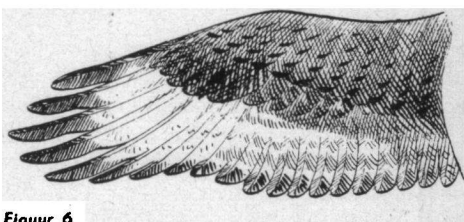
Met het vliegen van vliegtuigen zijn we nu in enkele woorden klaar: Bij een helicoptère levert de hefschroef, als hij om een verticale as draait, een kracht recht omhoog, dus het toestel kan loodrecht van de grond opstijgen. Zet men nu de as van die schroef iets scheef, dan ontstaat er een kracht schuin omhoog, die zowel draagkracht als voortstuwende kracht levert.

Bij de gewone vliegtuigen geeft de vleugel pas een kracht D als zij een zekere snelheid t.o.v. de lucht hebben. Via een aanloop krijgen zij die snelheid, geleverd door propellers of straalmotoren.

Propellers, en ook scheepsschroeven, draaien bij deze voorbeelden om een as. In de natuur is dit uiteraard onmogelijk. Overigens maakt de mens ook wel van de werking van propellers — of van propellerbladen — gebruik, die niet om een as draaien, of in elk geval geen volledige omwentelingen maken. Dit is nl. het geval bij het „wrikken”, zoals een schipper dat, staande achter in zijn boot, doet. Hij beweegt een riem heen en weer door het water en draait hem daarbij telkens een kwartslag (fig. 5). Elke trek geeft een kracht naar voren, waardoor de boot voortbewogen wordt; bovendien wordt de riem voortdurend tegen de achterkant van de boot geduwd. Deze manier van voortbewegen geef ik niet alleen als voorbeeld. Het is nl. deze methode, het heen en weer bewegen van afzonderlijke propellerbladen, die de vogels toepassen.

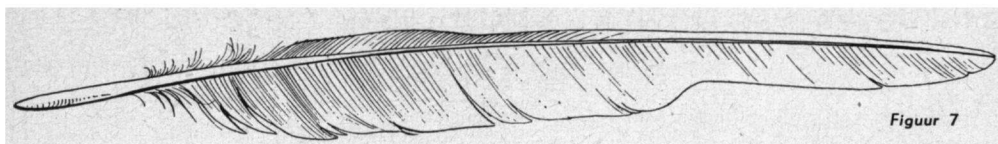
Hoe vliegt dus een vogel? Zonder meer

zal de lezer nu duidelijk zijn, dat een vogel zijn vleugels als draagvlakken kan gebruiken en dus in de lucht kan blijven als hij snelheid heeft. Om te kunnen inzien hoe die snelheid verkregen wordt bekijken we eens fig. 6, een afbeelding van de vleugel van bijv. een



Figuur 6

buizerd. We zien, dat de grote slagpennen gericht zijn volgens de lengte-as van de vleugel, terwijl de kleine slagpennen naar achteren gericht zijn. Zo'n grote slagpen (fig. 7) is bovendien aan de uiteinden versmald en het versmalde gedeelte is, in tegenstelling tot de rest van deze en van de andere veren, glad. De overige veren en de niet-gladde gedeelten van de grote slagpennen verschuiven moeilijk t.o.v. elkaar; zij vormen een gesloten geheel: het draagvlak. Maar die versmalde, gladde gedeelten van de grote slagpennen komen bij elke vleugelslag los van elkaar: zij doen dienst als propellerbladen, die zich op en neer bewegen zoals de riem van de wrikkende schipper zich heen en weer beweegt. Gaat de vleugel naar beneden, dan blijft de — slappere — achtervlag bij de vóórvlag achter, gaat hij omhoog, dan gebeurt hetzelfde. Deze veer-uiteinden ondervinden bij hun beweging, net als de bladen van de propeller van een vliegtuig, een kracht naar voren; de vogel krijgt hierdoor de snelheid, die nodig is om met behulp van zijn draag-



Figuur 7

vlakken in de lucht te blijven (fig. 8). Op foto's kan men dikwijls aan het naar voren omkrullen van de toppen van de grote slagpennen zien welke grote krachten hierop bij het vliegen werken. Ook ziet men op foto's, gemaakt in de tijd toen er nog geen elektronische flits-apparaten waren, dat het propellergedeelte van de vleugel zich sneller beweegt dan de rest; de vleugeluiteinden zijn niet scherp, de rest wel.

Bij de hier geschetste vleugel zien we een groot draagvlakgedeelte en een klein propellergedeelte. Bij veel van de grotere vogels, neem bijv. nog de reigers, zien we deze verhoudingen.

Patrijzen echter, hebben een andere vleugel; het propellergedeelte is daar groter in verhouding tot het draagvlakgedeelte. Zo'n vleugel is speciaal geschikt voor een snelle, niet te lange vlucht.

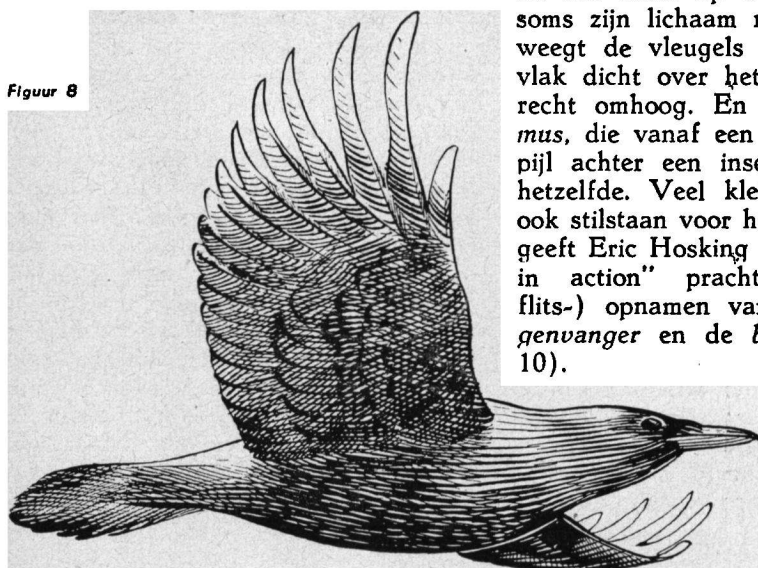
Weer anders is het bij de meeuwen. Daar wijken de grote slagpennen veel minder uit elkaar en doet meer de gehele vleugeltop dienst als propellerblad. Deze top is dan ook duidelijk gekanteld t.o.v. de rest van de vleugel. Dit is te zien op foto's, waarop een meeuw recht op de toeschouwer af vliegt. Bewegen de vleugels zich naar

beneden, dan kijkt men tegen de bovenzijde van de vleugeltoppen aan, bewegen zij zich omhoog, dan tegen de onderzijde. (Boven aan blz. 196).

Bij de kleinere vogels wordt het veel meer zó, dat de gehele vleugel als propellerblad dienst doet, d.w.z., dat de gehele vleugel bij elke slag min of meer kantelt. Toch ziet men op foto's, die met elektronische flitsapparaten gemaakt zijn, dat ook hier nog de grote slagpennen uit elkaar wijken en afzonderlijk werken.

Dit alles had betrekking op het gewone vliegen van vogels, waarbij de lichaams-as (ongeveer) horizontaal ligt en de vleugels zich op en neer bewegen (bij benadering) in een verticaal vlak. Dit is de manier, waarop een gewoon vliegtuig, door een propeller voortgetrokken, vliegt.

Verschillende vogels kunnen echter ook als een helicoptère vliegen. Hun lichaams-as staat dan verticaal, de vleugels bewegen zich in een horizontaal vlak en hebben in dit geval alleen propeller-werking, geen draagvlak-werking. Een bekend voorbeeld is de kolibri, die stil kan staan voor een bloem, maar we behoeven niet naar andere werelddelen te gaan om dit verschijnsel waar te nemen. Een eend, die uit het water op wil vliegen, zet dan soms zijn lichaam recht overeind, beweegt de vleugels in een horizontaal vlak dicht over het water en rijst zo recht omhoog. En een gewone *huismus*, die vanaf een dak als een vuurpijl achter een insect aanschiet, doet hetzelfde. Veel kleine vogels kunnen ook stilstaan voor hun nest-ingang. Zo geeft Eric Hosking in zijn boek „Birds in action” prachtige (electronische flits-) opnamen van de *grijze vliegenvanger* en de *boerenwaluw* (fig 10).



Figuur 8

Lees verder op
bladzijde 205



**Over het vlieg-
vermogen van
vogels**
(vervolg van
blz. 199)

Volledigheidshalve wil ik er nog op wijzen, dat het gebruik van propellers in de natuur in genen dele tot de vogels beperkt blijft. Ik zou nog de insecten en de vleermuizen kunnen vermelden maar ook dan is er nog meer te noemen. Wie de in het voorgaande beschreven „wrik”-beweging eens heel langzaam en duidelijk wil zien moet een zee-schildpad in een aquarium gaan observeren. De geheel op de voortbeweging in het water ingestelde voorpoten bewegen zich bij het zwemmen heel duidelijk op en neer en worden daarbij telkens gekanteld. Net als de slagpennen van een vogel krullen zij naar voren om door de krachten die er op werken.

Hiermee wil ik dit artikel besluiten. Veel is in het voorgaande vereenvoudigd weergegeven, veel is onbesproken gebleven, zoals de bouw van het skelet en het spierenstelsel i.v.m. het vliegvermogen, kwesties van besturing en stabiliteit, enz., maar deze onderwerpen vallen buiten het bestek van deze uiteenzetting, die bedoeld is om amateur-vogelaars met wat meer begrip naar de vliegprestaties in de natuur te laten kijken.

(Wordt vervolgd)