

V L I E G E N ;

DOOR

P. HARTING.

(*Vervolg van blz. 119*).

Indien men de Struisen, de Kasuarissen en den Apteryx, die uit hoofde hunner zeer korte vleugels tot vliegen gcheel ongeschikt zijn, uitzondert, alsmede de Pinguins, die hunne zonderlinge vleugels alleen als roeivinnen gebruiken, dan mag men de Vogels in het algemeen ware luchtdieren noemen. Wel is waar bestaan er ook onder de overigen nog graden. Eenigen kunnen langer en sneller vliegen dan andere, doch allen bezitten toch dit vermogen in hooge mate. Van eenigen, b.v. de Fregatvogels, is het bekend, -dat zij dagen lang, zonder te rusten, de schepen op den Oceaan kunnen volgen.

Omtrent de snelheid der vlugt van sommige Vogels zijn een aantal waarnemingen gedaan. Wij willen er hier eenige van mededeelen.

Volgens BUFFON verliest men eenen Arend binnen den tijd van drie minuten uit het gezigt; stelt men, dat de zichtbare breedte van den vogel met zijne uitgespreide wieken 4 voet en de gezigtshoek 1 minuut bedraagt, dan is de afgelegde afstand 13,750 voeten, hetgeen aan eene snelheid van 76 voeten of 23,5 el in 1 seconde zoude beantwoorden.

Eene grootere mate van zekerheid biedt de volgende waarneming van dr. H. TH. SIMMER¹⁾ aan. Hij zag namelijk een Lammergier of een Arend den afstand van den Hausstock naar den Gulderstock (twee bergspitsen in het kanton Glarus) afleggen in 6 minuten. Die afstand nu

¹⁾ *Ann. d. Phys. u. Chem.*, B. CXXI, p. 331.
1867.

bedraagt $2\frac{1}{4}$ uur gaans, zoodat derhalve de roofvogel in elke seconde 33,3 ellen zoude hebben afgelegd.

Voorbeelden van de snelle vlugt van Roofvogels zijn trouwens herhaaldelijk medegedeeld. Zoo heeft men de vlugt van den sperwer geschat op niet minder dan 150 E. mijlen of 43 uren gaans per uur, hetgeen 66 ellen per seconde zoude bedragen. Een te Fontainebleau op eene jagtpartij van HENDRIK II ontsnapte valk werd 24 uren later op Maltha gevangen; de afstand op 400 uren gesteld en aangenomen zijnde, dat de vogel werkelijk 24 uren lang gevlogen heeft, zoude in dat geval de gemiddelde snelheid 26 ellen per seconde hebben bedragen, hetgeen wel is waar geringer is dan in de vorige gevallen, maar, de lange duur van de vlugt in aanmerking genomen, toch een voorbeeld van buitengewoon snelle verplaatsing over verren afstand is.

Ofschoon niet zoo groot als die der Roofvogels is toch ook de snelheid der Duiven zeer aanmerkelijk. Het is bepaaldelijk bij postduiven dat men gelegenheid gehad heeft deze meermalen met tamelijk groote juistheid te meten.

Van twee zulke Duiven, die gelijktijdig te Brighton werden losgelaten, kwam de eene na 70, de andere na 78 minuten te Londen aan. De afstand der beide plaatsen bedraagt 49 E. mijlen of bijna 80 kilometers. De eerste Duif had derhalve in elke seconde 19, de andere 17,3 ellen afgelegd.

Nog sneller was de vlugt eener postduif, die, den 8sten Junij 1864 des morgens ten 5 ure 10 minuten te Dijon losgelaten, reeds ten 11 ure 42 minuten Mechelen bereikt had, hetwelk 490 kilometers vandaar verwijderd ligt. Deze duif had dus ruim $6\frac{1}{4}$ uur lang met eene gemiddelde snelheid van 20,9 el per seconde gevlogen.

| Dat de snelheid der vlugt over eenen korteren afstand nog aanmerkelijk grooter kan zijn, laat zich niet betwijfelen. Onder de overige gewervelde dieren zijn er geene, die in snelheid van voortbeweging de vogels evenaren. Zelfs de spoortreinen, welke bij hunne grootste snelheid slechts 16 tot 18 ellen in de seconde afleggen, doen daarin voor vele vogels onder.

Wanneer men nu bedenkt, dat een vogel zich niet alleen met zulk eene verbazende snelheid voortbeweegt, maar daarbij vele uren, sommigen dagen lang, zijn eigen ligchaamsgewigt zwevende houdt, zoodat het niet naar de aarde valt, dan moet men zich inderdaad verwonderen

over de geweldige en langdurige krachtsinspanning, waartoe deze dieren in staat zijn. En dat die krachtsinspanning gedurende een korten tijd nog veel aanmerkelijker kan zijn, bewijzen de roofvogels, wanneer zij met eenen buit in hunne klauwen wegvliegen. SILBERSCHLAG, een dergenen¹⁾, die de vlugt der Vogels tot een onderwerp van opzettelijke studie hebben gemaakt, had een tammen Arend, die zelf 8 ponden woog en een aan zijn poot gebonden kogel van 4 ponden in de vlugt medesleepte.

Beschouwen wij het maaksel van een Vogel van eenigzins naderbij, en dan zal ons blijken, dat zijne geheele bowerkтуiging er op is ingerigt hem tot een luchtbewoner te maken.

Reeds dadelijk verdient de kleinheid van den kop van alle Vogels de aandacht. Elk weet, dat de Vogels de tanden missen. Derhalve konden ook de kaken en al de overige schedelgedeelten die voor inhechting van de kaanwspieren dienen, veel kleiner en gevolgelijk ligter dan bij de Zoogdieren zijn. Terwijl Vleermuizen een zeer korten hals hebben, is die der Vogels algemeen lang en zeer beweegelijk. Hierbij moeten wij doen opmerken, dat dit deel bij sommige Vogels wel is waar korter is dan bij andere, doch dat ook bij de zoodanige, wier hals schijnbaar bijzonder kort is, dit het gevolg is der vederenbekleding, waardoor tronk en hals als het ware ineensmelten. In werkelijkheid is de hals van alle Vogels langer en beweegelijker dan die der Zoogdieren. Terwijl

¹⁾ Degenen onder onze lezers, die er belang in stellen nader bekend te worden met de physico-mathematische theorie van de vlugt der Vogels, verwijzen wij naar de volgende geschriften.

BORELLI, *De motu animalium*, Lugduni, 1685.

J. E. SILBERSCHLAG in *Schriften der Berliner Gesellschaft Naturforschender Freunde*, 1784, Bd. II, p. 214.

R. FORSTER, *Neue Theorie über den Flug der Vögel, nach den Grundsätzen der Hydrostatik*, in *Berliner Monatschrift*, October 1784.

HUBER, *Observations sur le vol des oiseaux de proie*, Genève 1784.

NIC. FUSS in *Nova acta Soc. Scient. Imp. Petropol.* 1806, T. XV, p. 88.

J. J. FRECHTL in GILBERT'S *Annalen der Physik*, 1806, Bd. 23, p. 129.

Dezelfde, *Untersuchungen über den Flug der Vögel*, Wien, 1846.

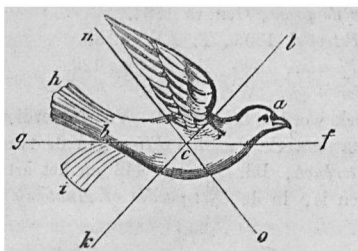
Laatstgenoemd geschrift kan als hoofdwerk worden beschouwd. Voorts verdienen nog genoemd te worden: het door HORNER bewerkte artikel *Fliegen* in de tweede uitgave van GEHLER'S *Physikalisches Wörterbuch*, Bd. IV, p. 442 en het artikel *Motion*, hetwelk door J. BISHOP geschreven is, in de *Cyclopaedia of Anatomy and Physiology*, Vol. IV, p. 419.

het getal der halswervels bij dezen 7 bedraagt, is dat der Vogels nooit minder dan 9 en kan tot 24 klimmen.

Deze lange en bewegelijke hals komt hun op tweederlei wijze te stade. Vooreerst bezitten zij daardoor het vermogen met hunnen snavel alle deelen van hun vederenkleed te bereiken, dit glad te strijken en het te bedekken met een dun laagje der vetachtige stof, die zij uit hunne stuitklieren putten; maar in de tweede plaats kunnen zij, door den hals uit te strekken of achterwaarts S-vormig te buigen, gedurende de vlugt hun zwaartepunt veranderen, dit meer naar voren of naar achteren brengen, waardoor oogenblikkelijk de hoek verandert, dien de ligchaamsas met den horizon maakt, zoodat het voorligchaam daarbij meer rijst of daalt. De hals is derhalve een soort van balanceerstok, die vooral bij zulke Vogels van veel nut is, welke lange pooten hebben, zooals b.v. Reigers, Ooijevaar's enz. Deze strekken bij de vlugt hunne pooten achterwaarts en den langen hals voorwaarts, en zoo wordt niet alleen het evenwigt bewaard, maar worden ook alle ligchaamsdeelen in de voordeeligste houding aan de voorbijstrijkende lucht aangeboden. Vliegt een Vogel tegen den wind op, dan kan hij, door eene kleine verandering in de buiging van zijn hals, zijn ligchaam in eene iets meer hellende houding brengen, die gunstiger is om door den luchtstroom gedragen en als een vlieger opwaarts gevoerd te worden.

Een dergelijk nut bewijst hun ook hun staart. Deze is geenszins te vergelijken bij een roer van een schip, gelijk wel eens ten onregte gedaan is, en waarop de benaming van stuurpenningen, dien de stijve vederen van den staart dragen, ten onregte gegrond is. De staartvederen kunnen zich wel is waar waaijersgewijs uitspreiden en weder toevouwen, maar de staart in zijn geheel mist nagenoeg alle zijdelingsche beweging; hij kan alleen op en neder in vertikale rigting bewogen worden.

Fig. 13.



Hij werkt derhalve mede om door zijne breede oppervlakte het ligchaam te dragen en bij nederwaartsche beweging de achterste, bij bovenwaarsche beweging de voorste ligchaamshelft op te ligten. Fig. 13 kan strekken om dit op te holderen. Indien een vogel, wiens zwaarte-

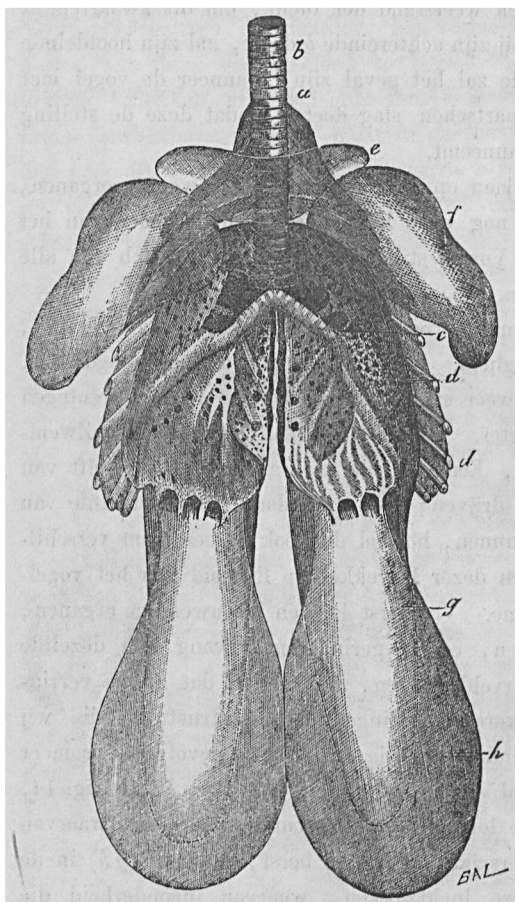
punt in c is en die vliegt in de horizontale rigting gf , zijn staart naar boven slaat, zoodat deze de stelling bh aanneemt, evenwijdig met de door het zwaartepunt gaande lijn no , dan zal de vogel, ten gevolge van den daarbij ondervonden weerstand der lucht, om dit zwaartepunt wentelen, en, terwijl daarbij zijn achtereinde b daalt, zal zijn hoofdeinde a rijzen. Het tegengestelde zal het geval zijn, wanneer de vogel met zijn staart een benedenwaartschen slag doet, zoodat deze de stelling bi , evenwijdig met kl , aanneemt.

Eer wij nu eenen blik slaan op de eigenlijke voortbewegingsorganen, de vleugels, moeten wij nog even bij andere bijzonderheden van het ligchaamlijk maaksel der Vogels stilstaan, waardoor zij zich van alle andere dieren onderscheiden.

Twee moeilijk te vereenigen voorwaarden zijn daarin beide vervuld, namelijk: ligtheid en stevigheid. Terwijl het ligchaam van Zoogdieren, Reptilien en Visschen ongeveer even zwaar is als water, is daarentegen dat van een Vogel veel ligter. Wij zien het dadelijk aan onze Zwemvogels, Zwanen, Ganzen, Eenden, die met meer dan de helft van hun ligchaam boven water drijven; maar inderdaad geldt hetzelfde van alle Vogels, die vliëgen kunnen, hoewel dan ook in eenigszins verschillenden graad. De redenen dezer betrekkelijke ligtheid van het vogelligchaam zijn meer dan eene. Vooreerst hebben de inwendige organen, het darmkanaal, de longen, eenen geringeren omvang dan dezelfde deelen bij de overige gewervelde dieren, in weerwil dat hunne verrigting ten gevolge van zekere wijzigingen in de structuur, die wij hier voorbijgaan, niet minder krachtig is. Dientengevolge is er meer ruimte over voor een aantal zakken of blazen (e , f , g , h , zie fig. 14, volgende blz.), die met de longen (d) in verband staan (e) en waarvan er eenige voor en ter weerszijde (f) in de borst, anderen (g , h) in de buikholte bevat zijn. Deze luchtzakken, waarvan inzonderheid die in den buik zeer groot zijn, worden van uit de longen met lucht gevuld. Zij zijn vergaarplaatsen van lucht, die later weder door de longen strijkt om voor de ademhaling te dienen. Een vogel, die zich tot vliegen gereed maakt, doet eerst eenige krachtige ademhalingen, hij neemt een zekeren voorraad lucht mede, hij blaast als het ware zijne luchtzakken op en vergroot zoo den omvang van zijn ligchaam zonder merkelijke vermeerdering der zwaarte. Integendeel die lucht zet zich door de warmte uit en vermindert daardoor in soortelijk gewigt, zoodat het

geheele ligchaam der Vogels ook in soortelijk gewigt iets vermindert. Bovendien drukken de uitgezette luchtblazen tegen de ligchaamswanden,

Fig. 14.



Ademhalingstoestel van een Hoen.

a de eerste ribben; *b* luchtpijp; *e* luchtpijpzakken; *d* longen; *d'* doorgesneden ribben; *e, f, g, h* luchtzakken.

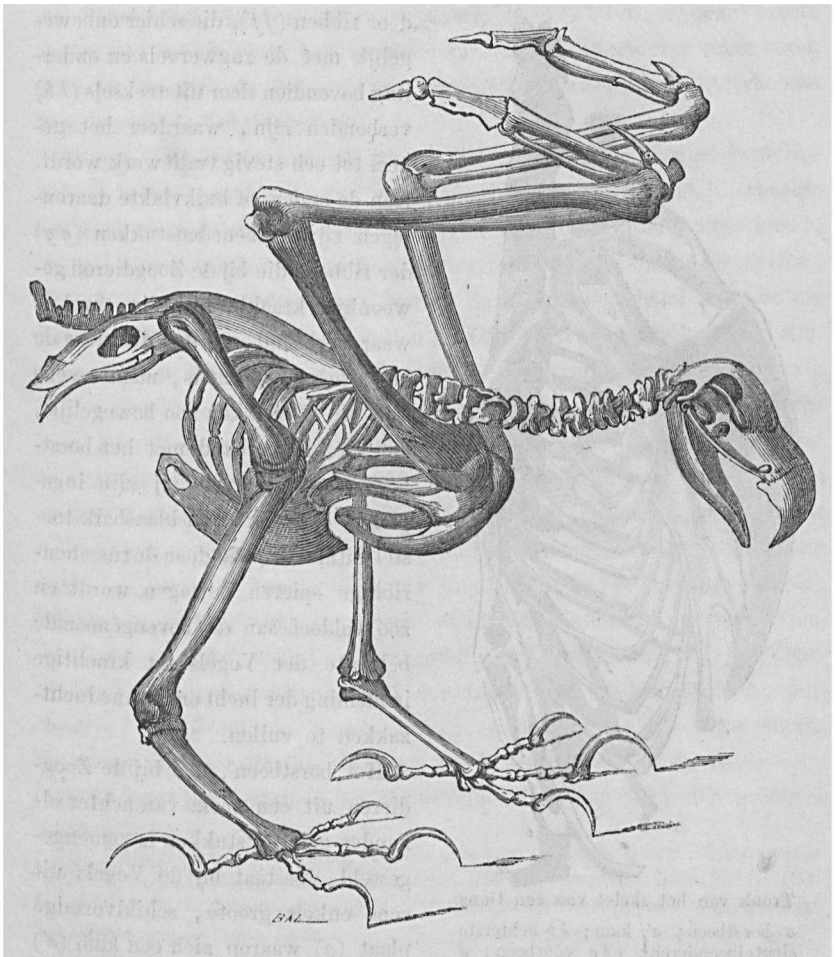
zijn deze veel ligter, omdat zij meerendeels hol en met lucht gevuld zijn. Bovendien zijn hunne wanden merkelyk dunner dan bij andere dieren, hoewel zonder verlies van stevigheid, daar met die geringere dikte der beenplaten eene grootere digtheid en vastheid der beenzelfstandigheid zelve gepaard gaat. Niet alle Vogels staan ten

die voor een groot deel uit spieren bestaan, en geven daardoor aan dezen een steun, waardoor hare werking bevorderd wordt.

Maar nog meer. Die lucht dringt ook verder door. Bij verseheidene Vogels, vooral bij zoodanigen, die zeer lang vliegen kunnen, den Pelikaan b. v., dringt de lucht ook onder de huid in een net van kleine ruimten, die daardoor gevuld worden, waardoor de huid gespannen wordt. Veel algemener echter is de Zusammenhang tusschen de genoemde luchtzakken en het skelet. Men weet, dat gewoonlijk van alle deelen, die het ligchaam van een gewerveld dier zamenstellen, zijne beenderen betrekkelijk het zwaarst zijn. Bij de Vogels nu

dien aanzien op gelijken trap, maar er zijn er onder, zooals de Neushoornvogels, bij welken de lucht in schier alle deelen van het skelet dringt, tot in de vingerkootjes toe. Zoo laat het zich derhalve begrijpen, hoe zelfs een zeer groote Vogel toch een zeer ligt skelet heeft. Een Pelikaan van 9,325 Ned. ponden ligchaamsgewigt, heeft een skelet, dat slechts 0,715 Ned. ponden weegt, d. i. ongeveer $\frac{1}{13}$ van het geheel.

Fig. 15.

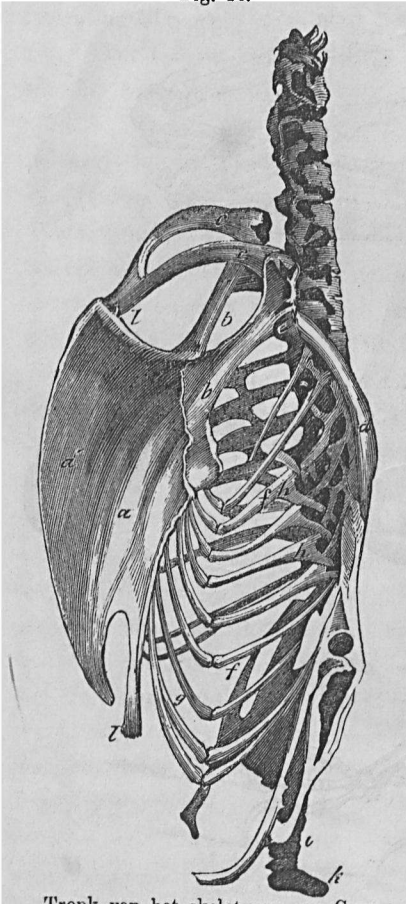


Skelet van een Arend, met bovenwaarts geslagen vleugels.

Nog in andere opzigten is het maaksel van dit skelet merkwaardig.

Tegenover de reeds genoemde groote bewegelijkheid van den hals, voortgebracht doordat elke wervel voorwaarts een gewichtskommetje heeft, waarin het bolle gewichtshoofdje van den volgende wervel draaijen kan, staat de onbewegelijkheid van de rug- en lendenstreek der wervelkolom, die daardoor tot een stevige as wordt ter bevestiging van andere deelen, welke het ligchaam, hetzij gedurende de vlugt of bij het gaan, springen of zwemmen, dragen. De borstkas (zie fig. 15 en 16)

Fig. 16.



Tronk van het skelet van een Gans.

a borstbeen; *a'* kam; *bb* achterste sleutelbeenderen; *c* *de* voorbeen; *d* schouderblad; *e* gewichtskom voor het opperarmbeen; *f* *f* ruggedeelten der ribben; *g* *g* buikgedeelten der ribben; *h* *h* schuinse uitsteeksels der ribben; *i* *i* staartwervels.

wordt aan de rugzijde beschermd door ribben (*ff*), die schier onbewegelijk met de rugwervels en onderling bovendien door uitsteeksels (*hh*) verbonden zijn, waardoor het geheel tot een stevig traliewerk wordt. Aan de onder- of buikvlakte daarentegen zijn de benedenstukken (*gg*) der ribben, die bij de Zoogdieren gewoonlijk kraakbeenig zijn, wel is waar verbeend, zoodat daardoor de borst beter beschut is, maar tevens zijn die ribstukken zoo bewegelijk, dat zij, in verband met het borstbeen (*a*), waaraan zij zijn ingeplant, een soort van blaasbalk-toestel uitmaken, die door de tussehenribbige spieren bewogen wordt en zoo voldoet aan de bovengenoemde behoefte der Vogels tot krachtige inademing der lucht om hunne luchtzakken te vullen.

Het borstbeen, dat bij de Zoogdieren uit een reeks van achter elkander gelegen stukken is zamengesteld, bestaat bij de Vogels uit eene enkele groote, schildvormige plaat (*a*) waarop zich een kam (*a'*) verheft, die in het algemeen des te grooter is naarmate de Vogel een beter vlieger is en alleen bij

de niet vliegende Struisachtige Vogels ontbreekt. Door die kam ontstaat eene uitgebreide inplantingsoppervlakte voor de groote borstspieren, welke, evenals wij het reeds zagen bij de Vleermuizen, de voorname zetel zijn van de kracht tot den vleugelslag. Die borstspieren zijn zoo zwaar, dat zij alleen in gewigt alle andere spieren te zamen genomen overtreffen. Vergeleken met het gewigt van het geheele ligchaam, bedraagt dat der borstspieren $\frac{1}{2}$ tot $\frac{1}{3}$) daarvan, d. i. meer dan het geheele skelet weegt en ongeveer het dubbele van hetgeen wij bij de Vleermuizen hebben gevonden (verg. bl. 117). Door deze groote spiermassa wordt ook het zwaartepunt van een Vogel ver naar voren gebracht, waartoe de gedaante van de borstbeenkam medewerkt, die aan haar vooreinde het hoogst is.

Wanneer door de zamentrekking dezer spieren de vleugel benedenwaarts wordt getrokken, dan wordt daarbij, inzonderheid bij herhaalde en snelle vleugelslagen, eene buitengewoon groote kracht uitgeoefend, welke alleen zonder nadeel kan verdragen worden, omdat de deelen, waardoor de vleugels met het overige ligchaam in verband staan en die het schoudergewricht zamenstellen, zelve buitengewoon krachtig zijn. Vooral geldt dit van de sleutelbeenderen, waarvan twee paren aanwezig zijn. Het voorste paar, hetwelk beantwoordt aan de sleutelbeenderen van den Mensch en van vele andere Zoogdieren, bestaat echter niet zooals bij dezen uit een paar gescheiden beenstukken, maar uit een enkel V-vormig been (*cle*), het zoogenaamde vorkbeen, waarvan de beide takken elkander in de middellijn ontmoeten en een hoek maken, waarvan de beenen ongeveer juist staan in de rigting van den vleugelslag. Een nog stevigeren steun verschaffen de achterste sleutelbeenderen (*bb*), die, als afzonderlijke beenstukken, bij de Zoogdieren, alleen met uitzondering der zonderlinge Vogelbekdieren, ontbreken, maar bij de Vogels buitengewoon sterk zijn. Deze staan, mede in eene schuinsche rigting, stevig ingeplant aan de boven-voorvlakke van het borstbeen en hebben bij den vleugelslag den grootsten

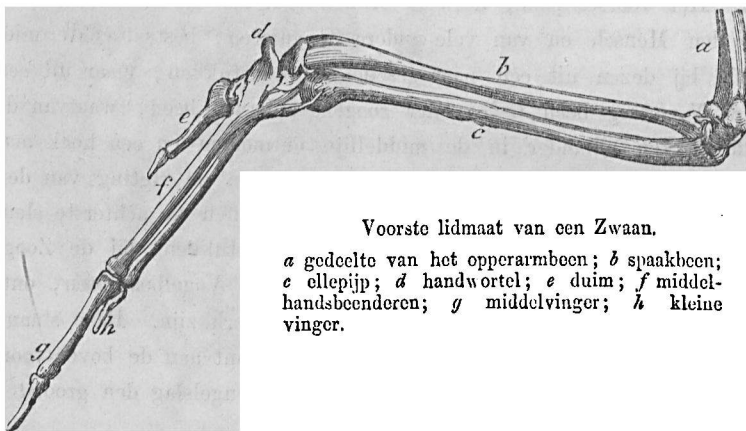
*) Laatstgenoemde verhouding is reeds door BORELLUS aangegeven. Onderstaande, door mij gedane wegen bij eenige soorten leiden tot ongeveer hetzelfde resultaat:

	Ligchaamsgewigt	Gewigt der borstspieren	Verhouding
Zilvermeeuw	565 gram.	93,00 gram.	1: 6,1
Pestvogel	60 "	10,95 "	1: 5,5
Leeuwrik	32 "	5,10 "	1: 6,3
Koolmees	14,5 "	2,05 "	1: 7,0

schok te verduren. Daarentegen is het schouderblad (*d*) slechts een betrekkelijk klein, smal zeisvormig beenstuk, in tegenstelling met dat der Zoogdieren, ook der Vleermuizen, waar dit beenstuk merklijk breeder en van een kam voorzien is. Reeds dit verschil wijst aan, dat de Vogels voor de opligting hunner vleugels eene veel geringere kracht behoeven. Ook zijn de aan het schouderblad ingeplante spieren, waardoor die opligting voornamelijk geschiedt, zwak, inzonderheid in vergelijking met de geweldige spieren, die voor de nederwaartstrekking dienen.

Om dit verschil tusschen Vleermuizen en Vogels goed in te zien, moet men het in vele opzigten geheel verschillend maaksel der vleugels van naderbij beschouwen. Evenals de Vleermuizen vliegen ook de Vogels met hunne voorste ledematen, hunne armen en handen, die desgelijks een stelsel van naar elkander toe en van elkander af beweegbare hefboomen uitmaken. Inderdaad herkent men in een vleugel, na verwijdering der vederen en spieren, dezelfde deelen, die ook bij de Zoogdieren het voorste lidmaat samenstellen: een opperarmbeen, (fig. 17, *a*), een uit een spaakbeen (*b*) en ellepijp (*c*) zamengestelden

Fig. 17.



Voorste lidmaat van een Zwaan.

a gedeelte van het opperarmbeen; *b* spaakbeen; *c* ellepijp; *d* handwortel; *e* duim; *f* middelhandsbeenderen; *g* middelvinger; *h* kleine vinger.

voorarm en eene hand, waaraan men nog twee vingers (*g* en *h*) en een duim (*e*) onderscheiden kan. De beenderen van den opper- en voorarm, vooral van den laatsten, hebben, evenals bij de Vleermuizen, eene groote lengte, en, wederom als bij de Vleermuizen, kan de voorarm niet, zooals die van den Mensch, voorover wentelen, in weerwil dat zij

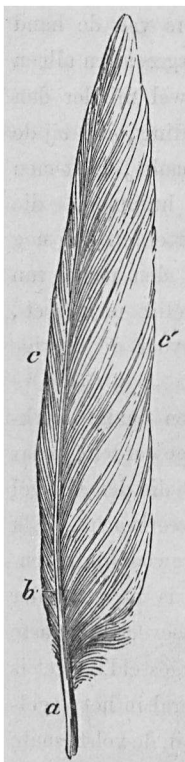
hier uit twee beenderen bestaat, die echter een onderling zamenhangend geheel uitmaken. Geheel verschillend is daarentegen het maaksel der hand. Terwijl die der Vleermuizen uit zeer lange, bewegelijke vingers bestaat, zijn daarentegen de beide hoofdvingers van de hand der Vogels onderling in hun middelhandsgedeelte (*f*) vergroeid en alleen het duimpje (*e*) bezit nog eenige bewegelijkheid, hoewel minder dan bij de Vleermuizen. Van de aanmerkelijke huiduitbreiding, die bij de Vleermuizen het grootste gedeelte van den vleugel uitmaakt, treft men bij de Vogels niet anders aan dan eene driehoekige huidplooi, die de ruimte vult tussehen den schouder en den handwortel en die nog door twee spieren kan gespannen worden. Zij draagt den naam van de „windvang”. De eigenlijke vleugelvlakte wordt, gelijk men weet, bij de Vogels gevormd door de vleugelvederen, waarvoor de overige deelen slechts tot steun dienen.

Het vederenbekselsel der Vogels is in meer dan een opzigt merkwaardig. „Ligt als een veder” is tot een spreekwoord geworden, maar met ligtheid vereenigt een veder, vooral een dergenen, die den vleugel zamenstellen, tevens eene groote mate van sterkte en veerkracht. Elk weet dit, maar niet elk weet, hoe die vereeniging van gewoonlijk tegen strijdige eigenschappen is tot stand gebragt. Eigenlijk is in een veder het vraagstuk opgelost: hoe met de minst mogelijke hoeveelheid vaste stof een zoo stevig mogelijk ligchaam kan worden daargesteld. Het is hetzelfde vraagstuk trouwens, naar welks oplossing overal in het vogel-ligchaam een streven doorblijkt, maar waaraan eerst hier in de volste mate voldaan kon worden, omdat de stof, de hoornzelfstandigheid namelijk, waaruit een veder bestaat, eenmaal gevormd zijnde, als het ware buiten den kring der overige levensverschijnselen is getreden en met het overige ligchaam nog slechts in een werktuigelijk verband staat, geheel anders dan de vlieghuid der Vleermuizen, die gestadig door den bloedstroom moet gevoed en onderhouden worden. De vederen van een Vogel zijn ware ligchaamsaanshangsels, even als de haren der Zoogdieren en gevormd op eene dergelijke wijze als deze, maar merkelyk zamengestelder van maaksel.

Aan een veder (zie fig. 18, volgende blz.) onderscheidt men drie deelen: de spoel (*a*), de schaft (*b*) en de vlag (*c c'*). De spoel is het gedeelte, waarmede de veder in eene huidverdubbeling of zakje stevig gevat is. Zij is hol, heeft eenen dunnen, maar stevigen, uit hoornve-

zelen zamengestelden wand en bevat, behalve eenige dunne vliesjes, die de verdroogde overblijfselen van weeke deelen zijn, welke tijdens

Fig. 18.

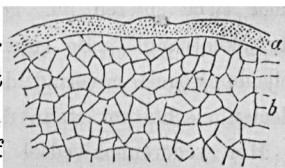


a spoel; b schaft;
c c' vlag.

de vorming der veder eene rol speelden, maar nu nutteloos zijn geworden, niet anders dan lucht. De schaft is eene regtstreeksche voortzetting der spoel, maar schijnbaar niet hol, gelijk deze. Ik zeg 'opzettelijk „schijnbaar”, want onderzoekt men een dunne doorsnede van de schaft onder het mikroskoop, dan bespeurt men, dat de sponsachtige zelfstandigheid (b), die als een merg, slechts

Fig. 19.

omgeven van eene dunne vaste bastlaag (a), het grootste gedeelte van de schaft vult, enkel bestaat uit holle, met lucht gevulde blaasjes of cellen met uiterst dunne



vliezige wanden. Deze blaasjes hebben eene veelhoekige gedaante en zijn zeer klein, zoodat eenige hondderduizenden daarvan in de schaft

Klein gedeelte eener dwarse doorsnede van de schaft van een veder van een Paauw; bij geringe vergrooting; a bastlaag; b merg.

digt nevens elkander gelegen zijn. De vlag, die zich ter weerszijde van de schaft uitbreidt, is het belangrijkste gedeelte van de veder. Steeds is aan de slagpennen der vleugels, die wij in deze beschrijving voor-

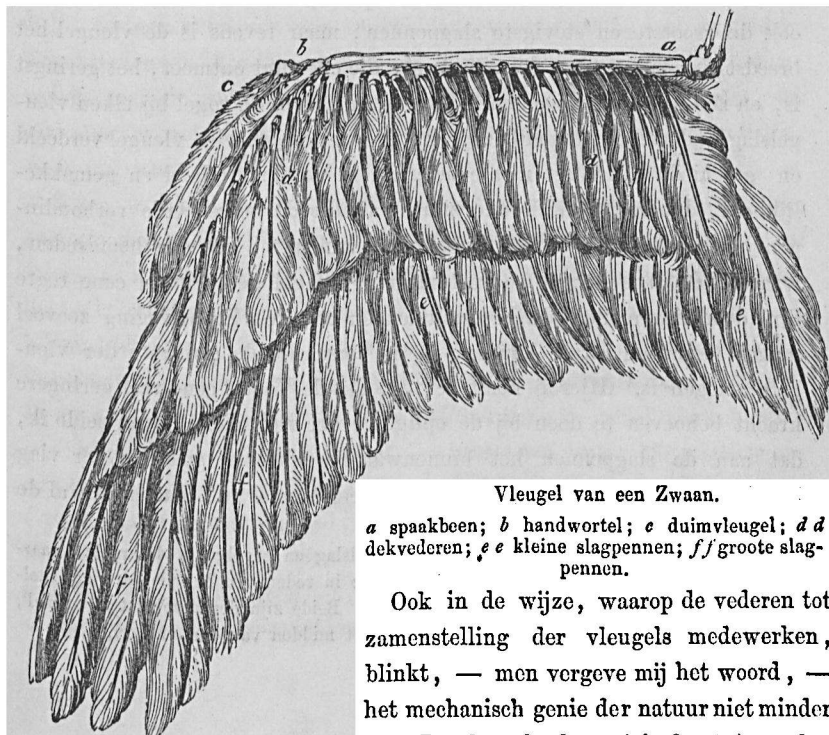
namelijk op het oog hebben, de binnenwaarts gekeerde zijde der vlag merkelyk breeder dan die, welke buitenwaarts gelegen is. Wij zullen zoo aanstonds zien, van hoe veel gewigt deze inrigting voor de gemakkelijke beweging der vleugels is. De vlag is zamengesteld uit de zoogenaamde stralen of baarden, die, in de vleugel- en staartpennen, alle vlak tegen elkander aanliggen en zoo een digt sluitend geheel uitmaken. Dit verband tussehen de baarden wordt onderhouden door een groot aantal uit elken baard of straal ter weerszijde ontspringende veel kleiner baardjes, die haaksgewijs omgebogen zijn, en zoo geplaatst, dat die der aaneenliggende baarden wederkeerig in elkander grijpen. Zoo verklaart het zich waarom, wanneer men eenige der baarden naar beneden trekt, de overige van zelve volgen en men de baarden slechts met eenig geweld van elkander scheiden kan.

Al die baarden en baardjes nu zijn op hunne beurt grootendeels zamengesteld uit dergelijke zeer dunwandige, met lucht gevulde celletjes, als die waaruit het grootste gedeelte der schaft bestaat. Alleenlijk zijn de cellen der baarden meer lang gerekt en platter van vorm en worden zij gesteund door een dun uit hoornvezelen zamengesteld strookje, dat zich in de haakvormige baardjes voortzet.

Zoo maakt derhalve lucht, opgesloten in honderdduizenden van zeer kleine, door dunne vliesjes begrensde holten, inderdaad verreweg het grootste gedeelte, naar schatting meer dan negen tienden, van het volume van elke veder uit. Het zijn als het ware even zoovele uiterst kleine, onderling verbonden luchtkussentjes, die, ter versterking van het verband en ter vermeerdering van den weerstand, nog gesteund worden door dunne platen eener vastere hoornzelfstandigheid.

Men roemt het menschelijk vernuft wegens het uitdenken van midelen om in den bouw zijner kunstvoorbrenghen, in de getraliede bruggen b. v., stevigheid en ligtheid te vereenigen. Maar wat zijn zijne meest geroemde uitvindingen, wanneer men deze vergelijkt met hetgeen hier door de natuur is gewrocht!

Fig. 20.



Vleugel van een Zwaan.

a spaakbeen; *b* handwortel; *c* duimvleugel; *d d* dekvederen; *e e* kleine slagpennen; *f f* groote slagpennen.

Ook in de wijze, waarop de vederen tot zamenstelling der vleugels medewerken, blinkt, — men vergeve mij het woord, — het mechanisch genie der natuur niet minder uit. De vleugelvederen (zie fig. 20) worden

onderscheiden in bovenste en onderste dekvederen (*d d*), in kleine slagpennen (*e e*), die langs den voorarm, en in groote slagpennen (*f f*) die aan de hand zijn ingeplant, met uitzondering van den duim, welke op zich zelve de drager is van 3—4 kleinere vederen (*e*), welke te zamen den duimvleugel uitmaken. De wijze van rangschikking, de betrekkelijke grootte en de gedaante van al deze vederen zijn nu zoodanig, dat de geheele daaruit zamengestelde vleugel eenen onregelmatig driehoekigen vorm heeft, met de breede grondvlakte tijdens de vlucht naar het ligchaam en met de door de groote slagpennen gevormde spits daarvan afgekeerd. Bovendien is elke veder en ook de geheele vleugel van boven bol en van onderen hol. Er behoort weinig nadenken toe om te doen inzien, dat deze vorm van vleugel de gunstigste is, dien men bedenken kan, om daarmede regelmatige, lang volgehouden slagen te doen.

De vleugelbeweging geschiedt rondom de geleding van het hoofd van het opperarmbeen in het schoudergewricht. Bij elken vleugelslag beschrijft de vleugel een boog van eene zekere uitgestrektheid, en de weerstand, die elk punt des vleugels ondervindt bij het doorklieven der lucht, neemt toe met den afstand van dit punt van het bewegingspunt en is derhalve het grootst nabij de spits¹⁾. Daar bevinden zich dan ook de grootste en stevigste slagpennen, maar tevens is de vleugel het breedst ter plaatse waar de weerstand, die elk punt ontmoet, het geringst is, en zoo wordt de gezamenlijke weerstand, dien de vogel bij elken vleugelslag ondervindt, tamelijk regelmatig over den geheelen vleugel verdeeld en geschiedt de vlucht met eene grootere gelijkmatigheid en gemakkelijheid, dan het geval zoude zijn, wanneer de omgekeerde verhoudingen plaats hadden. Veilig mag men aannemen, dat een hoofdreden, waarom de Vogels met zooveel meer zekerheid de lucht in eene regte lijn doorklieven dan de Vleermuizen en ook de vliegbeweging zooveel langer vermogen uit te houden, in de verschillende gedaante der vleugels gelegen is. Hierbij komt echter, dat de Vogels eene veel geringere kracht behoeven te doen bij de opligting der vleugels. Boven zeide ik, dat aan de slagpennen het binnenwaarts gekeerde gedeelte der vlag breed, dat van het buitenwaartsche gedeelte smal is. Nu liggen al de

¹⁾ De weerstand der lucht tijdens den vleugelslag en gevolglijk de kracht, waarmede deze moet overwonnen worden, nemen toe in reden van het vierkant der snelheid, waarmede elk vleugeldeel bewogen wordt. Beide zijn derhalve niet tweemaal, maar viermaal zoo groot nabij de spits als in het midden van den vleugel.

slagpennen zoo over elkander heen, dat, wanneer de vleugel uitgespreid is, de smallere buitenste vlaggedeelten de binnenranden der breedere binnenste vlaggedeelten overdekken. Doet nu de Vogel met zijnen vleugel eenen benedenwaartschen slag, dan blijven al de tusschenruimten gesloten, want de luchtdrukking perst de oppervlakten der elkander begrenzende slagpennen tegen elkander aan. Wordt daarentegen de vleugel opgeligt, dan heeft juist het tegendeel plaats: de daarbij onderonden drukking der lucht doet de slagpennen iets vaneen wijken, en zoo ontstaat tusschen elk paar daarvan eene spleetvormige opening, waardoor de lucht vrijelijk kan doorgaan. Zoo is derhalve de vleugel van een Vogel voorzien van een soort van, bij de bewegelijke bladen van een zonneblind vergelijkbare, kleppen, die zich beurtelings van zelf sluiten en openen, al naar gelang de weerstand der lucht voordeelig of nadeelig op de beweging des vleugels werkt. Ook verdient het opmerking, dat het genoemde verschil tusschen de beide vlaggedeelten het geringst aan de kleine, het grootst aan de groote slagpennen is en dus van de breede grondvlakte, die den minsten, naar den smallen buitenrand, die den grootsten weerstand te overwinnen heeft, allengs toeneemt.

Er bestaan overigens nog verscheidene verschillen bij onderscheidene Vogelsoorten in den graad van onderlinge bedekking der slagpennen, verschillen, die samenhangen met de bijzondere wijze van vliegen, die aan elken Vogel eigen is. Doch, ten einde niet te uitvoerig te worden, gaan wij deze voorbij.

Wanneer men Vogels en Vleermuizen met elkander vergelijkt ten opzichte van de betrekkelijke grootte der vleugels, dan komt men in het algemeen tot het besluit, dat noch de eene noch de andere dezer afdelingen ten dien aanzien een bepaald overwigt boven de andere heeft. Natuurlijk mogen alleen zulke soorten onderling vergeleken worden, wier ligchaamsgewigt ongeveer gelijk is. Als voorbeeld voer ik de Sijs en de geoorde Vleermuis (*Plecotus auritus*) aan:

	Ligchaamsgewigt in grammen	Lengte van den vleugel in cen- timeters	Oppervlakte van den vleugel in vierkante centimeters
Sijs	10	9,5	25
Geoorde Vleermuis .	10,5	12,5	35

Hier is dus het overwigt aan de zijde der Vleermuis. In andere ge-

vallen daarentegen valt die vergelijking ten gunste des Vogels uit. Zoo b. v. vind ik bij den Leeuwrik en bij *Molossus longicaudatus* (eene Surinaamsche soort van Vleermuis) de volgende verhouding:

	Ligchaamsgewigt in grammen	Lengte van den vleugel in cen- timeters	Oppervlakte van den vleugel in vierkante centimeters.
Leeuwrik	32	15,8	75
<i>Molossus longicaudatus</i>	38	12,2	31,5

De kleinere Vogel heeft dus hier merkelyk grootere vleugels. In het algemeen winnen het de Vogels van de Vleermuizen, ook dan wanneer, als een gevolg van het verschil in gedaante der vleugels, hunne oppervlakte eene geringere is, toch door de iets grootere lengte, die de vleugels bereiken. Ook leert eene vergelijking van de Vogels onderling, dat de snelheid van de vlugt vooral van deze afhankelijk is ¹⁾. Vogels, die bekend staan als zeer snelle vliegers, hebben ook buitengewoon lange vleugels. Bij de Zwaluwen, inzonderheid bij de Gierzwaluwen, reiken de lange, zeisvormige vleugels tot over den staart heen. Daarentegen hebben de echte Hoenderachtige Vogels, die slechts zelden en nooit lang vliegen, korte, afgeronde vleugels. Knipt men bij een Vogel slechts een klein gedeelte van de vleugelspitsen af, dan wordt zijn vliegvermogen dadelijk daardoor zeer verminderd, in weerwil, dat de vierkante oppervlakte der vleugels slechts weinig daardoor is afgenomen.

Boven maakten wij reeds gewag van den duimvleugel. Dit schijnbaar onbeteekenend toevoegsel aan den vleugel der Vogels is inderdaad een belangrijk hulpmiddel voor het besturen der vlugt. Een Vogel kan wel is waar ook wenden, d. i. van rigting veranderen, door ongelijke slagen met elk der beide vleugels te doen, evenals een roeijer, alleen door ongelijke slagen met de riemen zijne boot links of regts van de rigting kan doen afwijken. Onder de kleinere Vogels zijn er ook, zoo als de Zwaluwen, die zulks bijna uitsluitend op deze wijze doen, daar

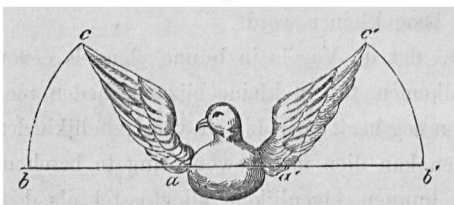
¹⁾ Bij Vogels van gelijk maaksel en gelijk vliegvermogen, maar ongelijke grootte, houdt de lengte der vleugels volkomen gelijken tred met de overige ligchaamsafmetingen. Daar nu de ligchaamsgewigten tot elkander staan in rede van de derde magt van elk dezer afmetingen, zoo verhoudt zich ook de vleugellengte als de derde magtswortel van het ligchaamsgewigt. Van deze verhouding moet men derhalve uitgaan bij vergelijking van de lengte der vleugels bij onderscheiden soorten van Vogels.

bij hen de duimvleugel uiterst klein is. Doch bij grootere Vogels zoude het wenden aldus slechts langs een grooten boog kunnen geschieden, om dezelfde reden waarom een lang schip, dat met snelheid voortgaat, bij het wenden door middel van het roer eenen grooteren boog beschrijft dan een klein, dat gelijke snelheid heeft, maar spoediger aan het roer gehoorzaamt. Zulke Vogels bezitten nu in den duimvleugel een werktuig, waardoor zij desgelijks in staat zijn des verkiezende korte wendingen te maken. Bij de gewone voorwaartsche vlugt ligt deze tegen den voorsten vleugelrand aan; ontplooit nu de Vogel zijn duimvleugel aan den eenen vleugel, b. v. aan den linker, hetgeen hij door eenvoudige uitstrekking van den duim doet, dan ontmoet die vleugel eenen grooteren weerstand dan de andere, en de Vogel zal naar links wenden, of naar regts, wanneer die van den linker vleugel is ontplooid. Daar nu de duimvleugel op ongeveer de helft der lengte van den vleugel is geplaatst, zoo volgt daaruit, dat het middelpunt van draaijing veel digter bij gelegen is, dan wanneer alleen het overige van den vleugel, hetzij door versnelling van den slag of door sterkere ontplooiing der groote slagpennen, die draaijing moest te weeg brengen, en dat derhalve aldus de bij de wending beschreven boog kleiner wordt.

Uit deze beschrijving blijkt, dat de Vogels in hunne vleugels eenen vliegtoestel bezitten, zoo volkomen tot in kleine bijzonderheden toe, dat niemand, die nog een open oog heeft voor de vele voortreffelijkheden der natuurgewrochten, nalaten kan dien met bewondering te beschouwen. Dat zij, zoowel door hunnen eigenlijken vliegtoestel als door hunne geheele bewerktuiging veel beter dan de Vleermuizen tot een langdurig verblijf in de lucht geschikt zijn, volgt uit al het gezegde van zelf. Maar zij hebben boven hen ook nog iets anders vooruit; zij bezitten namelijk in hunne stevige pooten een middel om zich van den grond of den tak, waarop zij zitten, op te heffen. Alleen de Zwaluwen missen dit vermogen; hare korte pootjes zijn daartoe te zwak, en zij moeten zich van eene hoogte laten afvallen, alvorens de vlugt te nemen. Wanneer daarentegen een andere vogel zal gaan vliegen, dan doet hij eerst een sprong en breidt daarbij gelijktijdig de vleugels uit. Tegen dat de opdrijvende kracht van den sprong haar einde heeft bereikt, hebben dan de vleugels reeds eenen benedenwaartschen slag gedaan, en, door dien telkens te herhalen, stijgt de Vogel langs een hellend vlak naar boven.

Het getal der vleugelslagen, welke een Vogel doet, is verschillend. Groote Vogels ziet men soms op uitgespreide wicken een tijd lang zweven en slechts van tijd tot tijd een krachtigen slag doen om de verloren hoogte te herwinnen. Bij de gewone vlugt der meeste Vogels stijgt het getal der vleugelslagen zelden boven 3 of 4 in de seconde. Echter kan het meer bedragen, vooral bij kleine Vogels en bij de kleinsten, de Kolibri's, die zich eenige oogenblikken op hetzelfde punt in de ruimte houden, boven eene bloem, welker nectar zij zuigen, is de beweging der vleugeltjes zoo snel, dat zij ophoudt met het oog waarneembaar te zijn en een muzikalen toon voortbrengt. Ook nog in andere gevallen veroorzaakt het vliegen een gedruisch, doch door eene geheel andere oorzaak. Zoo bij de Duiven, wier nadering men reeds op eenen afstand verneemt door het geluid, dat de tegen elkander van slaande vleugels maken. Dit is tevens een bewijs van de grootte van den boog, dien elke vleugel bij zijn nederwaartschen slag beschrijven kan. In het algemeen kan men de grootte van dien boog als maximum op 130° stellen, dat wil zeggen, dat wanneer een Vogel (fig. 21) zijne vleugels

Fig. 21.



zoo hoog mogelijk heeft opgeligt, deze elk eenen hoek van 40° met zijne dwarse as ($b b'$) maken, terwijl zij bij hunne benedenwaartsche beweging tot op het punt waar zij elkander ontmoeten, nog

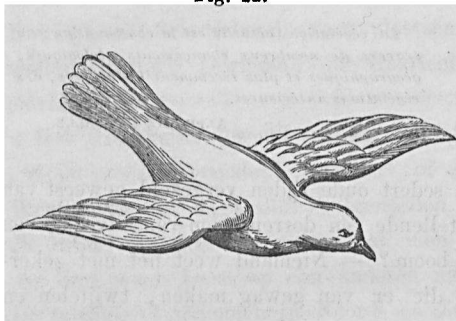
bovendien een boog van 90° beschrijven. Slechts zelden echter, en dan nog alleen voor korte oogenblikken, maakt een Vogel van zijn volle vliegvermogen gebruik, en gewoonlijk bedraagt dan ook de door zijne vleugels beschreven boog, of de slaghoek gelijk men het ook noemt, merkelyk minder.

Wanneer een Vogel uit de lucht wil nederdalen, dan kan hij dit met allerlei graden van snelheid doen. Hoe groot die snelheid kan zijn, leeren de roofvogels wanneer zij uit groote hoogte op hun prooi nederstorten. Zij behoeven dan alleen te gehoorzamen aan de wet der zwaartekracht, volgens welke de snelheid van een vallend ligchaam toeneemt in reden van het vierkant van den tijd van den val.

Gesteld b. v., dat een Roofvogel, op eene hoogte van 100 ellen boven den grond zijnde, zich op eene prooi aldaar nederstort, door zich een-

voudig te laten vallen en daarbij, ten einde zoo weinig mogelijk weerstand te ondervinden, zijne vleugels geheel toevouwt, dan zoude hij, indien men voor het oogenblik den tegenstand der lucht op het ligchaam buiten rekening laat, den grond bereiken in omstreeks $4\frac{1}{2}$ sekonde en daarbij eene valsnelheid hebben verkregen van ongeveer 40 ellen in de seconde. Nu spreekt het van zelf, dat zulk eene groote snelheid, door den geweldigen schok, dien de vogel bij het bereiken van den grond zoude ondervinden, voor hem zelve doodelijk zoude zijn. Ook laat een Vogel zich nimmer geheel aan de werking der zwaartekracht over; hij kort bij snelle nederdaling slechts zijne vleugels in, houdt deze bovenwaarts gerigt (als in fig. 21), om ze, even voor hij den grond be-

Fig. 22.



reikt, wederom uit te breiden en, zoo noodig, daarmede nog een slag te doen, ten einde den schok te breken, op het oogenblik, dat hij den grond raakt. Daarbij wipt hij, door eene beweging met zijn staart (zie blz. 132), zijn achterlijf iets naar boven en komt zoo in een schuinsche rigting (fig. 22) op den grond

aan. Zoo doen niet alleen de roofvogels, maar inderdaad alle vogels. Bij Duiven kan elk dit gemakkelijk waarnemen. Zoo zijn de vleugels derhalve voor de Vogels niet enkel de middelen tot op- en voorwaartsche beweging, maar tevens de regelaars, de moderators, der nederwaartsche beweging, waardoor het dier het volkomen in zijne magt heeft deze naar willekeur te vertragen of te versnellen.

(Slot in een volgend nummer).