

V L I E G E N ;

DOOR

P. HARTING.

(*Vervolg en slot van blz. 147*).

Er is nog eene afdeling van vliegende dieren, welke, ofschoon de daartoe behoorende soorten in ligchaams grootte over het algemeen verre beneden de Vleermuizen en de Vogels staan, toch niet minder onze aandacht verdienen wegens de inderdaad voortreffelijke wijze, waarop hunne geheele bewerktuiging aan de behoeften van tot vliegen bestemde dieren voldoet.

Ik bedoel de klasse der Insekten.

Hier treedt ons echter een vormenrijkdom te gemoet, zoo groot, dat, wilde ik een eenigzins volledig overzicht geven van al de verschillende wijzen, waarop de vliegtoestel van onderscheidene Insekten is ingerigt, ik de perken, welke ik mij hier noodzakelijk stellen moet, verre overschrijden zoude ¹⁾.

Wij zullen ons derhalve slechts tot eenige algemeenheden bepalen, voornamelijk ten einde de overeenkomsten en de verschillen tusschen de Insekten en de vliegende Gewervelde dieren te doen uitkomen.

Boven deelden wij een voorbeeld mede van de kracht der Vogels, waardoor zij in staat zijn met een last weg te vliegen, die zelfs de

¹⁾ De lezer, die meer omtrent dit onderwerp wenschte te weten, kan met vrucht raadplegen de verhandeling van J. CHABRIER, *Essai sur le vol des Insectes*, geplaatst in *Mémoires du Muséum d' Histoire naturelle*, T. VI, p. 410, het artikel *Motion* in de *Cyclopaedia of Anatomy and Physiology*; voorts STRAUSS-DURCKHEIM, *Anatomie descriptive du Melolontha vulgaris* en de algemeene werken van KIRBY and SPENCE, LACORDAIRE, BURMEISTER, enz.

helft van hun eigen lichaamsgewicht kan bedragen. Er zijn echter Insekten, die hen ten dien aanzien overtreffen. Waarnemingen van FELIX PLATEAU hebben geleerd, dat eene Honigbij een last, welke drie vierden van haar lichaamsgewicht bedraagt, in de vlugt medevoert en dat een Glazenmaker zelfs zijn dubbel lichaamsgewicht vliegende kan dragen. Er behoort slechts weinig waarnemingstalent toe om op te merken, dat vele Insekten ook in snelheid van vlugt niet alleen de snelstvliegende Vogels evenaren, maar zelfs overtreffen. Vliegen en Muggen vergezellen de snelst rennende paarden, ja beschrijven kringen om hen heen. Men wil zelfs van Hommels en Wespen hebben waargenomen ¹⁾, dat zij de snelst loopende spoortreinen niet alleen bijhouden, maar dit desgelijks doen onder het beschrijven van kringen, zoodat de werkelijke snelheid der vlugt van deze Insekten derhalve ongeveer driemaal zoo groot als van een spoortrein zoude zijn en dus minstens 30 ellen in de seconde bedragen. Reeds voor anderhalve eeuw trok de groote snelheid, waarmede de Rombouts of Glazenmakers (soorten van *Aeshna* en *Libellula*) vliegen, de aandacht van onzen LEEUWENHOEK ²⁾. Hij bevond zich in een tuin met een grooten vijver, over welchen een Rombout en een Zwaluw heen en weder vlogen, de laatste jagt makende op de eerste. Deze jagt duurde eenen geruimen tijd binnen eenen omtrek van honderd voeten, zonder dat het der Zwaluw gelukte den Rombout te vangen of zelfs op eenen korteren afstand dan zes voet te naderen. Echter merkt hij op, dat dit ten deele moest worden toegeschreven aan het gemak, waarmede de Rombout van rigting verandert, er in zijn naïven stijl bijvoegende: „en ik beelde mij in, wanneer de Rombout een regte kours hadde genomen, dat dan de Swaluwe den Rombout zoude opgevangen hebben. Hier uyt souden wij wel kunnen besluyten, dat de ingeschapenheyt van de Rombout is, dat hij, met weynig van plaats te veranderen, synen vyant best kan ontwyken.”

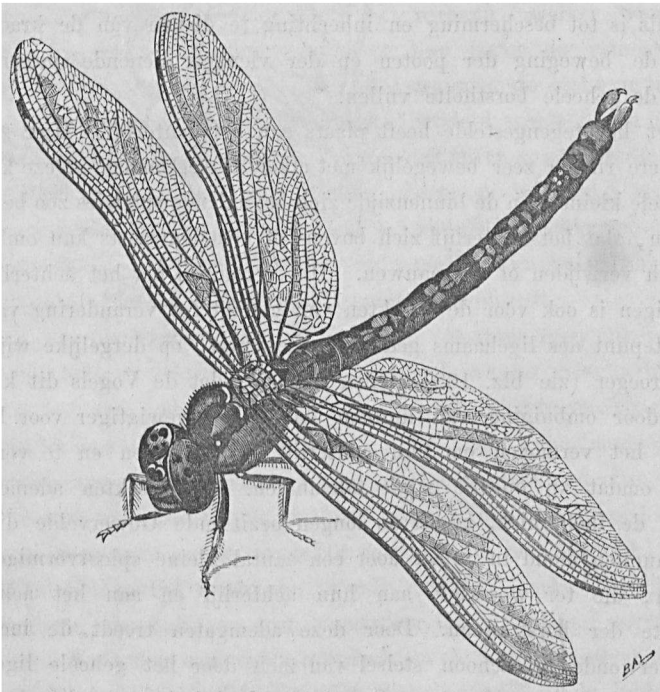
¹⁾ SNELLEN VAN VOLLENHOVEN in zijn *Overzicht der Gelede Dieren*, p. 94, in *De Natuurlijke Historie van Nederland*, Haarlem, 1861.

²⁾ *Sendbrief* van den 6den Mei 1717 aan den heer ELOUT VAN BLEYSWIJK, burgemeester van Delft. Dit geval is sedert door verscheidene (ook Nederlandsche) schrijvers aangehaald, maar op eene zonderlinge wijze. LEEUWENHOEK zoude namelijk deze waarneming gedaan hebben in eene menagerie (!), die volgens den een 100, volgens den ander 200 voeten lang was. Het is, alsof het Insekt en de Vogel door den eigenaar der menagerie op den wedloop gedresseerd waren.

Hoe dit zij, zeker is het, dat verscheidene Insekten met buitengewone snelheid vliegen, hetgeen te meer verwondering wekt, wanneer men bedenkt, dat zij in het algemeen zeer kleine dieren zijn. De snelheid toch van alle plaatsbeweging, zwemmen, loopen en vliegen, zal, het overige gelijkstaande, toenemen in verhouding tot de grootte van het dier, om de eenvoudige reden, dat voor plaatsbeweging verplaatsing van lichaamsdeelen vereischt wordt en dat, wanneer deze zich even snel en met gelijke kracht verplaatsen, natuurlijk de grotere dieren, die in het algemeen ook de grootste plaatsbewegingsorganen hebben, het van de kleinere winnen moeten. Opdat kleinere dieren in snelheid van voortbeweging met de grootere gelijk staan, moeten derhalve de plaatsbewegingsorganen, in dit geval de vleugels, zich ook zooveel sneller bewegen. En zoo is het inderdaad bij de Insekten, gelijk wij straks zien zullen.

Alvorens echter den vliegtoestel nader in oogenschouw te nemen, moeten wij eenige oogenblikken stilstaan bij het maaksel van een Insekt in

Fig. 23.

*Aeshna grandis.*

het algemeen, voor zoo ver dit tot goed verstand van hetgeen volgen zal noodig is.

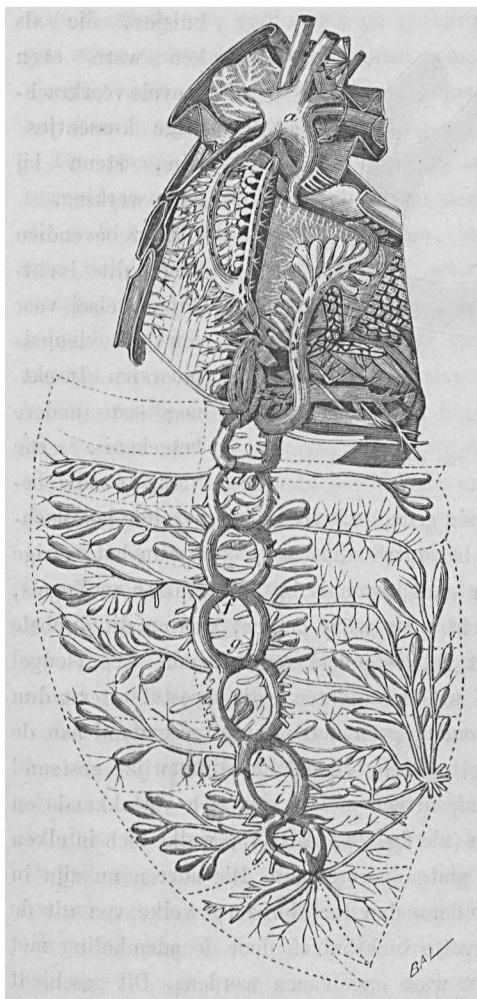
Het ligchaam van een Insekt bestaat steeds uit drie deelen: het hoofd, de borst en het achterlijf, en elk van deze hoofdafdeelingen is nog wederom zamengesteld uit ringen, uitwendig gevormd door eene harde hoornachtige stof (chitine), die tegelijk de huid en het skelet van het dier is. Terwijl bij de Gewervelde dieren het skelet zich inwendig bevindt en door de spieren overdekt wordt, heeft bij de Insekten en in het algemeen bij alle Gelede dieren, waartoe ook Schaaldieren, Spinnen en Duizendpooten behooren, het omgekeerde plaats. Het skelet is tevens een pantser, in welks holte al de overige lichaamsdeelen, ook de voor de beweging dienende spieren, bevat zijn.

De borst is zamengesteld uit drie ringen, die men onderscheidt met de namen van voorborst, middelborst en achterborst. Elk dezer ringen draagt een pootenpaar aan de buikzijde, terwijl de twee paren vleugels aan de rugzijde zijn ingeplant, aan de middelborst en aan de achterborst.

Deze borstringen zijn weinig of niet bewegelijk. Hunne voorname beteekenis is tot bescherming en inhechting te dienen van de krachtige, voor de beweging der pooten en der vleugels dienende spieren, die bijna de gheele borstholte vullen.

Juist het tegengestelde heeft plaats aan het achterlijf. Hier zijn de talrijkere ringen zeer bewegelijk met elkander verbonden. Deze kunnen door vele kleine, aan de binnenzijde zich bevindende spiertjes zoo bewogen worden, dat het achterlijf zich boven- of benedenwaarts kan ombuigen en zich verwijden of vernaauwen. Het vermogen om het achterlijf om te buigen is ook voor de Insekten van gewigt ter verandering van het zwaartepunt des ligchaams gedurende de vlugt, op dergelijke wijze als wij vroeger (zie blz. 132) gezien hebben, dat de Vogels dit kunnen doen door ombuiging van hunnen hals. Nog gewigtiger voor hen is echter het vermogen om hun achterlijf te verwijden en te vernaauwen, omdat zij op die wijze ademen. De Insekten ademen namelijk de lucht niet, zooals de longen bezittende Gewervelde dieren, door hunnen mond in, maar door een aantal kleine spleetvormige openingen, die ter weerszijde aan hun achterlijf en aan het achterste gedeelte der borst staan. Door deze ademgaten treedt de lucht in een verwonderlijk schoon stelsel van zich door het gheele ligchaam vertakkende buizen (fig. 24). De grootere luchtbuizen worden door een

Fig. 24.

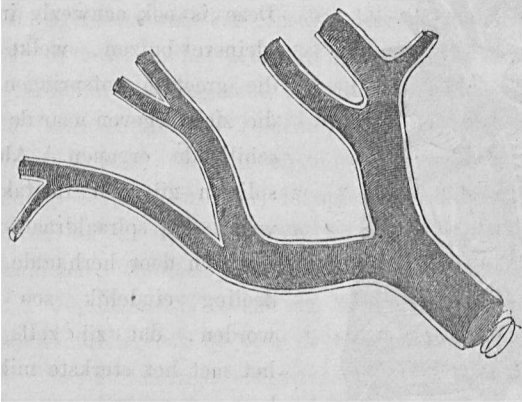


Luchtbuizen-stelsel van een Meikever.

spiraaldraad uitgespannen gehouden (fig. 25 volgende blz.). Deze is ook aanwezig in de kleinere buizen, welke uit die grootere ontspringen en die zich begeven naar de verschillende organen. Aldaar splitsen zij zich in takjes, welke den spiraaldraad missen, en door herhaalde verdeling eindelijk zoo fijn worden, dat zij zelfs aan het met het sterkste mikroskoop gewapend oog schier ontsnappen. Bovendien staan met de luchtbuizen nog grootere of kleinere blaasjes in verband, welker wand zeer dun is en die zamenvallen, wanneer de lucht er uit verwijderd wordt, doch die zich uitzetten, zoodra de lucht door de zoo even genoemde zijdelingsche ademgaten in dit stelsel van buizen en blazen binnentreedt.

Daar er geen enkel orgaan is, waarin deze luchtbuizen niet doordringen, en zij zelfs in elk cene aanmerkelijke ruimte innemen, zoo kan men zeggen, dat een groot gedeelte van het volume van een Insekt uit lucht bestaat. Dientengevolge heeft het ligchaam een zeer gering soortelijk gewigt, dat nog afneemt, zoodra het dier zich gereed maakt om te gaan vliegen, omdat het dan eerst eenige diepe ademhalingen doet, waardoor de luchtblazen gevuld worden. Dit heeft nog een ander voordeel. Vele dezer blaasjes liggen op of tusschen de spieren. Deze vinden derhalve in die door lucht uitge-

Fig. 25.



Gedeelte eener luchtbus van een Insekt.

zette blaasjes en buisjes, die als het ware even zoovele veerkrachtige kussentjes zijn, steun bij hare werking.

Maar bovendien heeft dit luchtbusstelsel voor een van vleugels voorzien Insekt nog eene andere beteekenis. Die vleugels zelve be-

staan namelijk, wat hun vliezig gedeelte betreft, uit dezelfde hoornachtige zelfstandigheid, die ook het uitwendige bekleedsel van het overige ligchaam uitmaakt. Ook hier gaat, evenals bij Vleêrmuizen en Vogels, ligtheid gepaard met stevigheid. De wijze echter, waarop dit dubbele doel bij de Insekten bereikt is, is geheel verschillend. Een vleugel van een Insekt bestaat altijd uit twee platen, die meestal uiterst dun zijn. Deze vliezige platen zouden geen den minsten weerstand aan de lucht bieden, indien zij niet op eene eigendommelijke wijze gesteund waren. Dien steun bezitten zij in een stelsel van zich vertakkende en vaak een net vormende aderen (zie fig. 23, bl. 163), welke zich in elken vleugel tusschen zijne beide platen verbreiden. Die aderen nu zijn in het wezen der zaak niet anders dan luchtbuizen, welke van uit de inwendig in het ligchaam bevatte luchtbuizen door de ademhaling met lucht kunnen gevuld, als het ware opgeblazen worden. Dit geschiedt dan ook altijd op het tijdstip, dat het Insekt zijne vleugels voor het eerst ontplooit. Men weet, dat dit plaats heeft na de laatste vervelling, of bij die Insekten (Kevers, Vlinders, Bijen, Vliegen), welke eene volkomen gedaantewisseling ondergaan, nadat zij het pophulsel verlaten hebben. Aanvankelijk liggen de pas gevormde vleugels dan nog in talrijke plooijen en vouwen en zijn week en buigzaam. Nu pompt het dier, verlangend om van zijne nieuw verkregen bewegingsorganen gebruik te maken, lucht in zijn luchtbusstelsel; allengs vullen zich

dan ook de luchtbuizen, die zich in de vleugels vertakken; deze breiden zich daardoor uit, verdroogen en verharden tevens aan de lucht, en na een zeker tijdsverloop, verschillend voor onderscheiden soorten, zijn de vleugels door de ingedreven lucht geheel ontplooid en nu in staat om het dier op zijne luchttogten te dragen.

Ter plaatse waar zich de grootere luchtbuizen bevinden, heeft er tevens eene sterkere afscheiding van dezelfde hoornachtige stof plaats, die ook het overig gedeelte van den vleugel zamenstelt. Vandaar dat men den loop der luchtbuizen of aderen gemeenlijk aan eene bruine streping en plaatselijke verdikking herkent, die steeds het sterkst is nabij den wortel en den voorrand der vleugels, waar deze dan ook het stevigst zijn. Zoo beantwoordt derhalve in de vleugels der Insekten dit luchtbuizenstelsel aan hetzelfde doel, hetwelk bij Vleermuizen en Vogels langs eenen geheel anderen weg wordt bereikt, namelijk door aan de vlieghuid of de vederen de beenderen van den arm en van de hand tot steun te geven. Ook heeft men de voornaamste vleugladeren van een Insekt met dergelijke namen bestempeld als die, welke men gewoon is te geven aan deelen van de voorste ledematen der Gewervelde dieren, waarbij men echter niet vergeten mag, dat die deelen, al staan zij ook in verrigting tot op zekere hoogte gelijk, toch in aard en oorsprong geheel verschillend zijn.

Werkelijk toch is de vleugel van een Insekt iets geheel anders dan de vleugel van een Gewerveld dier. Bij het laatste wordt de vleugel gevormd door een stelsel van onderling verbonden beenige hefboomen, die door spieren naar willekeur kunnen bewogen worden, waardoor de vleugel toegevouwen of ontplooid wordt. De vleugel van een Insekt daarentegen is een op zich zelve passief aanhangsel van het ligchaam, alleen te vergelijken bij een der vederen, welke aan de zamenstelling van den vleugel van een Vogel deel nemen, maar geenszins bij den geheelen vleugel. Er zijn geen spieren in, maar de actieve beweging des vleugels geschiedt uitsluitend door de reeds boven genoemde, in de borstholte bevatte spieren, die met korte peesjes aan zijn wortel zijn ingeplant en waarvan eenige den vleugel op-, andere dezen nederwaarts trekken.

Bij zeer vele Insekten behouden de eenmaal ontplooidde vleugels, zoolang het dier leeft, onveranderlijk dezelfde uitgespreide gedaante, die zij door de ontploojing verkregen hebben. Ik noem als voorbeelden de Vlinders, Glazenmakers, Vliegen enz. Andere, b. v. de Kevers

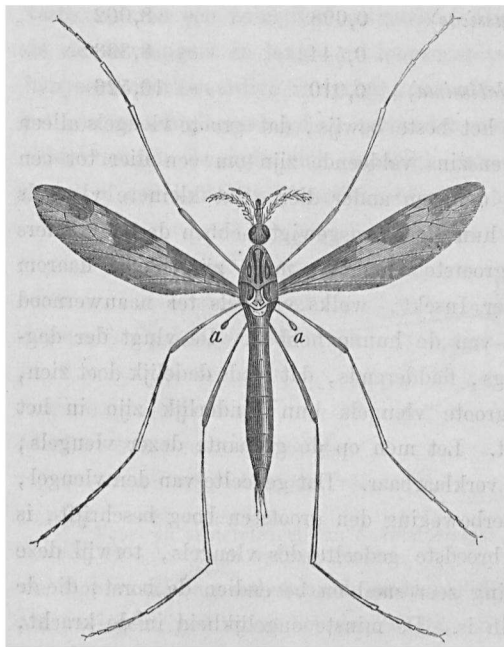
en de Wespen, bezitten wel is waar het vermogen om hunne vleugels weder zamen te vouwen, doch dit geschiedt op eene geheel andere wijze dan de zamenvouwing der vleugels bij Vleermuizen en Vogels. Terwijl zij bij dezen eene actieve handeling is van deelen in den vleugel zelve, is zij daarentegen bij de Insekten een passief verschijnsel, deels het gevolg van het ophouden der spanning, door de zamentrekking der vleugelspieren te weeg gebragt, deels van het niet meer drijven van lucht in de vleugeladeren. Soms zijn zulke Insekten zelfs genoodzaakt zich van hunne pooten te bedienen om de tot rust gekomen vleugels weder in den ouden plooi te brengen.

In dit opzigt bestaat er derhalve een zeer groot verschil tusschen de Insekten ter eener en de Vleermuizen en Vogels ter andere zijde. Eerstgenoemden missen het vermogen, dat bij de laatsten zoo ontwikkeld is, om bij hunne bovenwaartsche vleugelslagen de aan de lucht weerstand biedende oppervlakte der vleugels te verkleinen. Bij de Insekten treft men wel is waar aan de ondervlakte der vleugels dikwijls kleine uitbreidingen, haartjes enz. aan, waardoor deze bij de nederwaartsche beweging meer weerstand ondervinden, maar toch kan het noodige verschil in de bij de op- en nederwaartsche beweging ontwikkelde krachten slechts verklaard worden door aan te nemen, dat elke ophoofing der vleugels met geringere snelheid geschiedt dan hunne nederwaartstrekking. Het verschil tusschen beide krachten moge gering zijn, dit wordt vergroot, als het ware opgehoopt, door het aanmerkelijk getal van vleugelslagen, die binnen een beperkten tijd op elkander volgen.

De gedaante van de vleugels in de klasse der Insekten is veel meer uiteenlopend dan bij andere gevleugelde dieren. Men denke slechts aan het verschil, dat er ten dien aanzien bestaat tusschen een Vlinder, een Bij, een Glazenmaker enz. Bij dit verschil voegt zich nog dat van het bezit van vier vleugels, hetgeen de regel is, of van twee, gelijk bij de Vliegen en Muggen het geval is. Laatstgenoemden (zie fig. 26) hebben slechts geheel ontwikkelde voorvleugels, maar van de achtervleugels is toch nog een spoor overig, onder de gedaante van twee kleine kolfjes (*aa*), die wel is waar uit hoofde van hunne kleinheid en vorm niet kunnen medewerken om den weerstand der lucht te overwinnen, maar toch voor de vlugt geenszins onverschillig zijn, iets, hetwelk daaruit blijkt, dat, wanneer men bij zulk een tweevleugelig insekt de beide kolfjes afknijpt,

de vlugt ongeregeld wordt, en indien er slechts een wordt verwijderd, dan vliegt het dier alsof het niet meer in staat is zijn evenwigt te be-

Fig. 26.

*Tipula gigantea*; a a kolfjes.

greidheid bezitten dan de voorvleugels.

Ten aanzien van de betrekkelijke grootte der vleugels, zoowel wat hun onderling verschil betreft, als in verhouding tot het lichaamsge-
wigt, komen vele verschillen voor. Omtrent het laatste vindt men in onderstaand tafeltje¹⁾ eenige gegevens.

	Gewigt van het dier in grammen.	Oppervlakte van een voor- en een ach- tervleugel in vierkante centi- meters.
Vliegend hert (<i>Lucanus cervus</i>)	3,392	4,040
Hommel (<i>Bombus</i>)	0,402	1,180
Sluipwesp (<i>Ophion luteus</i>)	0,032	0,852
Vleeschvlieg (<i>Musca vomitoria</i>)	0,052	0,268

¹⁾ De hier opgegeven maten en gewigten zijn ontleend aan J. BISHOP in *Cyclopaedia of Anatomy*, Vol. III, p. 423, onder herleiding der Engelsche tot metrieke maat.

waren en helt gestadig naar de ongekwetste zijde over.

Men heeft daarom die kolfjes bij balanceerstokken vergeleken, en Fransche schrijvers hebben er werkelijk dan ook den naam van *balanciers* aan gegeven.

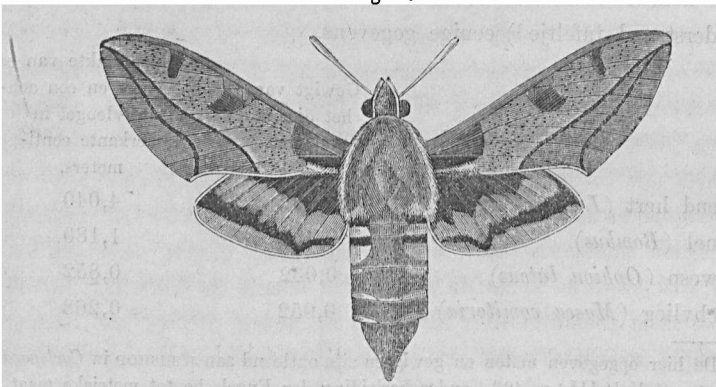
De Kevers, hoewel twee paren vleugels bezittende, onderscheiden zich van de overige Insekten doordat de voorvleugels in stevige dekschilden veranderd zijn, die veel zwaarder zijn dan de vliezige achtervleugels, welke er gedurende de rust onder verborgen worden en, uitgespreid zijnde, eene merklijk grootere uit-

	Gewigt van het dier in grammen.	Oppervlakte van een voor- en een ach- tervleugel in vierkante centimeters.
Witte koolkapel (<i>Pieris brassicae</i>)	0,098	8,062
<i>Triphaena pronuba</i>	0,544	8,393
Glazenmaker (<i>Aeshna maculatissima</i>)	0,910	10,526

Deze uitkomsten leveren het beste bewijs, dat groote vleugels alleen en op zich zelve nog geenszins voldoende zijn om een dier tot een beteren vlieger te maken dan een ander dier, dat kleinere vleugels heeft. In verhouding tot hun lichaamsgewicht hebben de dagvlinders of kapellen verreweg de grootste vleugels, maar zij vliegen daarom niet sneller dan menig ander Insekt, welks vleugels ter naauwernood een tiende der oppervlakte van de hunne hebben. De vlugt der dagvlinders heeft iets ongestadigs, fladderends, dat reeds dadelijk doet zien, dat hunne buitengewoon groote vleugels hun hinderlijk zijn in het bewaren van het evenwigt. Let men op de gedaante dezer vleugels, dan wordt dit gemakkelijk verklaarbaar. Dat gedeelte van den vleugel, hetwelk bij de op- en nederbeweging den grootsten boog beschrijft, is niet de spits, maar het breedste gedeelte des vleugels, terwijl deze daarentegen aan de inplanting zeer smal en bovendien de borst, die de spieren herbergt, zeer klein is. De minste ongelijkheid in de kracht, waarmede de wederzijdsche vleugels bewogen worden, het geringste verschil in den daarbij ondervonden weerstand, het zwakste windje, moeten hier dadelijk invloed uitoefenen.

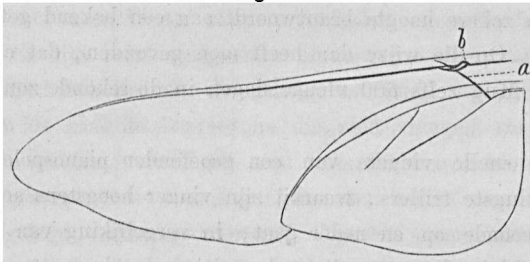
Nachtvlinders en avondvlinders, vooral de Sphinxen (fig. 27), hebben

Fig. 27.

*Sphinx Euphorbiae.*

vleugels, die veel geschikter dan die der Dagvlinders zijn, om de lucht met snelheid te klieven, in weerwil van hun betrekkelijk grooter lichaamsgewicht, waarvan trouwens de borst met de krachtige daarin bevatte spieren een ruim deel uitmaakt. Hunne voorvleugels overtreffen de achtervleugels in lengte en loopen spits toe. Bovendien bestaat bij hen eene merkwaardige inrigting, waardoor de voor- en achtervleugels tot een zamenhangend geheel verbonden worden. Aan den voorrand der achtervleugels bevindt zich namelijk een stijf, hoornachtig haar (fig. 28 *a*) of een bundeltje van twee of meer haren, dat opgenomen wordt

Fig. 28.



Voor- en achtervleugel van *Sphinx Atropos*,
van onderen gezien.

in een haakje of ringje (*b*) aan de ondervlakte der voorvleugels. Zoo vereenigd maken de oppervlakten der beide vleugels slechts eene enkele oppervlakte uit.

Inderdaad naderen

de Sphinxen, zoowel door de gedaante der vleugels als door de wijze van vliegen, het meest tot de Vogels, en, evenals de straks vermelde Kolibri's, bezitten ook zij het vermogen om zich, zonder van plaats te veranderen, tijdelijk zwevende boven een bloem op te houden en daaruit met hun lange roltong den nectar te zuigen.

Datzelfde vermogen om zich zonder eenige voortbeweging gedurende eenige oogenblikken in een punt der ruimte als het ware te vestigen, zonder eenigen steun dan de weerstand der lucht tegen de snel klapwiekende vleugels, bezitten trouwens nog verscheidene andere Insekten met betrekkelijk merkkelijk kleinere vleugels. Inzonderheid zijn het eenige soorten van Vliegen (van het geslacht *Syrphus* en verwanten), aan welke dit vermogen in hooge mate eigen is. Hier heeft men ook gelegenheid de verbazende snelheid der elkander opvolgende vleugelslagen gade te slaan. Zoolang zulk een Insekt in dien staat verkeert, herkent men zijne vleugels slechts als iets onbegrensd nevelachtigs, min of meer te vergelijken bij een stalen veer, die zeer snel trilt. Het oog heeft geen tijd meer om de afzonderlijke indrukken te onderscheiden. Deze groote snelheid van den heen- en wedergang der vleugels is trou-

wens kenschetsend voor de vlugt der Insekten in het algemeen. In dit opzigt overtreffen zij de Vleermuizen en de Vogels verre. Men heeft pogingen aangewend om de mate dier snelheid te bepalen. Het is bekend, dat zeer vele Insekten, zoodra zij vliegen, eenen toon voortbrengen. Elk kent het brommend geluid van een vlieg, den piependen toon, welken de Mug voortbrengt. Indien het nu waar is, dat zulke toonen alleen ontstaan door den zich telkens herhalenden stoot van de vleugels, hetzij tegen elkander of tegen andere harde lichaamsdeelen, b. v. bij de tweevleugelige Insekten tegen de kolfjes, dan kan men uit de hoogte van den toon de snelheid der vleugelslagen afleiden, omdat elke toon van zekere hoogte beantwoordt aan een bekend getal van geluidstrillingen. Op die wijze dan heeft men gevonden, dat een Glazenmaker 96, een Mug zelfs 500 vleugelslagen in de sekonde zoude maken.

Men bewondert de snelle vingers van een geoefenden pianospeler, maar wat zijn zijne vlugste trillers, waarbij zijn vinger hoogstens acht of tienmaal in de sekonde op en neder gaat, in vergelijking van de trillers, die zulk een klein dier met zijne vleugeltjes slaat!

Wij hebben in het vorenstaande thans een genoegzaam aantal bouwstoffen bijeen gebragt om, zoo het mogelijk ware, ons in staat te stellen de kunst van vliegen aan de dieren, welke haar bezitten, af te zien, en er blijft ons nog slechts over te overwegen, in hoeverre men zich vleijen mag met de hoop, dat de Mensch immer werkelijk in dit opzigt, zoo niet het Insekt of den Vogel, dan althans den Vleermuis zal kunnen nabootsen.

Ik herinner hierbij nogmaals, dat ik mij hier alleen bepaal tot het beperkte vraagstuk aangaande de mogelijkheid van het eigenlijk vliegen, d. i. de voortbeweging in de lucht door middel van vleugels en eigen spierkracht, en dat de luchtscheepvaart opzettelijk door mij in deze beschouwing wordt buitengesloten, derhalve ook al zulke werktuiglijke voortbewegingstoestellen, die door andere dan menschelijke kracht gedreven moeten worden. Onder de daartoe in den nieuweren tijd voorgeslagene zijn er, waaraan men den naam van *aviateur* heeft gegeven, als het ware om daardoor de bestemming van den toestel om den Vogel

(in het latijn *avis*) in zijne vlugt na te bootsen, uit te drukken. Tot hiertoe hebben zulke toestellen, hoe vernuftig ook uitgedacht, den luchtreiziger nog weinig gebaat, en het laat zich voor als nog ook niet voorzien, of zij dit immer doen zullen. Doch dit voor het oogenblik geheel in het midden latende, willen wij ons alleen tot de in den aanvang van dit opstel gestelde vraag bepalen: zal de Mensch ooit kunnen vliegen?

Die vraag is reeds dikwijls gesteld en in verschillenden zin beantwoord geworden. Zij heeft sedert het begin der 17de eeuw aanleiding gegeven tot verscheidene geschriften¹⁾, waarin beurtelings de mogelijkheid van te leeren vliegen verdedigd en bestreden werd.

Er zijn zelfs eenige min of meer te vertrouwen verhalen opgeteekend betreffende lieden, die genoeg overtuigd van die mogelijkheid waren, om de zaak te beproeven, die zich vleugels vervaardigd en aangeboden hebben, vervolgens een toren hebben beklommen en van daar zijn afgevlogen, — om, na een zeer korten weg in de lucht te hebben afgelegd, neder te storten. Van een paar vindt men vermeld, dat zij daarbij armen en beenen hebben gebroken.

Zulk een uitslag van vroegere pogingen is voorzeker niet zeer aanmoedigend. Maar toch! waarom zou men den moed opgeven? Omdat een voorganger niet geslaagd is, zoude het daarom aan eenen anderen, toegerust met meer kennis en betere hulpmiddelen evenmin gelukken kunnen? De geschiedenis leert immers te dikwerf het tegendeel, hoe elke menschelijke uitvinding, waarop de tegenwoordige eeuw roem draagt, is voorafgegaan door pogingen in vroegere eeuwen, waardoor toen het doel niet bereikt werd. Omdat PAPIN den stoom als voortstuwingsmiddel van schepen moest opgeven, had daarom FULTON er van moeten afzien om een stoomschip te bouwen? Zoude het met het vliegen niet eveneens kunnen gelagen zijn?

Welnu, wij zullen zien! Beginnen wij met de vraag te beantwoorden, hoe groot wel de vleugels zullen moeten zijn, om een volwassen Mensch in de lucht te kunnen dragen.

Bij het beantwoorden dezer vraag, is de eenige veilige weg die der ervaring. Kenden wij een vliegend dier zoo zwaar als een Mensch,

¹⁾ De daarin belangstellende kan eenige dier oudere geschriften vermeld vinden in KRÜNTZ, *Oekonomische Encyklopaedie*, in voce *Fliegen*.

dan hadden wij niet anders te doen dan de grootte der vleugels van dit dier te meten en deze zoo volkomen mogelijk na te bootsen. Alle overige omstandigheden gelijk zijnde, zouden dan vleugels van gelijke grootte, gedaante en zamenstelling ook een Mensch in de lucht kunnen dragen. Nu zijn er echter onder de vliegende dieren geene, die zelfs van verre den Mensch in dit opzigt evenaren. De grootste Vleermuizen wegen weinig meer dan 2, de grootste Vogels — met uitzondering der niet vliegende Struisen en Kasuarissen, — niet meer dan 9 of hoogstens 10 Nederlandsche ponden. Zoude daarin niet een wenk gelegen zijn, dat, zoodra het ligchaamsgewigt een zeker maximum te boven gaat, geen vliegtoestel, hoe uitgebreid ook, in staat is het dier te dragen, en dat dit de reden is, waarom noch Vleermuizen, noch Vogels, eene zeer aanmerkelijke ligchaamsgrootte bereiken? Ik geloof het niet. Er is, dunkt mij, geen enkele geldige reden, waarom een Vogel, die in alle rigtingen tweemaal zoo groot als b. v. een Albatros, een Pelikaan, een Condor en dus 8 maal zoo zwaar zoude zijn, niet even goed als deze zoude kunnen vliegen, mits zijne vleugels zich in gelijke mate verlengd en verbreed hadden en zijn spiertoestel zich desgelijks evenredig vergroot had. Zulk een Vogel nu zoude ongeveer het ligchaamsgewigt van een Mensch hebben. Evenzoo kan men zich een Vleermuis denken, zooveel malen grooter dan de grootste, als deze de kleinste der thans levende soorten overtreft, en zulk een schepsel onzer verbeelding, hoewel niet bestaande, biedt toch niets aan, dat met eenige bekende natuurwet in dadelijken strijd is.

Nu laat zich bij de werkelijk bestaande Vleermuizen eene zekere verhouding aanwijzen tusschen het gewigt des ligchaams en de uitgebreidheid der vleugels. Wel is waar is die verhouding niet standvastig volkomen dezelfde bij onderscheidene soorten, maar de verschillen bewegen zich binnen zoo enge grenzen, dat men regt heeft daarop eene berekening te gronden, die althans tot eene benaderingswaarde leidt ¹⁾.

¹⁾ Eenige onderzoekingen, welke bijzonderheden ik elders zal bekend maken, hebben mij bij een twaalfstal soorten van Vleermuizen, waarvan de lichtste 5,6 en de zwaarste 169 gram weegt, geleerd, dat men de oppervlakte a en de lengte l van een vleugel vindt door de formules: $a = (n \sqrt{p})^2$ en $l = m \sqrt{a}$ of $l = r \sqrt{p}$, waarin n , m en r coëfficiënten zijn, die men door berekening uit de regtstreeksche bepalingen vindt, en welke waarden wel is waar niet geheel dezelfde zijn bij onderscheidene soorten van Vleermuizen, doch met betrekkelijk geringe verschillen, welke geheel onafhankelijk zijn van de ligchaamsgrootte.

Daardoor vindt men dan, dat indien een Vleermuis 75 Ned. ponden woog, d. i. ongeveer het gewigt van een volwassen Mensch had, elke vleugel eene oppervlakte zoude hebben van hoogstens 1,43 vierkante el en eene lengte van 2,6 el.

Laat ons nu verder voortgaan en, aan onze verbeelding ruim baan gevende, uit de eene of andere ligte maar tevens digte stof, zijde b. v., een paar vleugels van die grootte vervaardigen en deze over dunne staven van staaldraad, balein, bamboes of welke andere sterke en veerkrachtige zelfstandigheid men kiezen moge, uitbreiden, op de wijze als bij een regenscherm. Heeft men nu vleugels, die overeenstemmen met die van een Vleermuis? De lezer, die het vroeger daaromtrent gezegde met eenige aandacht gelezen heeft, weet beter. Zij mogen ongeveer de uiterlijke gedaante van Vleermuisvleugels hebben; maar daaraan ontbreekt nog zeer veel, waardoor deze juist tot vliegwerktuigen zoo geschikt zijn.

Een Vleermuis kan zijne vleugels verkorten en verlengen, en zij doet zulks met hare armen en handen, welker vingerspitsen reiken tot aan de einden harer vleugels. Door welk mechanisme zal een Mensch dit doen, wiens vingerspitsen bij uitgestreken arm ter naauwernood tot op $\frac{1}{2}$ van de geheele vleugellengte zouden komen? In de verkleining der oppervlakte van den vleugel bij zijnen terugslag, zal men derhalve op andere wijze moeten voorzien. Welaan wij kunnen het voorbeeld daartoe aan den Vogelvleugel ontleenen en er een soort van kleppen aan brengen, die zich bij de nederwaartsche beweging sluiten, bij de bovenwaartsche openen. Ziedaar onze vleugels dan gereed. De persoon, die daarmede de proef zal nemen, laat ze zich aanbinden, niet enkel aan de armen, want dan zouden zij groot gevaar loopen van te kantelen, maar ook langs het ligchaam en aan de beenen en voeten, wederom evenals bij ons voorbeeld, de Vleermuis.

Nu zal hij gaan vliegen. Maar neen, één ding is nog vergeten. Om te vliegen, moet het ligchaam met de vleugels in eene horizontale houding komen, en daartoe moet het zwaartepunt niet, zoo als bij den Mensch, in het onderlijf, maar, gelijk bij alle vliegende dieren, in de borst vallen. Hij is derhalve genoodzaakt zich een gewigt, en wel een tamelijk zwaar gewigt, om te hangen. Welligt geeft hij, ook om andere niet geheel verwerpelijke redenen, er de voorkeur aan zich een zwaren stalen helm op het hoofd te plaatsen.

Nu is alles gereed. De man doet echter vergeefsche pogingen om zich van den grond op te heffen. Zijne lange vleugels, welker spitsen meer dan 5 ellen van elkander verwijderd zijn, moeten ruimte voor den slag hebben. Kon hij slechts hoog genoeg springen en daarbij eene horizontale houding aannemen! Maar dat gaat niet, zijne beenen missen daartoe de noodige kracht. Dit is echter geen reden om den moed op te geven. Ook de Vleermuizen missen dit vermogen en laten zich daarom, als zij zullen gaan vliegen, van eene hoogte nedervallen. Derhalve ook in dit opzigt haar voorbeeld nagevolgd en een toren beklimmen, om zich daarvan neder te laten en dan klapwiekende met de reusachtige vleugels over huizen en velden gevlogen!

Doch helaas! Onze gevleugelde persoon klapwiekt een, twee, misschien driemaal en valt dan neder, gelukkig nog indien bij dien val hem zijne vleugels als valschermdienen en hij ongekwetst van zijnen luchttocht naar huis keert.

Indien hij zelf de uitvinder en vervaardiger van zijn vliegtoestel is, dan zal hij, te huis gekomen, waarschijnlijk, — en welligt met volkomen regt, — beweren, dat zijne vleugels best waren en er bijvoegen, dat hij daarmede zeer goed zoude gevlogen hebben, indien hij niet zoo spoedig vermoed ware geworden.

Maar juist in dit laatste bijvoegsel schuilt de reden, waarom een Mensch nimmer zal leeren vliegen op de wijze van andere dieren. Tot vliegen zijn niet enkel vleugels, maar ook spieren noodig, die deze in beweging brengen. Het zijn de spieren ter beweging van het voorste lidmaat van den arm, die deze verrichting hebben; maar dan moeten deze ook krachtig genoeg zijn om den vleugel met gemak op te heffen en met snelheid neer te slaan, en deze beurtelings elkander snel opvolgende bewegingen zonder vermoeijenis gedurende eenen geruimen tijd vol te houden. Onder die spieren is de groote borstspier de voornaamste. Nu zagen wij, dat het gewigt der beide borstspieren bij de Vogels $\frac{1}{2}$ tot $\frac{1}{3}$ en bij de Vleermuizen $\frac{1}{5}$ tot $\frac{1}{3}$ van het lichaamsgewicht bedraagt. Het gewigt derzelfde spieren bij den Mensch is daarentegen slechts $\frac{1}{10}$ van het gewigt van zijn lichaam. Een Vogel heeft derhalve in zijne borstspieren ongeveer 8 tot 10 en een Vleermuis 4 tot 5 maal meer kracht dan een Mensch.

Welligt echter komt bij dezen of genen mijner lezers het denkbeeld op, dat men door middel van een luchtballon het lichaamsgewicht van

een Mensch genoeg verminderen kan, om zijne met vleugels gewapende armen tot voortbewegingswerktuigen te doen dienen. Ik vrees echter, dat het bij eenig nadenken spoedig blijken zal, dat ook dit denkbeeld op bezwaren stuit, die het onuitvoerlijk maken. Eene eenvoudige rekening leert, dat, om een volwassen Mensch in de lucht te dragen, ongeveer 60 kubiek-ellen zuiver waterstofgas vereischt worden. Van het gewoonlijk tot zulke doeleinden gebezigde lichtgas is, wegens zijne grootere soortelijke zwaarte, natuurlijk een volume noodig, dat vele malen grooter is. Doch wij willen ons onder de gunstigste voorwaarden stellen en kiezen daarom het waterstofgas, in weerwil der veel grootere kosten, die aan zijne bereiding verbonden zijn. Ook dit moet echter in een ballon besloten worden, en, al nemen wij hiertoe eene zeer ligte stof, dan klimt daardoor toch de hoeveelheid gas, die gevorderd wordt, voor het minst met een derde, derhalve tot 80 kubieke ellen. Geven wij nu aan den ballon eene bolvormige gedaante, dan zal deze een middellijn van bijna 6 ellen en eene oppervlakte van omstreeks 100 vierkante ellen hebben, waarvan natuurlijk altijd de helft, dus 50 vierk. ellen, gekeerd zijn naar de rigting, waarin de voortbeweging geschiedt. Ieder nu, die bij ondervinding weet, hoeveel kracht de zooveel sterker beenen moeten doen om, bij het gaan over den grond, den tegenstand van eenen matigen wind te overwinnen, en daarbij bedenkt, dat het menschelijk ligchaam nog niet een halve vierkante el oppervlakte aan den luchtstroom aanbiedt, beseft dadelijk, dat de zooveel zwakkere armen nimmer in staat zullen zijn door middel van vleugels zulk een ballon met meer dan 100 maal grootere oppervlakte tegen het flauwste koeltje op te sturen. Alleen bij volstreckte windstilte ware eenige voortbeweging mogelijk, die echter ook dan nog zeer langzaam zoude zijn, uit hoofde der grootte van den ballon, die bij zijn voortgang de lucht verplaatst en daarbij eene wrijving ondervindt, groot genoeg om een aanmerkelijk gedeelte der toch reeds waarlijk niet in zeer ruime mate beschikbare kracht nutteloos te doen verloren gaan.

Vermindert men de grootte van den ballon, dan zal wel is waar de tegenstand der lucht in gelijke mate geringer worden, doch dan moeten de vleugels of juistert gezegd de spieren, die de armen bewegen, een evenredig deel der draagkracht overnemen.

Nemen wij aan, dat, door een ballon met het ligchaam te verbinden, zijn gewigt slechts zooveel verminderd is als noodig is om het overig

blijvende ligchaamsgewicht in dezelfde verhouding tot de borstspieren te brengen als bij de Vogels, dan zoude, daar het betrekkelijk gewigt der borstspieren bij dezen en bij den Mensch gemiddeld staat als 9:1, nog $\frac{2}{3}$ van het gewigt des ligchaams door den ballon moeten worden gedragen, die derhalve slechts $\frac{1}{3}$ kleiner zoude kunnen zijn dan in het eerst gestelde geval. Wil men zich echter vergenoegen met de verhouding der spieren terug te brengen tot die, welke bij de Vleermuizen bestaat, dan zoude de ballon tot op $\frac{1}{4}$ of $\frac{1}{2}$ van zijn volume kunnen verminderd worden.

Blijkbaar is dit de grootste toenadering tot de natuur der vliegende dieren, waarvoor het menschelijk ligchaam vatbaar is. Het zal wel overbodig zijn aan te toonen, hoe ver een Mensch, die zulke een gevaarte, als een luchtballon, welke nog steeds minstens 60 kubiek-ellen inhoud heeft, achter zich aan moet slepen, nog in vliegvermogen beneden een Vleermuis zoude staan, die bij hare voortbeweging geen anderen tegenstand dan dien van de lucht tegen het smalle vooreinde van haar ligchaam te overwinnen heeft.

Inderdaad moet elke poging om de menschelijke armen in vliegwerktuigen te herscheppen als volkomen vruchteloos worden beschouwd. Hoe weinig kracht zij als voortbewegingswerktuigen bezitten, weet trouwens elk gymnasticus, die getracht heeft om alleen daarmede aan de sporten van een ladder op te klimmen. Daarentegen bezit de Mensch in zijne achterste ledematen zeer krachtige werktuigen tot plaatsbeweging en tot opheffing van zijn ligchaam. Een rappe matroos klimt in weinige oogenblikken langs een touwladder tot aan den top van den mast. Er behoort geene bijzonder groote vlugheid toe om zich langs een trap binnen den tijd van een minuut 30 ellen hoog te verheffen, d. i. in elke seconde 0,5 el. Welnu, de daartoe gevorderde krachtsinspanning overtreft nog iets die van den Arend, wanneer deze zich door het neerslaan zijner vleugels omhoog heft, en welke, volgens de berekening van PRECHTL¹⁾ omstreeks 1 $\frac{1}{2}$ voet in de seconde bedraagt, terwijl die krachtsinspanning tijdens de vlugt tot op $\frac{1}{3}$ voet per seconde verminderd wordt.

Terwijl bij Vleermuizen en Vogels de grootste spiermassa aan de borst is opgehoopt, zijn daarentegen de dij- en bilsieren, derhalve

¹⁾ L. c., p. 247 en 255

die, welke voor de beweging der achterste ledematen dienen, verreweg het krachtigst bij den Mensch. Het is daarmede, dat hij zich voortbeweegt en opheft met geen mindere kracht, gelijk wij zagen, dan het de Vogel met zijne borstspieren doet. Het eenige wezenlijke verschil is, dat de Vogel, bij die voortbeweging en opheffing met zijne vleugels, op de zeer bewegelijke lucht, de Mensch met zijne voeten op den vasteren, meer weerstand biedenden bodem steunt. Maar die bodem kan ook minder vast zijn, zoodat de voeten er eenen veel geringeren weerstand in vinden, en toch kan het loopen daarop nog mogelijk zijn, mits òf de voeten sneller verzet worden, waardoor zij minder tijd tot inzakken hebben, òf dat men de ondervlakte der voeten verbreedt, door er b. v. houten planken als zoolen onder te bevestigen, gelijk de boeren in moerassige streken werkelijk doen. Een geoefend watertrapper levert het bewijs, dat men door snelle en krachtige op- en nederbeweging der voeten zelfs een gedeelte van het bovengedeeft lichaam voor nederzinken in het water kan behoeden. Welaan, voorzie de voeten van vliegsoolen, of, indien men dien naam liever verkiest, van voetvleugels, die uitgebreid genoeg zijn om bij een krachtigen benedenwaartschen stoot het ligchaam op te heffen, en men zal wel is waar niet vliegen, maar de lucht trappen en zoo zich door de lucht bewegen op de eenige wijze, welke in overeenstemming is met de werktuiging van het menschelijk ligchaam.

Zouden de oude Grieken dit ook begrepen hebben, toen zij Mercurius met vleugels aan de voeten afbeeldden?

Wij moeten echter niet te ras meenen het vraagstuk, hoe een Mensch zich door eigen spierkracht door de lucht kan bewegen, opgelost te hebben, wanneer wij de vleugels, die aan de armen geheel onnut zijn, naar de voeten verplaatst hebben. Er is nog meer noodig, zal onze luchttrapper niet bij zijne eerste pogingen om zich op te heffen voorover buitelen. Om dit te voorkomen, moeten wij hem ook van een luchtballon voorzien, met touwen onder zijne armen door aan een borstgordel bevestigd. Die luchtballon zal echter waarschijnlijk niet bijzonder groot behoeven te zijn om aan het geheele stelsel eene voldoende stabiliteit te geven, en bovendien kunnen wij voor den bolvorm den sigaarvorm in de plaats stellen, die wel is waar minder ruimte heeft, maar het groote voordeel oplevert van bij den voortgang door de lucht daaraan eene geringere oppervlakte aan te bieden.

Ook de armen en handen, al zijn zij te zwak om als eigenlijke voortbewegingswerktuigen te dienen, kunnen toch op nuttige wijze gebruikt worden. Een lange dunne stok, aan het eene einde uitlopende in een langwerpig ruitvormig raam; waarover eene dunne stof gespannen is, kan als een ligte roeispaan in de handen worden gehouden en zoo beurtelings de dienst doen van een balanceerstok en van den duimvleugel bij de Vogels, als middel tot bekorting der bogt bij de wending.

Zoo hebben wij dan, zwevende op de vleugelen der verbeelding, onzen luchtreiziger behoorlijk uitgerust. Wij zien hem reeds door de lucht schieten als een schaatsenrijder over het ijs, zich beurtelings met den eenen en dan met den anderen voet voortstootende, of ook huppelende en springende, als een lucht-kangoeroe, over steden en dorpen, velden en bosschen, dalen en bergen, natuurlijke en onnatuurlijke grenzen, zonder zich te bekreunen om de tolbeambten, die hem met verbaasde en bezorgde blikken nastaren!

Zullen wij hem nu ook nog van naderbij in oogenschouw nemen? Zullen wij naauwkeurig onderzoeken hoe zijne vliegzoelen gemaakt zijn, welke gedaante zij hebben, hoe groot zij zijn, uit welke stof zij bestaan, hoe zij bij de opheffing van den voet den geringsten, bij de nederstooting den grootsten weerstand ontmoeten, hoe zij aan de beenen bevestigd zijn, enz., enz.

De lezers zullen het den Schrijver ten goede houden, wanneer hij ook zijne vleugels inkort en weder zachtkens naar den vasten grond daalt. Door aan de verbeelding nog ruimer den teugel te vieren en al hooger en hooger te stijgen, zoude hij vreezen plotseling neder te tuimelen en er op onzachte wijze aan herinnerd te worden, dat wat theoretisch mogelijk is, toch praktisch onuitvoerlijk kan blijken. Zoo vreest hij, dat het ook hier gaan zoude. De materialen voor de vervaardiging van vliegzoelen, die groot genoeg, sterk en veerkrachtig genoeg en tevens ligt genoeg zijn, ontbreken. Zelfs het ligste gas, dat wij kennen, het waterstofgas, vordert eene te groote ruimte, en er zijn geen stoffen, die ligtheid en ondoordringbaarheid in genoegzame mate vereenigen om het gedurende eene geruimen tijd daar binnen besloten te houden. Voor als nog raadt hij derhalve niemand zijner lezers aan eenige poging te doen, om het boven in algemeene trekken geschetste plan tot uitvoering te brengen. Zijn voorname doel bij het schrijven van dit opstel is geweest een vraagstuk, dat ieders gedachten

wel eens heeft bezig gehouden, nader toe te lichten en gaandeweg de aandacht te vestigen op de vele hulpmiddelen, waarvan de natuur zich bediend heeft om het op te lossen. Bewonderden wij de voortreffelijkheid van vele dezer hulpmiddelen, en moeten wij ten slotte erkennen, dat de meeste geheel buiten het bereik van den Mensch liggen, dat dus de Mensch wel nimmer met het Insekt en den Vogel, ja zelfs niet met den verachten Vleermuis als vliegend dier zal kunnen wedijveren, — wij kunnen ons troosten met de gedachte, die door de beschouwing der geheele organische natuur in ons gewekt wordt, dat elk schepsel en dus ook de Mensch juist zoo bewerktuigd is, als het best in overeenstemming is met zijne wezenlijke behoeften.

Al mogt het den Mensch nimmer gelukken zijn log ligchaam door vleugels boven de aarde te verheffen, zijn geest bezit het vermogen van vleugelen aan te schieten en daarop zwevende niet alleen zoover door te dringen als onze dampkring reikt, maar oneindig hooger, ver boven het kleine stipje des heelals, dat wij onze woonplaats noemen, tot aan de grenzen der zichtbare wereld, ja zelfs daar buiten!
