

OVER HET KLIMMEN DER VLIEGEN TEGEN GLADDE OPPERVLAKKEN.

DOOR

Dr. J. E. ROMBOUITS.

De mensch moge, wat verstandelijke ontwikkeling aangaat, zeer ver boven de dieren staan, wat lichamelijke bewerktuiging en behendigheid betreft, moet hij dikwijls voor hen onderdoen. Gezegden als: loopen als een haas, zwemmen als een eend, klimmen als een aap, en nog een menigte andere, waarmede men het vermogen aanduidt, waardoor iemand boven zijn medemenschen uitmunt, wijzen er op, hoezeer iedereen van die minderheid overtuigd is. En hoe mank gaan nog meestal die vergelijkingen.

De man, die den snelvoetigen haas in zijn loop kan evenaren, moet nog geboren worden, zoo ook hij, die in staat is, de acrobatische toeren van een aap volkomen na te bootsen; want wat wij daarvan tot heden op kermissen en bij andere "feestelijke gelegenheden" zagen, kon daarmede in geen vergelijking komen.

't Is waar, de mensch is verscheidene dezer dieren door zijn vernuft, dat spoorwegen, stoomschepen, teleskopen uitdacht, op zijde gestreefd, doch lang zal het nog duren, eer men van iemand, al is hij ook van een werktuig voorzien, zonder te veel overdrijving zeggen kan: hij vliegt als een zwaluw of hij klimt als een vlieg!

Wel heeft zich zoo nu en dan eens iemand voorgedaan, die het

vraagstuk, om zich met vleugelvormige of andere werktuigen in de lucht te verheffen en zich daarin te bewegen, zeide opgelost te hebben; maar als het er op aankwam, om daarvan de bewijzen te leveren, kwam er van zijn vliegen niets te recht.

En dan het klimmen! Wie herinnert zich niet het ongelukkige figuur dat de zoogenaamde "man-vlieg" maakte, die voor eenigen tijd op kermissen zijn kunsten vertoonde?

Voetje voor voetje en met de grootste inspanning liep, of liever kroop hij een klein eindje met het hoofd naar beneden gericht langs een horizontaal geplaatste plank. Vergelijk daarbij eens de snelle en gemakkelijke beweging der vliegen, zelfs op de gladste oppervlakken en in alle mogelijke richtingen.

Het kan ons niet verwonderen, dat het klimvermogen dezer insecten ten alle tijde de aandacht der natuur-onderzoekers heeft tot zich getrokken, die het op allerlei wijzen hebben trachten te verklaren, en daar ik veronderstel, waarde lezer, dat gij ook dikwijls met verbazing hunne vlugge bewegingen hebt gevolgd, meen ik u geen ondienst te doen, door een en ander omtrent het klimmen dezer dieren mede te deelen.

Dat de verklaringen, die men in vroegere tijden van dit verschijnsel gaf, niet steekhoudend zijn bevonden, is daaraan toe te schrijven, dat ze niet op waarnemingen gegrond, maar meer door redeneering en bespiegeling waren vastgesteld. De hulpmiddelen tot onderzoek waren toen nog zeer gebrekkig en de vergrootglazen en mikroskopen hadden, zoo zij er al waren, nog op verre na dat vermogen niet, waarover men thans kan beschikken.

Vroeger was men algemeen van gevoelen, dat er zich onder aan de voetjes der vliegen een menigte uiterst fijne haartjes bevonden, waarmede zij zich aan de kleine oneffenheden of in de porieën, waarvan zelfs de gladste lichamen niet vrij heetten te zijn, konden vasthechten. Men ging zelfs zoo ver, dat men uit het vermogen om tegen glas op te klimmen, de poreusheid van die lichamen bewees.

De bekende natuuronderzoeker RÉAUMUR verbeeldde zich, dat de uiterste punten der klauwtjes, waarvan de vlieg er aan iederen voet twee heeft, vat hadden ook op de gladste oppervlakken, en dat zij, wanneer die puntjes stomp geworden waren, niet meer tegen glas op kon klimmen.

Dat er somtijds vliegen aangetroffen worden, die niet tegen glas kun-

nen opklimmen, had ook HOMBERG opgemerkt, en hij meende dat het die vliegen waren, welke door ouderdom de haartjes verloren hadden!

Aan die poreusheid van het glas hechtten eenige onderzoekers geen geloof en daarom kwamen zij met andere verklaringen voor den dag. Onder aan elken voet zouden zij een soort van sponsachtig orgaan opgemerkt hebben, dat door de vliegen tegen de gladde voorwerpen zou worden aangedrukt om zich vast te houden; en weer anderen, waaronder ook HOOKER, waren van meening, dat de fijne haartjes of borsteltjes onder aan de vliegepootjes zich alleen aan het glas konden vasthechten, omdat dit altijd met eene rookerige zelfstandigheid is bedekt.

Beschouwt men het meest gladde glas, waartegen een vlieg nog altijd met het grootste gemak opklimt, onder het mikroskoop, dan bemerkt men niets van oneffenheden en poriën, waarin haartjes zich zouden vast kunnen hechten, en de theorieën op deze eigenschap van het glas gegrond, vervallen dus van zelf.

Ook de sponsjes- en rook-theoriën gaan denzelfden weg op. De eerste, omdat de vliegen geen sponsjes aan hun voetjes bezitten en de tweede, omdat het meest gezuiverde en dus ook van die denkbeeldige rook bevrijde glas juist het gemakkelijkst door de vliegen beklommen wordt.

Aan een artikel van de hand des heeren JOHN HERWORTH "*On the structure of the foot of the fly*" ontleen ik nog de volgende verklaringswijzen, die echter niet veel licht verspreiden over de geheimzinnige zaak.

Dr. DERHAM zegt, dat de vliegen zich aan gladde oppervlakken vasthechten door de drukking der lucht, op dezelfde wijze als jongens zware steenen kunnen oplichten door middel van een schijfje nat gemaakt leder.

Ook GILBER WITHE is deze meening toegedaan, maar voegt er bij: "dat, ofschoon de vliegen door haar lichtheid en vlugheid in staat zijn gesteld het gewicht der lucht in warm weder te overwinnen, deze wederstand tegen het einde van het jaar te groot wordt voor hunne verminderde krachten; wij zien dan vliegen hunne voeten langs de vensters slepen, alsof zij aan het glas vastkleven, en het is niet dan met de grootste moeite, dat zij den eenen poot voor den anderen brengen en hunne holle zolen of zuignappen van het gladde oppervlak los maken."

Deze theorie der zuignapjes kreeg nog meer waarschijnlijkheid door de onderzoekingen van HOME met medewerking van den destijds (1816) onovertroffen mikroskopist M. BAUER. Het resultaat van hunne onderzoekingen vinden we vermeld in de volgende woorden: "dat de zuigers, waarvan verschillende soorten van vliegen er drie aan elken voet bezitten, gezeten zijn beneden de basis der klauwtjes, dat zij een ovale gedaante hebben en een vliezigen bouw, convex van boven, de zijden eenigszins uitgetand en de onderste holle vlakke bedekt met dons of haartjes. Om het vacuum te verkrijgen worden de zuigers uitgespreid, maar als de vlieg den poot terug wil trekken, worden ze gepluoid en opgevouwen."

De meeste natuurkundigen vergenoegden zich met deze verklaringswijze, doch er waren ook velen, die zich daarmede niet tevreeden stelden, en dit laat zich zeer goed begrijpen; want indien werkelijk de luchtdruk hier in het spel is, moeten de zuigschijfjes vlak tegen het gladde oppervlak kunnen worden aangedrukt, en hoe zal dat kunnen geschieden, wanneer die zuigschijfjes aan den onderkant met donzige haartjes bezet zijn. Welke jongen zal het ooit in de gedachte krijgen een zuiger te maken van een stuk leder, dat met haren is bezet, en dezen dan te gaan gebruiken met de haarzijde naar beneden gericht! Van dit gevoelen waren ook HERWORTH en BLACKWALL. De eerste beschouwde elk haartje of buisje onder aan den voet als een afzonderlijk zuigertje. Door elk dier haartjes wordt vocht afgescheiden, en dit zou alleen dienen, om de kracht van aanhechting te vermeerderen; om dezelfde reden maken ook de jongens de zuigschijven vochtig, wanneer zij ze aan de steenen willen vasthechten. Hij zegt, dat dit vocht zoo snel verdampt, dat hij het niet aan het glas heeft kunnen ontdekken en volgens zijne meening moet dit ook zoo zijn, want, indien het kleverig of geleachtig was, zou de voet, wanneer hij eenigen tijd op dezelfde plaats was geweest, zoo vasthechten, dat, zoodra hij door de hefboomachtige werking der klauwtjes met kracht werd opgelicht, het teedere weefsel der kussentjes verwoest zou worden.

BLACKWALL was de eerste, die de verklaring van dit verschijnsel niet alleen door bespiegelingen wenschte uit te maken. Door zijne proeven met de luchtpomp heeft hij de luchtdruk-theorie voor goed den bodem ingeslagen. Hij nam waar dat vliegen in een luchtledig gemaakte klok nog tegen de zijwanden daarvan konden opklimmen.

Volgens zijne meening zou uit de haartjes onder aan de voetzolen

een kleefstof worden afgescheiden, waardoor het dier aan loodrechte gladde vlakken kon blijven vastkleven. Tegen deze theorie, die spoedig door KIRBY, SPENCE en anderen werd aangenomen, is in te brengen dat de vliegen, indien zij zich eenigen tijd rustig op dezelfde plaats hadden gehouden, door het verdrogen of verharden der kleefstof onmogelijk weer los zouden kunnen komen, en iedereen weet toch, dat eene vlieg, al heeft zij uren lang stil gezeten, zich onmiddellijk uit de voeten maakt, wanneer men haar nadert. BLACKWALL zegt: dat zij, die dit beweren, hunne meening gronden op de onjuiste onderstelling, dat de eigenschappen der kleefstof overeenkomen met die van dierlijke lijm of plantengom, eene onderstelling, die hier niet gemaakt mag worden. De vloeistof verkrijgt, volgens hem, slechts eene geleiachtige consistentie, wanneer zij aan de lucht is blootgesteld en kan gemakkelijk, zoodra zij overtollig is, van de kussentjes verwijderd worden, op de wijze, zooals die insecten gewoon zijn deze organen te reinigen.

Niettegenstaande deze terechtwijzing voldeed den meesten zoölogen deze theorie nog niet geheel en al, en dit kan men daaruit opmaken, dat in de meeste leer- en handboeken over dierkunde, zelfs onzer voornaamste dierkundigen, de verklaring onder voorbehoud wordt medege-deeld en sommigen hebben zelfs verkondigd, dat de waarheid eerst nog door een nauwkeurig onderzoek moet bewezen worden.

In den loop van het vorige jaar heeft H. DEWITZ zijne onderzoekingen omtrent het klimvermogen der vliegen openbaar gemaakt, en hij heeft bevonden dat BLACKWALL gelijk heeft. Hij heeft de kleefstof, die op het glas achterblijft, wanneer eene vlieg den voet daarvan terug trekt, waargenomen.

Eigen onderzoekingen hebben mij echter tot het besluit gebracht, dat de vliegen geen kleefstof behoeven, om zich aan gladde oppervlakken vast te houden; dat indien de afgescheiden vloeistof zuiver water was, zij daarmee nog in staat zouden zijn tegen glas, in welke richting ook, op te klimmen en dat het vocht door de haartjes der voetjes afgezonderd, niet tot de klevende vloeistoffen kan worden gerekend. Het klimvermogen moet worden toegeschreven aan de moleculaire werking tusschen vaste lichamen en vloeistoffen, m. a. w. aan capillaire werking.

Wanneer men een druppel water op een glazen plaat laat vallen en deze daarna omkeert, zal zij daaraan blijven kleven. Dompelt men een glazen staafje in water dan blijft er een druppel aan hangen. In beide gevallen wordt hier de werking der zwaartekracht overwonnen door de aantrekking, die de glasplaat op de vloeistof uitoefent en door de krachten, die tusschen de vloeistof-moleculen werkzaam zijn en waaraan men den naam van moleculaire krachten gegeven heeft.

Zooals de natuurkunde ons leert, bestaat er tusschen de kleinste deeltjes der vaste lichamen en vloeistoffen eene kracht, welke die deeltjes bij elkander houdt en welke men met den naam van cohesie of kracht van samenhang bestempelt.

Deze kracht is bij de vaste lichamen zoo groot, dat het dikwijls moeite kost die te overwinnen, doch bij de vloeistoffen is zij zoo gering, dat men er bijna aan twijfelen zou of ze wel bestond, indien niet eenige verschijnselen duidelijk er op wezen, dat zij daar wel degelijk werkzaam is. Zoo zou eene vloeistof den druppelvorm niet kunnen aannemen en zou er nooit een druppel aan een glasplaat kunnen blijven hangen, indien die kracht de deeltjes niet bij elkander hield.

In de vloeistof zelve is die kracht bijna niet waar te nemen, omdat de krachten, die in verschillende richtingen op de moleculen werken, elkander neutraliseeren; doch aan het oppervlak openbaart zij zich zeer duidelijk, daar de onderliggende deeltjes die van de oppervlakte naar beneden trekken en de moleculen van het oppervlak daar geene kracht tegenover kunnen stellen. Hierdoor ontstaat eene spanning van het oppervlak tegen de onderliggende deeltjes, waaraan men den naam van oppervlakte spanning heeft gegeven en welke oorzaak is, dat eene hoeveelheid vocht, aan zich zelve overgelaten, de kleinste mogelijke ruimte inneemt.¹

Er is kracht toe noodig, om dit oppervlak van vorm te doen veranderen en vooral, om het grootere afmetingen te doen aannemen. Dompelt men dus een vast lichaam, dat door de vloeistof bevochtigd worden kan, in die vloeistof en trekt men het daar naderhand weder uit,

¹ Een uitvoerige behandeling van dit onderwerp zou mij te ver voeren. Den belangstellenden lezer wordt aanbevolen kennis te nemen van de belangrijke proeven, genomen door PLATEAU, HAGEN, QUINCKE en VAN DER MENSBRUGGHE, welke o.a. in het derde deel van het Leerboek der Natuurkunde van Dr. J. BOSSCHA te vinden zijn.

dan blijft er iets van die vloeistof aan het vaste lichaam hangen. Om die deeltjes van de andere los te maken, heeft men kracht moeten uitoefenen. Was die kracht niet groot genoeg dan zou het lichaam door het vocht worden vast gehouden.

Door de volgende proeven is dit zeer duidelijk aan te toonen. Men neemt een stukje glas en brengt daarop, door middel van een glazen staafje, een droppeltje vocht, slaolie of water, b.v. Nu keert men het glaasje om, zoodat het droppeltje aan het glas hangt en brengt dan daarin met het eene uiteinde een haartje van ongeveer anderhalven decimeter lengte, dan zal dit door dat vocht worden vastgehouden. Het haar is niet zwaar genoeg, om de spanning van het oppervlak te overwinnen. De bevestiging is zoo stevig, dat zelfs door een matigen tocht de vereeniging niet verbroken wordt.

Door de loupe kan men duidelijk zien, dat het haar niet aan het glas vast zit, maar alleen door het oppervlak gedragen wordt en wanneer men er tegen blaast, ziet men het naar den rand van den droppeel afdrijven, om, wanneer het blazen ophoudt, weër naar het midden van het bolvormig oppervlak terug te keeren.

Op grootere schaal is deze proef op de volgende wijze uit te voeren: onder aan een der schalen van eene balans wordt een rond glazen voorwerp, b.v. een knikker, door middel van een met pek daaraan bevestigd koordje, opgehangen en, door het plaatsen van gewicht in de andere schaal, het evenwicht hersteld. Wordt nu dit voorwerp in aanraking gebracht met een wateroppervlak, dan is het evenwicht verbroken en moet men op de andere schaal meer gewicht plaatsen, om den knikker van het oppervlak af te trekken, of, met andere woorden, om de cohesie der vloeistof-moleculen te overwinnen. Dit gewicht zal bij eene zelfde vloeistof grooter moeten zijn naarmate de diameter van den bol grooter is. Voor het uittrekken van een glazen bol van 20,74 mM. middellijn uit water is een gewicht noodig van 0,65 gram. Voor het uittrekken van denzelfden bol uit alcohol 0,29 gram en uit ether 0,247 gram.

Om een kogel van 14,88 mM. middellijn uit water te trekken moet een kracht aangewend worden van 0,46 gram, uit alcohol 0,208 gram en uit ether 0,177 gram.

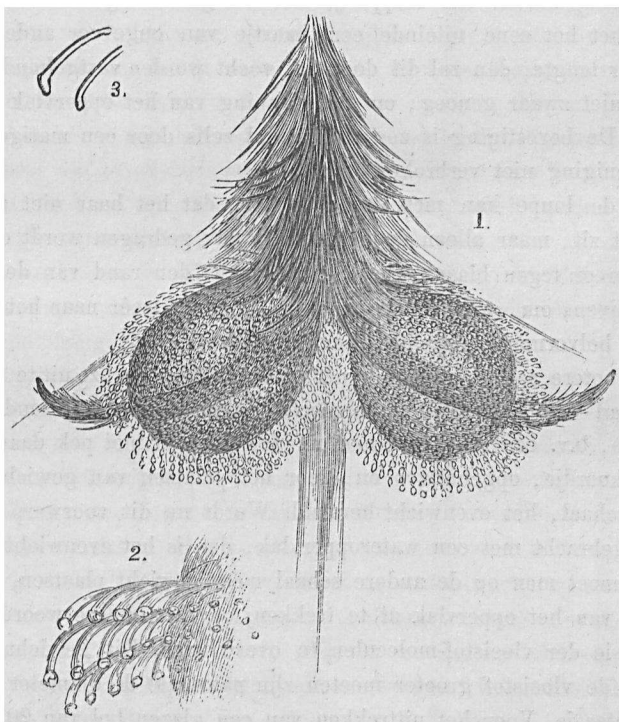
De hoeveelheid vocht, die deze kracht uitoefent, behoeft niet groot te zijn, het is voldoende om den bol, waarmede men de proef neemt, even met het onderende in de vloeistof te dompelen en hem dan in

aa raking te brengen met een daaronder geplaatste goed gereinigde glasplaat.

Nauwkeurige proeven hebben mij geleerd, dat de kracht, die bij eene zelfde vloeistof tot het lostrekken moet worden aangewend, evenredig is met den diameter van den bol. ¹

De aldus opgespoorde wet gaat niet alleen door voor lichamen van

Fig. 1.



1. Voet van de huisvlieg, *Musca domestica* L., met de haartjes aan de *pulvilli*,
2. randhaartjes en 3. een paar haartjes afzonderlijk.

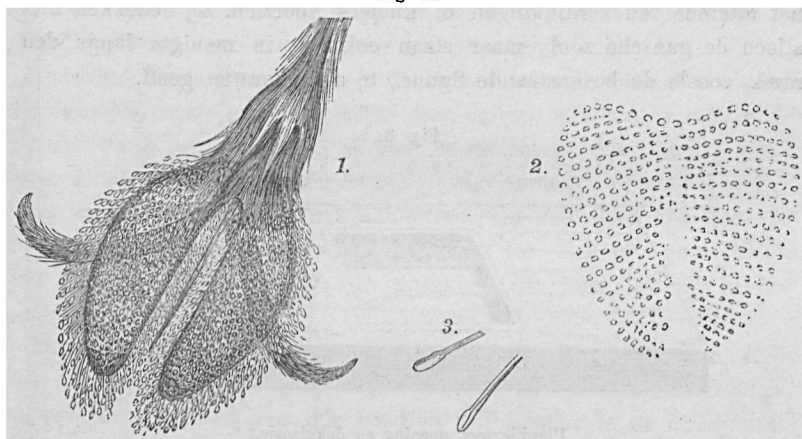
betrekkelijk groote diameters, maar ook voor kleinere. Het is zeer moeielijk om het gewicht te bepalen, dat hier benoodigd is om de cohesie te overwinnen, doch op de volgende wijze kan men tot eenig

¹ Zie hierover mijne verhandeling in *les Archives du Musée Teyler*, Serie II, quatrième partie, 1883.

resultaat geraken. Men neemt haren van verschillende doch nauwkeurig bepaalde dikte, hecht die door middel van een druppeltje water aan glas, en bepaalt de lengte der haren, die op deze wijze bevestigd kunnen blijven. Uit de lengte en dikte kan dan het volume van de haareylinders berekend worden en, wanneer men het $S. g. = 1$ neemt,¹ ook het gewicht. Ook dan ziet men dat een haar van tweemaal grooter middellijn tweemaal zwaarder kan zijn om te blijven hangen.

Alvorens na te gaan in hoeverre de genomen proeven licht kunnen verspreiden over het klimvermogen der vliegen, zullen wij eerst de klimwerktuigen zelve nauwkeurig in oogenschouw nemen.

Fig. 2.



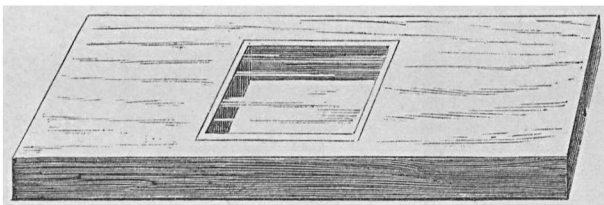
1. Voet van een vlieg met de op glas achtergebleven sporen (2), en een paar afzonderlijke haartjes (3).

Evenals verreweg de meeste insekten, heeft de vlieg zes pooten, twee vóór-, twee middel- en twee achterpooten, die uit verschillende deelen zijn samengesteld, waarvan de namen overeenkomen met de deelen der ledematen van den mensch. Men onderscheidt een heup, een dij, een scheen en een voet. Alleen dezen laatsten wil ik iets nader beschrijven, omdat hij het werktuig is, dat bij het klimmen dienst doet. Bij eene beschouwing door de loupe, zien wij, dat hij bestaat uit vijf geleed-

¹ Misschien is het $S. g.$ van haar grooter, doch dit is mij niet bekend. Uit de berekening naar de proeven met de hollen genomen, zou dit zoo moeten zijn, want daardoor verkrijgt men hoogere cijfers.

gen, die alle in vorm overeenkomen, behalve het onderste, waaraan men een paar goed ontwikkelde klauwtjes waarneemt, benevens een paar huiduitbreidingen, voetballen of kussentjes genoemd. De klauwtjes staan als een vork over de huiduitbreidingen heen, zij zijn over de geheele lengte met tallooze haartjes bezet en eindigen zeer scherp. (Zie fig. 1 en 2). Men kan zich best voorstellen, dat de vliegen zich met deze werktuigen zeer stevig aan ruwe voorwerpen kunnen vasthouden. De huiduitbreidingen daaronder, in de wetenschap *pulvilli* genoemd, hebben niet bij alle vliegen denzelfden vorm, doch zijn bij alle aan de ondervlakte met ontelbare haartjes bezet. Deze zijn bij zeer sterke vergrooting duidelijk te zien, zeer regelmatig ingeplant en aan het uiteinde van verdikkingen of knopjes voorzien. Zij bedekken niet alleen de gansche zool, maar staan ook nog in menigte langs den rand, zooals de bovenstaande figuur, te aanschouwen geeft.

Fig. 3.



Plankje met opening en dekglasje.

Behalve deze knodsvormige haartjes zijn er nog een menigte andere aan den geheelen voet (de ondervlakte der kussentjes alleen uitgezonderd) te vinden, sommige zeer lang en dik, zooals in het midden tusschen de *pulvilli*, andere daarentegen zeer dun.

De knodsvormige haartjes scheiden een helder vocht af, dat gemakkelijk kan waargenomen worden, indien men gebruik maakt van de volgende inrichting, welke hierboven is afgebeeld.

In een plankje, ter grootte van een voorwerp-glasje zooals bij mikroskopisch onderzoek gewoonlijk gebezigd wordt en ter dikte van 4 à 5 millimeter, wordt een vierkante opening gemaakt, zoo groot, dat daarop nog een dekglasje langs de randen met gom kan worden vastgehecht. Zoodoende verkrijgt men een bakje met glazen bodem.

Wanneer men nu een vlieg met de pootjes naar beneden in dit bakje plaatst, dan raken deze het glas. Door middel van een smal reepje papier, aan de vleugels vastgehecht, kan men haar gemakkelijk op haar plaats en in dien stand houden.

Kceert men dan het bakje om, waardoor het zóó komt te liggen als in de teekening, dan kan men het op de voorwerptafel van het mikroskoop plaatsen en de voetjes der vlieg aan de onderzijde beschouwen. Bij gunstige verlichting ziet men dan, dat de tegen het glas gedrukte haartjes bij elken voetstap een droppeltje vocht achterlaten.

Dit vocht is dun vloeibaar en van vetachtigen aard, het vermengt zich niet met water en wordt, zoodra de vliegepoot er weder mede in aanraking komt, gemakkelijk over het glas uitgespreid.

Dat deze vloeistof zou moeten dienen om de knodsvormige uiteinden der haartjes stevig aan het glas te doen zuigen, zooals door JOHN HEPPWORTH wordt verondersteld, is niet te gelooven. Als dat het geval was, zouden de uiteinden der haartjes eenige verandering moeten ondergaan en meer den schijfvorm aannemen. De voet kan ook veel te snel worden vastgezet en weggetrokken, wat niet zoo gemakkelijk zou gaan, wanneer werkelijk de drukking der lucht er bij in het spel was.

De vloeistof wordt, volgens de onderzoekingen van H. DEWITZ, afgescheiden door huidkliertjes, welke zich in de voetzooltjes bevinden, en een flesehvormige gedaante bezitten. Zij monden in de haartjes uit. In het midden der kliertjes bevindt zich een blaasje, dat aan eene zijde tot een buis is uitgetrokken. Deze buizen doortrekken den hals der flesehvormige kliertjes en staan in verband met de wortels der haartjes.

Het kleverig slijm, zooals hij de afgescheiden vloeistof noemt, verzamelt zich in de blaasjes, gaat verder door de buis in de haartjes en treedt aan het uiteinde daarvan naar buiten. Door de samentrekking van het protoplasma der kliertjes wordt het vocht uit de blaasjes in de haartjes geperst.

Volgens denzelfden onderzoeker hangt het naar buiten brengen van het vocht van den wil van het dier af, en is eene uitwendige prikkel, ontstaan door het plaatsen der haartjes tegen een vast voorwerp, niet voldoende, om de kliertjes in werking te brengen. Was het laatste het geval, dan zou ook gedurende het stilzitten voortdurend

slijm worden afgescheiden, wat natuurlijk een nuttelooze stofverspiling zou zijn.

Ook schijnt de werkzaamheid der kliertjes bij alle insecten niet even sterk te zijn, en bij sommige zeer spoedig op te houden, waardoor deze dan ook niet in staat zijn, lang achtereen tegen gladde vlakken op te loopen.

Ik behoef niet te zeggen, dat de haartjes der pulvilli uitermate klein zijn. De knodsvormige verdikking, waarmede wij hier eigenlijk alleen te maken hebben, heeft een middellijn van 0,0018 mm. en deze wordt door middel van een druppel vloeistof aan het glas bevestigd. Was die vloeistof water, dan zou een kracht van 0,000013 gram noodig zijn, om dit haartje uit het vocht te trekken.

Nu bevinden zich onder aan elk der kussentjes 800 à 1000 van die haartjes en, daar eene vlieg van twaalf dier kussentjes is voorzien, is zij in het bezit van tien à twaalfduizend werktuigjes, waarmede zij zich tegen het glas kan bevestigen en die elk een kracht van 0,000013 gram vereischen, om weer los getrokken te worden. Doch wanneer een vlieg tegen glas opwandelt, heeft zij slechts vier of drie voetjes tegen het oppervlak gedrukt, zoodat men bij eene wandelende vlieg niet meer dan de helft der haartjes als werkzaam mag aannemen, vertegenwoordigende dus een getal van vijf- à zesduizend. Laten wij nu het kleinste getal nemen, dan kunnen de vijfduizend haartjes, elk door middel van een druppeltje vocht aan het glas gehecht, een gewicht dragen van 0,065 gram, en, daar het gemiddeld gewicht van een vlieg slechts 0,045 gram bedraagt, is deze kracht dus ruim voldoende, om het naar beneden vallen te verhinderen. Men zou haar zelfs nog met eenig gewicht kunnen bezwaren. En werkelijk, wanneer het gewicht eener vlieg verdubbeld wordt, door middel van op de vleugels geplakte papiertjes, kan zij zich nog zeer goed aan glas vast houden en met eenige moeite daar tegen opklimmen.

Mij dunkt, dat de uitkomsten bij deze proeven verkregen, voldoende aantoonen, dat de vliegen geene *kleverige* vloeistof behoeven, om tegen gladde voorwerpen op te klimmen; dat, indien die vloeistof, waarmede zij zich vasthechten, niet anders was dan zuiver water, deze haar in staat zou stellen, om glas, in welke richting ook, zonder eenige inspanning te beklimmen.

Doch er zijn nog eenige dingen, waarop ik de aandacht vestigen moet, en vooral wensch ik nog een paar verschijnselen te bespreken,

welke ook reeds door vroegere onderzoekers zijn waargenomen en die door hen werden aangegrepen, om de waarschijnlijkheid hunner theorie te steunen.

Menigeen zal wel eens waargenomen hebben, dat eene vlieg, wanneer zij rustig tegen het glas zit, daar afvalt zoodra men de plaats waar zij zich bevindt bewasemt.

BLACKWALL had dit ook reeds opgemerkt, en hij gaf daarvan eene verklaring, die geheel met zijn kleefstof-theorie strookte. Door het afgezette vocht n.l. zou de kleefstof der haartjes zoo worden verdund, dat ze niet meer in staat was om de vlieg vast te houden.

Deze verklaring scheen zoo aannemelijk, dat zij nergens tegenspraak ontmoette, en toch is zij geheel bezijden de waarheid. Door de volgende proeven kan iedereen zich daarvan overtuigen. Het is een feit dat alleen die vloeistof eene andere kan verdunnen, welke zich daarmede vermengt. Een gom- en lijmplossing kan met water worden verdund, maar niet met olie; vernissen kunnen met alcohol of terpentijn, doch niet met water, verdund worden. Als dus de kleefstof der haartjes met water vermengd kan worden, dan is ook een verdunning door bewaseming mogelijk en anders niet.

Nemen wij nu weder het bakje fig. 3 en plaatsen wij het op de beschrevene wijze onder het mikroskoop, nadat eerst eene vlieg aan de binnenzijde bevestigd is geweest en daar oenige sporen der vloeistof heeft achtergelaten. Bij bewaseming van het glas neemt men dan waar, dat de druppelvormige sporen geheel door een laagje water worden overdekt, zoodat ze niet meer zijn op te merken¹. Zeer spoedig evenwel verdwijnt de afgezette waterdamp, wanneer men met bewasemen ophoudt, en de druppelvormige sporen komen weder geheel te voorschijn zooals men ze eerst had waargenomen; ze zijn niet in elkaar gevloeid en ook niet in omvang toegenomen, wat toch het geval had moeten zijn, wanneer het water er zich mede vermengde; bij herhaalde bewaseming zelfs kan men geen verandering aan de druppeltjes bemerken.

Van verdunning is hier geen sprake en de verklaring van BLACKWALL mist dus allen grond.

¹ De bewaseming kan het best geschieden door middel van een omgebogen glazen buisje, waardoor men in staat is, zonder het oog van het oculair te verwijderen, de werking van het water na te gaan.

Ziehier, wat volgens mijne meening de oorzaak van dit verschijnsel kan zijn:

Zoodra de plaats waar een vlieg gezeten is, bewasemd wordt, zal de minste beweging harer voetjes deze op een plaats brengen, die met water is bedekt, een vocht dat, zooals we zagen, zich niet met de vloeistof, door de haartjes afgescheiden, vermengt en er bestaat dus geen adhesie meer. En die verplaatsing der voetjes heeft op hetzelfde oogenblik als de bewaseming plaats, want het is niet aan te nemen, dat de vlieg zelve voor de bewaseming geheel ongevoelig zou zijn. Men kan echter ook het glas bewasemen, of liever laten aanslaan, zonder dat de vlieg blijkbaar getroffen wordt.

Door het glas aan de achterzijde met een vocht te overgieten, dat zeer snel verdampt, b.v. met ether, wordt het in korten tijd zoo sterk afgekoeld, dat het aan de zijde, waar de vlieg geplaatst is, beslaat. Deze proef is het best te doen met door papiertjes verzwaarde vliegen, want de andere loopen of vliegen in den regel weg, voordat zich water op het glas heeft afgezet.

¶ Een verzwaarde vlieg zal blijven zitten, wanneer het glas horizontaal ligt, maar afvallen, als het verticaal is gesteld. Door de loupe ziet men duidelijk, dat zulk een vlieg langzamerhand naar beneden zakt.

Ook is het eene vlieg onmogelijk, om tegen een glasplaat op te klimmen, welke met een zeer dun laagje vet is overdekt, ja, men behoeft een goed gereinigde glasplaat slechts een paar malen met de hand te bestrijken, om die plaatsen, waar zich eenig huidsmeer heeft afgezet, voor vliegen onbeklimbaar te maken. Men zou in dit geval meer reden hebben, om aan eene verdunning der kleefstof te denken, vooral wanneer men een weinig olijfolie gebezigd heeft om de oppervlakte vet te maken. Doch deze is een geheel andere. Het vet vermengt zich namelijk met de afgescheiden vloeistof der voetjes en daardoor loopen de droppeltjes in elkaar. In plaats dat de vlieg nu vastgehouden wordt door de spanning der oppervlakken van duizende droppeltjes, wordt zij slechts bevestigd gehouden door twaalf oppervlakken, die veel kleiner zijn dan de som van al de kleine bij elkaar.

¶ Elk der pulvilli toch heeft een middellijn van 0,23 mM. en wanneer die als een enkel haartje werken, is er slechts een kracht van 0,0016 gram noodig, om dit uit de vloeistof te trekken. Daar nu een vlieg

twaalf van die pulvilli bezit, zouden die loslaten bij een gewicht van 0,0195 gram, en een vlieg weegt, zooals we zagen, 0,045 gram, dus komt er 0,025 gram te kort.

Wanneer eene vlieg een eindje geloopen heeft, blijft ze stil zitten, als het ware om uit te rusten, en onder de hand strijkt zij de voorpootjes tegen elkander en over de oogen, en daarna strijkt zij de achterpootjes over de vleugels, en, als zij dit ook met de middel-pootjes heeft gedaan, begeeft zij zich weer op marsch, om na korten tijd dezelfde beweging te herhalen. Men behoeft geen scherp opmerker te zijn, om deze handelwijze gade te slaan, doch het is niet gemakkelijk te zeggen, waarom zij zoo veel zorg aan haar toilet besteedt. Algemeen heeft men dit poetsen toegeschreven aan haar zindelijken aard, want, zoo redeneerde men, het diertje zit overal aan of in, en, wanneer het niet zoo zorgvuldig haar lichaam reinigde, zou het spoedig als een vormeloze massa daarheen gaan.

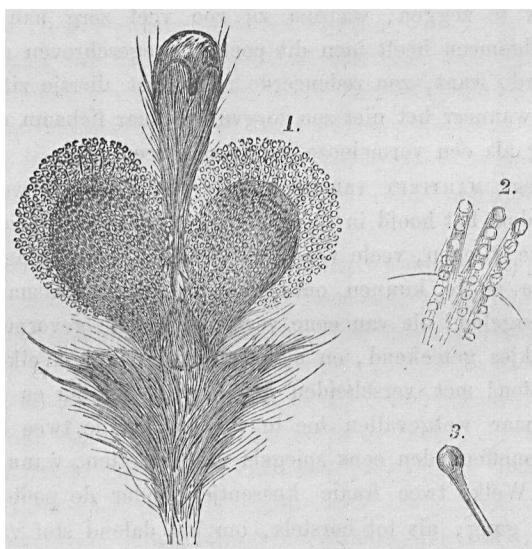
“Zie,” zegt MARTINET van de huisvlieg sprekende, “welke schoone oogen! rondom het hoofd in reyen gerangschikt, veele duizenden bijeen, om dat deze vliegen, veele vijanden hebbende, voor en agter behooren te zien, om ze te kunnen ontdekken en dan te ontsnappen. Welke schoone vleugelen! als van eene verglaasde stoffe gevormd, met doorloopende takjes geteekend, en met franjes geboord. Welke konstig gevormde pooten! met verscheiden geledingen, punten en haakjes, om de eerste naar welgevallen toe te vouwen; en de twee laatste in de onzichtbare oneffenheden eens spiegels vast te zetten, wanneer zij daarover loopt. Welke twee fraaie kussentjes onder de pooten! zoo voor den zagten gang, als tot borstels, om het dalend stof van de oogen af te wischen, gelijk gij haar zoo dikwerf op uwe tafel zeer vaardig en keurig kunt zien doen. Zij zit alsdan, tot dat einde, op de vier agterste pooten, en reinigt met de twee voorsten het stof van de oogen, daarna rust zij op de vier voorsten en dan zuiveren de twee agtersten elkander: zindelijkheid en reinheid zijn toch twee groote eigenschappen der vliegen enz.”

Zooals wij reeds opmerkten, was BLACKWALL van gevoelen dat dit poetsen der vliegen ten doel had, om de overtollige kleefstof te verwijderen. Als dit zoo was, zou haar lichaam tengevolge dezer kleefstof, die volgens BLACKWALL nooit verhardt, doch slechts eene geleachtige consistentie aanneemt, spoedig overdekt zijn en zou alle stof en vuil aan die insecten blijven kleven.

Het mikroskoop kan ons hier weder behulpzaam zijn om dit raadsel op te lossen.

Laat men een vlieg over een bestoven oppervlak wandelen, dan zal het haar niet mogelijk zijn om tegen glas op te klimmen, voordat zij een geruimen tijd aan het poetsen heeft besteed. Het best kan men dit opmerken, wanneer men eene vlieg tegen een glasplaat op wil laten klimmen, die eenigen tijd vlak op de tafel heeft gelegen en een weinig bestoven is geraakt. Alle pogingen zijn vruchte-

Fig. 4.



1. Voet van een snuitkevertje *Polydrosus sericeus*. SCHALL. 2. randhaartjes en 3. afzonderlijk haartje.

loos en beschouwt men nu de voetjes met het mikroskoop, dan ziet men, dat de ruimten tusschen de haartjes geheel met stofdeeltjes zijn aangevuld, zoodat de vlieg niet met de vloeistof afscheidende uiteinden tegen het glasoppervlak kan raken. Eerst wanneer door het wrijven der voetjes tegen elkaar en over het met borsteltjes bezette lichaam de stofdeeltjes verwijderd zijn, slaagt zij er weder in tegen het gladde oppervlak op te klimmen.

Behalve de vliegen zijn er nog een menigte andere insecten, die

het vermogen, om zich aan gladde voorwerpen vast te hechten, bezitten en bij verreweg de meeste komt de inrichting met de beschrevene overeen.

De hierbij gevoegde teekening (fig. 4) stelt de kussentjes en het klauwtje voor van een der voetjes van een snuitkoverdje, dat zeer veel bij ons voorkomt en op de bladeren van verschillende boomen leeft, den *Polydrosus sericeus* SCHALL. De inrichting der pulvilli komt geheel met die der vliegen overeen, alleen het klauwtje is hier enkelvoudig en aan de punt naar onderen omgebogen.

Na kennismeming van het in de voorgaande bladzijden medegedeelde, zal misschien bij eenige lezers de gedachte opkomen, of het voor den mensch niet mogelijk zou zijn, om op de wijze der vliegen de zwaartekracht te overwinnen. Wat zou het toch bij verschillende verichtingen gemakkelijk zijn, indien men tegen gladde oppervlakken op kon klimmen en zich eenigen tijd hangend kon houden aan zolderingen en verwulven, die niet op eene andere wijze te bereiken zijn. Voor hen geef ik nog de volgende cijfers ten beste.

Wanneer men het gewicht van een mensch stelt op 60 kilogrammen, dan zou hij om zich vast te houden ongeveer vierduizend vijf-honderd millioen haartjes, overeenkomende met die van den voet der vliegen, noodig hebben; maar om met gemak en zonder vrees voor vallen voort te wandelen, zou hij er nog veel meer behoeven. Indien de haartjes zoo dicht op elkander konden staan als bij de vliegen, zouden zij een oppervlak beslaan als van een cirkel, beschreven met een straal van ongeveer twee en een halven decimeter. Doch die haartjes zouden niet zoo dicht naast elkander kunnen staan als op den vliegenvoet, aangezien de bevochtiging aan den buitenkant zou moeten geschieden en ze daardoor gemakkelijk aan elkaar zouden kleven.

Laten we aannemen, dat er op een vierkanten millimeter honderd konden worden geplaatst, dan zou voor al die haartjes een oppervlak noodig zijn van vijf en veertig vierkante meters. Wanneer we aannemen, dat het mogelijk zou zijn zulk een behaard oppervlak te vervaardigen en zoo in te richten, dat de bevochtiging geregeld kon geschieden, dan zou het om die groote afmetingen niet voor het doel te gebruiken zijn.

Laten we dus onze berekening nog eens maken voor houten staafjes van 1 centimeter middellijn, die door middel van een weinig olijfolie worden vastgehecht.

Aangezien zulk een knopje op deze wijze bevestigd volgens mijne proeven 0,185 gram dragen kan, zal men ongeveer 325 duizend van die werktuigen behoeven, altijd in de veronderstelling, dat de werktuigen zelve geen gewicht bezitten. Deze knopjes zouden zoo dicht naast elkaâr kunnen staan, dat ze elkaâr raken, want een uiterst kleine hoeveelheid vocht is reeds voldoende, om de kracht van 0,185 gram uit te oefenen, doch ze zouden dan altijd nog een oppervlak beslaan van twee en dertig en een halven \square meter. Nu zou men den onderkant der kogeltjes vlakker kunnen maken en daardoor de kracht vermeerderen, maar men zal het, mijns inziens, nooit zoover kunnen brengen, dat men op deze wijze het gewicht van een mensch, vermeerderd met dat van den benodigden toestel, overwint, gesteld zelfs, dat er zich geen onoverwinnelijke technische bezwaren bij de vervaardiging en het gebruik voordoen. Het kunnen klimmen als een vlieg zal dus voorloopig voor den mensch nog wel tot de pia vota blijven behooren.

Amsterdam, 1 Maart 1883.
