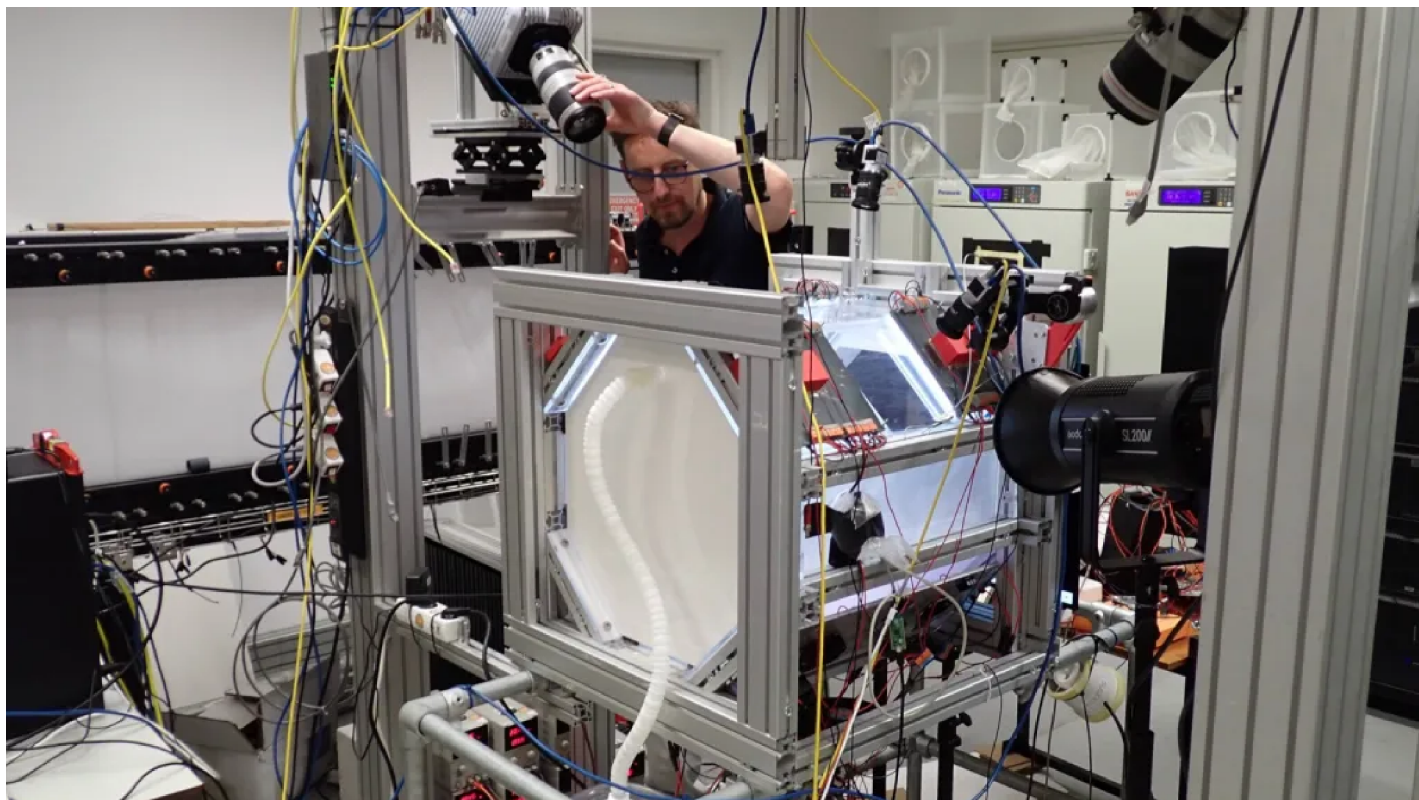




Hoogleraar Florian Muijres filmde maar liefst 46 verschillende soorten tweevleugeligen. foto wur

Wetenschap

5 september 2026 | Pagina 46

⌚ 9 min.

Waarom vliegen vliegen zoals ze vliegen?

Fladderen | Gebruiken tweevleugelige insecten hun vleugels anders dan vogels? De Wageningse hoogleraar Florian Muijres ging op zoek naar het antwoord. En ontdekte en passant hoe je een mug het best te pakken krijgt.

ROB BUITER

Vliegen is zo'n beetje de meest kostbare activiteit in het dierenrijk. Geen andere activiteit kost zó veel energie. Toch zijn er onvoorstelbaar veel diersoorten die dit kunstje onder de knie hebben. Zo is de insectengroep van de 'tweevleugeligen' de op één na meest diverse diergroep op aarde. Maar liefst 15 procent van alle diersoorten is een tweevleugelig insect. Alleen de kevers zijn met meer.

De Wageningse hoogleraar experimentele zoölogie Florian Muijres durft wel een gok te wagen waarom die tweevleugeligen zo wijdverbreid zijn. "Ze kunnen in ieder geval heel efficiënt vliegen", zegt hij terwijl hij naast een enorme opstelling staat waar hij het vlieggedrag van allerlei insecten in kan bestuderen.

Rond een achthoekige, transparante box van perspex hangt een grote hoeveelheid grote en kleinere camera's. "Met die zes kleine camera's kunnen we een insect dat we loslaten in de box precies traceren", vertelt Muijres. "Zien die

camera's dat het insect precies in het centrum van de arena vliegt, dan komen deze drie grote camera's in actie. Die filmen dan op extreem hoge snelheid de vleugelslag van het insect."

Van voor naar achter

Muijres en zijn postdoc Camille Le Roy en promovendus Ilam Bharathi filmde de afgelopen jaren maar liefst 46 verschillende soorten tweevleugeligen. Toen zij de vliegbewegingen beeldje voor beeldje analyseerden, zagen ze dat vrijwel al die tweevleugeligen op eenzelfde manier vliegen.

Ondanks de behoorlijk grote variatie in vleugelvormen ten opzichte van het gewicht van de diertjes, doen ze feitelijk allemaal hetzelfde: ze bewegen hun vleugeltjes in een horizontaal vlak van voor naar achter en weer terug, terwijl ze die platte vleugels steeds onder zo'n hoek draaien dat ze maximale lift genereren. De resultaten van deze vergelijking zijn onlangs gepubliceerd in Plos Biology.

"Insecten vliegen dus heel anders dan hoe bijvoorbeeld vogels vliegen", zo licht Muijres toe. "Die bewegen hun vleugels voornamelijk op en neer. Alleen bij vogels die een surplace in de lucht maken, zoals een kolibrie voor een bloem met nectar, zie je iets vergelijkbaars. Tenminste: daar zou je iets vergelijkbaars kunnen zien als je ook daar de beweging kunt filmen met een highspeedcamera. Ook die bewegen hun vleugels razendsnel van voor naar achter."

Er is een goede reden dat al die vliegen vliegen zoals ze vliegen. Muijres: "Als je zó klein bent, voelt de lucht die rond je vleugels stroomt veel stroperiger aan dan voor een grote vogel. Vliegen is qua energie de meest kostbare activiteit in het dierenrijk, maar door zó te vliegen, dus heen en weer flappen onder een specifieke hoek, maken tweevleugeligen het meest efficiënt gebruik van hun energie in die stroperige lucht."

De vleugel van een kleine fruitvlieg kan tot wel 200 keer per seconde heen en weer bewegen, die van een langpootmug een beetje minder. Maar er is één groep binnen de tweevleugeligen die nog veel extremer met de vleugels slaat: de muggen.

Uit een van de grote broedkasten in het lab haalt Muijres een kleine kubus van horregaas, met daarin een flinke club zacht zoemende muggen. "Vroeger moesten we deze proefdieren voeden door een vrijwilliger een arm in de kooi te laten steken", vertelt hij. "Tegenwoordig hebben we gelukkig een andere methode ontwikkeld om ze bloed te voeren uit een soort reservoir, dus zonder dat vrijwilligers zich laten steken. Alleen heel af en toe, als een kweek niet helemaal lekker wil aanslaan, moeten we ze nog steeds via een blote huid voeren."

"Als je een paar van deze muggen in de vliegarena zou loslaten, zien we iets anders dan bij alle andere tweevleugeligen", zegt Muijres. "Ze bewegen hun vleugels veel minder ver naar voren en naar achteren. Om vervolgens tóch voldoende lift te genereren, flapperen ze wel veel sneller dan de andere insecten

uit hun orde. Met name mannelijke muggen kunnen hun vleugels tot wel duizend keer per seconde heen en weer bewegen. Dat doen ze om het gezoem van hun vleugels op te stuwen tot die voor ons zo irritante toonhoogte van wel 1000 hertz."

Uit het rekenwerk van de onderzoekers blijkt dat zó snel flapperen met je ieniemienie vleugeltjes niet meer het toonbeeld van energetische efficiëntie is.

"Maar dat is het maken van een idioot grote staart voor een mannelijke pauw ook niet", zo relativeert Muijres. "En dat is enigszins vergelijkbaar", stelt hij.

"Mannelijke muggen slaan zo snel met hun vleugeltjes om met hun gezoem tot 1000 hertz vrouwtjes te vinden!"

Eerst zoemen, dan paren

Anders dan bij de pauwenstaart, pronken de mannelijke muggen niet met hun hoge gezoem, legt Muijres uit. "Het voortplanten van de verschillende soorten muggen gebeurt voornamelijk in grote zwermen. Het hogere gezoem van de mannen interfereert met de lagere toon van de vrouwtjes. Dat zoemende geluid hebben de mannen dus eigenlijk nodig om vrouwelijke muggen te vinden", concludeert Muijres.

Het onderzoek aan de muggen en de andere tweevleugeligen is voor Muijres en zijn collega's in eerste instantie vooral interessant vanuit vergelijkend perspectief: hoe vliegen ze en waarom doen ze wat ze doen? In die zin is zijn Groningse collega David Lentink, hoogleraar biomimetica, die niet bij dit onderzoek betrokken was, erg enthousiast over het onderzoek.

"Als je eerlijk bent, is de biologie nog steeds voor een groot deel terra incognita", stelt Lentink. "We denken nu dat er een miljoen verschillende soorten insecten zijn, maar sommige schattingen gaan al uit van tien miljoen soorten. En hoeveel van die soorten kennen we nou helemaal? Zo'n vergelijkend onderzoek, met een flinke hoeveelheid wilde insectensoorten, is dus meer dan welkom."

Lentink plaatst ook wel een kanttekening bij de conclusies. "Dit onderzoek suggereert dat de muggen zo snel flapperen om een hoog geluid te maken. Maar dat betekent natuurlijk niet dat het veel lagere geluid van de andere tweevleugeligen niet relevant is."

"Sterker nog", zegt Lentink, "het is al bekend dat zelfs de vleugelslag van 10 slagen per seconde van een duif een belangrijk geluid produceert voor soortgenoten. Voor ons is infrageluid van 10 hertz helemaal niet hoorbaar, maar duiven blijken dat extreem lage geluid wél te kunnen horen. Op die manier horen ze soortgenoten op enkele meters afstand aan komen vliegen."

Naast de belangrijke vergelijking van diersoorten ziet Muijres ook wel de nodige praktische vertalingen van dit werk. "Ten eerste kunnen wij mensen nog wel het nodige leren van die vliegende insecten", stelt hij. Niet dat Boeing binnenkort een model gaat uitbrengen met vleugels die naar voor en naar achter flapperen.

"Maar als wij kleine vliegende robotjes willen ontwikkelen, dan is het wél heel erg de moeite waard om te kijken hoe deze insecten dat hebben opgelost", stelt hij. "Vliegen blijft sowieso een kostbare aangelegenheid, maar dan kun je het maar beter op de meest efficiënte manier doen, dus zoals deze insecten het doen."

Omdat uiterekend de muggen net wat anders vliegen dan hun ordegenoten, zien de onderzoekers in Wageningen ook wel aanknopingspunten voor de bestrijding van die muggen. Indirect zijn muggen immers de meest dodelijke dieren op aarde, door hun verspreiding van malariaparasieten en andere ziekteverwekkers.

"Die bestrijding blijft lastig", weet Muijres. "Gif is slecht voor het milieu en je kunt de muggen ook niet altijd met horren uit je huis of uit je slaapkamer houden." Een alternatieve methode maakt gebruik van het loslaten van steriele (onvruchtbare) mannetjes. Als die weten te paren met de vrouwtjes, leggen die vervolgens alleen nog maar onbevuchte eitjes.

"Met onze kennis over vliegen en zoemgeluid zouden we misschien kunnen werken aan steriele mannetjes die nét wat slimmer zoemen en dus succesvoller kunnen paren dan onbehandelde soortgenoten", veronderstelt Muijres.

In Groningen ziet Lentink nog meer praktische toepassingen van het onderzoek aan insecten en andere vliegeniers. "Naast de vliegefficiëntie is juist dat geluid ook interessant. Die muggen willen graag een hoog geluid maken, terwijl uilen juist aanpassingen op hun veren hebben om zo min mogelijk geluid te produceren. Daar kunnen wij mogelijk nog van leren om vliegtuigen stiller te maken."

Zwevende condor

De lessen die ingenieurs kunnen leren over het vliegen zelf blijven beperkt tot kleine vliegende robotjes, beaamt Lentink. "Hoe groter een vliegend dier wordt, hoe minder die flapt met de vleugels. Een condor bijvoorbeeld, die zweeft het liefst. Dat heeft een heel praktische reden: de spieren van grote dieren zijn gewoon niet toereikend om zoveel kracht te genereren voor het flappen met grote vleugels."

In zijn eigen werk aan vliegende robotjes doet Lentink veel inspiratie op uit de dierenwereld. "Zo is het vliegen ook begonnen: als pure imitatie van vliegende dieren. Naast die 'biomimetica', dus het een-op-een nadoen van de biologie, zijn ingenieurs later overgestapt op 'bio-inspiratie'. Onze huidige vliegtuigen zijn geen echte imitaties meer van vliegende dieren, maar we hebben er wel veel van geleerd."

Zelf maakt Lentink nu veel gebruik van zogeheten 'biohybride' systemen. "Dan moet je denken aan vleugels voor kleine robots die kunnen vervormen zoals een vogelvleugel dat doet. En daarvoor gebruiken we dus ook echte veren, omdat we die nooit zo mooi kunnen namaken als de natuur dat doet."

Uit zijn uitgebreide bestudering van vliegende muggen in Wageningen heeft Muijres ook nog een heel praktische les voor eenieder, ingenieur of bioloog, die muggen in de slaapkamer wil doodmeppen. "Met onze snelle camera's kunnen wij zien hoe rap insecten van richting kunnen veranderen als er gevaar dreigt van bijvoorbeeld een vliegenmepper of een hand. Ze vliegen op zichzelf niet eens zo heel snel, maar kunnen wel extreem snel van richting veranderen. Als je een mug wilt doodmeppen, doe dat dus in ieder geval met twee handen. Dan moet die mug ineens twee bronnen van gevaar in de gaten houden, waarmee jouw kans om raak te slaan meer dan twee keer zo groot wordt."

De interesse van hoogleraar experimentele zoölogie Florian Muijres in het vliegen van vliegen zit hem niet alleen in de enorme hoeveelheid diersoorten in de orde van de tweevleugeligen. "Ze zijn belangrijk in kwantiteit én in kwaliteit", benadrukt hij. Na de vele soorten bijen - met elk vier vleugels - zijn tweevleugeligen de belangrijkste insectengroep bij het bestuiven van wilde planten en ook van voedselgewassen. Naar schatting meer dan twee derde van onze voedselgewassen wordt mede bestoven door tweevleugeligen. Vooral zweefvliegen kunnen er wat van. Van alle wilde planten wordt zo'n 70 procent ook door zweefvliegen bestoven.