

Vliegerkennis stokt bij boerenverstand

de lucht uithalen. Wederom met een paar stokken, een zeil en wat touw. Vliegeren is allang geen kinderspel meer. Met zogenoemde *kitebuggies* laten de vliegeraars zichzelf met soms wel vijftig kilometer per uur over het strand voorttrekken. *Kitesurfers* springen dankzij hun vlieger meters boven de golven. Maar vliegers zijn niet alleen geschikt voor de spectaculaire sporten. Zo wil de Technische Universiteit Delft een lange draaiende lus met vliegers inzetten om een dynamo op de grond aan te drijven. In theorie kan zo'n 'laddermolen' veel meer energie leveren dan een windmolen. Want de bekende

twee- en driewiekers vangen hun wind relatief dicht bij de grond. En de laddermolen draait zijn rondjes veel hoger. Op een kilometer bijvoorbeeld, waait het al zes keer harder dan op honderd meter. In *Quest* (april 2004) schatte Wubbo Ockels, oud-astronaut en bedenker van de laddermolen, dat 200 grote laddermolens heel Nederland van energie zouden kunnen voorzien. Ockels: 'Voor dezelfde productie heb je zo'n 50.000 windmolens nodig.'

● Vliegeren voor stroom

Snel bouwen die laddermolen, zou je zeggen. Vliegeren doen we al duizenden jaren, dus hoe moeilijk kan het zijn? 'Extreem moeilijk', zegt Jeroen Breukels, die bij Ockels promoveert aan de faculteit lucht- en ruimtevaarttechniek van de TU Delft. 'Voor zo'n laddermolen zijn

vliegers nodig die met de nauwkeurigheid van vliegtuigen te besturen zijn.' In zijn kantoor op de tiende verdieping hangen dan ook piepschuimen modellen van vliegers met hoogteroeren, rolroeren en richtingsroeren. Een piloot kan die roeren vanaf de grond uitslaan via een radiografische zender. Eigenlijk lijken de vliegers qua vorm verdraaid veel op zweefvliegtuigen. Die kunnen toch ook prima bestuurd worden? 'Ja', zegt Breukels, 'maar zweefvliegtuigen zijn niet met een touw aan de grond verbonden. En juist dat touw zorgt voor de extra krachten en trillingen.'

● Kennis is er nog niet

Breukels heeft als missie de wiskunde van de vlieger te doorgronden. Bij vliegtuigen is dit allang gebeurd. Bewegingsvergelijkingen kunnen voorspellen hoe een bepaald type vliegtuig reageert op veranderingen in invalshoek, kleppenstand, vliegsnelheid, windrichting, windsnelheid, et cetera. En een zo'n vergelijking, bijvoorbeeld om de rotatiesnelheid om de lengteas te bepalen, kan een compleet krijtbord in beslag nemen. Het vliegertouw is een extra variabele die ervoor zorgt dat de bewegingsvergelijking nog ingewikkelder wordt. 'De kennis van vliegers is nu nog vooral gebaseerd op boerenverstand', zegt Breukels. 'Vliegeraars hebben vuistregels waarmee ze hun vliegers bouwen. Bij de alom



bekende driehoekige vlieger is de verhouding tussen de korte zijde en de middelloodlijn naar de overstaande punt vaak een op drie. Waarom eigenlijk? Dat heeft tot nu toe nog niemand uitgerekend, misschien dat een op vier wel veel beter vliegt.'

● Vliegen in laboratorium

Hoe roteert een vlieger als het hoogteroer een halve graad uitslaat, bij windkracht zeven? Breukels wil het tot op de graad nauwkeurig weten, in alle bewegingsrichtingen. Daarom laat hij deze zomer een vliegerlaboratorium bouwen op het dak van zijn faculteit. Tussen twee palen worden vliegers gehangen, die hij in de gaten houdt met windmeters en camera's. Het vlieger-

Waarom vliegt een vlieger?

Vliegende draken, olifanten en schotels: op vliegerfestivals zweven de meest rare (maar meestal wel symmetrische) vormen in de lucht. En dat terwijl deltavliegers allemaal als 2 druppels water op elkaar lijken. Hoe dat kan? Omdat het doek van een vlieger en een deltavleugel hun draagkracht niet op dezelfde manier veroveren. Bij een

deltavleugel glijden de luchtdeeltjes langs het oppervlak. De vorm en invalshoek van de vleugel zorgen voor een drukverschil tussen de boven- en onderkant en een circulerende stroming. Bij een vlieger is van zo'n subtiel contact tussen wind en zeil geen sprake. Terwijl een deltavleugel een kleine invalshoek ten opzichte van de wind kiest, staat een

vlieger (bijna) loodrecht op de windrichting. De aansnellende luchtdeeltjes botsen tegen de onderkant van het vliegerdoek. Daardoor ontstaat plaatselijk een hogedrukgebied. Ongeacht zijn vorm of model, zal de vlieger met de windrichting mee willen bewegen. Maar hij wordt stevig op zijn plaats gehouden door de tegendruk van het vliegertouw.

De nieuwe windmolen
Bij de laddermolen drijven ronddraaiende vliegers een dynamo aan. Het grondstation kan de vliegers tijdelijk loskoppelen.





Grote glijders, kleine glijders

‘Wat is het glijgetal?’ Iedere zichzelf respecterende piloot stelt die vraag voordat hij een zweefvliegtuig of deltavlieger koopt. Het glijgetal staat voor het aantal meters dat een vliegtuig aflegt als het een meter daalt. Zonder de motor

aan te zetten en in een horizontaal stromende lucht. Het glijgetal varieert met de vliegsnelheid. Bij een snelheid van 100 kilometer per uur (ten opzichte van de lucht) heeft een gemiddeld zweefvliegtuig een glijgetal van boven de 40.

Oftewel: zo'n toestel kan vanaf een kilometer hoog meer dan 40 kilometer vliegen. Met een doorsnee deltavlieger kun je van zo'n glijgetal alleen maar dromen. Op een windstille dag mag je blij zijn als je van een kilometer hoogte 10 kilometer ver zweeft.

lab moet de vlucht van een echte vlieger natuurlijk zo goed mogelijk nabootsen. Daarom knoopte Breukels eerder dit jaar plastic strookjes aan een tien meter lange stok. Met die stok liep hij over het 55 meter hoge dak. ‘Door naar de wapperende strookjes te kijken, kon ik zien tot welke hoogte het gebouw de wind verstoort. Vanaf zes meter boven het dak heerst een vrije, horizontale stroming.’ De eerste laddermolen zal naar verwachting pas op zijn vroegst rond 2008 zijn proefvriendjes draaien. Toch dromen ze bij lucht- en ruimtevaarttechniek in Delft al van mogelijk andere toepassingen, blijkt als Wubbo Ockels even binnenloopt bij zijn promovendus. Ockels: ‘Ik

wil een buitenconcert met wel honderd radiografisch bestuurbare vliegers. Want die vliegers kunnen los van elkaar en in groepen de meest spectaculaire bewegingen maken, als balletdansers in de lucht.’

tonie.mudde@questmag.nl

Meer informatie

www.kiteplane.com: competitie met radiografisch bestuurbare vliegers. De site is onderdeel van de Energy Beach-tour, een karavaan van duurzame voertuigen die 5, 6 en 7 augustus langs Nederlandse kustplaatsen rijdt.

www.deltavliegen.nl: leer zelf ook deltavliegen. Cursusaanbod voor beginners tot gevorderden, agenda en links.

www.freeflight.nl: over parapenten, zweef- en deltavliegen. Met veel uitleg, foto's en links.

Dit is een fototrucage. Maar zo moet het Delftse vliegerlaboratorium er eind juli 2005 uitzien.



Vliegeren op het dak

Hoe reageert een vlieger op een rukwind? En hoe hard trekt de vlieger bij windkracht 10 aan het touw? Je komt er alleen achter door

te testen. Op het dak van de faculteit lucht- en ruimtevaarttechniek van de TU Delft verrijzen deze zomertorens van 25 meter hoog. Daartussen

hangt een parapente. Met camera's, wind- en krachtmeters wil promovendus Jeroen Breukels zo 'de wetkunde van de vlieger' in kaart brengen.

