

# VALLEN IN DE LUCHT

Twee redenen om op een merkwaardig verschijnsel in te gaan:

1. Het geeft een aanschouwelijk bewijs voor de stelling dat bij een plat vlak onder een kleine invalshoek in een luchtstroom, het drukpunt duidelijk vóór het zwaartepunt ligt.
2. Er is kortgeleden een interessante roterende vlieger ontworpen en in de handel gebracht, waarvan de werking door dit verschijnsel wordt verklaard.

Proef. Neem een kaart (briefkaart, giro-, speel- of visitekaartje) en laat die vallen vanaf  $\pm 2$  m hoogte.

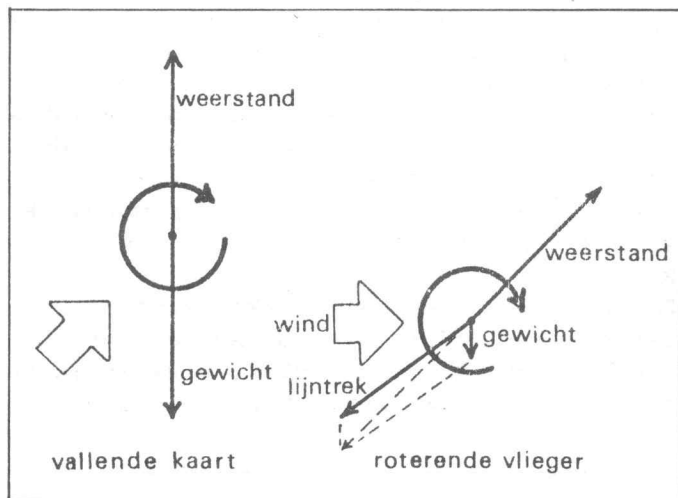
## Waarnemingen.

1. De kaart daalt wentelend neer.
2. De draaiingsas loopt in de lengte van de rechthoek.
3. De kaart legt ook een horizontale afstand af.
4. De draairichting is steeds dezelfde t.o.v. de horizontale vlucht: gaat de kaart naar links, dan wentelt hij rechtsom en omgekeerd.
5. Je kunt de draairichting vooraf bepalen door de stand waaruit je de kaart loslaat.
6. De wentelende kaart maakt soms een linker- of rechterbocht, maar is overigens vrij stabiel.

Meer bijzonderheden kan ieder zelf ontdekken door aan de proef iets te veranderen, bijv. door twee verschillende kaarten te maken. Kies nooit meer dan één verschil, anders weet je niet welk verschil wat veroorzaakt. Het waarom bij 1 t/m 6 kan telkens aanleiding zijn tot een wijziging in vorm, verhouding, gewicht, grootte, stijfheid enz. Experimenteer niet in het wilde weg, maar stel een vraag. Laat een proef antwoord geven en probeer dat antwoord te voorspellen. Klopt het, dan is je theorie waarschijnlijk goed. Je kunt ook vragen welke factoren bepalend zijn voor bijv. daalsnelheid, aantal omw. per minuut, glijhoek enz. of heel andere vragen; vragen stellen is creatief werk. Een vaak gebezigd schema van de lucht die langs een wentelende vorm stroomt, maakt duidelijk dat er meer lucht - snel, want langs een omweg - links over de kaart stroomt dan er rechts onder langs. Dat lijkt enigszins op de stroomlijnen om een gewelfd vleugelprofiel. We weten dat dit een druk-

verschil onder en boven veroorzaakt, dat als een opwaartse kracht werkt. Het zal nu duidelijk zijn dat de wentelende kaart een soort glijvlucht maakt, waarvan de richting wordt bepaald door de draairichting van de kaart.

Tijdens die glijvlucht is er evenwicht als de resultante van alle luchtweerstand gelijk, maar tegengesteld is aan het gewicht. De snelheid blijft dan onveranderd. Bevestigen we nu aan de einden van de (konkrete) draaias twee toomdraden (draaibaar), dan kan de resultante van gewicht en lijntrekkracht evenwicht maken met die van alle luchtweerstand. De wind zorgt nu voor de - horizontale - luchtstroom en de plaats van de wentelende vleugel blijft onveranderd. We hebben een roterende vlieger!



Er zijn in beginsel drie soorten roterende vliegers mogelijk, onderscheiden naar de richting van de draaiingsas. Cees Deetman maakte en beschreef in VLIEGER 84/1 en 4 de moeilijkste, de autogirovlieger. De tweede is hier in beginsel aangegeven en de derde is wat minder interessant omdat, evenals bij de pseudo-autogiro, het draaiende vlak niet essentieel is voor de hefkracht. (In KITES SCULPTING THE SKY van Tsutomu Hiroi wordt zo'n vlieger beschreven.

De hier aangeduide tweede mogelijkheid heeft onlangs een nieuwe vorm gekregen door een oprolbare spinnaker-konstruktie die, zover ik weet, de eerste is in zo'n uitvoering. Ik heb nog niet aangetoond waardoor de kaart (vleugel) "vanzelf" gaat en blijft wentelen. (Het Magnus-effekt kan dit niet verklaren).