

# vallen in de lucht 2

Wie de proef uit het vorige artikel heeft genomen, weet dat het stukje papier vanuit de hier getekende positie moet worden losgelaten om, rechtsom wentelend, een glijvlucht naar links te maken. Vraag: waarom zet zich die glijvlucht niet zonder wenteling voort? Anders gevraagd: hoe ontstaat die wenteling?

Het antwoord ligt in een bekend stukje praktische aerodynamika, dat al eens door Cees van Hengel in VLIEGER 84/2 is uiteengezet en waarvan het hier relevante deel op het volgende neerkomt:

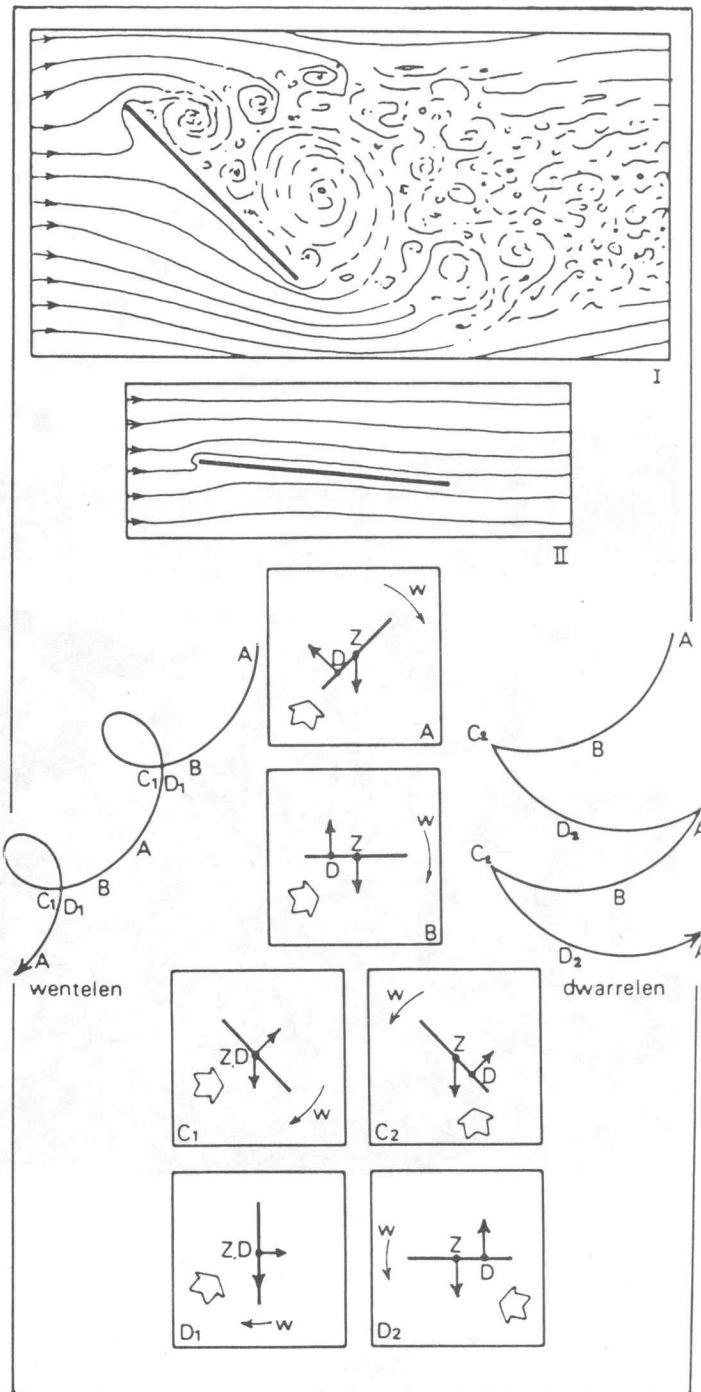
Een plat vlak, schuin in een luchtstroom geplaatst, ondervindt een weerstandskracht, ongeveer loodrecht op dat vlak. Er zijn twee mogelijke variaties. Bij I is de invalshoek waaronder de luchtstroom het vlak ontmoet tamelijk groot, bij II klein. Twee dingen zijn nu opmerkelijk.

1e In de toestand I, die men "overtrokken" noemt en normaal is voor een vlieger, ligt het aangrijpingspunt van de luchtweerstand (drukpunt) in het midden van het vlak. In het geval II ligt het drukkpunt in het midden van de linkerhelft van het vlak. 2e Er is geen geleidelijke overgang van I naar II of terug. De ene toestand slaat plotseling om in de andere als een geleidelijk veranderende invalshoek een kritische waarde passeert.

Het stroomlijnverloop in I en II maakt het verschil duidelijk. Bij II stroomt de lucht regelmatig over het vlak. ("aanliggende stroom"), Bij I laat de stroom het vlak aan de bovenzijde los, er vormt zich een wervelgebied dat onstabiel is en ver stroomafwaarts doorgaat. De snelle passage \*) langs de voorrand bij II geeft een "zuiging" die het drukkpunt naar voren haalt. De asymmetrie tussen het stroombeeld om voor- en achterrand van het vlak, evenals de kritische waarde van de invalshoek zijn kenmerkend voor bepaalde Reynolds-waarden \*\*).

Terug naar onze valproef. We beschouwen nu de beweging van de kaart als een kringloop, waarbij telkens na 180° wenteling dezelfde toestand terugkeert. We kiezen vier "momentopnamen" uit de cyclus en proberen in te zien hoe elk daarvan tot de volgende moet leiden.

In A is de kaart juist losgelaten; na een zuiver vertikaal begin is onder invloed van de luchtweerstand een glijvlucht naar links



\*) Grondslag van de aerodynamika is de wet van Bernoulli, die, kort gezegd, druk en snelheid van een hoeveelheid stromende lucht omgekeerd evenredig stelt.

\*\*\*) De Reynoldswaarde (-getal) is een grootte waarin de stroomsnelheid en de afmeting van de omstroomde vorm zijn verdisconteerd met specifieke eigenschappen van het stromende medium.