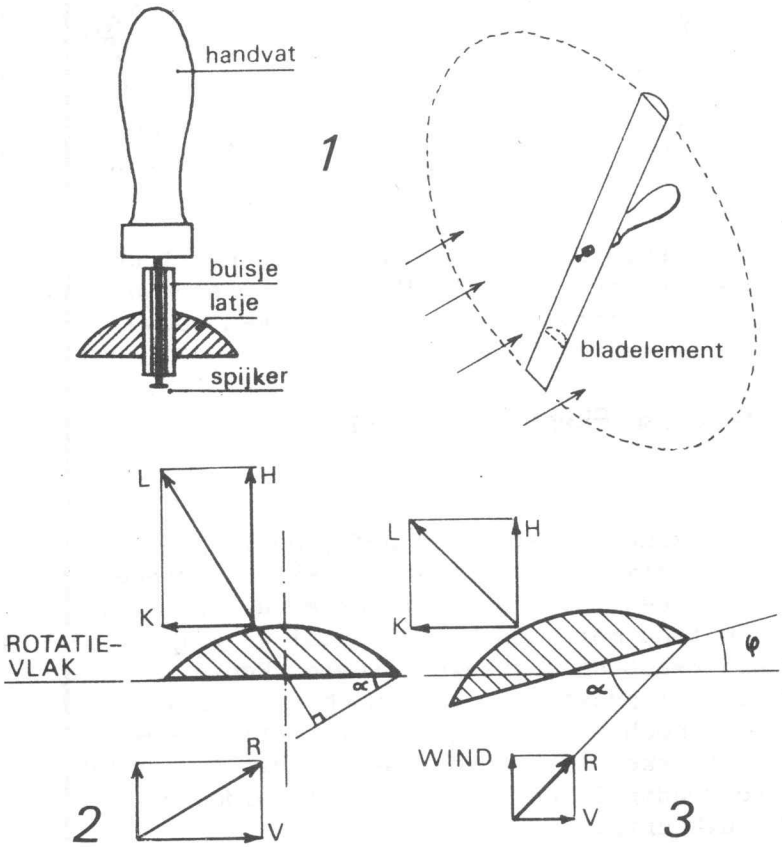
autogyr

autorotatie

Het meest fascinerende van de autogyro-vlieger is de draaiende rotor die door de wind wordt aangedreven. Fascinerend, omdat je de bladen niet onder een hoek ziet staan zoals bij een windmolen. Sterker nog, als je nauwkeurig zou meten blijkt dat de bladen van de rotor een paar graden de "verkeerde" kant op staan. Raadsels!
We doen nu eerst de volgende proef. Doen hoor!
Neem een latje van ± 40 cm lang en ongeveer 2 cm breed met een halfrond profiel. In de doe-het-zelf winkel als afwerklatje te koop. Boor precies in het midden een gaatje van 2 mm en steek daar een iets dunner spijkertje door, zodat het latje soepel kan draaien (fig. 1). Dat spijkertje moet dan in een handvat worden vastgezet zodat het geheel gemakkelijk is vast te houden. Zorg er voor dat de vlakke kant aan de voorkant komt en dat het latje niet te veel kan wakkelen. Ik lijmde eerst een plastic buisje van 2½ cm lengte in het gaatje. Wanneer je dit molentje recht in de wind houdt dan gebeurt er niets, de wind botst tegen de beide helften aan en het molentje zal niet gaan draaien. Maar, let op! Zodra het molentje aan het draaien is gebracht blijft het draaien! Een plat halfrond latje dat als een propeller in de wind blijft draaien. Wat we zien noemt men "autorotatie".
Vanwege de symmetrie doet hij het beide kanten op.



Om te begrijpen wat er gebeurt, beschouwen we de krachten op een klein stukje van het latje dat we het bladelement zullen noemen. In fig. 2 zijn de snelheidsvectoren en de opgewekte krachten weergegeven. Je kijkt tegen de zijkant van het bladelement aan, dat als gevolg van het ronddraaien een luchtsnelheid v ondervindt. Samen met de wind ontstaat er een luchtstroom R die het blad onder een hoek α (de invalshoek) treft. Loodrecht op deze luchtstroom R ontstaat er een kracht L op het bladelement die ontbonden kan worden in een kracht H, loodrecht op het rotatievlak en een kracht K evenwijdig aan het rotatievlak. Het is kracht K die het bladelement ronddrijft. Er treden ook nog weerstandskrachten op, maar die zijn voor de eenvoud weggelaten. Het molentje zal na het op gang brengen steeds sneller gaan draaien tot dat de toenemende luchtweerstand evenwicht maakt met de kracht K. Dan draait het molentje op volle toeren.

het windmoleneffect

In figuur 2 valt de vlakke kant van het beschouwde bladelement samen met het rotatievlak, zoals bij ons molentje.
We kunnen nu het molentje zodanig wijzigen dat het bladelement een hoek φ maakt met het rotatievlak. De hoek φ is de z.g. instelhoek. In fig. 3 is dit weergegeven waarbij hoek φ een negatieve waarde heeft.
Vergelijken we nu eens de situatie van fig. 3 met die van fig. 2, dan zien we dat bij dezelfde windsterkte het bladelement bij een geringere omtreksnelheid onder dezelfde invalshoek α zal worden aangeblazen. R neemt weliswaar een klein beetje af en daarmee de liftkracht L, maar daar staat tegenover dat de ontbonden kracht K relatief groter wordt. Ook hier zijn de weerstandskrachten voor de eenvoud weggelaten. Vergroten we de hoek φ tot $(90° - \alpha)$ dan is er zelfs geen zetje meer nodig en begint het molentje vanzelf te draaien. Overigens treedt dit zelf aanlopen al op bij kleine negatieve waarden van de instelhoek. Men