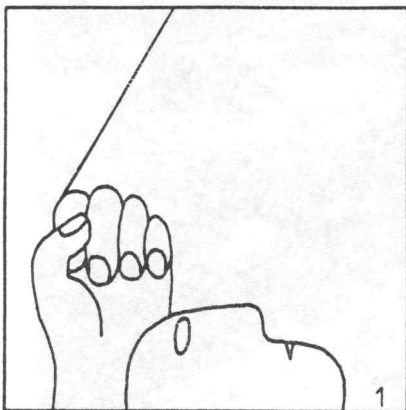
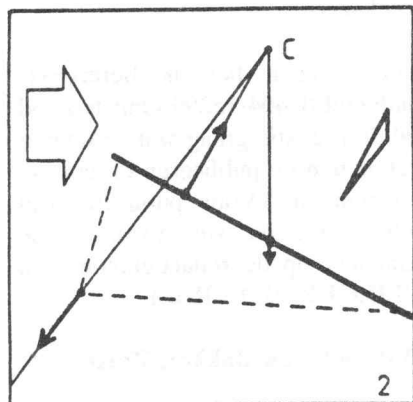


vlieger en energie

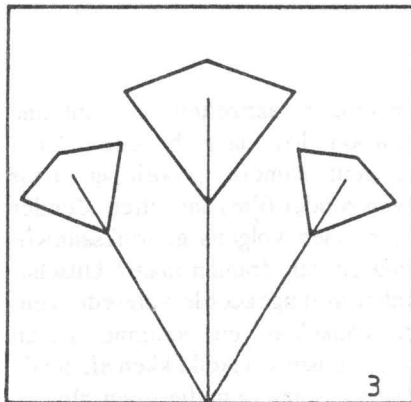
De vlieger dankt zijn aantrekkelijkheid zeker voor een groot deel aan het (schijnbaar) negeren van de zwaartekracht. Dit te kunnen, is een oeroude droom van de mens. Overigens gaat dat negeren niet zonder moeite, zoals we weten.



Behalve een bijzonder geluk, vallen de vliegeraar ook een paar handicaps ten deel. De eerste is, dat je aan een touw alleen maar kunt trekken; duwen lukt niet. De tweede is het feit dat lucht onzichtbaar is, maar juist daardoor lijkt vliegen een wonder. De derde handicap is wellicht de zwaarste: kracht is niet alleen onzichtbaar, krachten bestaan slechts als een abstract produkt van het menselijk denken. We proberen allerlei ervaringen te verklaren met het idee "kracht". We verklaren het vallen van dingen met zwaartekracht. Voor het niet-vallen van een vlieger roepen we de kracht van de lucht te hulp. Merkwaardig is daarbij dat de horizontale windbeweging de verticale zwaartekracht weerstaat



en zelfs overtreft, want de lijn van een moderne vlieger trekt bijna recht omhoog. Misschien vindt een vaardig vliegeraar dat heel gewoon want, zo redeneert hij, door een juiste toomafstelling houden we het vliegervlak onder een hoek met de windrichting en de langsstromende lucht zorgt dan voor een drukverschil onder en boven de vlieger, waardoor hij wordt opgeduwd. Alles goed en wel, zegt een criticus, die toom zorgt voor een hoek van het vliegervlak met de windrichting, maar hoe weet de vlieger nu wat "boven" is? Hij (de vlieger) zou volgens het voorgaande toch evengoed zijwaarts of zelfs neerwaarts kunnen afwijken van de windrichting? Niettemin leert de ervaring dat een goede vlieger de opwaartse afwijking uit de windrichting weet te halen. De kritische vraag was dus wel gewettigd.

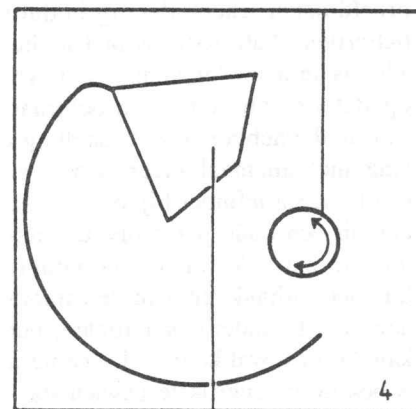


De enige bron waaruit de vlieger zijn informatie omtrent onder en boven kan verkrijgen is natuurlijk de richting waarin zijn gewicht trekt. Voorwaarde voor **e v e n w i c h t** van een vlieger is dat de som van de optredende krachtvectoren nul is. Daarbij is de spanning van de lijn sluitpost. Omdat de lijn alleen trek kan opnemen, moet het gewicht kleiner zijn dan de opwaartse component van de kracht die de luchtstroom uitoefent. Bovendien moeten toompunt, druk- en zwaartepunt in hetzelfde verticale vlak liggen als de windrichting en de werklijnen van

de drie krachten gaan door één punt. Voorwaarde voor **s t a b i l i t e i t** is tenslotte, dat dit gemeenschappelijk snijpunt (concurrentiepunt) zich aan de rugkant van de vlieger bevindt.

Zijn hiermee nu alle dynamische voorwaarden van een vlieger omschreven? - Jawel, maar er werd stilzwijgend verondersteld dat de wind gelijkmatig en horizontaal zou stromen. Naarmate dat niet het geval is, is stabiliteit op zichzelf ook niet voldoende. De **m a t e** van stabiliteit moet opgewassen zijn tegen de mate van onrust bij de wind. Een volledige analyse van dit probleem kan hier achterwege blijven, maar één ongenoemd aspect van de zwaarte past wel in ons thema: Als massa kan de zwaarte namelijk nog een hinderlijke rol spelen.

Bekend is het vliegwiel, dat onder meer werd gebruikt om stoommachines gelijkmatiger te laten lopen. Het is zwaar om zo'n wiel in beweging te brengen en ook om het daarna weer af te remmen. Op hetzelfde effect steunt bijvoorbeeld de yoyo.



Bij zulke wentelende voorwerpen gaat het niet alleen om het gewicht als massa, maar het is ook van belang dat die massa zo ver mogelijk buiten het zwaartepunt langs de omtrek is gerangschikt. De yoyo - of vliegwiel-eigenschappen zijn bij een vlieger hoogst ongewenst. Anders gezegd, van een vlieger verwachten