

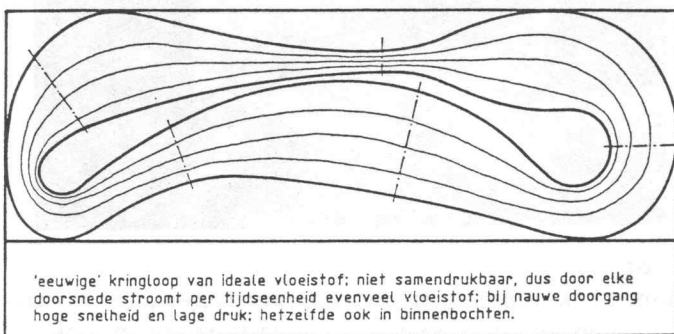
de kunst van het vliegeren 5

In voorgaande afleveringen kwamen toompunt en zwaartepunt ter sprake, met een paar metingen en berekeningen. Het derde belangrijke punt bij een vlieger is het drukpunt. Anders dan de eerste twee, heeft het drukpunt geen vaste plaats. Ter verduidelijking van die ontmoedigende eigenschap, eerst een stukje stromingsleer.

Naam en betekenis.

De aerodynamika bestudeert de beweging van gas (lucht), de hydrodynamika die van vloeistoffen. Nu is het voornaamste verschil tussen gas en vloeistof dat het eerste wel en het laatste vrijwel niet samendrukbaar is. Laat men die samendrukbaarheid buiten beschouwing, dan spreekt men tegenwoordig van stromingsleer. (Let wel, samendrukbaarheid is iets anders dan druk!)

De Zwitser Daniël Bernouilli legde in de achttiende eeuw de grondslag voor de stromingsleer. De naar hem genoemde wet komt neer op behoud van energie in een ideale stromende stof. (Zo'n ideale vloeistof is onsamendrukbaar, wrijvingsloos en geleidt geen warmte). In de praktijk blijkt de lucht waarin we vliegeren bijna een ideale "vloeistof". Voor een hoeveelheid stromende lucht geldt dan dat als de snelheid toeneemt, de druk afneemt en omgekeerd. Het vliegen van vogels, vliegtuigen en vliegers berust geheel op de wet van Bernouilli. We gaan niet in op de wiskundige formulering, maar trachten een duidelijke voorstelling van stromingsverschijnselen te maken.



Lucht is onzichtbaar. Alleen bij vlammen of rook kunnen we stromend gas echt zien. Beide zijn meestal erg beweeglijk. Toch kan een kaarsvlam of een rookpluim ook stilstaan. Niet het gas staat dan stil, maar het patroon van de stroomrichtingen. Op elke plaats in het stromingsgebied heeft de

stroom een onveranderlijke richting en snelheid. Schematisch maken we een stroomveld zichtbaar met stroomlijnen. Die kunnen elkaar nooit kruisen want op elke plaats is maar één stroomrichting. Stroomlijnen kunnen elkaar wel naderen. De snelheid is het grootst waar stroomlijnen vlak naast elkaar liggen. Daar moet de druk het laagst zijn. Waar de stroomlijnen uiteengaan neemt de druk langs een stroomlijn toe. In zo'n op elke plaats onveranderlijk stroomveld staat een vlieger stil.

Hoe ontstaat een konstant stroomveld? Antwoord: Door aan een onmogelijke voorwaarde te voldoen. Dat is slecht nieuws; een vlieger kan dus niet stilstaan. Het goede nieuws is dat het bijna kan en wel zo goed, dat we de kleine afwijkingen niet zien. Om het wat konkreter te zeggen: We weten wel dat de wind rondom een kubusvormig gebouw altijd min of meer wervelt, maar ook bij de konstante - "aanliggende" - stroming langs een gladde stroomlijnform zijn er nog piepkleine werveltjes in de grenslaag. Oorzaak: Wrijving tussen de luchtdeeltjes die tegen de wand kleven en de andere die meer of minder snel meestromen. Jammer, zou je zeggen... De grenslaag is overigens maar uiterst dun.

Wat bepaalt nu het stromingsbeeld?

1. De omstroomde vorm zelf natuurlijk, maar ook de afmeting daarvan.
2. De gemiddelde stroomsnelheid.
3. De massadichtheid van de lucht (ook lucht heeft traagheid).
4. De inwendige wrijving (viscositeit) van de lucht.

Het hangt nu weer van de grootte-orde van 1 en 2 af of de wrijvingsinvloed dan wel de traagheid de overheersende rol zal spelen. Voor de vliegers en alles wat groter is of harder gaat, kan de wrijving worden verwaarloosd, behalve in de wervels en in de grenslaag. Het is verrassend dat via die grenslaag de wrijving toch nog een onmisbare rol speelt bij alles wat vliegt. Het stroomlijnverloop om een vleugel is niet te begrijpen zonder de wrijving die daar een bepaalde soort asymmetrie (circulatie) bewerkstelligt. Goed dat er wrijving is, zeg je dan weer...