

# de kunst van het vliegeren 3

## KRACHT

Het vliegerverhaal voert nu door een stukje mechanica (krachtenleer). Een kracht heeft grootte, richting en plaats (aangrijpingspunt). Samengestelde grootheden als krachten heten vectoren. Je kunt er volgens speciale regels mee rekenen, bijv. optellen.

Twee manieren om een uitkomst te vinden:

1. Analytisch: grootte, richting en plaats worden uitgedrukt in getallen, de uitkomst berekend met toepasselijke formules.

2. Grafisch: teken de gegeven krachten op schaal en vind de uitkomst door opmeting. Van het laatste een paar schematische voorbeelden. R is de "resultante" van twee of meer krachten in één punt. Je kunt omgekeerd ook een kracht ontbinden (splitzen) in twee of meer krachten, waarvan de gegeven kracht de resultante is.

Voorbeeld: De spanning in de vliegerlijn wordt ontbonden in evenveel krachten als er toomlijnen zijn.

Moment.

Tot hier ging het over krachten in één punt. In het eerste artikel (VLEIEGER 89/2) verschoven we bij de invoering van het toompunt een kracht in z'n eigen richting. Dat verandert de uitkomst niet. Maar verschuiving in een andere richting brengt een nieuw element in de beschouwing. We hebben het over een hefboom. Hefboom-voorbeelden zijn overal om ons heen; in alle handgereedschappen, zelfs in onze ledematen. Het hefboom-effekt drukken we uit in het begrip "moment". Dat is het produkt van een kracht-grootte en de afstand tot een draaipunt, gemeten loodrecht op de werklijn van de kracht.

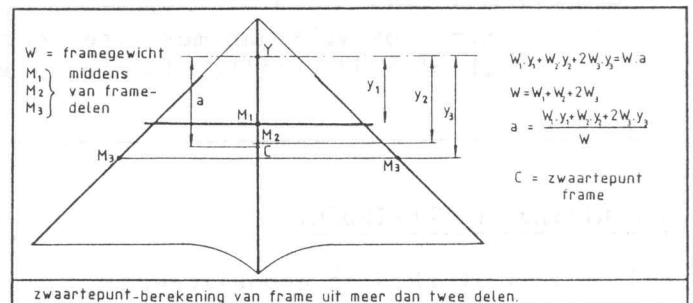
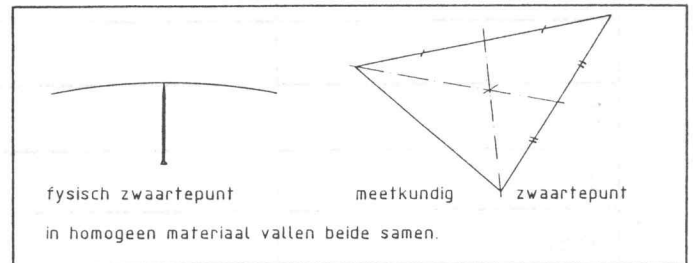
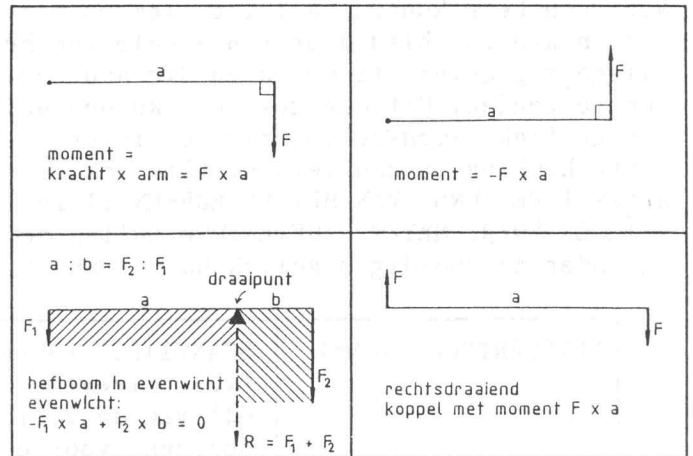
Een moment heeft grootte (kracht x arm) en "zin" (draairichting), waarbij rechtsom positief en linksom negatief is. In de mechanica zegt men: een voorwerp is in evenwicht als

a) de som van de optredende krachten nul is en

b) de som van de werkzame momenten nul is. Men kan de grootte van een moment grafisch voorstellen als de oppervlakte van een rechthoek waarvan lengte en breedte staan voor de armlengte en de erop werkende kracht.

De gelijkheid van de absolute getalwaarden van de momenten bij evenwicht van een hefboom is bekend als:

$$\text{KRACHT} \times \text{KRACHTARM} = \text{LAST} \times \text{LASTARM}$$



Twee even grote krachten met evenwijdige maar tegengestelde richtingen heten samen een k o p p e l .

## ZWAARTEPUNT

Proef: Probeer een stukje papier van willekeurige vorm op de punt van een speld te balanceren. Dat lukt gemakkelijker als het papier wat doorbuigt. (De reden zal duidelijk zijn.) Er is maar één ondersteuningspunt waarbij het papier goed in evenwicht is. Dat punt heet zwaartepunt. Elke lijn door dat punt is een zwaartelij. Elk voorwerp, dus ook een vlieger, heeft een zwaartepunt. Hang de vlieger aan een draadje. Dat draadje volgt een zwaartelij. Op een tweede zwaartelij vinden we in het kruispunt met de eerste het zwaartepunt. Bij een vlakke vlieger is de middenstaander steeds een zwaartelij. Bij elke (symmetrische) vlieger zit het zwaartepunt in een symmetrievlak.