

Meer uit je zweefvliegtuig halen, hoe doe je dat?

Inleiding

Naar aanleiding van mijn vorige artikeltje heb ik wat vragen gekregen die uitnodigden tot een volgend stukje in het clubblad.

Vooraf het actief sturen op stand van het vliegtuig en wat je daarmee kunt bereiken blijft voor sommigen nog wel lastig.

Ik wil het nu, heel basic, hebben over wat je kunt bereiken met de energie van een zweefvliegtuig.

Er zijn binnen de club mensen met veel meer (model-) zweefvlieg ervaring, die mensen wil ik uitnodigen actief deel te nemen aan discussies.

Begrippen.

Voor ik het over de praktijk ga hebben laat ik jullie eerst door wat drogere materie heen werken. Ik leg een aantal begrippen vast die later nodig zijn.

Bij de begripsbepalingen worden specifieke zaken genoemd, snelheden met een bepaalde performance uitkomst bijvoorbeeld. Voor de meeste van onze vliegtuigen zijn de exacte waarden niet bekend en we hebben niet de mogelijkheid om performance (bijvoorbeeld luchtsnelheid of daalsnelheid) direct te meten. Ondanks deze beperkingen kunnen, met wat basiskennis, prestatieverbeteringen worden behaald of angsten worden overwonnen om bijvoorbeeld laag bij de grond toch nog wat snelheid aan te duiken.

In afbeeldingen zijn effecten wat uitvergroot, bijvoorbeeld hoekverschil tussen pad voor beste daalhoek en minimaal dalen, om een goed onderscheid te kunnen laten zien.

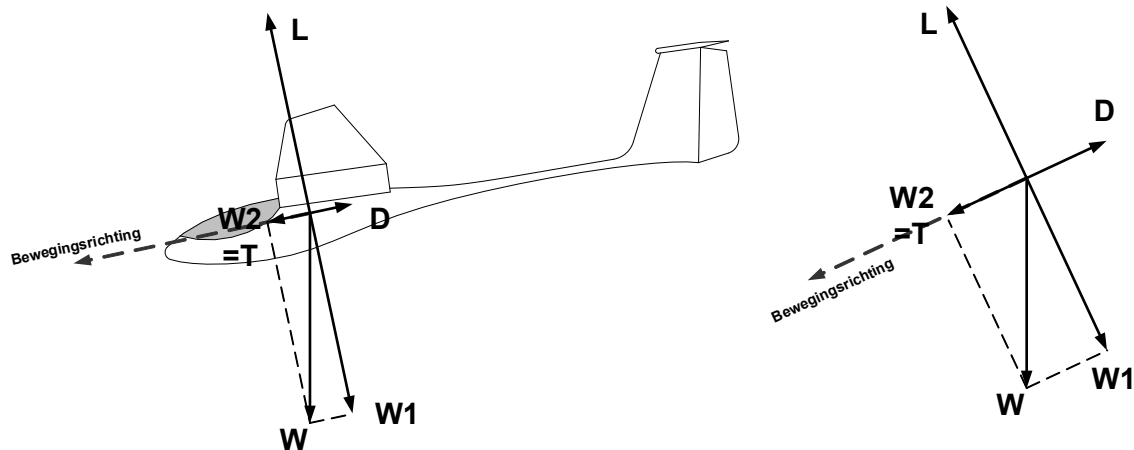
Krachtenevenwicht.

Tijdens het vliegen werken er diverse krachten op het vliegtuig. De eerste is een kracht die altijd aanwezig is, of het vliegtuig nu vliegt of op zolder ligt: de zwaartekracht, beter bekend als het gewicht (**W** van weight).

Als we het vliegtuig laten doen waar we het voor hebben gebouwd/gekocht, vliegen, dan resulteert dat in een positief effect in de vorm van de liftkracht (**L**). Helaas levert de beweging door de lucht ook nog een andere kracht op, de weerstand (**D**rag).

Om het vliegtuig door de lucht te laten bewegen is de laatste kracht nodig, aangeduid met **T** (trekkracht of thrust). Bij een motorvliegtuig wordt de trekkracht geleverd door de motor. Een zweefvliegtuig heeft de zwaartekracht als aandrijving (**W2**, de component van het gewicht die in de vliegrichting werkt, zie afbeelding).

Tijdens een stabiele zweefvlucht zijn deze krachten in evenwicht.



Figuur 1: Krachten evenwichten, vlakke en steilere glijvlucht

Het evenwicht wordt hier in twee richtingen bepaald, parallel aan de bewegingsrichting van het vliegtuig en haaks daar op.

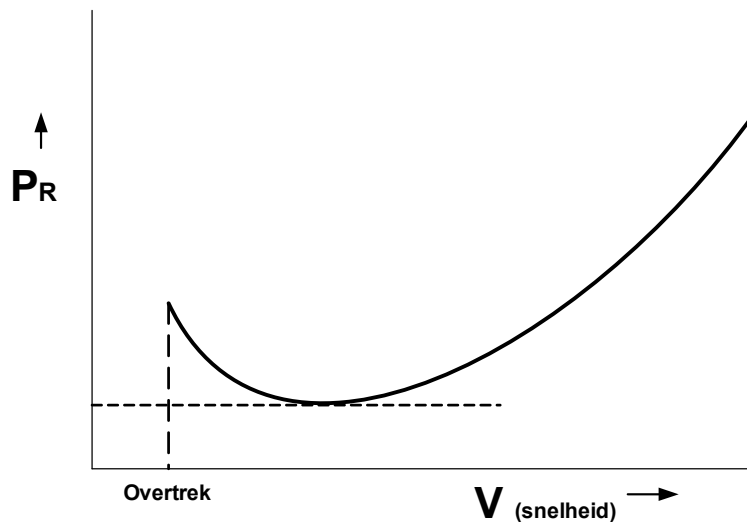
Haaks op de richting van beweging moeten L en W1 (de component van het gewicht haaks op de bewegingsrichting) aan elkaar gelijk zijn, anders zou het vliegtuig van richting veranderen. In de bewegingsrichting dienen T en D aan elkaar gelijk te zijn. Is T groter dan D dan versnelt het vliegtuig, andersom zou het vertragen.

Je kunt bovenstaande vergelijken met berg af fietsen (zonder te trappen). Als de helling steil genoeg is rolt de fiets vanzelf naar beneden. Hoe steiler de berg hoe sneller de fiets zal rollen. W1 is in dat geval de kracht, onderdeel van het gewicht van fiets en fietser, die de banden tegen het asfalt drukt. W2 zorgt er voor dat we zonder inspanning over de bergweg richting het terras in het dal rollen. L is de reactie van het asfalt en het aardoppervlak die er voor zorgt dat de fiets niet in de grond verdwijnt. Als laatste D, de weerstand van fiets en fietser, het rollen over het ruwe asfalt en de 'wind' in je gezicht.

Benodigd vermogen.

Van krachten naar vermogen... Om het vliegtuig tegen de weerstandskracht in met een bepaalde snelheid door de lucht te bewegen is vermogen nodig, het "benodigd vermogen" (P_r , Power required).

Voor elk vliegtuig geldt een verband tussen P_r en vliegsnelheid, uit te zetten in een curve:

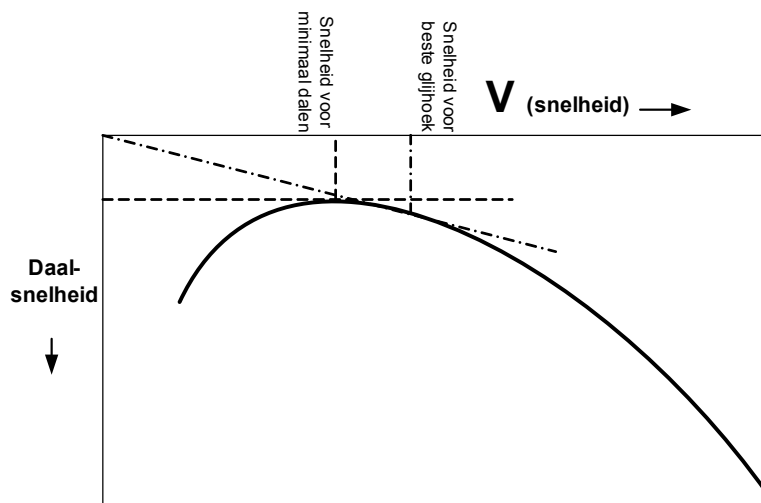


Figuur 2: Power curve

De curve loopt van de overtreksnelheid (daar onder vliegt het vliegtuig niet) tot een structureel maximum.

Glijcurve.

Bij een zweefvliegtuig wordt de aandrijving geleverd door de zwaartekracht, zoals bleek uit het krachterevenwicht. Hoe meer vermogen het vliegtuig nodig heeft, hoe steiler het moet dalen. Steiler dalen leidt tot een grotere daalsnelheid. Dit kan worden uitgezet in een glijcurve:



Figuur 3: Glij curve

Uit de glijcurve kunnen we veel informatie halen. De top van de curve bijvoorbeeld is het punt voor minimaal dalen. Ga je met deze snelheid vliegen dan blijf je het langst in de lucht.

De raaklijn vanuit de oorsprong geeft de meest optimale verhouding tussen voorwaartse- en daalsnelheid weer, de optimale glijhoek. Als je deze snelheid gaat vliegen kom je het verst met de hoogte die je hebt.

Uit de curve is duidelijk dat minimaal dalen en beste glijhoek niet hetzelfde zijn. Hier kunnen we in de praktijk mee spelen.

Stand van het vliegtuig en trimmen.

Voor we naar de praktijk gaan wil ik terugkomen op een onderwerp dat in mijn vorige artikeltje al behandeld is, de stand van het vliegtuig. Ik wil het belang van (leren) herkennen van de stand van het vliegtuig in de lucht en daar actief op sturen nogmaals benadrukken.

Veelal wordt gereageerd op beweging van het vliegtuig terwijl eerder al een verandering van stand van het vliegtuig was waar te nemen. De bewegingen die een vliegtuig maakt zijn het gevolg van de stand van het vliegtuig.

Ik benadruk dit nogmaals omdat precies en netjes besturen van het vliegtuig van belang is om optimale performance te behalen.

Om optimale glijhoek te vliegen moet het vliegtuig zo nauwkeurig mogelijk met de juiste snelheid vliegen en dus met een bepaalde stand van het vliegtuig. Afwijkingen in snelheid zorgen voor een slechtere glijhoek, nog eens versterkt door de extra weerstand door de vele, grovere stuurbewegingen die nodig zijn om te corrigeren.

Langduriger een andere snelheid vliegen wordt makkelijker gemaakt door de hoogteroer trim te gebruiken. De standsveranderingen en bijbehorende stuurbewegingen zijn meestal zo gering dat de knuppel iets gedrukt of getrokken houden een te onrustig (en dus niet efficiënt) vliegbeeld oplevert. Door een paar tandjes trim te gebruiken kan het vliegtuig rustiger met een andere snelheid gevlogen worden, wees dus niet bang om deze functie op de zender te gebruiken.

De Praktijk.

Wat kunnen we bereiken met kennis van de prestaties van een zweefvliegtuig? Allereerst is het van belang te bepalen wat op dat moment het doel is. Minimaal dalen om elke seconde er uit te persen of zo efficiënt mogelijk naar de volgende thermiekbel vliegen.

Oefening.

Het effect van diverse snelheden kan je goed zien door op downwindafstand langs te vliegen, tegen de wind in. Vlieg eerst eens langzaam je zult zien dat het vliegtuig langzaam daalt en niet of nauwelijks vooruit komt.

Het volgende rondje vlieg je sneller (trim het vliegtuig een beetje down), het kost meer hoogte maar je zult ook duidelijk verschil zien in voorwaartse snelheid. Met dezelfde uitgangshoogte kom je verder weg.



Figuur 4: Effect min dalen en beste glijhoek in zelfde tijd

Een volgende stap is om tijdens het langs vliegen over te gaan van de ene toestand naar de andere en ervaren wat het effect is.

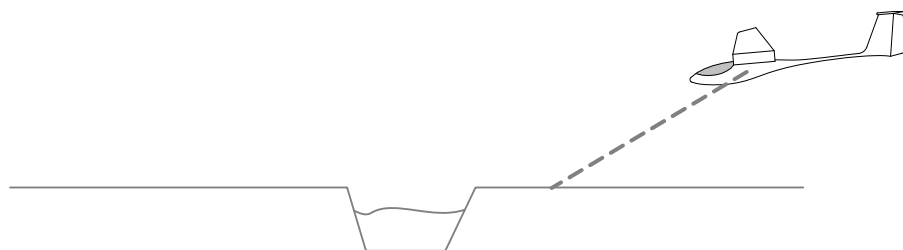
Om te versnellen van minimaal dalen naar optimaal glijden moet meer vermogen worden gegenereerd (denk aan harder trappen op de fiets), dit gaat initieel ten koste van hoogte en glijhoek. Eenmaal gestabiliseerd in de nieuwe situatie zal de glijhoek optimaliseren.

Andersom zal je tijdens het vertragen hoogte kunnen houden of zelfs iets klimmen voor het vliegtuig stabiliseert in de lagere snelheid.

Toepassen in de praktijk

Wederom is netheid en veiligheid in het circuit en landing de grootste aanleiding om te schrijven.

In het circuit en met name op final valt op dat mensen soms bang zijn het veld niet te halen en dan steeds langzamer gaan vliegen om op die manier tijd te rekken. Het effect is echter dat de glijhoek er aan gaat en het veld helemaal niet wordt gehaald (grijze, onderbroken pad).



Figuur 5: Minimaal dalen richting de sloot.

Een nadeel voor ons als modelvliegers is dat we in deze fase van de vlucht vaak het vliegtuig op ons af zien komen. Daardoor is de daalsnelheid heel duidelijk waar te nemen maar is de voorwaartse verplaatsing minder goed in te schatten. De neiging ontstaat om het vliegtuig zo lang mogelijk in de lucht te willen houden in de hoop dat het veld er vanzelf onder schuift.

Met kennis en ervaring kunnen we het vliegtuig beter gecontroleerd en efficiënter naar de gewenste landingsplaats vliegen

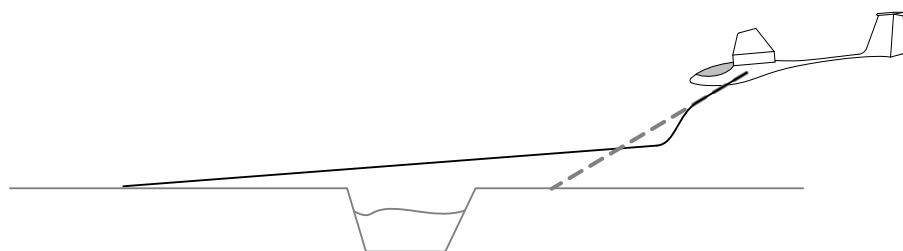
De mooiste manier is door het vliegtuig richting het circuit te trimmen voor de snelheid voor optimale glijhoek. Eenmaal op final laat je het vliegtuig in trim vliegen en je weet zeker dat je op dat moment de beste glijhoek vliegt.

Je moet wel met een paar dingen rekening houden. Zoals in mijn vorige artikelje beschreven zal het vliegtuig redelijk vlot downwind afvliegen (met de wind mee), je moet dus tijdig naar het veld draaien anders haal je het met de best mogelijke glijhoek alsnog niet. Daarnaast is het aan te bevelen iets te hoog aan te komen. Je kunt altijd de glijhoek slechter maken om je doel te halen.

Mocht je het toch verkeerd hebben ingeschat kan je altijd nog in het grondeffect langzaam de snelheid terug laten lopen richting minimaal dalen. Hiermee kan je net de laatste meters extra maken naar het doel.

Een andere manier om te laag en te kort uitkomen in een latere fase nog redelijk goed te maken vraagt meer durf. Ergens in het pad naar het veld krijg je het idee dat je wel eens te kort uit zou kunnen komen. Hengelen naar minimaal dalen heeft geen zin hebben we al vastgesteld.

Op dat moment is de landing nog te redden door sneller te gaan vliegen. Dit lijkt tegen de intuïtie in te gaan, nog verstrekt door de eerste bewegingen van het vliegtuig (het daalt sneller omdat ergens de energie vandaan moet komen om de hogere snelheid te genereren).



Figuur 6: Hoogte opofferen voor betere glijhoek

Eenmaal op snelheid voor beste glijhoek echter zal het vliegtuig toch verder komen dan wanneer je blijft vliegen met een minder optimale snelheid. Het durven zit hier in het hoogte durven opofferen ten gunste van een betere glijhoek. Mits je nog niet echt te laag zit is het rendement positief.

Effect van wind

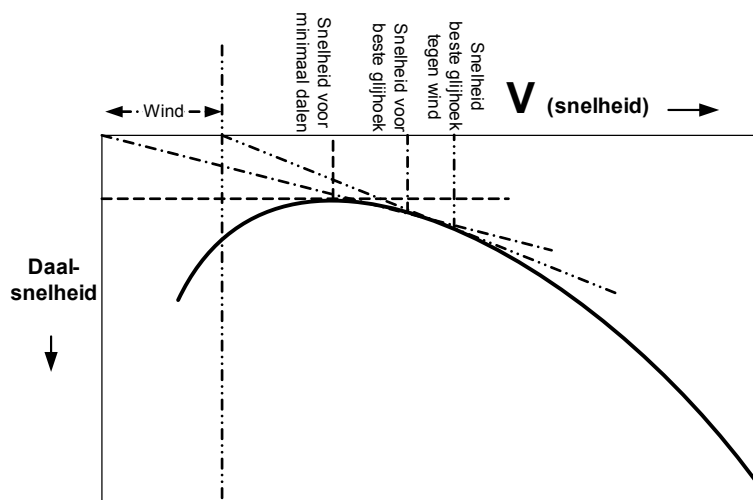
Alles goed en wel op een mooie windstille avond. In Nederland en zeker relatief dicht bij de kust is er echter vrijwel altijd wind. Wind heeft de neiging het een en ander te versterken.

Op downwind vliegt het vliegtuig sneller langs het veld, nog meer opletten om tijdig naar het veld te draaien want eenmaal met de neus naar het veld in landingsrichting werkt de wind tegen.

Stel dat de windsnelheid gelijk is aan de snelheid voor minimaal dalen van het vliegtuig. Als je deze snelheid gaat vliegen, tegen de wind in, zakt het vliegtuig heel langzaam en komt ondertussen geen meter vooruit (een glijhoek van 90 graden....). Elke snelheid hoger dan dat zorgt er voor dat het vliegtuig in ieder geval iets dichterbij het veld komt en geeft dus een betere glijhoek.

Als je nog verder in de theorie duikt kom je er achter dat de snelheid voor de optimale glijhoek tegen de wind in hoger is dan optimaal glijden zonder wind.

Om dit inzichtelijk te maken kunnen we weer de glijcurve gebruiken:



Figuur 7: Glij curve met tegenwind

Op basis van de wind kunnen we een nieuwe, schuivende oorsprong maken voor de raaklijn. Hierbij gaan we uit van de verhouding tussen grondsnelheid en daalsnelheid. Als voorbeeld is tegenwind in de curve weergegeven. Het punt voor minimaal dalen blijft uiteraard de top van de curve maar de lijn uit de nieuwe oorsprong naar dit punt loopt aanzienlijk steiler.

De snelheid voor beste glijhoek (onder deze omstandigheden) is wel anders dan die bij geen wind.

De raaklijn vanuit de nieuwe oorsprong is de beste verhouding tussen voorwaartse (grond-) snelheid en daalsnelheid, deze raakt echter bij een hogere luchtsnelheid aan de curve. Dit houdt in dat je bij tegenwind sneller mag/moet vliegen om de beste mogelijke glijhoek onder die omstandigheden te vliegen.

Afsluiting

Zoals aan het begin al benoemd gaat het om algemeen begrip van performance mogelijkheden van onze modelvliegtuigen bij gebrek aan instrumenten aan boord.

Toch kan de gretige hobbyist metingen doen aan zijn of haar vliegtuig. Ga vliegen op een rustige, thermiekloze ochtend of avond. Start met een elastiek of getimed motorloop steeds tot (ongeveer) dezelfde hoogte. Vlieg elke glijvlucht met een andere hoogteroer trimsetting en neem de tijd op van

de glijvlucht terwijl je steeds een zelfde afstand heen en weer vliegt en telt hoe vaak je deze afstand kunt afleggen tot aan de landing.

Hiermee zou redelijk een trimsetting voor (ongeveer) minimaal dalen of voor beste glijhoek (zonder wind) gevonden kunnen worden.

Wat bovenaan staat is (het vergroten van) het vliegplezier!!!!

Andries Michielen.