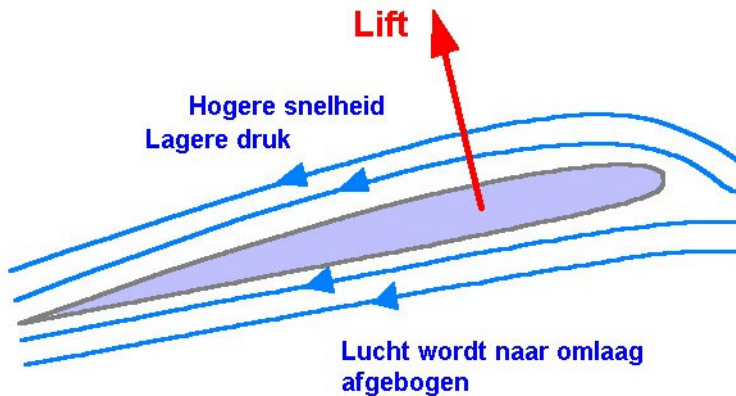


Vliegen

Deel 1



Vleugelvliegtuigen blijven in de lucht dank zij het feit dat de vleugels bij hun beweging door de lucht een opwaartse kracht ondervinden, de **lift**.

Lift ontstaat wanneer een vleugel door de lucht beweegt, waarbij de luchtstroom de vleugel in het algemeen onder een hoek zal treffen.

Deze hoek (invalshoek) wordt ook aangeduid als de **AOA** (Angle of Attack).

De luchtstroom langs de vleugel zal twee effecten hebben:

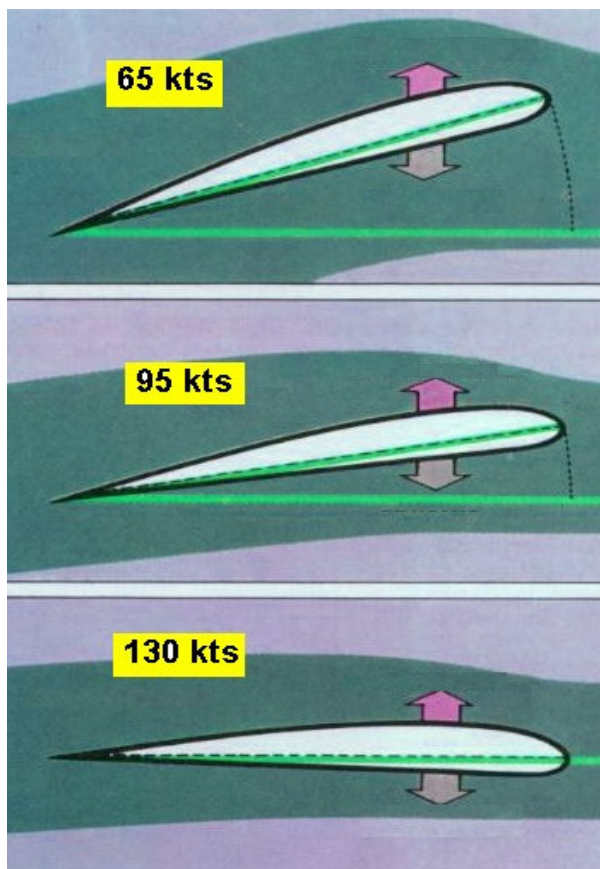
1. Aan de bovenkant van de vleugel zal de lucht sneller moeten stromen dan onderlangs, (die weg is immers langer bij een bol vleugelprofiel) en dit veroorzaakt een drukkudaling boven de vleugel.
2. De lucht die de onderzijde van de vleugel treft wordt daar naar beneden afgebogen, en zet zich daarbij a.h.w. tegen de vleugel af (actie=reactie).

Hoe groter de invalshoek, hoe meer lift. Met kan die hoek echter niet ongestraft blijven vergroten:

<p>Overtrekken (Stall)</p> <p>Normaal stroomt de lucht laagsgewijs over de vleugel, een "laminaire" stroom. Het laagje direct tegen de vleugel beweegt maar langzaam, verder weg stroomt de lucht steeds sneller.</p> <p>Als de invalshoek te groot wordt, kan de lucht boven de vleugel de bocht omlaag niet meer volgen, en laat a.h.w. van de vleugel los. De lucht boven de vleugel gaat dan wervelen, wordt "turbulent".</p> <p>Dit verknoeit de lift, die boven de overtrekhoek snel afneemt. Daardoor kan een plotselinge (gevaarlijke) daling optreden.</p>	
--	--

Als de AOA te groot wordt, dan laat de luchtstroom over de vleugel a.h.w. "de vleugel los" en de vleugel raakt **overtrokken** (Stall). Hierbij neemt de lift ineens sterk af. Je kan de AOA dus niet ongestraft steeds groter maken.

Behalve door de dichtheid van de lucht en de eigenschappen van de vleugel, wordt de lift hoofdzakelijk bepaald door het product van 2 factoren: de **invalshoek (AOA)** en **het kwadraat van de snelheid**.



Kruissnelheid: Je zou een zelfde hoeveelheid lift kunnen opwekken als bij kruissnelheid, (figuur hiernaast, 95 kts) door met een lagere snelheid maar grote AOA te vliegen, of omgekeerd met een kleine AOA bij hoge snelheid. Helaas neemt niet alleen de lift toe met het kwadraat van de snelheid, ook de door vleugel en vliegtuig ondervonden luchtweerstand (drag) neemt toe met het kwadraat van de snelheid. Bij verhoging van de snelheid neemt die weerstand dus zeer sterk toe.

Maar ook zal een "schuin achteroverhangende" vleugel met grote AOA bij het genereren van lift veel meer weerstand opwekken dan een onder kleine AOA door de lucht schuivende vleugel. Ga je langzamer, dan moet je voor dezelfde lift met een grotere AOA vliegen, en produceert daardoor veel meer weerstand (bovenste figuur, 65 kts) Ga je sneller, dan is de kleinere AOA wel gunstig, maar dan stijgt de weerstand juist weer veel meer door die hogere snelheid. (onderste figuur, 130 kts)

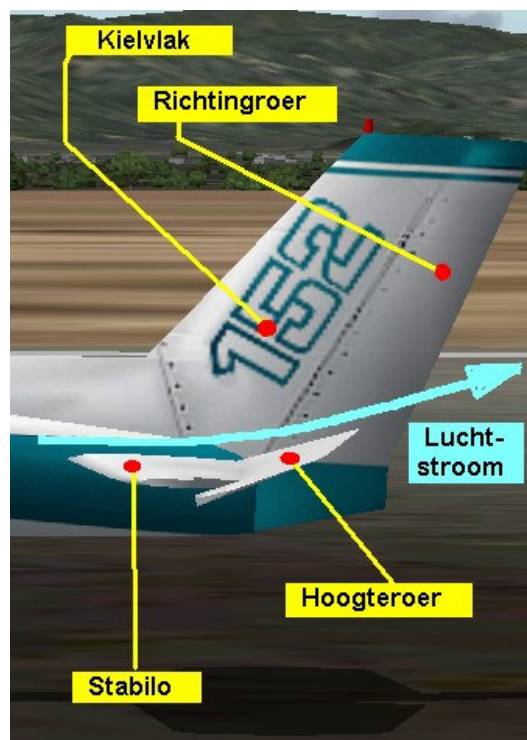
Door dit alles is er voor iedere hoogte een optimale kruissnelheid waarbij het brandstofgebruik per afgelegde mijl minimaal is. Zowel een hogere als een lagere snelheid kost je meer brandstof per mijl.

Stabiliteit We zien graag dat een vliegtuig tijdens de vlucht niet door iedere verandering in- of buiten het vliegtuig uit z'n evenwicht gebracht wordt, m.a.w. we vliegen graag met de neus naar voren en netjes horizontaal.

Een vliegtuig kan om drie assen draaien: de langsas (neus-staart) de dwarsas (loodrecht daarop, links-rechts) en de topas (verticaal door het zwaartepunt) De stabiliteit om de langsas is bij de conventionele vliegtuigen gevolg van de stand van de vleugels, die van voren bezien iets van een platte V weg heeft. Een om de langsas omlaag draaiende vleugel krijgt daardoor net iets meer draagkracht, en zal dan het vliegtuig willen terugdraaien naar horizontaal.

Rotatie om de topas kunnen we tegengaan door in de staart een verticaal vlak (het kielvlak) aanbrengen, net als de staart van een windwijzer. Achter het kielvlak zit het richtingroer.

Draaiing om de dwarsas wordt tegengegaan door de stabilo, het horizontale vlak waaraan ook het hoogteroer zit.



Besturing - Hoogte: Als we de stick naar ons toe trekken, dan draait het hoogteroer omhoog waardoor de langsstromende lucht de staart omlaag zal duwen. (zoals aangegeven door de pijl op de figuur) Bij grote jets draait niet alleen het hoogteroer, maar zo nodig het gehele stabilo-vlak.

Hierdoor neemt de invalshoek van de vleugels toe, de lift neemt toe, en dus zal het toestel gaan klimmen. Maar: een gedeelte van het motorvermogen wordt nu gebruikt om het vliegtuig op te tillen terwijl ook de luchtweerstand bij de grotere invalshoek hoger is. Er blijft minder vermogen over voor voortstuwing, en de snelheid daalt. Daarmee neemt de lift af, en het toestel zal weer minder gaan klimmen, tenzij we de stuwkracht (thrust) van de motor kunnen verhogen (meer vermogen).
Dus: de verandering naar klimstand veroorzaakt stijgen, maar zal zichzelf ten dele tegenwerken.

Bij een daling, als we de stick van ons afduwen, komt de staart omhoog, neemt de invalshoek van de vleugels af, de lift neemt af, we dalen. Hierbij neemt de snelheid toe, daardoor neemt de lift dus weer toe, de neus komt weer omhoog. Ook deze verandering werkt zichzelf dus tegen.

Gevolg: Na verandering van de "attitude", en daarmee dus de AOA, als we gaan stijgen of gaan dalen of daar juist mee ophouden, zijn we altijd even een tijdje bezig met bijregelen van trim en power tot alles weer stabiel is.

Best rate of climb - Best angle of climb (klimsnelheid versus klimhoek)

Tijdens de klim gebruiken we motorvermogen om

- De luchtweerstand van vliegtuig en vleugels te overwinnen, zodat we vooruit gaan
- Zoveel lift op te wekken, dat we niet alleen in de lucht blijven, maar ook stijgen.

Bij gelijkblijvend motorvermogen regelen we de klim met onze AOA. Het blijkt, dat we in de Cessna onze beste "rate of climb", dus stijgsnelheid in voeten per minuut, bereiken bij een snelheid van ongeveer 80 knopen. Een kleinere AOA geeft wel meer snelheid, maar minder lift en minder snel stijgen.

Een grotere AOA geeft wel meer lift, maar ook meer weerstand, minder snelheid,. Hoewel we dan onder een wat grotere hoek, dus wat steiler omhoog gaan, klimmen we toch iets minder snel (minder ft./min.)

Wat doen we dus met de Cessna 172 of 182 na take-off:

- Vrije baan, geen obstakels? **80 kts** voor de beste klimsnelheid.
- Wel obstakels aan het eind van de baan? **65-70 kts** voor de beste klimhoek.

Besturing - Richting: Besturing in het horizontale vlak vindt plaats om twee assen; we kunnen het vliegtuig om de topas laten gieren (yaw) en we kunnen het om de lengteas laten rollen (bank) Beide bewegingen hebben verandering van richting ten gevolge. (NB: een rolbeweging die hoort bij het maken van een bocht wordt in het Engels niet "roll" maar "bank" genoemd)

Bij het onderstaande moeten we bedenken, dat een vliegtuig tijdens zijn beweging in de lucht niets liever doet dan gewoon de op dat moment bestaande beweging door de lucht onveranderd in dezelfde richting voortzetten. Dat hoeft dus niet perse in de richting van de neus te zijn!

Het draaien van bochten is daarom net iets ingewikkelder dan een trap tegen het voetenstuur geven...

We maken een rechterbocht (alleen met de ailerons):

Hier zien we wat gebeurt als we met een zijdelingse beweging van de stick naar rechts de rolroeren (aileron) aan de achterzijde van de vleugels bedienen. (figuur op volgende pagina)

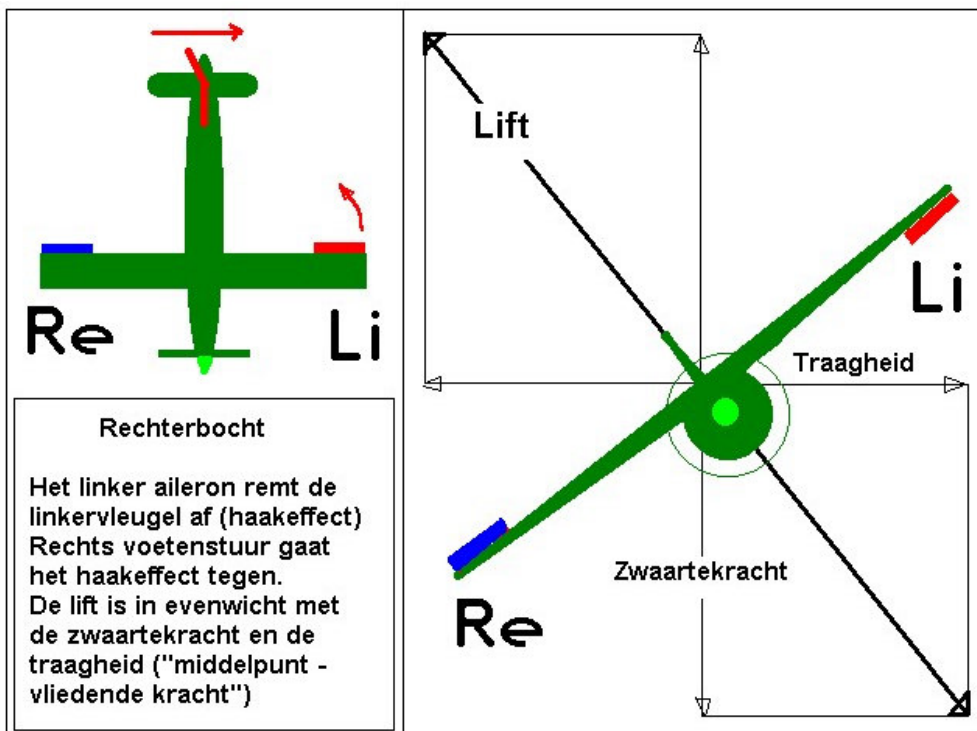
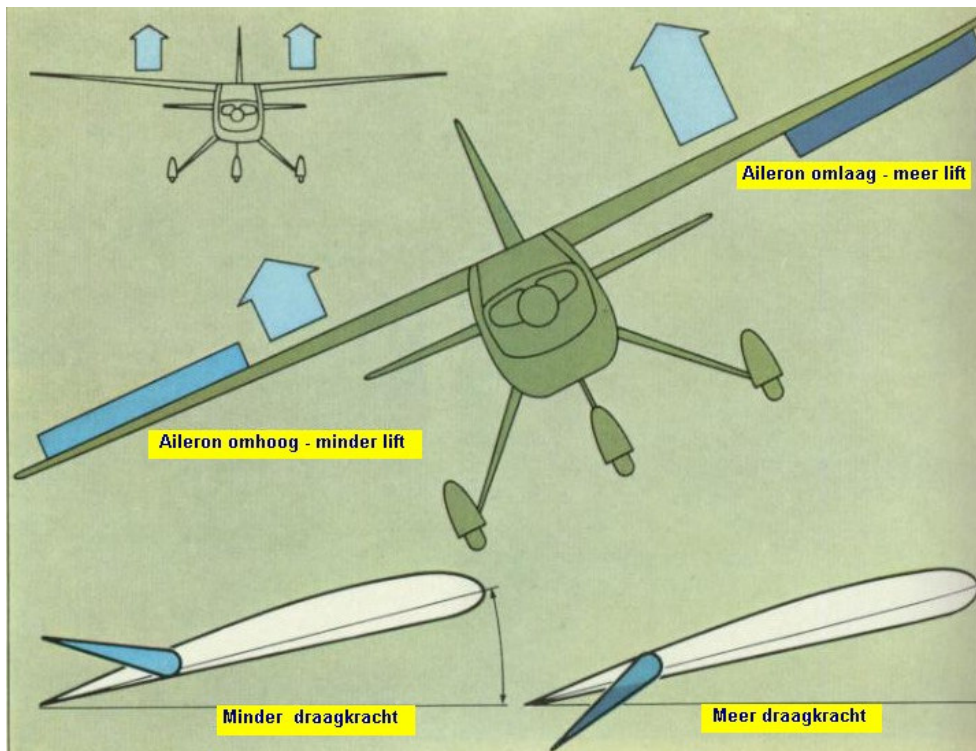
De linkervleugel krijgt meer draagkracht, de rechtere vleugel juist minder, en het toestel zal om de lengteas roteren naar rechts (bank)

Maar er gebeurt meer: de luchtweerstand van de linkervleugel (waar het rolroer omlaag draait) neemt toe, en wordt groter dan rechts, waar de invalshoek juist afneemt.

De linker vleugel wordt hierdoor wat afgeremd, en het toestel zal om de topas naar links willen gieren.

Deze beweging, tegengesteld aan wat we zouden willen, heet het haakeffect.

Door de helling naar rechts die we nu hebben, wijst de kracht van de lift niet langer recht omhoog, maar naar rechts-boven. Een deel van deze kracht trekt ons dus zijdelings naar rechts (slip)



Het kielvlak zal voor de staart deze beweging naar rechts afremmen, (net als bij een weerhaan) de staart draait dus mooi naar links en de neus draait de rechterbocht in. Er zijn natuurlijk nog twee effecten:

1. het dragend oppervlak van de vleugels is in deze stand kleiner dan als de vleugels horizontaal staan, dus de verticale component van de lift is kleiner, en we zullen gaan dalen.
2. de weerstand van het vliegtuig is groter, en de snelheid zal dus afnemen, wat bijdraagt tot (1).

We maken een rechterbocht (alleen met het richtingroer): Als we het rechter voetenstuur naar voren trappen, zal het richtingroer naar rechts draaien, en daarmee de staart naar links duwen. Hierdoor draait de neus van het vliegtuig naar rechts, de linkervleugel naar voren. Dit heeft twee gevolgen:

1. Omdat het zwaartepunt gewoon rechttuit wil bewegen, zal het vliegtuig er toe neigen met de neus scheef naar rechts wijzend in de zelfde richting als eerst door te bewegen. Het vliegtuig "schuift de bocht uit" (skid)
2. De linker vleugel draait naar voren, krijgt daardoor een iets hogere snelheid en meer lift, en zal dus een rol naar rechts veroorzaken in de richting van de gewenste bocht. Hiermee zal het vliegtuig dan aan de rechterbocht beginnen.

We kunnen dus best een rechterbocht maken met alleen ailerons of met alleen het richtingroer, maar echt mooi gaat dat niet. We zullen ze beiden gebruiken, en dat noemen we een **gecoördineerde** bocht . Meestal zullen we daarbij ook het hoogteroer nog nodig hebben.

En in FlightSimulator? Als we een yoke of stick met pedalen hebben, of een stick met een 4e as, dan kunnen we ailerons en richtingroer apart bedienen, en dat is altijd aan te bevelen. Hebben we dat niet, dan activeren we de functie **autocoördination** of **autorudder** (dat hangt van de versie FS af) en dan bedienen we beide roeren automatisch tegelijk. Een goede landing met zijwind of een steile daling met "sideslip" is dan niet mogelijk, tenzij je het richtingroer met het toetsenbord bedient (Keypad **Ins** en **Enter**)

Hoe maken we dus die rechterbocht?

1. We kijken goed uit, of er niet net iemand naast ons vliegt...
2. We duwen de stick (of draaien ons yoke) naar rechts om helling te krijgen
3. Tegelijkertijd geven we rechts voetenstuur om het haakeffect tegen te gaan
4. We regelen onze helling (bank) afhankelijk van hoe snel we willen draaien; een zg. rate one turn is 3 graden per seconde, 360 graden in 2 minuten. (controle met bochtaanwijzer of horizon)
5. We geven zoveel voetenstuur dat we niet zijdelings wegglijden (slip of skid) wat we kunnen controleren met het balletje van de turn- and bank coördinator. Als dit naar links afwijkt geven we links voetenstuur, afwijking naar rechts = rechts voetenstuur (**kick the ball**)
6. We corrigeren de neusstand met het hoogteroer om geen hoogte kwijt te raken. We controleren dit door naar de horizon te kijken, en naar de hoogtemeter. Vooral bij een steile bocht helpt het hoogteroer bovendien het richtingroer om de bocht te maken.
7. Bij een steile bocht geven we altijd wat motorvermogen (power) bij.
8. Even voor we de juiste koers hebben leggen we de kist weer geleidelijk vlak, en centreren het roer.
9. Als we weer vlak liggen: Controle van koers, hoogte, en powersetting.

Genoeg theorie... We gaan vliegen.

Tijdens het vliegen moeten we steeds weten:

- Wat is onze snelheid? (meestal aangegeven in knopen, kts. = 1.852 km/h)
- Wat is onze stand t.o.v. de grond? We zien dat als we horizon en grond kunnen zien, maar er is ook een instrument in de cockpit voor, de kunstmatige horizon, die onze "Attitude" weergeeft.
- Hoe hoog zijn we? De hoogtemeter kan de hoogte boven de grond aangeven, maar meestal geeft hij de hoogte boven gemiddeld zeeniveau aan, als hij tenminste goed is ingesteld...
- Welke koers vliegen we, wat is onze heading? Daar hebben we een magnetisch kompas voor, maar meestal kijken we liever naar de koersaanwijzer of koerstol.

Deze instrumenten hebben we op ons standaard flightpanel.



Standaard Flight Panel.

Boven: Snelheidsmeter
(ASI = Airspeed indicator)

Kunstmatige horizon
= Artif. horizon

Hoogtemeter
= Altitude indicator

Midden-onder:
Koersaanwijzer, koerstol,
= heading indicator,
directional gyro)

Dit zijn de 4 basisinstrumenten,
opgesteld in een T vorm.

Verder Linksonder: de
Bochtaanwijzer (Turn- and

Bankindicator)

Rechtsonder: de Stijg- en daalsnelheidsmeter = variometer (VSI = Vertical Speed Indicator)

We vliegen deze oefening met goed weer, en oriënteren ons op de buitenwereld. We vliegen daarom V.F.R = onder Visual Flight Rules.

Snelheidsmeter: De snelheidsmeter geeft onze snelheid aan ten opzichte van de omringende lucht. Zodra we klimmen, wordt de lucht minder dicht, en wijst de meter verkeerd aan (te laag). We trekken ons daar niets van aan, en gebruiken gewoon die aangegeven luchtsnelheid = Indicated Airspeed of IAS. De IAS wordt aangegeven in knopen = zeemijlen per uur. Waarom zien we later wel.
1 zeemijl = n.m. (nautical mile) = 1852 m. Knopen korten we verder af als kts = knots = 1,852 km/u.
Engelse mijlen (statute miles) = 1609 m worden nauwelijks meer gebruikt, maar je komt ze nog tegen bij oudere Engelse toestellen en sportauto's m.p.h. = miles per hour = ongeveer 1,61 km/u.

Horizon: De horizon heb je nodig om je stand (attitude) in de lucht te kunnen zien. De echte horizon is het mooiste en duidelijkste (mits het zicht goed is); verstel zo nodig de stoel van de vlieger met CTRL + Enter en CTRL + BS om die te kunnen zien. Vergelijk in FS de horizon met de bovenrand van het panel. Is de horizon niet goed te beoordelen, gebruik dan de kunstmatige horizon. Het oranje vliegtuigje beweegt met je vliegtuig mee, de horizon houdt zijn stand ten opzichte van de buitenwereld vast. Hier kan je zien hoeveel helling je hebt, en waar je neus staat t.o.v. de horizon.

Hoogtemeter: De hoogte wordt aangegeven in voeten, en de meter wijst hier de hoogte van het veld aan, 240 voet. Eigenlijk wijst een hoogtemeter geen hoogte aan, maar luchtdruk, net als een barometer. De meteo vertelt ons op het veld wat de instelling van de hoogtemeter moet zijn om hem hier en nu de hoogte correct te laten aangeven. Die instelling wordt aangeduid met de letters QNH. Boven een bepaalde hoogte (transition altitude) krijgen alle hoogtemeters dezelfde instelling, en wordt de hoogte verder uitgedrukt in Flight levels = hoogte in voeten/100. We gaan hier later verder op in.

Bochtaanwijzer en hellingindicator: Dit instrument geeft aan of we bezig zijn van richting te veranderen, en zo ja: hoe snel. Verwar de helling van het vliegtuigje (het kan ook een naald zijn) niet met de aanwijzing van een kunstmatige horizon, want dit instrument reageert alleen op de snelheid van koersverandering, niet op helling. Een bocht met een koersverandering van 3 graden per seconde = 180 graden per minuut = 360 graden in 2 minuten, geldt als een rate one turn.

Het kogeltje is een soort waterpas. Als je een goede gecoördineerde bocht vliegt, blijft voor je gevoel de zwaartekracht je recht omlaag in je stoel drukken. De kogel staat dan in het midden, er is geen slip of skid. Wijkt de kogel af, dan moet je je voetenstuur gebruiken om dat te corrigeren (kick the ball)

Koersaanwijzer: Dit is geen kompas. Het is een gyro, een tol die de eenmaal ingestelde richting vast houdt, maar daarvoor eerst gelijkgezet moet worden met het magnetisch kompas. Dit doe je met de **D** van het toetsenbord, tenzij je hebt ingesteld dat dit instrument niet verloopt, en altijd goed aanwijst. Waarom dan niet altijd het gewone kompas gebruiken? Omdat dat veel te gevoelig is voor bewegingen van het vliegtuig. Het heeft dan (vooral in bochten) grote aanwijfsfouten. (zie verderop bij Instrumenten)

Stijg- en Daalsnelheidsmeter: Een van de dingen die beginnende vliegers moeten leren, is om soms juist niet naar deze meter te kijken. Snelheidsmeter, horizon, hoogtemeter en koerstol zijn de grote vier. De stand van het vliegtuig (attitude) en de snelheid bepalen of je stijgt of daalt. De VSI reageert op de snelheid waarmee de hoogte verandert, wat betekent dat hij altijd achter de hoogtemeter aankomt.

Stel.... Je vliegt mooi afgetrimd horizontaal op 2000 voet. Je komt niet aan je throttle, je *power setting* blijft dus onveranderd. De horizon (de echte) zie je ruim 1 cm boven de rand van het panel. Even later kijk je weer naar de hoogtemeter, die zegt nu: 1950 voet. Hoe is dat gekomen? Het moet begonnen zijn met een onbedoelde beweging van de stick, of er is turbulentie. Daardoor is je neusstand, je attitude veranderd
Daardoor en daarna ben je gaan dalen
Daardoor en daarna is je hoogtemeter teruggelopen en is ook de VSI een daling gaan aangeven.

Maar... Als je naar de horizon had gekeken, had je die verandering van je attitude meteen gezien, en dus de daling kunnen zien aankomen (en de stand kunnen corrigeren).

Dus: We kijken naar de horizon om onze neusstand / attitude te beoordelen, als we een bepaalde stand willen aannemen of een stand die we hebben willen vasthouden.
We gebruiken de VSI vooral om te zien wat het resultaat is van die attitude/ toestand, of we horizontaal vliegen of klimmen/dalen. Bijvoorbeeld: tijdens een lange bocht, bij een langdurige daling of klim, of ter controle van je trim bij horizontale vlucht.

En nou gaan we vliegen... We zetten een C172 of C182S op de runway. (Voor de snelheden en instellingen maakt 172 of 182 wel iets uit, maar niet te veel; de max. snelheid van de 172 is lager)

Vorbereiding: In Aircraft – Realism Settings hebben we Gyro drift uit staan, om niet steeds op de **D** te hoeven drukken. Display Indicated Airspeed staat aangevinkt, en als we een voetenstuur hebben of een joystick met 4^e as, dan staat Autorudder (of Auto-coördination) natuurlijk uit. Het weer: Geen wind.

Checks: Op het platform, tijdens het starten en opwarmen van de motor, tijdens taxiën en voor we de runway opgaan worden alle instrumenten en bedieningsorganen gecontroleerd.
Om deze tekst niet eindeloos lang te maken, gaan we er van uit dat we beginnen met gecontroleerde motor, draaiend en wel op het begin van de runway. Mixture staat "rich", Carburator voorverwarming staat "cold", Brandstofkraan "Open" of "Both", Gyro gelijk met kompas, Avionics allemaal aan, Beacon/Strobe "on", Pitot heat "on", Motor is al getest op beide magneten afzonderlijk, en op het effect van de Carb Heat. De hoogtemeter: Als je in FS met echt weer vliegt, dan moet je de QNH op de hoogtemeter instellen, anders wijst die verkeerd aan. Zie weerbericht of ATIS.
Het trimwiel van het hoogteroer in de "take-off" of "t.o." stand als die er is, of anders: neutraal.
Alle roeren werken goed. We zijn "cleared for takeoff" Riemen vast en deuren dicht? Daar gaan we....
Flaps hoeven we met deze Cessna op een gewone startbaan niet te gebruiken, op grasland wel.

Snelheid: We proberen natuurlijk zo snel mogelijk de snelheid te bereiken waarbij we kunnen loskomen. Dat heeft het voordeel dat we op tijd merken als de motor onvoldoende vermogen geeft, zodat we de start nog kunnen afbreken. Rotatie (als we de stick naar ons toe trekken) bij 60 kts. (afhankelijk van type)

De schroefwind: Als we kijkend vanuit de cockpit de propeller rechtsom zien draaien, dan zal de door de prop langs de bovenkant van het vliegtuig naar achter geblazen schroefwind niet helemaal recht naar achteren gaan, maar een beetje schuin naar rechts-achter. Dit drukt het kielvlak wat naar rechts, zodat we, als we bij lage snelheid op de baan volgas geven, een linkerbocht dreigen te maken. (dit effect is in FS duidelijk aanwezig) Zodra we volgas geven, geven we dus meteen ook een beetje rechts voetenstuur. Zodra onze snelheid toeneemt, is het effect van de schroefwind nog maar klein t.o.v. onze verplaatsing door de lucht, en dan telt dit effect nauwelijks meer mee.

Start, take-off en klimmen naar 2000 voet: (op die hoogte blijven we voorlopig)

- Throttle helemaal naar voren, geef vol vermogen
- Geef genoeg rechts voetenstuur om midden op de baan te blijven.
- Heb je "full power"? Of de motor zijn volle vermogen ontwikkelt, zie je bij de C172 aan het toerental (maximum toeren 2400) en bij de C182S aan de inlaatdruk ("manifold pressure") die ongeveer 26 inch aangeeft. (omdat de 182S een prop met variabele spoed heeft, is het toerental geen goede maat voor het vermogen dat de motor afgeeft)
- Bij 55-60 kts begin je de stick kalm naar je toe te trekken tot je loskomt.
- Trek de neus omhoog tot de horizon (A.I.) 10-11 graden aangeeft (op het 2^e streepje)
- Laat de snelheid toenemen tot **80 kts**. Neemt de snelheid niet toe? Neus lager !!!



- Cockpit check:
Max toeren?
Koers goed?
Hoogtemeter stijgend?
Snelheid 80?
Motorinstrumenten?

- Controleer snelheid.
Te hoog? >> Neus optrekken. Te laag? >> Neus lager. Throttle blijft vol open.

- Snelheid goed zo?
Hoogteroer bij trimmen, zodat je niet constant aan de stick moet trekken. Goed afgetrimd moet je de stick kunnen loslaten.

- Let op de stand van de horizon. Verstel desnoods de stoel van de vlieger om de horizon te kunnen zien. (SHIFT + Enter en SHIFT + BS). Als je eenmaal de stand (attitude) van de horizon t.o.v. het panel weet bij 80 kts, dan is die veel makkelijker bij te regelen dan als je op de ASI reageert. Merk op dat we de V.S.I. nog helemaal niet nodig hebben gehad.
- Op 1950 voet duwen we de stick kalm naar voren, zodat de hoogtemeter langzamer oploopt, tot hij bij 2000 blijft staan. De throttle blijft nog even vol open staan, want we willen nu naar 115 kts kruissnelheid accelereren.
- Blijf tegen de stick duwen, want naarmate de snelheid toeneemt, neemt ook de lift toe, en we gaan weer klimmen. Neus lager, dus. Bijtrimmen.
- Snelheid neemt toe, neus moet weer lager. Weer bijtrimmen. Dit herhaalt zich voorlopig...tot...
- De kruissnelheid is bereikt. Nu nemen we gas terug tot Ja, tot wat? Dit hangt van de propeller af. Bij een C172 met vaste prop kan je naar RPM kijken, maar bij een verstelbare prop moet je de inlaatdruk gebruiken. Probeer 22 inch.

Nu is het verder een kwestie van aftrimmen tot we niet meer klimmen of dalen (Nu mag je wel eens naar de VSI kijken, die is hier goed te gebruiken) En dan:

- Snelheid te hoog? Throttle terughalen. (daarna moet de neus weer wat hoger want de snelheid daalt).
- Snelheid te laag? Gas bijgeven, en even later moet de neus weer wat omlaag. Bijtrimmen. Enzovoort.

Kruisvlucht

- Kruisvlucht: Stabiele toestand bereikt? Mooi. Nu verder op de horizon letten. Als die op de zelfde hoogte t.o.v. het panel blijft, dan kan er met de hoogte niet veel mis gaan.
- Vlieg voorlopig maar gewoon rechtop op 2000 voet met 110 knopen. Wen je de "Cockpit scan" aan: Blik naar buiten (stand van de horizon, ander verkeer in de buurt?), snelheid, hoogte, koers, VSI, motorinstrumenten (brandstof, temperaturen, oliedruk) enzovoort.
- Mooi stabiel op 2000 ft.? Dan gaan we nu eens naar de invloed van onze snelheid kijken. Daarvoor schakelen we eerst de autopilot in, die de hoogte mag vasthouden:
- Druk op **Z** om de autopilot in te schakelen, en dan op **CTRL + Z** om deze hoogte vast te houden.

Horizontale vlucht met verschillende snelheden (autopilot aan)

- We vliegen nu op 2000 voet, en duwen de throttle naar voren om te versnellen naar 120 kts (172) of 125-130 (182)
- De autopilot trimt het hoogteroer naar beneden, zodat we ondanks de toegenomen lift niet gaan stijgen. Let op de stand van de horizon!
- Druk op **SHIFT + Enter** en **SHIFT + BS** om de horizon zo'n 3 cm boven de rand van het panel te zetten.
- Druk op **SHIFT + S** om de spot view te krijgen, en gebruik **CTRL + SHIFT + Enter** of de Hatswitch van de stick om een zijaanzicht te krijgen.
- De lengteas van de Cessna loopt ongeveer evenwijdig met de horizon (zie figuur)

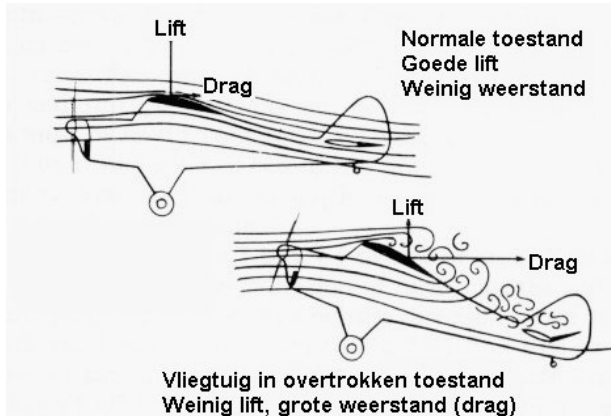


- Ga weer naar de Cockpitview met **S**.
- We gaan naar 90 kts., door in de C172 de RPM te verminderen tot 2200, of in de C182 de Man.Press. te verlagen tot 20.
- De autopilot trimt onze stand, zodat we op 2000 voet blijven; regel de throttle af op 90 kts.
- Hoe hoog staat nu de horizon boven het panel? Ga nu naar 65 kts....



- Verminder de snelheid verder door de throttle terug te trekken. Ga naar 65 kts.
- Pas op, als je onder de 75 kts komt; de gaat snelheid steeds sneller teruglopen. Dat komt, omdat onze luchtweerstand (vooral van de vleugels) snel toeneemt door de steeds hogere A.O.A.
- Stabiël op 65 kts? Hoe ziet de horizon er uit? Kijk nog eens van opzij, hoe we nu in de lucht hangen. OK, geef maar weer gas, en versnel maar weer naar 120-125 kts.
- Zet met een druk op **Z** de autopilot uit.
- Doe nu de hele oefening maar eens over zonder autopilot, maar houd je Cessna netjes op 2000 voet. Herhaal dit enkele malen. (oefenen hoort er nou eenmaal bij)

Overtrekken en herstel: Wanneer we een hoge invalshoek (AOA) combineren met een lage snelheid, en daarmee nog net onze hoogte kunnen vasthouden, dan zitten we tegen een **overtrek (stall)** aan. Iedere toename van de AOA door verandering van onze stand of door afname van de snelheid (waarbij we zakken, en de lucht dus meer van onderaf tegen de vleugel aankomt) zal leiden tot plotseling verlies van



lift, en daarmee verlies van hoogte. Als je dan probeert hoogte te winnen door de neus nog verder op te trekken, raak je alleen maar nog verder overtrokken, en val je nog harder naar beneden. Gelukkig heeft ieder vliegtuig een waarschuwings signaal, de Stall Warning. Die is op niet mis te verstane manier hoorbaar als je de stall nadert.

Het herstel uit een overtreksituatie: Theoretisch zou dat op twee manieren moeten kunnen: AOA kleiner (neus lager) of snelheid verhogen (of allebei).

Maar: heb je gezien hoe snel die snelheid afneemt bij toenemende AOA? Volg gas geven, hopen dat de snelheid snel weer zal toenemen, en dan afwachten of dat misschien voldoende is... **Dat is duidelijk de verkeerde manier.** Het zal altijd te lang duren voor volgas een voldoende verhoogde snelheid geeft, en de AOA daalt.. De AOA verkleinen door de neus naar beneden te duwen met de stick werkt daarentegen **direct**. De reactie op een stall is dus: Neus omlaag naar de horizon of even er onder, en volgas.

Neus op de horizon houden tot de snelheid voldoende gestegen is (70 kts) en dan weer naar de klimstand om de verloren hoogte terug te winnen. We gaan dit proberen.

Herstel van overtrek:

- We vliegen weer op 2000 voet zonder autopilot. Zet de horizon zo nodig in de "normale" stand met **Pan Reset** (CTRL + Spatiebalk of Spatiebalk, afhankelijk van FS versie)
- Trek het gas dicht, en houd de hoogte op 2000 ft. door de stick naar je toe te trekken.
- Zit je nog op 2000 voet met 65 kts.? Lukt 60 kts ook? En 55? 50... **Stall !!**
- Duw de stick van je af tot je neus iets omlaag wijst, even onder de horizon, en geef volgas.
- Laat de snelheid oplopen tot 70 kts, en klim rustig met 80 kts terug naar 2000 voet.

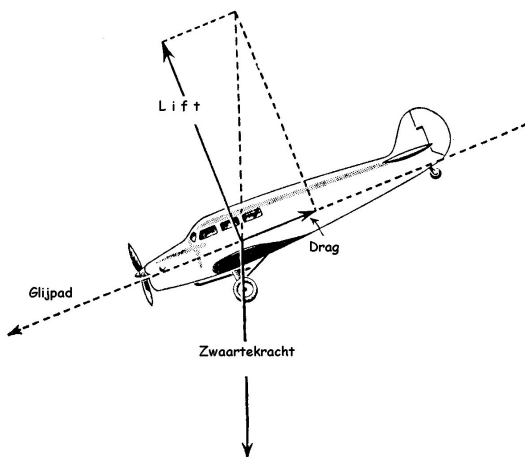
Nu hetzelfde maar dan met power.

- Trek de throttle half dicht, 1500 RPM of 15 inch, en laat de snelheid teruglopen tot 70 kts. Geef nu weer gas bij om op 2000 voet te kunnen blijven.
- Verlaag de snelheid verder naar 65, 60, ... daarbij moet de throttle weer verder open om op hoogte te blijven. Hoe langzaam kan je vliegen voor je met bijna volgas toch overtrokken raakt?
- Na de stallwarning kan je alleen maar corrigeren met de attitude. Dus: neus naar beneden, op de horizon; snelheid weer op laten lopen, met 80 kts terug naar 2000 voet.

Duidelijk? Een overtrek corrigeer je met een duw tegen de stick. En vol vermogen.

Uit het bovenstaande is duidelijk dat een overtrek tijdens de landingsfase (final approach) zeer gevaarlijk is. Je hebt een lage snelheid, en te weinig ruimte onder je om in een duik de snelheid weer te laten oplopen, en je snelheid wordt afgeremd door de flaps. We gaan dit oefenen op 2000 voet.

- Horizontale vlucht, op 2000 ft., 100 kts, goed afgetrimd.
- Trek de throttle uit, verminder power tot 1500 RPM of 15 inch inlaatdruk.
- Houdt je hoogte vast tot snelheid onder de 90 kts is. Dan 10 gr. Flaps. Bijtrimmen.
- Laat snelheid dalen tot 70 kts, 20 gr. Flaps. Bijtrimmen. Je begint al te dalen.
- Snelheid naar 60 kts, 30 gr. Flaps. Regel je daling zodanig dat de snelheid 60 kts blijft.
- Deze situatie is vergelijkbaar met de eindnadering. Nu gaan we overtrekken.
- Neus geleidelijk omhoog en snelheid steeds meer laten teruglopen tot de stallwarning klinkt.
- **Neus even onder de horizon! Vol vermogen!** Snelheid laten toenemen tot 65 kts. Neus hoger.
- Blijf horizontaal vliegen. Flaps op met 10 gr. tegelijk, terwijl de snelheid toeneemt.
- Bij 80 kts weer terugklimmen naar 2000 voet. (Je begrijpt: bij andere vliegtuigen gelden weer heel andere getallen en procedures)



De glijvlucht: Bij een glijvlucht trimmen we ons toestel zo af, dat de schuin voorwaarts gerichte lift ons vliegtuig vooruit beweegt (Lift + Weight, zie figuur), in evenwicht met de luchtweerstand (drag). Je zou kunnen zeggen: we houden onze snelheid door hoogte te verliezen.

Ook hier is weer een optimum snelheid, de "best angle of glide" waarbij we per meter hoogteverlies zo ver mogelijk vooruit komen.

Gaan we sneller (= steiler), dan verknoeien we hoogte met het overwinnen van de extra drag.

Gaan we langzamer, dan neemt de lift teveel af, waardoor we steiler naar beneden zakken, terwijl we minder ver vooruit komen.

Voor onze Cessna ligt die optimale glijhoek, de "best angle of glide" rond 70 kts.

We beginnen weer netjes afgetrimd op 2000 voet, en trekken nu het gas dicht. De carburator voorverwarming hoort hierbij aan te staan, om ijsafzetting in de carburator te voorkomen. (H)

- Houd het toestel horizontaal, en laat de snelheid teruglopen tot 70 kts.
- Doe de stick iets naar voren, en laat de neus zakken om de snelheid op 70 kts te houden.



Glijvlucht zonder flaps; 70 kts.
Vert. Speed: 600 ft./min., neus bijna vlak.

Glijvlucht met full flaps; 70 kts.
Vert. Speed: 1500 ft./min.; neus laag.

Willen we langzamer dalen, dan trimmen we de neus wat hoger, en geven we wat gas bij. Willen we sneller dalen, dan kunnen we de flaps gebruiken voor extra luchtweerstand, zodat we onder een veel grotere hoek naar beneden kunnen en toch op 70 kts blijven. (Bij een groter/snelser vliegtuig zouden we daarvoor de spoilers gebruiken, ook omdat de snelheid anders nog te hoog is voor flaps.)

- Geef 10 graden flaps. Door de toename van lift komt de neus omhoog.
- Breng de neus weer naar omlaag, snelheid 70 kts, trim af.
- Herhaal dit met 20 graden flaps, daarna met full flaps. Trim af, snelheid blijft 70 kts.

Overgang naar horizontale vlucht:

- Verminder flaps met 10 graden, Throttle open tot 2200 RPM.
- Neus omhoog naar horizontale vlucht, laat snelheid oplopen naar 80 kts
- Flaps verder op met 10 graden tegelijk, corrigeer neusstand.
- Laat snelheid oplopen tot kruisvlucht, trim af.

NB: De flaps mogen alleen gebruikt worden met snelheden binnen het witte segment van de ASI.

Gebruik van de vleugelklappen (flaps):

De Cessna 152, 172, 182 hebben z.g. Fowler flaps, een type dat niet alleen de invalshoek van de vleugel als geheel vergroot, maar ook het vleugeloppervlak groter maakt, terwijl de spleet tussen vleugel-achterrand en flaps een krachtige luchtstroom over de flaps veroorzaakt, die de lift daar verhoogt. Gebruik van de flaps verhoogt niet alleen de lift, maar natuurlijk ook de luchtweerstand.

Het effect van de flaps hangt af van de hoek die ze met de vleugel maken.

10-15 graden flaps geeft een betere lift, met matige toename van de luchtweerstand.

20-40 graden flaps geeft wel iets meer lift, maar sterke toename van de weerstand.

We gebruiken flaps dus:

1. Als we een groter draagvermogen (meer lift) willen bij lage snelheid.
2. Om de overtreksnelheid te verlagen.
3. Als we willen afremmen bij lage snelheid.

Al deze factoren spelen een rol bij de landing, en een hogere lift is ook bij de start gewenst, om zo snel mogelijk los te komen met daarbij een lagere overtreksnelheid.

Flaps zijn niet gebouwd op het verwerken van de krachten die bij hoge snelheid optreden. Voor iedere stand van de flaps geldt een aparte maximum snelheid. Grote vliegtuigen hebben daar tabellen voor. Bij de Cessna's wordt voor alle standen van de flaps één max. snelheid aangehouden, waarbij het veilige gebied is aangegeven door de sector met de witte rand op de ASI.

Flaps zijn dus niet geschikt om in de lucht bij (te) hoge snelheid even af te remmen en snel te gaan dalen. De flaps raken dan ernstig beschadigd, en als je FS hebt ingesteld op "Aircraft Stress Causes Damage" dan krijg je dat te horen ook.

De goede manier is dus: Gas dicht, snelheid laten teruglopen tot in de witte zone, pas daarna flaps gebruiken en (als je dalen wil) neus omlaag. Nooit ineens full flaps geven, dat moet stap voor stap, met tussentijds bijtrimmen.

De gecoördineerde bocht

Eerder werd besproken dat een goede bocht wordt uitgevoerd door gelijktijdig gebruik van ailerons, richtingroer en hoogteroer. Hierbij geven de ailerons de juiste helling (bank), het richtingroer stuurt de bocht in, werkt het haakeffect tegen, en bepaalt vooral de draaiingssnelheid (rate of turn), terwijl het hoogteroer zorgt dat de afname van lift niet leidt tot daling, en tegelijk in dezelfde richting meewerkt als het richtingroer. (ga maar na: bij een helling van 90 graden is het hoogteroer tot richtingroer geworden en omgekeerd)



Bij de volgende oefening gaan we naar 1500 voet, 100 kts, goed afgetrimd.

Kan je de stick loslaten? Zo niet, dan bijtrimmen. Hier kan je de VSI nuttig gebruiken; die geeft een aanhoudende lichte klim of daling goed weer. Waar zit het midden van de bovenrand van je panel t.o.v. de horizon? Hou dat punt in de gaten, gebruik eventueel de axis indicator.

Zodra de bocht goed gecoördineerd is, (balletje in het midden) houd je de horizon weer in de gaten.

De hoek en de hoogte van de horizon t.o.c. je panel geven je samen de beste informatie over het verloop van deze manoeuvre.

We maken een gecoördineerde bocht (rate 1 turn)

- Geef een matige helling naar links, zoals aangegeven door het oranje driehoekje van de A.I. (een streepje = 10 graden)
- Geef tegelijk zoveel links voetenstuur, dat het balletje in het midden blijft liggen
- Trek de stick iets naar je toe
- Wat is het resultaat?
- Staat het vliegtuigje van de Turn coordinator op de L-streep? Maak anders de bocht iets steiler – of juist minder om dat te bereiken
- Leg met je voetenstuur het balletje weer in het midden.
- Staat de VSI in het midden op 0? Corrigeer anders met het hoogteroer, en geef wat power bij.
- Houd nu verder de horizon in de gaten. Die vertelt je het eerst als je hellingshoek verandert, of als de neus te veel zakt of stijgt.
- Controleer dat af en toe met een blik op de T&B-I en de VSI.
- Maak een bocht van 180 graden, maar begin met “uitrollen” als je 160 graden voorbij bent.
- Checks na de bocht: Koers, Hoogte, Snelheid. Corrigeer waar nodig.

NB:

- Tijdens de bocht moet je je steeds realiseren naar welke koers je toe wilt, zodat je op tijd begint met je toestel weer vlak te leggen (terug naar “straight and level flight”)
- Tijdens de bocht zal je merken dat je veel minder kracht op je stick moet uitoefenen om de helling voor de bocht te blijven houden dan nodig was om die helling eerst te krijgen.
- Hoe steiler de bocht, hoe meer je het hoogteroer moet gebruiken en hoe meer vermogen je bijgeeft. Bij een steile bocht is je overtreksnelheid veel hoger, en je mag je snelheid dus niet teveel laten teruglopen.

En nu:

Herhaal de oefening met een 45 graden helling
Doe hetzelfde dan naar rechts
Herhaal dan beide oefeningen bij 80 kts.

Het geheim van een nette bocht is: oefenen, oefenen, oefenen.
Het is niet anders...

In deel 2 gaan we een korte vlucht maken om dit alles toe te passen.

Enno Laverman