

KNIVV

HANDBOEK

SCHERMVLIEGEN

Voorwoord bij de eerste uitgave.

Dit boek is een uitgave van het bestuur van de Afdeling Schermzweven van de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart.

Het is samengesteld door:

Dorine van Esch, Ad den Oudsten, Arnold van der Ploeg, Paul Roumen, Arie de Zwart

© K.N.V.v.L., Afdeling Schermzweven, 1995
Jozef Israëlsplein 8, 2596 AS 's-Gravenhage

Voorwoord bij de tweede uitgave.

Dit boek is een uitgave van het bestuur van de Afdeling Schermvliegen van de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart.

Het is samengesteld door:

Menno van den Berg, Chris Borra, Joop de Man, Bert Terhell, Theo Küper.

Met dank aan: Joop Bernard, Jaques van Muijen, Carla Beekman, Bert van Schooten.

De samenstellers hebben hun uiterste best gedaan er voor te zorgen dat de informatie in dit boek correct is. De samenstellers en de K.N.V.v.L. achten zich echter niet aansprakelijk voor enige schade, direct of indirect veroorzaakt door onjuiste of onvolledige informatie in dit boek.

© K.N.V.v.L., Afdeling Schermvliegen, 2004
Jozef Israëlsplein 8, 2596 AS 's-Gravenhage

Voorwoord bij de derde uitgave.

Dit boek is een uitgave van het bestuur van de Afdeling Schermvliegen van de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart.

Het is gecorrigeerd en van nieuwe illustraties voorzien door Frans van Dijk. Het is tevens uitgebreid met hfdst 8 Navigatie.

Met dank aan: Jeroen Pardoel.

© K.N.V.v.L., Afdeling Schermvliegen, 2007
Jozef Israëlsplein 8, 2596 AS 's-Gravenhage

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door middel van fotokopieën, opnamen, of op welke wijze ook, zonder schriftelijke toestemming van de K.N.V.v.L.

Hét Handboek Schermvliegen

Hfdst	De inhoud	Blz.
	Voorwoord	1
	Inleiding	3
1	Materiaalkennis	5
2	Praktijk	16
3	Aërodynamica	31
4	Meteorologie	44
5	Regels	71
6	Vliegpraktijk voor gevorderden	81
7	- Wet- en regelgeving voor de luchtvaart	101
	- Indeling van het luchtruim	
8	Navigatie	112
	Waar staat wat? (index)	122

INLEIDING

Schermvliegen is de jongste telg onder de vliegsporten en krijgt in een hoog tempo steeds meer aanhangers. Het sprookje van een vliegend tapijt is zo goed als werkelijkheid geworden, alleen kan men er niet bovenop zitten, maar hangt de piloot onder aan zijn scherm.

Schermvliegen is een manier om zich door het luchtruim te bewegen met materiaal dat zo licht en klein opvouwbaar is, dat het met gemak in een rugzak vervoerd kan worden. Dit gaf onder andere bergbeklimmers de mogelijkheid om de terugweg vliegend af te leggen in plaats van moeizaam te voet. Het geeft de huidige schermvlieger onder andere de mogelijkheid om lopend, en soms klauterend, op startplekken te komen die voor andere zweeftoestellen onbereikbaar zijn. Bergbeklimmers gebruiken een speciale lichtgewicht uitrusting.

De grondbeginselen van het schermvliegen zijn in een paar dagen te leren, omdat als het scherm eenmaal in de lucht is, het al van zichzelf vliegt en men het op een eenvoudige manier van richting kan laten te veranderen. Deze ogenschijnlijke eenvoud blijkt in de praktijk een lange en vaak niet zo eenvoudige weg om een goede en veilige piloot te worden.

Een goede praktische en theoretische kennis zijn van essentieel belang om straks als zelfstandig piloot het luchtruim, met al zijn gevaren, te kiezen.

Het is absoluut noodzakelijk om een opleiding te volgen bij een erkende vliegschool. Dit is ook de enige manier om een erkend brevet te halen, waarmee zelfstandig (en WA verzekerd) gevlogen kan worden. Dit boek is voornamelijk bedoeld om de theorie die elke piloot dient te beheersen bij elkaar te brengen. Het kan goed dienen ter ondersteuning van de praktijk- en theorielessen die door de schermvliegscholen worden gegeven.



Fig. 0.1 Matrasparachute

Schermvliegen is ontstaan uit het parachutespringen. Pas na de tweede wereldoorlog werd het parachutespringen als sport beoefend. Eerst met de matig bestuurbare koepelparachutes, die ook nog een behoorlijk hoge daalsnelheid hadden. Dat veranderde pas toen in 1964 de Canadees Domina Jalbert op het idee kwam om van zeildoek een vleugelprofiel te vormen. Zo is de naar hem genoemde Jalbert-parafoel ontstaan, beter bekend als 'matras'-parachute. Tot 1974 werd dit soort parachute echter alleen gebruikt om uit vliegtuigen te springen. In dat jaar beschreef de Amerikaan Dan Poynter voor het eerst de mogelijkheid om met een matrasparachute (figuur 0.1) van een berg te starten. Er waren in die tijd natuurlijk ook nog vele andere pioniers. In de jaren daarna maakten vooral parachutespringers van deze mogelijkheid gebruik om op goedkope wijze hun techniek te verbeteren. Bergbeklimmers die dit observeerden zagen hierin wel mogelijkheden om de vermoeiende afdaling te vermijden.

In 1983 werden de eerste kleine wedstrijden gehouden in het schermvliegen. In 1985 kwam de grote doorbraak. Het schermvliegen werd in Frankrijk populair en even later ook in Japan, Oostenrijk en Duitsland. In 1986 waren er ongeveer 1000 schermvliegpiloten. Al snel werd de mogelijkheid ontdekt om schermvliegpiloten op dezelfde manier te laten starten als zweefvliegtuigen en valschermszwevers. Dat wil zeggen om ze met een lange kabel de lucht in te trekken met behulp van een lier.

Schermvliegen is geen gevaarlijke sport, mits de piloot elke situatie kent en weet hoe daarmee om te gaan. De beslissing om in bepaalde gevallen niet te starten is vaak erg

moeilijk, vooral wanneer er dan weer een lange weg terug gelopen moet worden. Maar met een goede theoretische en praktische kennis kan schermvliegen weloverwogen gebeuren.

De toekomst van de schermvliegsport zal gewaarborgd zijn en blijven wanneer schermvliegers verstandig genoeg zijn om andere luchtvaart niet in gevaar te brengen en om niet bedreigend te zijn voor toeschouwers door ondoordacht gedrag.

En als er dan toch gevlogen kan worden is schermvliegen misschien wel de beste benadering van de oeroude droom van de mens om met eigen vleugels te kunnen vliegen.

1 MATERIAALKENNIS

Par.		Blz.
1.1	Scherms	6
	Reparaties aan het scherm	8
1.2	Het lijnensysteem	8
	Reparaties aan de lijnen	10
1.3	Het harnas	10
1.4	Het reddingsvalscherms	11
1.5	Kleding	12
1.6	De lierinstallatie	12
1.7	Speciaal materiaal	13
1.8	Aanbevolen nood- en reddingsmateriaal	13
1.9	Het behoud van het materiaal	14
1.9.1	Tips voor gebruik en controle	14
1.9.2	Opbergtips	14

1 MATERIAALKENNIS

Met materiaal wordt hier de complete uitrusting van de schermvlieger bedoeld (figuur 1.1). Al deze materialen worden uitgebreid getest en gekeurd door een onafhankelijke instantie om onze veiligheid te verhogen. Het is van groot belang dat alle onderdelen van de vlieguitrusting volgens de opgave van de fabrikant en de regels, zoals gesteld door de Afd. Schermvliegen, worden gecontroleerd en gebruikt. Alle onderdelen hiervan hebben een bepaalde benaming, die meestal uit een andere taal afkomstig is, omdat het schermvliegen in Nederland pas veel later op gang is gekomen dan in de omringende landen. Sommige woorden zijn dan ook rechtstreeks uit het Engels of het Frans afkomstig en in een enkel geval uit het Duits. De termen die in dit hoofdstuk zullen worden gebruikt, zijn de meest gebruikelijke in Nederland. Dit wil niet zeggen dat er voor een en hetzelfde onderdeel niet meer namen bestaan.



Fig. 1.1 Scherm en uitrusting

1.1 Het scherm

Het scherm dat bij schermvliegen wordt gebruikt is afgeleid van de moderne springparachutes, de zogenaamde vierkante 'matrassen' of 'squares'. In tegenstelling tot de ouderwetse 'koepelparachute', die alleen in staat is met een zekere verticale snelheid te dalen, is het met een 'matras' mogelijk om een redelijke horizontale snelheid te bereiken. In feite is het scherm een vleugel die in model gehouden wordt door de lucht en de lengte van de lijnen die aan het scherm verbonden zijn. De lucht stroomt aan de voorkant door de **celopeningen** naar binnen, maar kan aan de dichtgenaaide achterkant niet ontsnappen. Deze binnenstromende lucht veroorzaakt de zogenaamde **stuwdruk**. Wanneer het scherm te langzaam vliegt wordt de stuwdruk te laag en verliest het scherm zijn vorm, zodat er van vliegen geen sprake meer kan zijn. Anders dan bij springparachutes is het bij het schermvliegen de bedoeling zo lang mogelijk in de lucht te blijven. De vorm van de schermen is hierop aangepast. Het scherm bestaat uit een **boven- en onderdoek**, die met elkaar

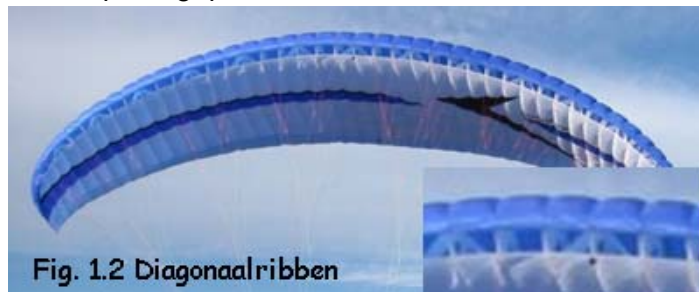


Fig. 1.2 Diagonaalribben

verbonden zijn door verticale **celwanden** van hetzelfde materiaal. Hierdoor wordt het scherm in een aantal naast elkaar liggende cellen verdeeld. Tegenwoordig bevinden zich hiertussen vaak ook nog **diagonaalribben** (figuur 1.2), die het mogelijk maken om met minder vertakkende lijnen en **stamlijnen** te

volstaan en toch het scherm in de juiste vorm te houden. Deze diagonaalribben verbinden een celonderkant met de bovenkant van de naast liggende cel. Aan daarvoor versterkte punten, de zogenaamde 'flares', zijn de lijnen bevestigd, waaraan uiteindelijk de piloot hangt.

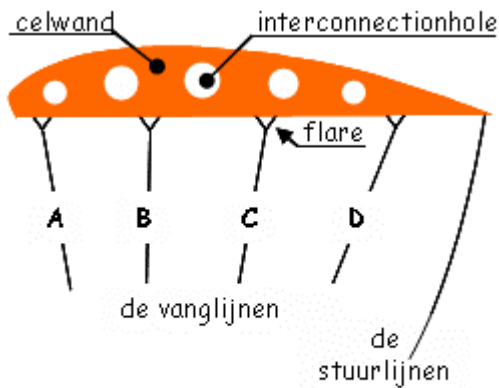


Fig. 1.3 Doorsnede schermvliegtoestel

De celwanden hebben een zodanige vorm dat het scherm van opzij gezien het profiel van een vliegtuigvleugel heeft (figuur 1.3). De cellen zijn aan de achterkant gesloten. Aan de voorkant zitten de **instroomopeningen** waardoor de lucht naar binnen kan stromen en zo voor de nodige stuwdruk kan zorgen die het scherm in model houdt. De cellen staan in verbinding met elkaar door grote gaten in de celwanden: de **interconnection holes** (ook wel **crossports** genoemd). Hierdoor is de stuwdruk in alle cellen min of meer gelijk en kan een eventueel ingeklapte cel weer gevuld worden met de lucht uit aangrenzende cellen.

De toppen aan de beide zijkanten van het scherm vormen twee vrijwel verticaal naar beneden staande vlakken, de **stabilisatiepanelen** (figuur 1.4). Bij veel schermen hebben de cellen in dat deel geen instroomopeningen. Zoals de naam al zegt dienen deze vlakken voornamelijk voor de stabiliteit van het scherm. Bovendien hebben ze een gunstige invloed op de geïnduceerde luchtweerstand (zie hoofdstuk 3 Aërodynamica).

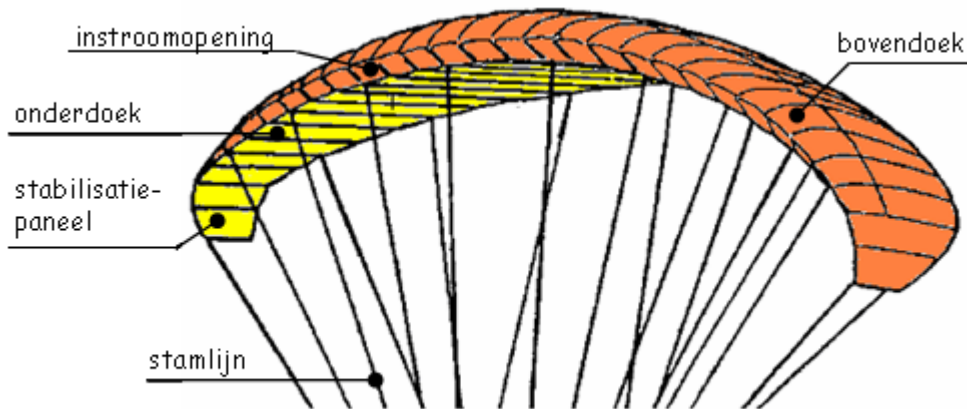


Fig. 1.4 Diverse onderdelen

Enkele belangrijke kenmerken van een scherm zijn de volgende:

Het **schermoppervlak** wordt in vierkante meters uitgedrukt (m²). Bij de meeste schermen ligt deze waarde tussen de 20 en 30 m²; tandemschermen (2-persoons schermen) kunnen wel tot 40m² groot zijn. De te gebruiken oppervlakte is afhankelijk van het totale gewicht van de combinatie, piloot+scherm+uitrusting. Er zijn verschillende manieren om het oppervlak te meten. Het geprojecteerde oppervlak en het oppervlak van een op de grond liggend scherm wijken iets van elkaar af. De verschillen zijn echter klein.

De **spanwijdte** van een luchtvaartuig is de grootste maat loodrecht op de vliegrichting, gemeten over de vleugels. Bij een schermvliegtoestel is dit dus de maximale breedte.

De **koorde** is de afstand van de voorrand (stuwpunt) tot de achterrand van de vleugel. Deze laatste is meestal niet overal gelijk, zodat we ook spreken van de **gemiddelde koorde**.

Spanwijdte x gemiddelde koorde = het vleugeloppervlak.

Ook een belangrijke maat voor een scherm is de verhouding tussen spanwijdte en koorde, de slankheid genoemd. Omdat de schermen tegenwoordig niet meer rechthoekig zijn heeft men de **slankheid** (of **Aspect-Ratio**) als volgt gedefinieerd:

$$\text{Slankheid} = \frac{(\text{spanwijdte})^2}{\text{vleugeloppervlak}} = \frac{\text{spanwijdte}}{\text{gem. koorde}}$$

Voorbeeld.

Bij een spanwijdte van 9m en een vleugeloppervlak van 27 m² is de slankheid:

$$= \frac{9\text{m} \times 9\text{m}}{27\text{m}^2} = 3$$

Kleine slankheid versus grote slankheid.

Het voordeel van een grote slankheid is dat daardoor de geïnduceerde weerstand (zie aërodynamica) verkleind wordt. Het nadeel is dat het scherm minder torsiestijfheid krijgt en daardoor gevoeliger wordt voor turbulentie. Er zal sneller een vleugeldeel inklappen, wat actief ingrijpen door de piloot noodzakelijk maakt. Schermen met grote slankheid zijn alleen geschikt voor meer gevorderde piloten. (figuur 1.5) Merk het verschil op tussen het scherm links en het prestatiescherm rechts.



Fig. 1.5 Kleine slankheid



Grote slankheid

Het doek, waarvan een scherm is gemaakt, is bijzonder gevoelig voor UV-straling. Schermen moeten niet onnodig aan zonlicht worden blootgesteld. Een scherm kan het beste direct na de vlucht ingepakt worden of afgedekt met bijvoorbeeld een afdekzeil wanneer er niet mee gevlogen wordt en de zon op het scherm schijnt.

Het scherm wordt meestal gemaakt van **polyamide** (nylon) of **polyester ripstop** weefsel. 'Rip-stop' wil zeggen scheurremmend. Dit wordt bereikt door dickere draden door het materiaal te weven, zodat het doek het uiterlijk krijgt van ruitjespapier. Deze stof wordt ook wel 'Spinakerdoek' genoemd, naar de grote voorzeilen bij zeilboten die meestal, van dit materiaal gemaakt worden.

Aangezien een geweven stof van zichzelf nooit luchtdicht kan zijn, wordt het doek geïmpregneerd. Deze impregneringslaag is vooral erg gevoelig voor mechanische belasting, bijvoorbeeld als het scherm over de grond gesleept wordt.

Een manier om de luchtweerstand te verkleinen en de inwerking van UV-straling te verminderen, is het bijvoorbeeld aanbrengen van een laagje van het supergladde **Mylar**. Ook **Zeroporosity** is een behandeling die tegenwoordig wordt toegepast. Ontwikkelingen op dit gebied gaan tegenwoordig bijzonder snel.

Reparaties aan het scherm.

Een voorbeeld van de DHV-goedkeuring is het 'Gütesiegel' (figuur 1.6)

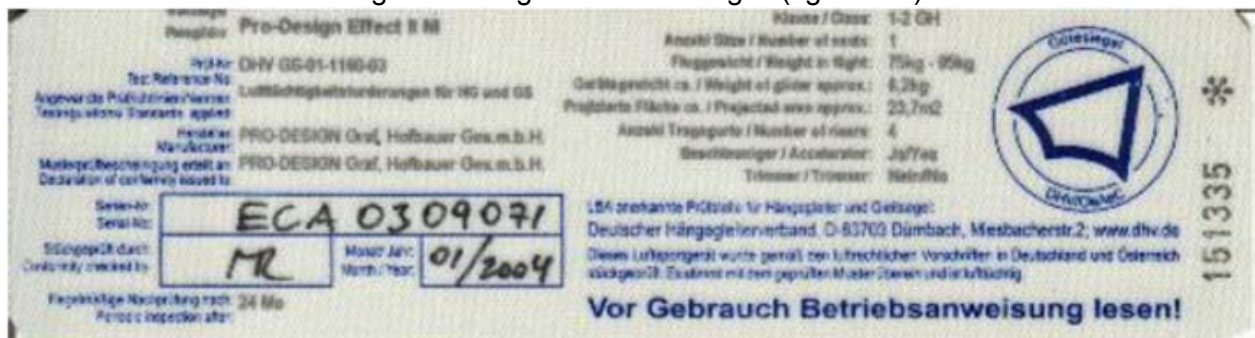


Fig. 1.6 DHV-Gütesiegel

Reparaties dienen alleen te worden uitgevoerd door de vakman/fabrikant. In het geval van een kleine scheur (max. 5 cm) is de vliegdag te redden door met ripstopreparatietape de scheur te dicht. Voor meer informatie: zie het Reglement Schermvliegen van de K.N.V.v.L.

1.2 Het lijnensysteem

De lijnen zijn zoals gezegd bij de celwanden aan het scherm bevestigd. Een systeem van vertakkingen komt uit op verschillende groepen stamlijnen. Deze worden met schroefsluitingen verbonden met sterke nylon banden, de **risers** (figuur 1.7). Een **schroefsluiting** vormt een semi-permanente verbinding die niet vaak open gemaakt hoeft te worden. Het is noodzakelijk deze regelmatig te controleren, daar de sterkte van een niet dicht geschroefde sluiting veel minder is (openbuigen). De risers worden met het harnas, waarin de piloot zit, verbonden met **karabijnhaken** (ook wel carabiners). Karabijnhaken kunnen gemakkelijker geopend worden dan de schroefsluitingen, ze moeten daarom altijd geborgd worden om ongewild openen te voorkomen. Dit kan op verschillende manieren, bijvoorbeeld met schroefdraadsluiting of met de moderne uitvoering, waarbij een palletje moet eerst worden ingedrukt voor de haak kan worden geopend (figuur 1.8). Karabijnhaken worden gebruikt op plaatsen waar de verbinding regelmatig moet worden verbroken.

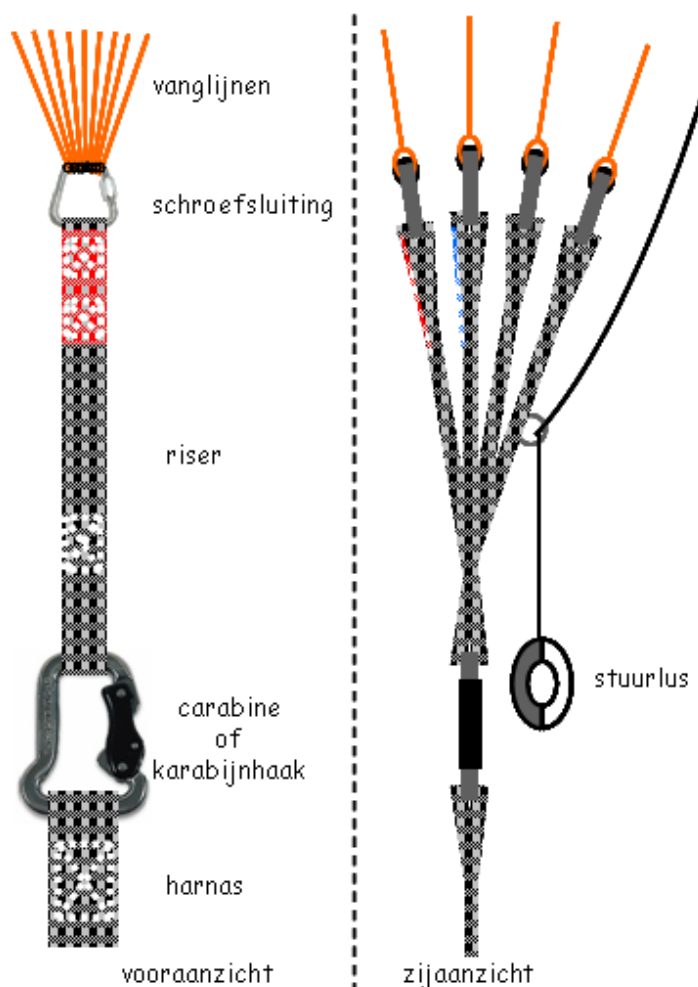


Fig. 1.7 Het lijnensysteem

De stamlijnen zijn meestal van voor naar achteren in vier of vijf groepen verdeeld. De lijnen die in verbinding staan met de instroomopeningen van het scherm worden de A-lijnen genoemd, die daar achter de B-lijnen, C-lijnen en tenslotte de D-lijnen, en soms nog E-lijnen. De risers worden met dezelfde letters aangeduid als de daaraan verbonden stamlijnen.



Fig. 1.8 Drie verschillende sluitingen

Tegenwoordig heeft elke groep stamlijnen zijn eigen riser. Alle A-lijnen van de linkerkant van het scherm komen dus uit in de linker A-riser enzovoort. Bij sommige schermen zijn de C- en de D-riser gecombineerd tot een C/D-riser. De meeste schermen hebben dus in totaal 8 risers. Ook de A-riser kan gesplitst zijn in twee delen. Het doel hiervan is het trekken van 'oren' te vergemakkelijken.

Behalve de dragende lijnen zijn er de **stuurlijnen**. Ze zijn links en rechts aan de achterrand van het scherm bevestigd en komen uit in handvatten die door de piloot bediend worden. De zogenaamde **stuurlussen**, of '**tokkels**' (uit het Engels: toggles). De stuurlijnen lopen door katrolletjes, die aan de achterste risers bevestigd zijn, zodat de stuurlussen altijd binnen handbereik van de piloot zijn. Het scherm kan gestuurd en/ of de vliegsnelheid kan geregeld worden door één of beide stuurlussen omlaag te bewegen. Aan elke stuurlus zit klittenband, een drukknopje of een magneetsluiting om hem aan de achterste riser vast te maken, zodat bij het opvouwen van het scherm de lijnen niet zo snel in de knoop raken.

De lijnen worden van supervezels gemaakt zoals **aramiden** (Kevlar of Twaron) of **polyetheen** (Dyneema), hierdoor kunnen ze zeer dun zijn (voor lage weerstand) weinig rekken (vorm van het scherm) en toch heel sterk gemaakt worden. De kern van de lijnen wordt voorzien van een mantel om de schadelijke werking van UV-straling tegen te gaan.

De stamlijnen hebben meestal een dikte van 1,5 mm en een breeksterkte van meer dan 100 kg (1.000 kN), de risers hebben een breeksterkte van meer dan 1.000 kg (10.000 kN).

Reparaties aan de lijnen.

In principe door de vakman/fabrikant. Daar deze niet altijd direct voorhanden is kan men een enkele gebroken lijn zelf vervangen. Het is van het grootste belang dat de vervangende lijn exact dezelfde lengte heeft. De lijnlengte is bepalend voor de vorm van het profiel en dus de vliegeigenschappen. In geen geval de lijn, door aan elkaar knopen, repareren.

1.3 Het harnas

Het harnas is een constructie van sterke nylon banden, de **mainwebbing** genoemd, met een **breeksterkte** van minstens 3000 kg. Om en tussen deze banden zit stevig doek waarin de piloot hangt of zit (figuur 1.9).

Een harnas dient te zijn uitgerust met een rugprotector, welke een klap van 15g moet kunnen absorberen ('g' is overigens geen kracht, maar is een versnelling die wordt uitgedrukt in de zwaartekrachtsversnelling). De **rugprotector** kan zijn uitgevoerd in de vorm van een ingebouwde harde kunststof schaal in combinatie met mousse in het ruggedeelte. Er zijn ook zogenaamde '**airbags**', een luchtkussen dat wordt opgeblazen door de vliegwind en bij een crashlanding door een klep worden afgesloten.



Fig. 1.9 Harnas

Deze laatste biedt echter tijdens het begin van de start nog geen bescherming. De piloot maakt zich in het harnas vast met twee **beenbanden** en een **borstband**, welke met snelsluitingen zijn uitgerust. De sluitingen behoeden voor ongewenst openen. Ook kunnen er twee zogenaamde **diagonaalriemen** of **kruisbanden** aanwezig zijn. Zij zorgen ervoor dat het scherm in turbulentie stabiel vliegt. Ook komt de piloot minder scheef te hangen, wanneer een deel van het scherm inklappt. Een nadeel van strak aangetrokken diagonaalbanden is dat ze de mogelijkheden beperken om met **gewichtsverplaatsing** het scherm te besturen. In moderne harnassen worden kruisbanden ook wel

geïntegreerd in de andere banden. Op borst- tot middelhoogte zijn aan het harnas de karabijnhaken bevestigd, waarmee het harnas aan de risers van het scherm wordt gekoppeld. Het harnas kan uitgerust worden met een zogenaamd **speedsysteem** (of **accélérateur**) waarmee de maximale snelheid van het scherm iets verhoogd kan worden (zie hiervoor hoofdstuk 3, Aërodynamica). Meestal wordt dit via een katrollen- / lijnensysteem met de voeten bediend. Dit systeem kan echter alleen gebruikt worden in combinatie met schermen die hier speciaal voor geschikt zijn. Sommige modellen, vooral tandemschermen zijn uitgerust met **'trimmers'**. Met een schuifklem is het mogelijk de lengte van de achterste risers te verstellen, waardoor verschillende snelheden gevlogen kunnen worden. Dit systeem wordt met de hand bediend.

Het materiaal van het harnas is meestal polyamide, (nylon). Een harnas kan ook slijten, vooral wanneer de start en/of landing niet helemaal volgens plan verloopt. Naden en banden dienen regelmatig gecontroleerd te worden. De haken en sluitingen worden van roestvrij staal of aluminium gemaakt. Hierin moet een keurmerk zijn geslagen dat de maximale **werkbelasting** aangeeft, de zogenaamde SWL-waarde (save working load). Deze is voor karabijnhaken 400kg; de breeksterkte is (5x zoveel) dus minimaal 2000 kg.

1.4 Het reservescherm / noodscherm

Het reddingsscherm is er in vele modellen en maten, al of niet stuurbaar en zelfs in het model van een vleugelprofiel. Gelukkig is gebruik van het reddingsscherm niet of zelden nodig. Het scherm dient een goedkeuring te hebben, te voldoen aan je gewichtsbereik en dient volgens de fabrieksopgave elke 6 maanden opnieuw te worden gepakt. Dit dient volgens de handleiding door een ervaren pakker te worden gedaan om verkleefing van de stof te voorkomen en zo een snelle openingstijd te halen. De maximale levensduur is 10 jaar. Deze kan soms met een keuring nog met 2 jaar worden verlengd.

Het reddingsvalscherm dient aan het harnas bevestigd te zijn. Het meenemen van een reddingsvalscherm tijdens de vlucht is in de meeste landen verplicht boven een bepaalde hoogte. (Nederland boven 100 m) Wanneer het hoofdscherm ernstig beschadigd raakt, bijvoorbeeld door een botsing of wanneer na het inklappen van (een gedeelte van) het scherm dit niet meer wil openen ('cravatte'), kan het werpen van het reservescherm uitkomst bieden. De situaties waarin je wel of niet het reddingsvalscherm moet werpen en hoe dit moet gebeuren komen in hoofdstuk 6 'Vliegpraktijk voor gevorderden' ter sprake.

Er bestaan verschillende systemen reddingsvalschermen: een werpsysteem en een ballistisch systeem. Het meest voorkomend is het werpsysteem. Het is een eenvoudig, stabiel en goedkoop systeem. Een reddingsvalscherm heeft meestal de vorm van een parachute: de halve bol, al dan niet uitgerust met middellijn (figuur 1.10). Het wordt op de buik, de zij of de rug gedragen. De lijnen van het reddingsvalscherm komen samen in een punt en worden met behulp van de **bridle** aan het harnas bevestigd. Het scherm is opgevouwen verpakt in een **binnencontainer**, die zich weer in een, aan het harnas bevestigde, **buitencontainer** bevindt. Aan de binnencontainer zit een handvat dat uit de buitencontainer steekt.

Het ballistische systeem, waarbij het noodscherm wordt weggeschoten (meestal door gasdruk) wordt maar door weinig piloten gebruikt. Nadeel van dit systeem is, dat

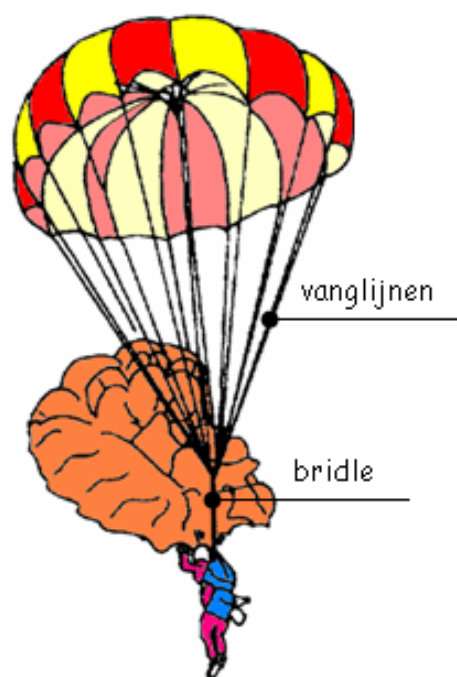


Fig. 1.10 Noodscherm

het meestal maar naar een zijde weggeschoten kan worden; dit kan wel eens de verkeerde kant zijn.

Het voordeel van de koepelvorm is de snelle opening en de kleine pakmaat. Het heeft echter ook een aantal nadelen. Het heeft geen horizontale snelheid en daardoor geen stuurmogelijkheden. De piloot daalt daardoor recht naar beneden (voor zover er geen wind is natuurlijk) en hij moet maar afwachten waar hij terechtkomt. Bovendien is de daalsnelheid, hangend aan een reddingsvalscherms, een stuk hoger dan vliegen met het hoofdscherms. Het is dus verstandig de landing te beëindigen met een parachutistenrol (zie hoofdstuk 6, 'Vliegpraktijk voor gevorderden').

1.5 Kleding

Bij schermvliegen is het dragen van een helm verplicht. Speciale helmen voor schermvliegen zijn lichter dan motor- of bromfietshelmen, en bieden meer bescherming dan de meeste fietshelmen. Bovendien is het gezichtsveld groter hetgeen van belang is voor het zien van andere schermvliegers. De oren mogen echter niet volledig door de helm worden afgedekt, omdat het gehoor belangrijk is voor het vaststellen van de snelheid, het opmerken van ander vliegverkeer en een belangrijke bijdrage levert in het 'contact' met het scherm. Kleding is een belangrijk aspect voor ons vliegers. Het beschermt ons voor invloeden vanaf buiten zoals wind en koude. Bij een niet zo goed uitgevoerde start of landing is een korte broek en blote armen geen optie en handschoenen een must. Een niet te verwaarlozen aspect is de gevoelstemperatuur tijdens het vliegen.

Een regelmatig vliegende piloot zal, naast een eigen scherm, veel plezier hebben aan een speciaal voor deze sport ontworpen overall. Bovendien is het noodzakelijk om stevige, hoge schoenen te dragen die de enkels beschermen bij start of harde landing op oneffen terrein. Er zijn speciale schoenen voor schermvliegen in de handel.

1.6 De lierinstallatie

Om in het vlakke Nederland in de lucht te kunnen komen moet er gebruik worden gemaakt van een lierinstallatie. Vroeger werd er nog wel eens een kabel aan een auto bevestigd waarmee de piloot dan omhoog werd getrokken. Met valscherms wordt deze methode nog wel eens toegepast, maar voor schermvliegtoestellen is deze methode veel te gevaarlijk. Het gevaar is dat de trekkracht niet begrensd wordt, waardoor het scherm bij het binnen vliegen van een thermiekbel of een plotselinge toename van de wind kan overtrekken.



Fig. 1.11 Lier

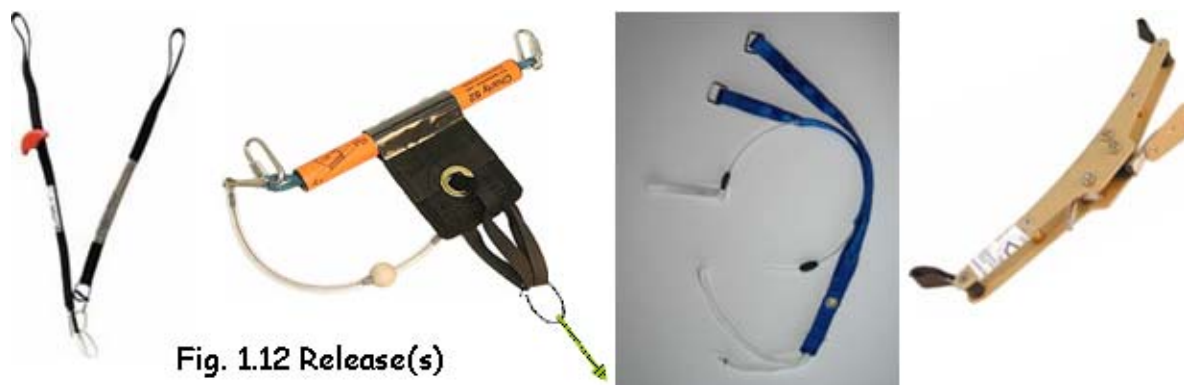
Tegenwoordig wordt voor het lieren van schermvliegtoestellen en zeilvliegers uitsluitend gebruik gemaakt van een **stationaire lier** (figuur 1.11). Deze lierinstallatie staat vast opgesteld en is meestal op een aanhanger bevestigd. De overbrenging tussen motor en kabeltrommels kan mechanisch zijn of hydraulisch. Maar ook bij de mechanische overbrenging wordt er altijd gebruik gemaakt van een automatische (meestal hydraulische) koppeling of koppelvormer. Degene die een dergelijke lierinstallatie

bedient staat altijd met het gezicht naar de piloot, zodat hij precies kan zien wat er tijdens het lieren gebeurt. De lierkabel wordt vrijwel uitsluitend van het lichte en sterke Dyneema gemaakt, met een breeksterkte van zo'n 600 kg. De lier moet voorzien zijn van een kapinstallatie om snel en doeltreffend de kabel in geval van nood te kunnen kappen. Aan het eind van de lierkabel zit een kleine koepelparachute (doorsnede ongeveer 1 m) om de kabel op spanning te houden wanneer hij na het afkoppelen ingehaald wordt. Dit kleine parachute

wordt meestal **dropchute** genoemd. Tussen dropchute en piloot zit nog een stuk kabel van tenminste 2 m lengte.

1.7 Speciaal materiaal

Voor het starten met een lier is nog een bijzonder onderdeel nodig, dat aan het harnas van de piloot wordt bevestigd: de **release** (figuur 1.12). Aan de release wordt de sleepkabel bevestigd en de piloot kan door aan een hendeltje of lijn te trekken, de kabel ontkoppelen (releasen).



Voor vluchten boven 100 m is het voor brevet-2 en -3 houders verplicht om een **hoogte- / variometer** mee te nemen. De hoogtemeter geeft uiteraard weer hoe hoog de piloot zich bevindt ten opzichte van een van tevoren ingestelde waarde. Afhankelijk van de geplande vlucht is het handig om de hoogtemeter op het geplande landingsterrein (QFE) te ijken of de hoogte boven zeeniveau (QNH) (overlandvluchten) in te stellen. Een variometer geeft de verticale snelheid hoe snel de piloot omhoog of omlaag gaat. Dit instrument is handig om een beeld te krijgen van stijg- en daalwinden (zie hiervoor ook de hoofdstukken 6, 'Vliegpraktijk voor gevorderden' en 7, 'Navigatie'). Meestal worden hoogte- en variometer gecombineerd in één instrument. Soms kan zo'n instrument ook gegevens van de vlucht opslaan en later direct of via een PC weergeven. Op deze manier kan de vlucht geanalyseerd worden.

Vliegscholen gebruiken radio's voor communicatie met de leerlingen tijdens de vlucht. Veel privé-piloten gebruiken ook een portofoon om met elkaar te kunnen communiceren. Hiervoor is in de meeste landen een speciale vergunning vereist. Het is ook mogelijk via 70 cm -radio's te gebruiken (de LPD, Low Power Device of PMR, Personal Mobile Radio) Voor deze band is in veel landen geen vergunning nodig.

Wanneer een piloot zover is gevorderd dat hij overlandvluchten mag maken dan wordt onder andere ook een speciale kaart en een kompas meegenomen. Ook bestaat er de mogelijkheid om met **GPS (Global Positioning System)** gebruik te maken van satellietnavigatie.

1.8 Aanbevolen nood- en reddingsmiddelen

Het is raadzaam om bij elke vlucht een aantal hulpmaterialen mee te nemen.

Onderstaand een lijstje van materialen die in bijzondere gevallen van pas kunnen komen.

- Portofoon (met noodfrequentie)
- Mobiele telefoon (GSM)
- Fluitje
- Reddings snoer (minimaal 20 meter)
- Karabijnhaak
- Reddingsdeken
- EHBO- setje

- Mes (bij voorkeur een zgn. hookknife) (figuur 1.13)
- Water
- Lijst met belangrijke telefoonnummers
- Voor de benodigde papieren, zie het Reglement Schermvliegen.



Fig. 1.13 Hookknife

1.9 Het behoud van het materiaal

Schoonmaken van het materiaal mag alleen met lauw water, eventueel met wat zuivere zeep erbij. Daarna met schoon water naspoelen en laten drogen (niet in de zon). Gebruik nooit een oplosmiddel zoals thinner. Het materiaal smelt wanneer het met hete voorwerpen in aanraking komt. Pas dus erg op met vuur (sigaretten). Het is sterk af te raden in de buurt van een schermvliegtoestel te roken. Het kan geen direct kwaad om het scherm nat in te pakken, maar het moet dan wel zo snel mogelijk te drogen worden gehangen, uiteraard niet in de zon. Het liefst in een donkere ruimte.

Aramidevezels (lijnen) kunnen slecht tegen knikken. Het is daarom raadzaam om niet op de lijnen te gaan staan en te zorgen dat ze niet achter scherpe stenen of ijsbrokken blijven haken. Bij het opvouwen er op letten dat er geen lijnen in de verdrinking zitten.

Polyetheen vezels (Dyneema) kunnen veel beter tegen knikken, maar kunnen onderhevig zijn aan krimp en rek.

Bij het opvouwen en opslaan van het materiaal moet goed op ongedierte worden gelet, sommige beestjes vreten echt alles of scheiden in dode vorm een bijtend zuur af.

Elke fabrikant geeft uitgebreide informatie bij zijn materiaal. Een goed piloot leest dit aandachtig door en houdt zich hieraan.

1.9.1 Tips voor gebruik en controle

Een korte samenvatting wat wel en vooral niet met het materiaal gedaan mag worden.

- Laat het scherm nooit met de instroomopeningen op de grond slaan. De drukgolf die zo ontstaat kan grote schade aan het materiaal en met name de naden aanbrengen.
- Vermijd bij het uitpakken en opzetten van het scherm oppervlakken, waarop zich scherpe of puntige voorwerpen bevinden, die het scherm kunnen beschadigen. Denk ook aan mest (is zuur).
- Wanneer een of andere onregelmatigheid aan het scherm ontdekt wordt, vlieg dan niet maar laat het door een erkend reparateur of fabrikant controleren.
- Gebruik nooit oplosmiddelen om scherm te reinigen. Verwijder vlekken met een natte spons, eventueel wat vloeibare zeep.
- Rook nooit in de buurt van een scherm houdt het op grote afstand van vuur.
- Leg geen zware voorwerpen op het scherm.
- Gebruik de pakzak met scherm erin nooit als zitkussen.
- Verwijder regelmatig zand en steentjes.

1.9.2 Opbergtips

- Laat het scherm niet in direct zonlicht liggen.
- Laat het scherm niet langer dan nodig nat opgeborgen liggen.
- Laat het scherm niet langer dan nodig op plaatsen liggen waar de temperatuur en luchtvochtigheid hoog kunnen oplopen, zoals bijvoorbeeld in een auto.
- Houdt het uit de buurt van accuzuur.
- Vouw het scherm luchtig en met een groter volume op als er langere tijd niet mee gevlogen wordt.
- Zorg dat je je harnas zo neerlegt dat de reserve niet vuil of vochtig wordt.
- Hang de reserve een paar dagen in een droge ruimte uit voordat deze opnieuw gevouwen wordt.

2 PRAKTIJK

Par.		Blz.
2.1	Vluchtvoorbereiding	17
2.2	Het harnas en het uitleggen van het scherm	17
2.3	Starten	19
2.3.1	Opzetten	19
2.3.2	Lierstart	19
2.3.3	Traplieren	20
2.3.4	Kabelbreuk	21
2.3.5	Bergstart	21
2.4	Veel gemaakte berg- en lierstartfouten	22
2.5	Vrije vlucht	22
2.5.1	In de bocht	24
2.6	Landen	25
2.7	Reddingsvalscherf	28
2.8	Inpakken en wegwezen	28
2.8.1	Het opvouwen van het scherm	29

De inhoud

2 PRAKTIJK

Praktijkervaring kan natuurlijk nooit uit een boek worden opgedaan, uiteindelijk zal een piloot het werkelijke vliegen bij een erkende vliegschool moeten leren.

Bewust wordt er in dit hoofdstuk niet te veel in detail getreden, zodat er ruimte voor de schermvliegscholen blijft om op hun eigen manier te werk te gaan.

Dit hoofdstuk kan wel als leidraad en naslagwerk dienen.

2.1 Vluchtvoorbereiding

Voordat met vliegen kan worden begonnen moet de piloot zich er eerst van overtuigen, dat de omstandigheden wel juist zijn. Uiteraard moet het weer geschikt zijn; deze materie is echter zo uitgebreid, dat hier een apart hoofdstuk in dit boek aan gewijd is: hoofdstuk 4 Meteorologie. Wanneer de beoogde landingsplaats niet dezelfde is als de startplaats (bij bergstarts zal dit in het algemeen zo zijn) moet het landingsterrein van tevoren worden geïnspecteerd.

Aandachtspunten zijn dan:

- Heeft de piloot toestemming om de startplaats en het landingsveld te gebruiken?
- Hoe groot is het landingsveld?
- Is er een windzak aanwezig en wat is de windrichting?
- Zijn er obstakels in de buurt (hoogspanningsleidingen, huizen, bomen etc.)?
- Wat zijn de afspraken ter plekke ten aanzien van het landingscircuit? (Dit wordt verklaard bij de paragraaf 'landen').

Het is een goede gewoonte om op de landingsplek met andere, meer ervaren, lokaal bekende piloten de situatie te bespreken.

Op de startplaats aangekomen let de piloot natuurlijk ook goed op de omstandigheden, de windzak en andere piloten. Wanneer een gebied onbekend is, start dan nooit als eerste.

Overleg met piloten die in dit gebied wel bekend zijn en laat ze voorgaan. De piloot moet er aan denken, dat op de plaats waar hij wil starten hij altijd de start moet kunnen afbreken, wanneer bijvoorbeeld het scherm niet goed boven hem komt te staan of er een knoop in de lijnen zit. Wanneer de startplaats klein is, is het de gewoonte je buiten de startzone zoveel mogelijk vliegklaar te maken en met een fieldpack naar de start te lopen.

Er wordt ook altijd van tevoren een vluchtplan gemaakt. Hiermee bepaalt de piloot welke route hij gaat vliegen, hoe lang hij in de lucht denkt te blijven, hoe hij het landingsveld benadert enzovoort. Het kan noodzakelijk zijn dit plan tijdens de vlucht aan te passen wanneer de omstandigheden dit noodzakelijk maken.

Op een lichterterrein ligt het landingsveld meestal vlak bij de startplaats. Op het lierveld is altijd een startleider aanwezig, waarmee de piloot zich voor dat hij kan vertrekken in verbinding moet stellen. De startleider zal vertellen wanneer de piloot aan de beurt is om opgelierd te worden en waar en hoe hij moet landen. De aanwijzingen van de startleider of instructeur moeten altijd opgevolgd worden.

2.2 Het harnas en het uitleggen van het scherm

Bij het aantrekken van het harnas moet er uiteraard goed op gelet worden dat alle sluitingen en banden goed en dus niet gedraaid zitten. Van alle banden zijn de beenbanden het belangrijkste. De beenbanden moeten dan ook het eerst vastgemaakt worden. Wanneer deze bij de start niet goed dicht zitten, is de kans om na het opstijgen nog goed in het harnas te komen uiterst gering, met vaak fatale gevolgen.

De helm moet opgezet worden voordat de piloot zich vastkoppelt aan het scherm. Wanneer de wind plotseling vat krijgt op het scherm is de piloot tenminste beschermd.

Het scherm wordt met het bovendoek op de grond neergelegd met de dichte kant in de startrichting. Bij de meeste schermen kunnen de instroomopeningen het beste volgens een cirkelboog worden uitgelegd, zodat het scherm bij het opzetten vanuit het midden gevuld wordt, de middelste lijnen spannen dan als eerste. Dit is belangrijk. De piloot kiest zijn

startpositie midden voor zijn scherm en zijn startrichting in het verlengde van de middelste cellen van zijn scherm. Alle lijnen moeten uiteraard zichtbaar, netjes en vrij liggen, waarbij de stuurlijnen nog eens extra naar de buitenkant van het scherm weggelegd worden. Zorg ervoor dat de stuurlijnen goed ten opzichte van de risers liggen. Het aantal piloten dat vertrekt met een stuurlijn die om de risers heen gedraaid zit, is onvoorstelbaar groot. Een goede manier om dit te voorkomen is de risergroep met de A-riser naar boven in de elleboog te leggen. Dan onderlangs de rem te pakken en bovenlangs de A-riser.

De stabilisatiepanelen (de buitenste gesloten cellen ongeveer 0,5 tot 1 m) kunnen het beste naar binnen gevouwen worden, zodat de piloot zeker weet dat ook de buitenste lijnen niet onder het scherm liggen, wat een **line-over** tot gevolg kan hebben.

Voor het aantrekken van het harnas wordt de borgpen van de reserve gecontroleerd. Niets is vervelender dan dat tijdens of vlak na de start het pakketje uit zijn container valt en we ongewenst aan een reservescherm komen te hangen. Het is ook raadzaam na een val, bij bijvoorbeeld een misstart, dit opnieuw te controleren. Het releasehandel kan losgeraakt zijn.

Vlak voordat de piloot begint met het opzetten van het scherm controleert hij nog eens alles. Er zijn diverse manieren om deze check snel en handig uit te voeren. De meest gebruikte staat hieronder beschreven. Deze controle bestaat uit 5 punten, en wordt daarom ook wel de **5 punten-check** genoemd.

Alle punten moeten altijd in deze volgorde uitgevoerd worden, zodat er zekerheid bestaat dat niets overgeslagen wordt. De eerste 3 punten hebben betrekking op de uitrusting, die als het ware van beneden naar boven wordt gecontroleerd. De twee laatste punten hebben betrekking op de omstandigheden.

De 5 punten-check (figuur 2.1):

1. Piloot
2. Lijnen
3. Scherm
4. Wind
5. Luchtruim

Piloot

Schoenveters worden gecontroleerd. Alle sluitingen van het harnas worden van beneden naar boven gecontroleerd. De sluiting van de helm hoort hier ook bij. De piloot dient de A-risers en de remmetjes in de hand (met handschoenen) te hebben en wel zodanig dat de stuurlijnen vrij door de katrolletjes lopen. Staat de variometer aan en is die goed ingesteld. Voor leerlingen is hier ook de radio check van belang.

Lijnen

Bij de lijnencontrole moet er op gelet worden of alle lijnen vrij vanaf de risers naar het scherm lopen, zonder knopen, vrij van takjes en obstakels en of de risers en/of stuurlijnen niet gedraaid zitten. Tevens kan door middel van voorzichtig strak trekken van de lijnen getest worden of de piloot exact in het midden van het scherm staat. Hierbij niet achterom kijken want dan wordt de ene hand verder naar voren bewogen dan de andere.

Scherm

Bij de controle van het scherm moet de piloot goed op de instroomopeningen letten. Zijn deze goed geopend en is het scherm nergens omgewaaid? Ligt het scherm in een goede boog?

Wind

Vlak voor de start wordt windkracht en richting nog even gecontroleerd.

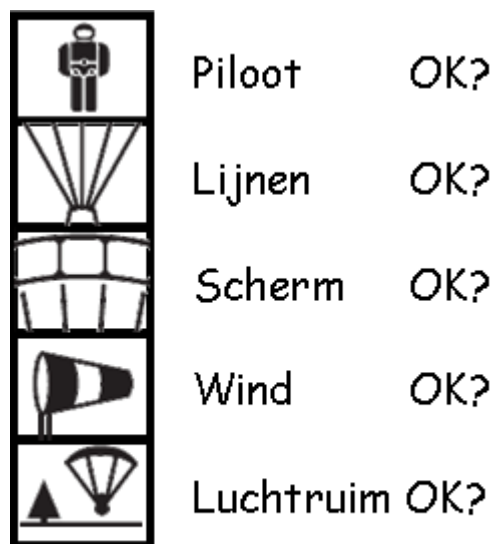


Fig. 2.1 '5-puntencheck'

Luchtruim

Het luchtruim dient boven, onder, links en rechts, voor en achter te worden gecontroleerd op de aanwezigheid van medepiloten of op landende piloten. Verder moet op de startplaats gekeken worden of andere piloten ook van plan zijn te starten en of omstanders niet in de weg staan.

2.3 Starten

Omdat het starten van een helling iets anders verloopt dan het starten met een lier, worden deze twee startmethoden apart behandeld.

Om enkelfracturen te voorkomen wordt, vooruitlopend op de start, het af te leggen looptraject gecontroleerd op obstakels en / of kuilen.

2.3.1 Opzetten

De start begint met het opzetten. Hieronder wordt verstaan het recht boven het hoofd opzetten van het scherm. Het opzetten gebeurt vanuit de uitgangshouding. De armen opzij uitgestoken en licht gebogen en de A-risers strak. De eerste passen zijn van gematigde snelheid. Onder een constante trekkracht stijgt het scherm tot boven de piloot en hij voert de armen mee naar boven. Zodra het scherm boven hem staat laat hij de A-risers los en gebruikt de remmen om het scherm boven zich te stabiliseren. Afhankelijk van de hoeveelheid wind zal de piloot moeten lopen om het scherm de nodige luchtsnelheid te geven. De uiteindelijke opzettechniek verschilt per schermtypen en lichaams grootte van de piloot.

Veel gemaakte opzetfouten zijn:

- Te grote versnelling bij de eerste stappen. Het scherm komt slecht of veel te snel omhoog en is daardoor oncontroleerbaar en gevoelig voor inklappers.
- Te vroeg loslaten van de A-risers. Het scherm blijft achter de piloot hangen.
- Te laat loslaten van de A-risers. Het scherm kan niet met de stuurlijnen gecorrigeerd worden.
- De A-risers worden, door het niet gestrekt houden van de armen naar beneden getrokken. Het scherm klapt aan de voorkant in. Dit gebeurt vooral wanneer tijdens het opzetten naar de grond wordt gekeken in plaats van naar de horizon, naar het punt waar men naartoe wil lopen.
- Niet, te laat of juist te veel remmen.

2.3.2 Lierstart

Het principe van het starten met een lier is hetzelfde als een bergstart. Er zijn echter meer personen bij betrokken dan bij een bergstart en dus is een goede communicatie erg belangrijk.

In eerste instantie is dat natuurlijk de persoon die de lier bedient, de lierman (m/v). Verder is er op een lierterrein, wanneer er praktijkonderricht gegeven wordt altijd ook een instructeur of hulpinstructeur aanwezig die als **startleider** dienst doet. Omdat de startleider en lierman ver van elkaar zijn verwijderd, is er steeds radiocontact tussen deze personen. Vaak heeft de piloot ook radiocontact met de grond, zeker wanneer de piloot een leerling is.

Om de communicatie goed te laten verlopen zijn er een paar afgesproken commando's, deze verschillen per vliegschool en /of lierterrein. Belangrijk is natuurlijk dat ze van tevoren goed doorgesproken zijn.

De volgende commando's kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden:

“KABEL STRAK TREKKEN”

Dit is om een eventuele bocht uit de lierkabel te halen, er is nog geen piloot aangekoppeld. Ook om ingeval er twee kabels op de lier zitten deze niet verward kunnen raken.

“NAAM PILOOT, SCHERMTYPE EN GEWICHT (ERVARING PILOOT) “

“VOORSPANNING “

De lierman zet nu zoveel spanning op de kabel dat het scherm opgezet kan worden.

“START, START, START “

Wanneer het scherm goed boven de (leerling)piloot staat zal de startleider dit aan de lierman doorgeven. De lierman verhoogt de kabelspanning en er kan gestart worden. Zelfstandige piloten zullen deze beslissing zelf nemen en door ‘start start start’ te roepen dit duidelijk maken aan de eventuele startleider die de lierman informeert.

“STOP, STOP, STOP”

Wanneer het scherm niet goed boven de piloot staat, dan is er iets niet in orde met het scherm of met de piloot. De lierman zal de spanning van de kabel onmiddellijk wegnemen en de piloot moet opnieuw beginnen.

De piloot is aan de lierkabel afhankelijk van de lierman en instructeur en moet al hun instructies nauwkeurig opvolgen.

Hier is natuurlijk ook nog eens zoiets als gezond verstand. Ook een lierman of instructeur kan zich vergissen, b.v. in ‘links’ en ‘rechts’. Is een aanwijzing volkomen onlogisch doe dan niet blindelings wat er gezegd wordt. Een mogelijk onlogische opdracht zal door de opdrachtgever altijd nadrukkelijk worden herhaald om vergissingen te voorkomen.

Normaal zal de lierman aangeven, wanneer de piloot de kabel moet losgooien, door spanning van de kabel te verminderen en vervolgens de mededeling: **“SPANNING IS ER AF; ONTKOPPELEN”** te geven. De piloot duwt om te ontkoppelen op de hefboom of trekt aan het relesetouw of pin, afhankelijk van het releasesysteem. Hij let goed op of de kabel werkelijk losgekomen is. Het releasen dient natuurlijk van tevoren op de grond uitgebreid geoefend te worden, zodat de piloot goed bekend is met het systeem. Aan het eind van de lierkabel zit een kleine remparachute. Het is duidelijk te zien dat de parachute opengaat, wanneer de kabel goed losgekomen is. Wanneer de piloot zelf vindt dat het tijd wordt om los te koppelen, om welke reden dan ook, kan hij het volgende doen:

1. hij spreidt / sluit zijn benen
2. hij meldt dit via de radio aan de lierman
3. hij doet beide.

De lierman zal dan de spanning van de kabel afhalen.

Doordat het stijgen nu ophoudt krijgt de piloot even het gevoel alsof hij vrij snel naar beneden gaat, maar dat verdwijnt weer snel als de daalsnelheid eenmaal constant is geworden. Ontkoppel niet als de spanning nog op de kabel staat. Dit geeft namelijk een abrupte krachtsvermindering op het scherm en als gevolg daarvan kan het scherm gaan pendelen. Ook de lierman is hier niet gelukkig mee, de kabel kan om de trommel slaan.

2.3.3 Traplieren

Met de moderne lierinstallaties is het mogelijk om het zogenaamde traplieren toe te passen. Nadat de piloot hoger dan 200 m boven de lier is aangekomen kan hij met aangekoppelde kabel terugvliegen. Beneden de 200 m hoogte is het veiliger te ontkoppelen. Nadat de lierman

de trekkracht van de kabel heeft laten wegvallen maakt de piloot een lange vlakke bocht van 180°. Wanneer hij een reservescherm heeft, dat opzij zit gemonteerd, draait hij in de richting van het reservescherm. Dit heeft tot gevolg dat de lierkabel na de draai aan die kant komt te hangen waar de reserve niet zit. De piloot tracht nu zoveel mogelijk met de wind mee te vliegen; dit hoeft dus niet terug naar de startplaats te zijn. De lierman zal eventuele correcties doorgeven omdat het uit zijn positie het beste bepaald kan worden in welke richting de piloot moet wegvliegen. Doordat er met de wind mee gevlogen wordt zal dit gedeelte vrij snel verlopen. Wanneer de lierman het zegt of wanneer de piloot tussen de 50 de 100 m hoogte komt moet er weer teruggedraaid worden. Uiteraard met een bocht in tegengestelde richting als de initiële bocht, zodat de kabel niet een keer om de piloot gedraaid is bij de volgende trap. Wanneer de piloot weer recht op de lier afvliegt zal de lierman de spanning op de kabel weer opvoeren en de piloot zal weer verder omhoog getrokken worden. De tweede trap kan dus altijd recht tegen de wind in plaats vinden ook als er met crosswind gestart is. Dit proces kan een aantal malen herhaald worden om tot voldoende hoogte opgelierd te worden.

2.3.4 Kabelbreuk

Het kan altijd een keer gebeuren dat de kabel breekt tijdens het lieren. Het is van het grootste belang, dat de lierman de piloot de eerste 20 á 30 m (hoogte) niet te hard en steil van de grond trekt. Wanneer hij dit wel doet kan de door de kabelbreuk veroorzaakte pendel zodanig dat de piloot net in een voorwaartse pendel aan de grond komt en dus een harde landing maakt of net in een achterwaartse pendel en dan op de rug terechtkomt.

Het is voor de lierman niet altijd eenvoudig in te schatten hoeveel gas te geven, dit is namelijk sterk afhankelijk van de wind en het gewicht van de piloot. Hier is dus de communicatie van de startleider en de lierman van groot belang. Wanneer de piloot zich tussen de startplaats en de lierinstallatie bevindt, kan hij het beste de rest van de kabel direct afwerpen. Het restant zal dan waarschijnlijk op het lierveld terechtkomen. Bij het traplieren is het mogelijk dat de piloot nog is aangekoppeld, maar zich buiten het lierterrein bevindt. Ook dan moet de piloot de rest van de kabel afkoppelen, maar als het kan in de hand blijven houden. Wanneer de kabel nu aan de grond iets raakt of blijft steken, kan de piloot hem onmiddellijk loslaten. De bedoeling is echter dat de piloot het restant kabel op het lierterrein probeert af te werpen.

Een niet goed met de schermvliegsport bekende piloot zou zich kunnen laten verleiden om zich met een lijn aan een vast voorwerp (of een auto) te verbinden om zich zo omhoog te laten trekken. Een uitleg van wat er kan gebeuren voert in dit kader te ver, maar vergelijk het met het duiken van een ouderwetse vlieger met te weinig gewicht aan de staart voor de heersende wind. Doe dit absoluut niet. Het is LEVENSGEVAARLIJK.

2.3.5 Bergstart

Een start bestaat uit drie fasen.

1. Het opzetten van het scherm
2. De controle of het scherm goed gevuld boven de piloot staat en alle lijnen vrij zijn.
3. De versnellingsfase om goed en snel los te komen.

Wanneer het scherm boven de piloot staat voert hij de **controleblik** op het scherm uit. Dit laatste is erg belangrijk, de piloot weet nu zeker of het scherm helemaal geopend is en of er geen knopen of takjes in de lijnen zitten. Wanneer er in de versnellingsfase nog moet worden afgebroken dient dit te gebeuren door aan één zijde de rem volledig door te trekken. Hierna begint hij opnieuw met het uitleggen van het scherm. Naar welke kant je de start afbreekt is afhankelijk van de (cross)wind en eventuele obstakels.

Als het scherm goed staat versnelt de piloot, remt lichtjes aan, totdat hij alleen nog maar met zijn voeten in de lucht kan zwaaien. Een veel gemaakte fout is het te vroeg in het harnas springen, terwijl de piloot nog niet helemaal los van de grond is. Het scherm kan het extra gewicht dan nog net niet dragen en zal meteen weer beginnen te dalen. Niet altijd zal het scherm meteen de gewenste startrichting op gaan. In zo'n geval moet de piloot als eerste onder het scherm lopen en direct aan de stuurlijn trekken aan de kant waar hij naar toe wil. Wanneer deze beide handelingen niet het gewenste resultaat opleveren, is er waarschijnlijk sprake van teveel zijwind en is het misschien verstandiger om het op een ander tijdstip of op een andere startplaats weer te proberen.

Het is gevaarlijk om direct na het loskomen van de grond de remmen los te laten om relaxed achterover in het harnas te gaan zitten. Een onverwachte valwind of turbulentie kan het noodzakelijk maken om vlak na de start de benen nog even te gebruiken. Dit gaat slecht vanuit een zittende positie en een landing op het achterwerk kan al snel tot rugletsel leiden. Verder kan het nodig zijn accuraat op een 'inklapper' te reageren. Een goede piloot wacht met het gaan zitten tot een veilige hoogte en afstand van de berg is bereikt en hij de 'luchtruimcontrole' en 'uitrustingscontrole' heeft uitgevoerd.

2.4 Veel gemaakte berg- en lierstartfouten

Hieronder staan de meeste gemaakte startfouten op een rijtje:

1. Het scherm is niet in een boog uitgelegd.
2. De piloot staat bij het starten niet precies midden voor het scherm, waardoor het niet recht omhoog komt.
3. Wanneer het scherm toch één kant op trekt, wordt niet snel genoeg en voldoende in de richting meegelopen en tegengestuurd.
4. De risers worden te vroeg losgelaten, waardoor het scherm niet boven de piloot komt en eventueel weer terug valt.
5. De risers worden te lang vastgehouden, waardoor het scherm de piloot voorbij vliegt of de instroomopeningen weer dichtklappen.
6. De piloot kijkt gedurende de opzetfase naar de grond in plaats van naar de horizon, waardoor de A-risers naar beneden getrokken worden.
7. De controleblik wordt overgeslagen.
8. De piloot kijkt teveel naar het scherm en let niet op de richting en eventuele obstakels.
9. De startaanloop voert door een 'kuil', (een verlaging in het terrein), de lijnen naar het scherm zullen slap komen te staan en een vloeiende start is niet mogelijk, of de start mislukt.
10. Bij een afgebroken bergstart tijdens de versnellingsfase wordt toch met twee remmen gestopt, in plaats van één.
11. Meteen na het loskomen van de grond wordt er aan de remmen getrokken, waardoor met te weinig snelheid gestart wordt.
12. De piloot verzuimt licht aan te remmen en / of op tijd te versnellen, waardoor het scherm hem inhaalt en eventueel voor hem op de grond komt.
13. Te weinig snelheid maken (door aarzelen in de aanloop) na de beslissing om te starten.
14. De piloot gaat onmiddellijk na de start in het harnas zitten. Voordat een veilige hoogte is bereikt wordt als het ware het landingsgestel ingetrokken.
15. De piloot is na de start zo opgelucht dat hij niet meer goed oplet op ander vliegverkeer en zijn juiste vliegrichting.

2.5 Vrije vlucht

Het is belangrijk om na het vliegen weer veilig op de grond te komen. Vanaf de start bereidt de piloot zich dus al voor om veilig het geplande landingsterrein te bereiken.

Eerst een paar belangrijke definities en begrippen:

Assen.

Een scherm heeft drie assen waar het om kan bewegen (figuur 2.2).

- De langs-as is de denkbeeldige rechte lijn van de voorkant van het scherm naar achteren. Beweging rond de langs-as noemen we rollen.
- De dwars-as is de denkbeeldige rechte lijn van de vleugeltip naar vleugeltip. Beweging rond deze dwars-as noemen we knikken.
- De top-as, deze loopt van boven naar onder. Beweging rond deze top-as noemen we gieren.

De drie assen staan allen loodrecht op elkaar.

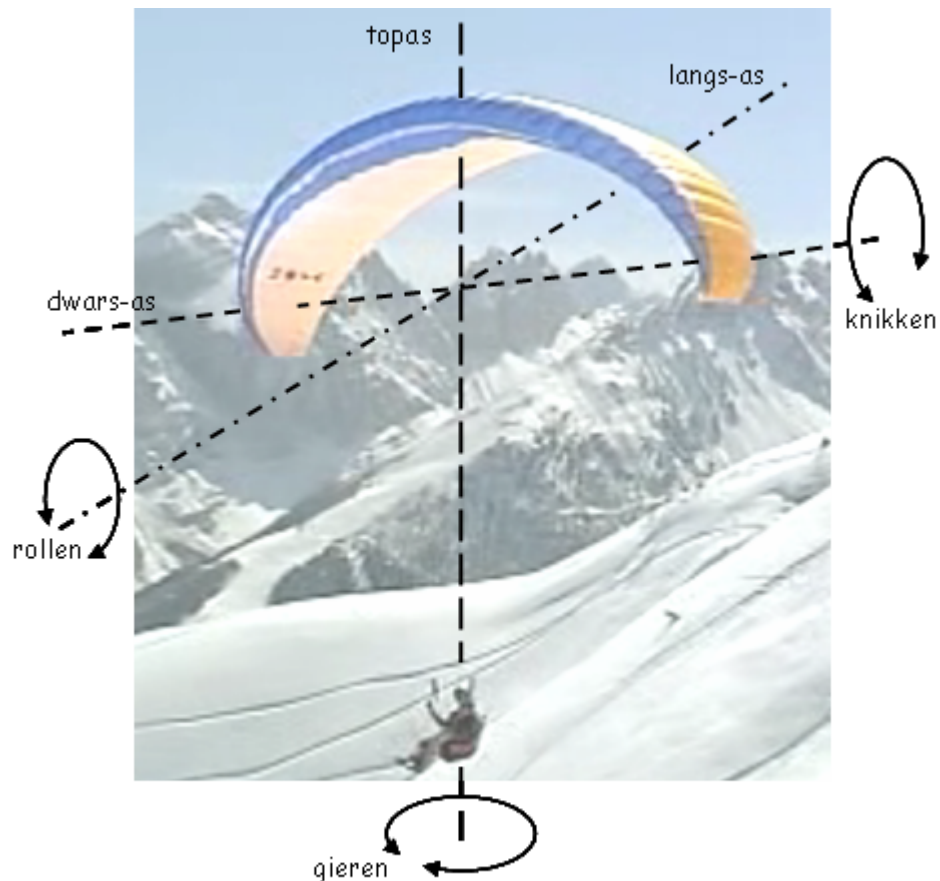


Fig. 2.2 De drie assen

Grondsnelheid.

Dit is de snelheid van het luchtvaartuig ten opzichte van de aarde.

Luchtsnelheid.

Dit is de snelheid van het luchtvaartuig ten opzichte van de omringende lucht.

Luchtsnelheid

(ook wel in windkracht uitgedrukt). Dit is de snelheid van de lucht ten opzichte van de aarde. De piloot dient altijd te beseffen dat hij met de wind mee een veel grotere grondsnelheid heeft dan tegen de wind in. Hij moet regelmatig naar beneden kijken om te zien of hij ten opzichte van de aarde nog wel voldoende vooruit komt om de landingsplek bereiken.

Uiteraard moet hij ook altijd beseffen dat de grondsnelheid niet dezelfde is als de **luchtsnelheid**, dat wil zeggen de snelheid van het luchtvaartuig ten opzichte van de omringende lucht.

Er bestaat een aantal noemenswaardige posities van de stuurlijnen met bijbehorende luchtsnelheden. De plaats van de handen ten opzichte van het lichaam is moeilijk aan te geven. Dit is afhankelijk van de instelling van de lengte van de remlijnen. In geval van twijfel kan beter iets minder geremd worden, dan teveel.

0 procent remmen.

De stuurlijnen zo hoog mogelijk of tegen het katrolletje. Het scherm vliegt nu met de maximale snelheid, die afhankelijk van het type scherm, ongeveer 38 km/u bedraagt. Bij sommige schermtypen kan de snelheid door middel van een zogenaamde **speedsysteem** nog iets verder verhoogd worden.

5 tot 10 procent remmen.

De stuurlijnen worden zover aangetrokken dat er net enige tegenkracht (2 à 4 kg) gevoeld wordt. Hierdoor krijgt de piloot via de stuurlijnen het contact met de bewegingen van het scherm. Dit wordt daarom ook **contactvliegen** genoemd. Dit is de veiligste positie van de stuurlijnen. Bij deze reminstelling creëert men ook bij de moderne schermen de beste glijhoek. En dit is ook de positie tijdens lieren, die ook de hoogste ontkoppelhoogte zal geven.

25 tot 35 procent remmen.

De stuurlijnen zo ver naar beneden, dat er duidelijk tegenkracht begint te ontstaan. De daalsnelheid neemt hierdoor af en blijf je langer in de lucht. Ook de voorwaartse snelheid neemt af.

35 tot 50 procent remmen.

De stuurlijnen nog verder naar beneden. De horizontale snelheid neemt nu nog verder af, maar de verticale snelheid ook nog enigszins. Dat wil zeggen het scherm gaat minder hard naar beneden dan bij de bovenstaande snelheden. Dit wordt de snelheid van het geringste dalen (zinken) genoemd (Engels: minimum sink).

50-100 procent remmen.

Meer dan 50 procent remmen is meestal niet zinvol omdat de prestaties van het scherm in dit gebied sterk achteruit gaan. Het is alleen bij de landing meestal noodzakelijk om zoveel te remmen.

Wanneer de piloot teveel remt (handen lager dan de heupen) begint voor veel schermen het gebied van overtrekken of '**stall**'. De luchtstroming kan het profiel niet meer volgen en de draagkracht zal wegvallen; een gevaarlijke situatie dus (zie ook hoofdstuk 3, 'Aërodynamica').

Voor turbulente omstandigheden geldt:

Contactvliegen is veiligheid.

2.5.1 In de bocht

De manier waarop een bocht gemaakt wordt, hangt voornamelijk af van de snelheid van het scherm op het moment dat de bocht ingezet wordt.

Bij volle snelheid één arm iets naar beneden bewegen.

Het scherm maakt een ruime bocht op hoge snelheid. Doordat de bocht zo ruim is zal het scherm niet schuin door de bocht gaan, waardoor het ook niet veel extra hoogte verliest. Dit is een goede methode om de koers te veranderen, aan de lier bijvoorbeeld.

Bij volle snelheid één arm voor 25 tot 35 procent en geleidelijk naar 50 procent remmen.

De bocht die het scherm maakt begint ruim, maar door de middelpuntvliedende kracht komt de piloot steeds schuiner onder het scherm te hangen. Hierdoor wordt de daalsnelheid ook groter. Dit proces gaat steeds verder door en de straal van de bocht zal afnemen en het gaat steeds steiler naar beneden. Na de eerste volledige cirkel merkt men dit effect al duidelijk en na de tweede wordt er al gesproken van een zogenaamde steilspiraal. Deze methode wordt vaak gebruikt om snel hoogte te verliezen. Om uit de spiraal te geraken moet de piloot rustig de stuurlijn weer omhoog brengen en eventueel de andere stuurlijn wat aantrekken. Het zal dan nog wel even duren voordat het scherm weer rechttuit vliegt. Er kan dan een pendelbeweging ontstaan die de piloot met goed getimede rembewegingen weer moet opheffen.

Vanuit 25 tot 35 procent remmen een arm omhoog en de andere verder naar beneden.

Omdat de snelheid nu niet erg groot is zal de middelpuntvliedende kracht niet groot zijn en het scherm gaat dus ook niet zo schuin en verliest ook niet zoveel hoogte. De bocht kan echter wel kort worden. Het scherm blijft zo ongeveer op de snelheid van het geringste dalen en daarom is deze techniek heel geschikt om in een thermiekbel rondjes te draaien. Pas op! Bij turbulente thermiek of turbulentie kan men eerder negatief gaan (zie hieronder).

Sturen door gewichtsverplaatsing.

Een bocht kan het beste worden ingezet door verplaatsing van het gewicht van de piloot, naar de kant die hij opwil, hierdoor wordt het scherm minder vervormd en blijven de vliegprestaties beter. Vaak is dit echter niet voldoende en zal er met behulp van de stuurlijnen meegestuurd moeten worden.

2.6 Landen

Landen moet bij voorkeur gebeuren op die plaats die daarvoor bedoeld is. Wanneer de piloot maar even denkt dat hij het geplande landingsterrein niet kan bereiken, dan kijkt hij goed in de omgeving rond of er alternatieven zijn die wel bereikt kunnen worden.

Probeer nooit ten koste van alles de landingsplaats te bereiken.

De landingsvoorbereiding bestaat uit hoogte afbouwen door middel van het vliegen van 360° bochten (rondjes dus) of achtjes. Dit gebeurt in het zogenaamde afbouwgebied, dat in principe bovenwinds van het landingsterrein ligt. Op deze manier kan de piloot altijd het landingsterrein met de wind mee bereiken.

Voor het landen wordt altijd een landingscircuit gevlogen (figuur 2.3).

Het vliegen van een circuit heeft als bedoeling dat elke piloot op dezelfde manier het landingsveld benadert. Het kan namelijk wel eens erg druk zijn in de buurt van een landingsveld, daarom is het goed om de landing op de juiste manier uit te voeren. De piloot dient in verband met de te verwachte drukte goed om zich heen te kijken; er zullen meer piloten zijn die ook op dit veld willen landen.

Vlieg nooit op geringe hoogte over het landingsterrein.

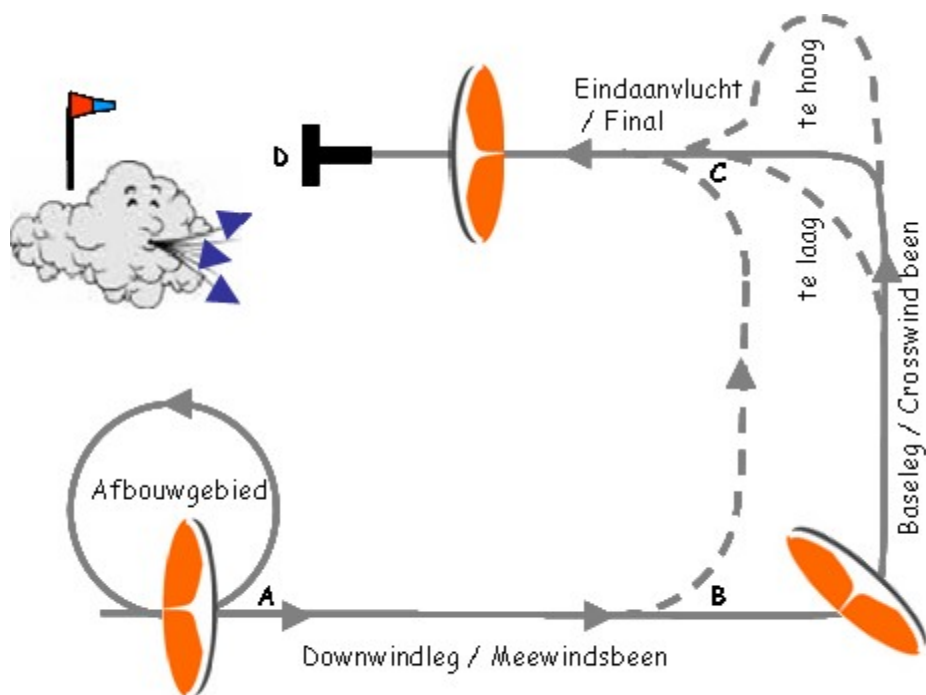


Fig. 2.3 Het U-circuit

Meestal wordt het linkshandig U-circuit gebruikt. Wanneer lokale procedures zijn gepubliceerd dienen deze altijd gevolgd te worden.

In figuur 2.3 is een linkshandig circuit te zien. Dit is de meest gebruikte manier om een circuit te vliegen.

De piloot zorgt er voor in punt A (aanknopingspunt) de juiste hoogte te hebben om aan het circuit te beginnen. In de buurt van punt A kan eventuele overtollige hoogte afgebouwd worden, hier ligt dus het **afbouwgebied**. Het afbouwen gebeurt meestal met rondjes vliegen. De draairichting is dezelfde als die van het te vliegen circuit, dus linksom voor een linkshandig circuit. Lokale regels hebben voorrang boven algemene regels. Het gedeelte tussen A en B noemen we het **meewindbeen of downwindleg**. Het stuk tussen B en C noemen we **dwarswindbeen of baseleg**. Het laatste gedeelte van de landing, het stuk tussen C en D heet de **eindaanvlucht of final**.

Dit stuk moet actief vliegend en snel gevlogen worden (5 - 15 procent remmen) omdat laag bij de grond altijd de veiligste snelheid aangehouden dient te worden.

Dit om drie redenen.

1. we kunnen de voorwaartse snelheid omzetten in een vermindering van daalsnelheid voor een zachte landing.
2. we zijn minder gevoelig voor de gevolgen van de gradiënt (zie hoofdstuk meteorologie).
3. bij de grond zijn we het meest kwetsbaar voor turbulentie.

Afhankelijk van de windsnelheid en -richting kan zowel de downwindleg als het baseleg verlengd c.q. verkort worden om zo goed mogelijk final in te gaan. Het kan noodzakelijk zijn op final nog kleine correcties aan te brengen doormiddel van S-jes. De laatste 5 sec van de vlucht moeten echter rechtuit gevlogen worden. Bijvoorbeeld bij sterke wind zal bij het ingaan van final nauwelijks meer sprake zijn van voorwaartse (grond)snelheid. Daarom is het van belang de downwindleg wat te verkorten, zodat de landingsplaats nog gehaald kan worden. Met sterkere wind moet de piloot op baseleg voorkomen dat hij te ver naar achteren verzet wordt. Ongeacht of final snel of iets minder snel gevlogen wordt, het laatste stukje moet de piloot met hoge snelheid (contact)vliegen. Hij komt tijdig uit zijn zitje. Pas wanneer hij ongeveer 1m boven de grond is, begint hij te remmen en met nog een 0,5 m lucht onder de voeten trekt hij de stuurlijnen volledig door (zover als hij kan).

De voorwaartse snelheid wordt op deze manier omgezet in vermindering van daalsnelheid. Dit heet **flaren**. Bij een goede landing raakt de piloot precies de grond op het moment dat zowel zijn horizontale als verticale snelheid minimaal zijn geworden. Wanneer de piloot zijn voeten op de grond zet in een cirkel met de landingsmarkering als middelpunt en een straal van 15 m, spreken we van een **doellanding**. Een piloot dient er altijd voor te zorgen, dat zijn scherm na de landing achter hem neer komt. Wanneer het scherm na de landing over de piloot heen zou schieten bestaat het gevaar dat het scherm met de instroomopeningen het eerst de grond raakt. Deze worden dan afgesloten en de drukgolf die dan ontstaat kan grote schade aanbrengen aan het scherm en de naden. Hoe meer wind er is hoe minder diep de piloot de remmen bij het landen moet aantrekken, opdat hij niet achteruit hoeft te rennen na het neerkomen. Wanneer de piloot toch achteruit dreigt te gaan bij of na het landen, moet hij zich snel omdraaien, zodat hij vooruit kan lopen. Door met de wind mee te lopen vangt het scherm minder wind en zal daardoor vanzelf dalen. Bovendien kan de piloot op deze manier voortdurend het scherm in de gaten houden en het neerleggen versnellen door de D-risers aan te trekken. Voordat aan het circuit begonnen kan worden, moet de piloot dus al goed naar de **windzak** hebben gekeken, die op ieder landingsterrein aanwezig dient te zijn.



Windzak en andere windmarkers.

Als piloot wil je altijd twee dingen graag zeker weten bij de landing: de windrichting en de windsnelheid. De richting en de snelheid kun je in eerste instantie bepalen door de vliegsnelheid ten opzichte van de grond te bekijken, een GPS biedt hierbij grote hulp.

Andere hulpmiddelen.

- Als je nog hoog bent kan rook of de beweging van wind op het water een hulpmiddel zijn.
- Een andere hulp is de Landings-T.

Bij het Paragliden zie je de landings-T zelden, maar bij parachutespringen en op kleine vliegvelden kom je hem wel tegen. Het werkt als volgt: ligt het als een kruis +, dan is er geen landingsrichting bepaald of er is geen wind. Ligt het als een T dan dien je het staande been van de T in te vliegen.

Wil je op een landingsveld waar geen windzak is je vliegvrienden helpen, dan kun je een trui uitleggen als een T of met je rug naar de wind gaan staan en met je armen een hoek maken van 90°. Je landingsrichting is dan in de armen. Als je dit als piloot hebt gezien bedank dan even met het spreiden en sluiten van de benen. Met communicatiemiddelen is het allemaal wat makkelijker, maar dat spreekt voor zich.

2.7 Inpakken en wegwezen

Nadat de piloot op de grond terecht is gekomen, zal het scherm bij weinig of geen wind vanzelf achter hem op de grond vallen. Met wat meer wind moet hij de stuurlijnen en D- of C-risers binnenhalen om het scherm op de grond te krijgen. De piloot let direct na de landing altijd meteen op eventuele opvolgers, hij geeft deze altijd de ruimte.

Vervolgens pakt hij alle lijnen in een hand en loopt al lussen makend ('opschieten' van de lijnen) naar het scherm toe, dat hij vervolgens over z'n schouder neemt. Let op dat er niets over de grond sleept. Dit is een zogenaamde **fieldpack** (figuur 2.7).

Zo kan de piloot de plaats waar hij geland is snel en netjes verlaten. Loop altijd langs de



Fig. 2.7 Fieldpack

zijkant van het terrein. Het met het scherm 'vliegend' boven het hoofd naar de **pakplaats** lopen is voor andere landende piloten een groot opstakel en wanneer een landende piloot op een ander opstaand scherm land, kan hij door de val van ca 7 m hoogte ernstig gewond raken. Op elk terrein is een plaats aangewezen waar rustig het scherm opgevouwen kan worden. Maak hier gebruik van.

Op een lierveld is het meestal niet nodig om na de landing het scherm helemaal op te vouwen, omdat de startplaats meestal vlakbij is. Leg het scherm wel netjes weg op een plaats die hiervoor bedoeld is en dek het scherm af met een afdekzeil of laken of iets dergelijks om het tegen de zon te beschermen. Gebruik eventueel een paar tentharingen of wat zandzakjes om wegwaaien van het afdekzeil te voorkomen. UV-straling is funest voor het materiaal van een scherm.

2.7.1 Het opvouwen van het scherm

Er zijn veel manieren om het scherm op te vouwen. In je opleiding zul je er wel een paar leren. Belangrijke aspecten van het vouwen zijn: niet te strak, gebruik niet je knieën of andere lichaamsdelen dan je handen om de lucht er uit te drukken en te vouwen. Verwijder eventueel ongedierte zoals sprinkhanen en mieren, ze kunnen van die mooie gaatjes maken in je scherm.

Een methode die veel wordt gebruikt en die ook interessant is voor piloten die erg zuinig zijn op hun scherm, is het scherm te vouwen als een harmonica, door alle schotjes van de celtussenwanden aan de voorzijde van het scherm op elkaar te leggen.

Wanneer het scherm voor langere tijd opgeslagen moet worden is het beter om het uit de zak te halen en losjes neer te leggen. Natte schermen moeten eerst gedroogd worden (het liefst in een donkere ruimte). Ook het harnas en de buitencontainer van het reservescherm moeten de gelegenheid krijgen om te drogen.

2.8 Reddingscherm



Fig. 2.5 Aan het noodscherm

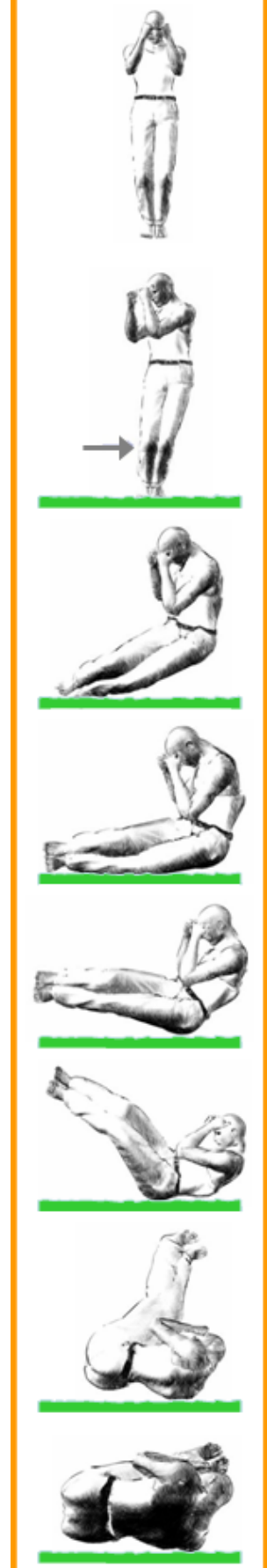
Er kunnen zich situaties voordoen waarin het scherm niet meer kan vliegen, bijvoorbeeld na een botsing met een andere piloot. In zo'n geval is het in hoofdstuk 1 genoemde reddingsvalscherms vaak het laatste redmiddel. In een dergelijke omstandigheid trekt de piloot aan het handvat van het reddingsvalscherms de binnencontainer uit de buitencontainer. De binnencontainer, met het reddingsvalscherms daarin, moet dan door de piloot krachtig van zich af geworpen worden in de vrije ruimte, zodanig dat het reddingsvalscherms (figuur 2.7) zich opent ver van het hoofdscherms vandaan. Als er nog voldoende hoogte en dus tijd is, dient de piloot van zijn hoofdscherms zo veel mogelijk in te trekken. Als het lukt aan de A lijnen, liever niet aan de remlijnen. De kans dat het

scherm weer opent is dan groter wat tot gevolg kan hebben dat het scherm of delen ervan weer kunnen gaan vliegen en dit geeft een grote instabiliteit aan je reddingsscherm. Instabiliteit kan tot gevolg hebben dat de lijnen verstrikt kunnen raken. In de regel zal het noodscherm hoger staan dan het (defecte) hoofdscherm. De piloot dient zich vervolgens voor te bereiden op een landing met een pararol.

Pararol: Bij een landing aan het reservescherm of eigenlijk bij iedere buitengewoon harde landing, moet de pararol uitgevoerd worden. De pararol is afkomstig uit de parachutistenwereld. Het is een manier om een hoge daalsnelheid tijdens de landing op een goede wijze kwijt te raken. In figuur 2.6 is het principe van de pararol te zien. Uiteraard kan een pararol alleen na oefening onder leiding van een deskundige goed uitgevoerd worden.

In hoofdstuk 6 'vliegpraktijk voor gevorderden' wordt dieper ingegaan op een aantal zaken.

Fig. 2.6 Pararol



3 AËRODYNAMICA

Par.		Blz.
3.1	Luchtkrachten	31
3.1.1	Schadelijke Weerstand	31
3.1.2	Geïnduceerde weerstand	32
3.1.3	Lift	32
3.2	Krachten op een schermvliegtoestel	35
3.3	Vliegen met een scherm	38
3.3.1	Rechtuit vliegen	38
3.3.2	Bochten vliegen	39
3.4	Polaire	40
3.5	Stoeien met de liftformule	40

De inhoud

3 AËRODYNAMICA

Inleiding: Aërodynamica (Aër = lucht, dunamis = kracht) of STROMINGSLEER is de wetenschap die zich bezighoudt met de bestudering van stromingen van lucht en andere gassen om lichamen. Men onderscheidt de theoretische en de experimentele aërodynamica. Niet alle verschijnselen kunnen theoretisch worden verklaard, vandaar de aanvulling door proeven.

Kennis van aërodynamica helpt om te begrijpen waarom het scherm vliegt en te zorgen dat het blijft vliegen.

3.1 Luchtkrachten

Ieder voorwerp dat zich in een luchtstroming bevindt, ondervindt een kracht die veroorzaakt wordt door het feit dat de luchtdeeltjes gehinderd worden hun oorspronkelijke weg te volgen. (Met 'luchtdeeltje' wordt niet een luchtmolecuul bedoeld, maar 'een beetje lucht'). De luchtdeeltjes zullen om het voorwerp heen moeten, en daarbij iets afgeremd en iets afgebogen worden. Dit afremmen resulteert in een kracht op het voorwerp in dezelfde richting als de stroming en wordt weerstand genoemd. Deze kracht geven we het symbool W . Door het afbuigen ondervinden sommige voorwerpen met een min of meer speciale vorm (het perfecte voorbeeld is een vleugel) ook een kracht, die loodrecht op de luchtstroming staat. Deze kracht heet lift. Symbool L .

3.1.1 Schadelijke Weerstand

Schadelijke weerstand hangt nauw samen met de hoeveelheid turbulentie die het voorwerp achter zich veroorzaakt.

In turbulente lucht bewegen luchtdeeltjes wanordelijk door elkaar, wat veel energie kost. Het voorwerp ondervindt dat als een tegenhoudende kracht, de weerstand. De volgende zaken zijn bepalend voor de hoeveelheid turbulentie en daarmee de grootte van de weerstand:

- **vorm** van het lichaam. C_w waarde (weerstandscoefficiënt)
- **frontaal oppervlak** van het lichaam.
- **dichtheid** van de lucht. Symbool ρ (Rho)
- **snelheid** van de lucht ten opzichte van het voorwerp. Symbool V

Vorm: Hoe gemakkelijker de lucht zich om een voorwerp kan bewegen en weer zijn oorspronkelijke baan kan volgen, hoe minder turbulentie en daarmee een lagere weerstand. Hiervoor is de vorm van het voorwerp van belang, maar ook de stand van het voorwerp in de luchtstroom. Hiernaast zijn enkele voorbeelden gegeven (figuur 3.1). De getallen ernaast geven de mate aan waarin de wind 'vat' heeft op het voorwerp: de zgn. weerstandscoefficiënt, betrokken op een gelijk frontaal oppervlak.

Oppervlakte: Wanneer het frontaal oppervlak van een voorwerp verdubbelt, zal ook de weerstand verdubbelen.

Luchtdichtheid: Hoe dichter de lucht, hoe meer luchtdeeltjes zich om het voorwerp heen moeten bewegen en daarbij het voorwerp afremmen. De weerstand neemt dus toe. Dit gebeurt evenredig: verdubbeling van de luchtdichtheid levert een verdubbeling van de weerstand op.

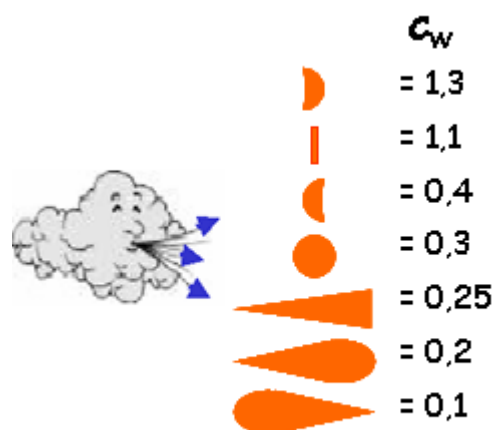


Fig. 3.1 Vormweerstand

De grootte van de luchtdichtheid hangt af van de temperatuur en de luchtdruk (zie hoofdstuk 4 Meteorologie). De verandering van de luchtdichtheid bij vluchten op grotere hoogten en hogere temperaturen speelt een duidelijke rol.

Snelheid: Snelle luchtdeeltjes hebben meer moeite zich om het voorwerp heen te bewegen dan langzame. De weerstand neemt dus toe met toenemende stroom (vlieg)snelheid, maar niet evenredig. Bij een verdubbeling van de luchtsnelheid verviervoudigt de weerstand. Wanneer de snelheid 3 keer zo groot wordt, dan wordt de weerstand 9 keer zo groot. Dus een **'kwadratische'** toename. Met snelheid wordt de snelheid van de luchtdeeltjes ten opzichte van het voorwerp bedoeld.

De weerstand van alle onderdelen (piloot/harnas/lijnen) die niet direct te maken hebben met het opwekken van lift wordt in zijn totaal **schadelijke weerstand** genoemd. Bij moderne schermen wordt getracht deze zo laag mogelijk te houden door o.a. gebruik te maken van b.v. extreem dunne lijnen van 'kevlair' of het verminderen van het aantal lijnen. Ook een liggende houding van de piloot vermindert de schadelijke weerstand.

3.1.2 Geïnduceerde weerstand

Helaas, lift krijg je niet geheel gratis. Het feit alleen al dat er lift wordt opgewekt verhoogt de weerstand, de **geïnduceerde weerstand** genaamd. Zoals gezegd ontstaat de lift door het drukverschil boven- en onder de vleugel. Aan de zijranden van de vleugel heeft de lucht de neiging rond de tippen te stromen in een poging het drukverschil op te heffen. Hierdoor ontstaan twee **tipwervels** (Engels: vortex) achter het scherm. Dit kost energie, de snelheid van de luchtdeeltjes neemt af. Behalve deze extra weerstand zal het gedeeltelijk wegvallen van het drukverschil bij de tippen een verlaging van de lift tot gevolg hebben.

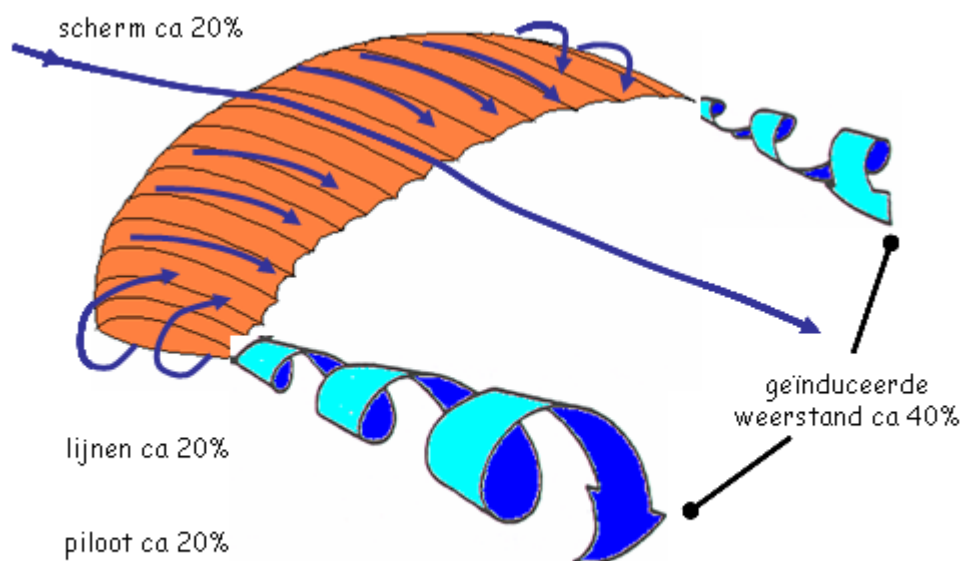


Fig. 3.2 Schadelijke en geïnduceerde weerstand

Bij lange slanke vleugels (grote **slankheid** of **Aspect Ratio**) heeft de lucht een langere weg af te leggen en daarom minder last van deze tipwervels. Bij zweefvliegtuigen is dit goed te zien, maar bij een schermvliegtuig worden we in de slankheid beperkt door de ophanging aan de lijnen.

Figuur 3.2 laat de grootte van de beide soorten weerstand zien in relatie tot de snelheid.

3.1.3 Lift

Zoals hierboven besproken, heeft ieder willekeurig voorwerp in een stroming weerstand. Lift verkrijgen is minder makkelijk, zeker als veel lift en weinig weerstand gewenst is. Na erg veel onderzoek en domweg proberen vonden de eerste vliegtuigbouwers een vorm die genoemde eigenschappen bezit: het vleugelprofiel. Dit profiel heeft in het algemeen een ronde, bolle bovenkant, een vlakke onderzijde en een scherpe achterrand en heeft daardoor weinig weerstand en 'veel' lift.

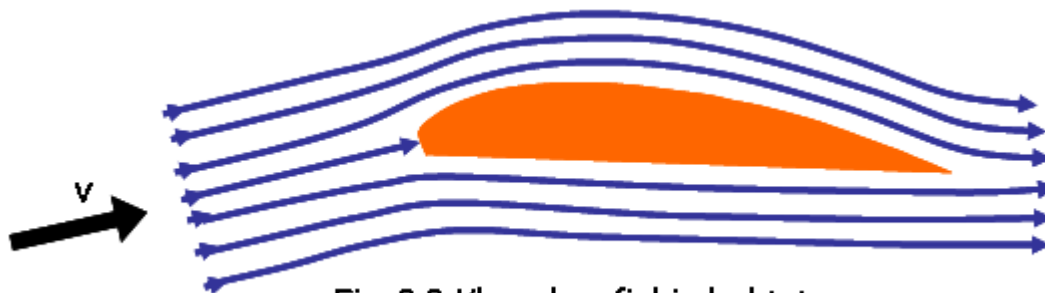


Fig. 3.3 Vleugelprofiel in luchtstroom

Het profiel van een schermvliegtuig is qua vorm in principe gelijk aan een vliegtuigvleugel, ondanks de instroomopeningen aan de voorzijde. Is het scherm eenmaal gevuld, dan zal er vrijwel geen lucht meer in- of uitstromen. De lucht stroomt dan rond de neus alsof er helemaal geen opening is (figuur 3.3). Schermvliegtoestellen krijgen hun stijfheid doordat de voorkant van het profiel open is en de achterkant dicht. De lucht die het scherm instroomt komt tot stilstand en zorgt voor een overdruk. Het scherm wordt als het ware opgeblazen. Het gebruikte doek dient dus 'luchtdicht' te zijn. Ter illustratie: deze druk is bij 30 km/u ongeveer 4 kg/m² en neemt kwadratisch af met de snelheid. Dus bij 15 km/u nog maar 1 kg/m². Vormverlies van het profiel zal bij lage lichtsnelheid dus gemakkelijker optreden.

De aankomende luchtstroming (met grootte en richting V) zal zich splitsen in een stroming over de vleugel en een onder de vleugel.

Door de speciale vorm van het vleugelprofiel zal het luchtdeeltje dat bovenlangs gaat een langere weg af moeten leggen dan een luchtdeeltje onderlangs. Toch komen ze min of meer tegelijkertijd bij de achterzijde van de vleugel aan. Om dit te bereiken zal het bovenste deeltje sneller moeten gaan dan het onderste. De wet van Bernoulli vertelt ons dat deze snelheidsverhoging gepaard gaat met een drukverlaging. Dezelfde wet geeft aan dat een snelheidsverlaging een drukverhoging geeft. De combinatie van een hogere snelheid aan de vleugelbovenzijde (lagere druk) en een lagere snelheid onder de vleugel (hogere druk) zorgt dat er een kracht loodrecht op de stroming ontstaat: de lift. De verdeling van de druk over het vleugelprofiel is afhankelijk van de hoek die het profiel heeft ten opzichte van de luchtstroming. Grofweg kan gesteld worden dat $\frac{2}{3}$ van de lift wordt veroorzaakt door de onderdruk boven de vleugel en $\frac{1}{3}$ door de overdruk onder de vleugel (figuur 3.4).

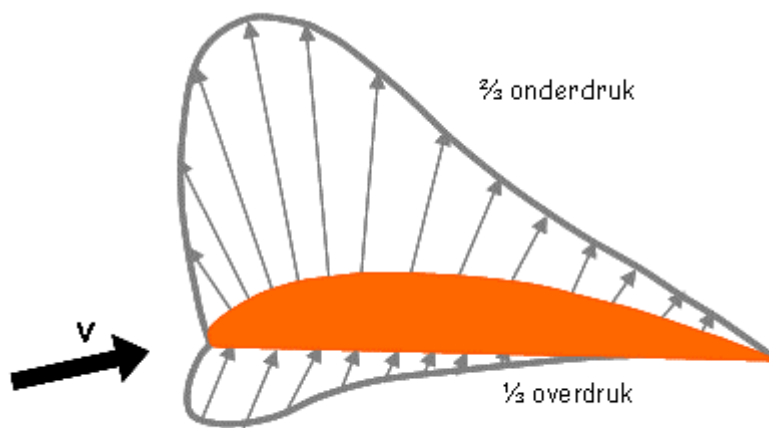


Fig. 3.4 Verdeling van de druk over de vleugel

Bovenstaande is een sterk vereenvoudigde uitleg van een uiterst ingewikkeld samenspel van krachten en is dus zeker niet wetenschappelijk compleet. Er zijn ook voorstanders van het verklaren van lift door de

wetten van Newton. Deze theorie komt er in het kort op neer dat door het vleugelprofiel de luchtstroom afgebogen wordt naar beneden, de downwash, dit veroorzaakt een reactie kracht, die dan de lift is. Voor beide theorieën is eigenlijk even veel te zeggen.

Vleugel eigenschappen en hun naam:

b = de spanwijdte (de afstand van vleugeltip tot vleugeltip)

c = de koorde (eenvoudig gezegd, de afstand van de voorkant tot de achterkant van de vleugel. Deze is niet overal even groot, vandaar het begrip

$c_{gem.}$ = gemiddelde koorde.

S = vleugeloppervlak. $S = c_{gem.} \cdot b$ $c_{gem.} = S/b$

A = vleugelslankheid = $b/c_{gem.}$ ook wel Aspect Ratio genoemd

De grootte van de lift is afhankelijk van de volgende factoren:

- vorm van het scherm en invalshoek
- oppervlak van het scherm
- dichtheid van de lucht
- snelheid van de lucht ten opzichte het scherm

We kunnen dat in de volgende formule, de **liftformule**, zichtbaar maken

$$L = C_l \frac{1}{2} \rho V^2 S$$

L = lift

C_l = liftcoëfficiënt (is een profiel eigenschap en afhankelijk van α), α = invalshoek (zie verderop), ρ = rho = luchtdichtheid

V^2 = snelheid in het kwadraat

S = vleugeloppervlakte

De vorm van het scherm:

Net zoals bij weerstand is de vorm belangrijk. De schermen van nu hebben een veel beter profiel dan de oudere, van valschermen afgeleide schermen. Moderne schermen kunnen veel lift opwekken. Ze hebben dus betere vliegeigenschappen.

De invalshoek:

De invalshoek is de hoek tussen een denkbeeldige lijn tussen neus en achterkant van het profiel (de koorde) en de richting van de aankomende stroming. Voor meer details over de invalshoek zie paragraaf 3.2.

De vorm en de invalshoek bepalen samen de C_l = liftcoëfficiënt (spreek uit Cee El)

De lift zal toenemen als de invalshoek toeneemt. Wordt de invalshoek echter groter gemaakt dan een bepaalde waarde, de kritieke invalshoek genoemd, dan zal de stroming de bovenzijde niet meer kunnen volgen, waarna de lift vrijwel geheel wegvalt. Dit wordt **overtrekken** genoemd. (Engels: Stall, zie figuur 3.6)

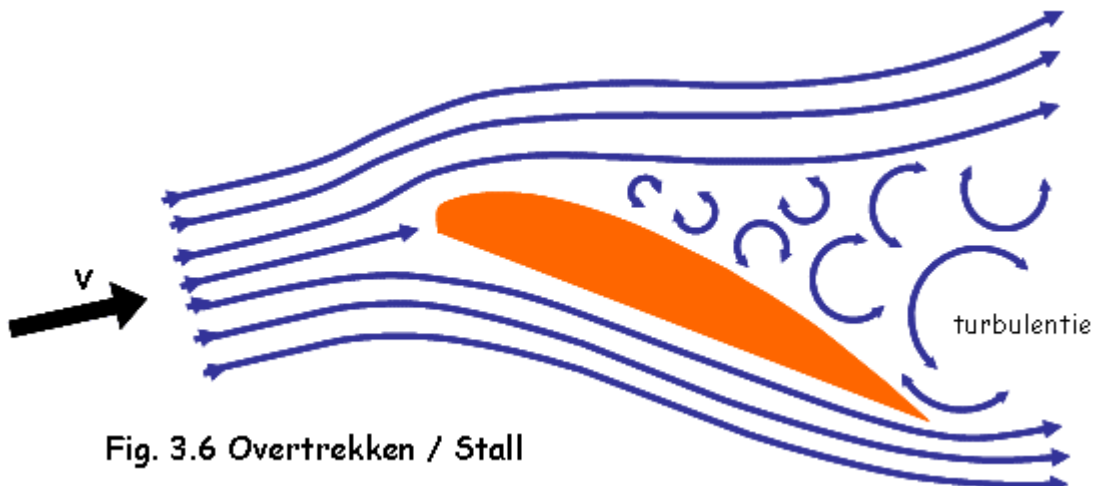


Fig. 3.6 Overtrekken / Stall

Oppervlakte: Als het vleugeloppervlak verdubbelt, terwijl de vorm gelijk blijft, zal ook de lift verdubbelen. De oppervlakte S in de liftformule heeft evenredig veel invloed op de lift. Verdubbeling van het oppervlak geeft een verdubbeling van de lift.

Luchtdichtheid: Hoe dichter de lucht, hoe meer luchtdeeltjes mee doen met het spel van onder- en overdruk. Net als bij de weerstand neemt de lift evenredig toe met de luchtdichtheid.

Snelheid: De lift neemt kwadratisch toe met toenemende stroomsnelheid (net als bij de weerstand). Dus: een vernegenvoudiging van de lift bij een verdrievoudiging van de lichtsnelheid.

Het zal misschien opgevallen zijn, dat de lift van dezelfde factoren afhangt als de weerstand. Dit is niet verwonderlijk omdat beide luchtkrachten zijn. Lift en weerstand tezamen wordt de totale-luchtkracht genoemd. Bij alles wat vliegt is de maximale verhouding tussen de lift en de weerstand (L/W verhouding) belangrijk. Het liefst ziet men een hoge lift gepaard met een lage weerstand: een grote L/W verhouding dus (later meer).

Vleugelprofielen in een stroming hebben, los van het feit of ze wel of niet lift leveren, een weerstand; deze wordt vormweerstand genoemd. Deze weerstand is vrij klein, behalve als de invalshoek de kritieke hoek nadert.

In 3.5 gaan we wat met de liftformule stoeien.

3.2 Krachten op een schermvliegtoestel

Als een schermvlieger zich door de lucht beweegt ontstaan er verschillende luchtkrachten, n.l. de lift en weerstand. Verder is er ook nog het gewicht van de piloot, harnas, lijnen en scherm die een naar beneden gerichte kracht veroorzaken.

Als alle krachten elkaar in evenwicht houden dan zal de schermvlieger zich met constante snelheid in een rechte baan bewegen. Gesproken wordt dan van een **stationaire vlucht**.

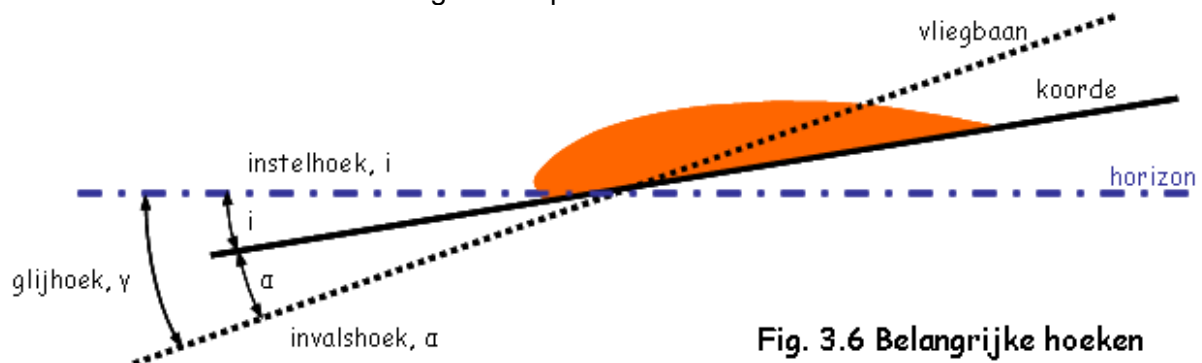


Fig. 3.6 Belangrijke hoeken

Alvorens verder te gaan is het nuttig de volgende zaken te kennen (figuur 3.6):

- stuwpunt
- koorde
- instelhoek (i)
- invalshoek (α)
- glijhoek (γ)
- vliegbaan

Stuwpunt

Bij de vleugelneus aangekomen zal een luchtdeeltje moeten kiezen, bovenlangs of onderlangs te gaan. Het stuwpunt is het punt waar een deeltje deze keuze niet kan maken en tot stilstand komt.

Koorde

De koorde van een vleugel is een denkbeeldige lijn tussen de neus (stuwpunt) en het achterste punt van het profiel. De koorde van een schermvliegtoestel ligt niet vast, maar verandert met de hoeveelheid remmen waarmee gevlogen wordt. Meer remmen brengt de achterkant (achter-lijk) van het scherm omlaag, waardoor de stand van de koorde t.o.v. de inkomende luchtstroom een grotere hoek zal maken.

Instelhoek

De instelhoek (i) wordt bepaald door de onderlinge lengteverschillen van de lijnen. Deze hoek is door de ontwerper ingebouwd en kan en mag in de regel niet veranderd worden. De instelhoek bepaalt de snelheid waarmee het scherm vliegt bij 'remmen los'.

Bij gewone vliegtuigen is dit de hoek tussen de langsas en de koorde. We noemen de instelhoek positief wanneer de richting van de koorde boven de langsas ligt, wat bij vliegtuigen altijd het geval is. We noemen de instelhoek negatief wanneer de richting onder de langsas ligt.

Bij een scherm kunnen we aërodynamisch gezien moeilijk van een langsas spreken en spreken we af dat het de hoek is tussen de koorde en de horizon, bij 'remmen los'. Hoe kleiner de instelhoek, des te sneller het scherm. Wordt de instelhoek echter te klein gemaakt, dan zal de luchtstroom de neus te veel van voren / boven raken en zal het scherm aan de voorzijde inklappen (de zgn. **frontstall**). De ontwerper zal een ruime marge tot deze kritieke instelhoek houden.

Moderne schermen zijn meest voorzien van een '**speedsysteem**' (**accélérateur**) waarmee de instelhoek kunstmatig verkleind kan worden en daardoor de snelheid opgevoerd (figuur 3.6a). Dit gebeurt door de A- en B-risers en soms ook de C-risers te verkorten.

Bedenk bij het gebruik van zo'n systeem dat het scherm zich in het geheel extremer zal gaan gedragen en bijvoorbeeld veel heftiger zal reageren op een inklapper!

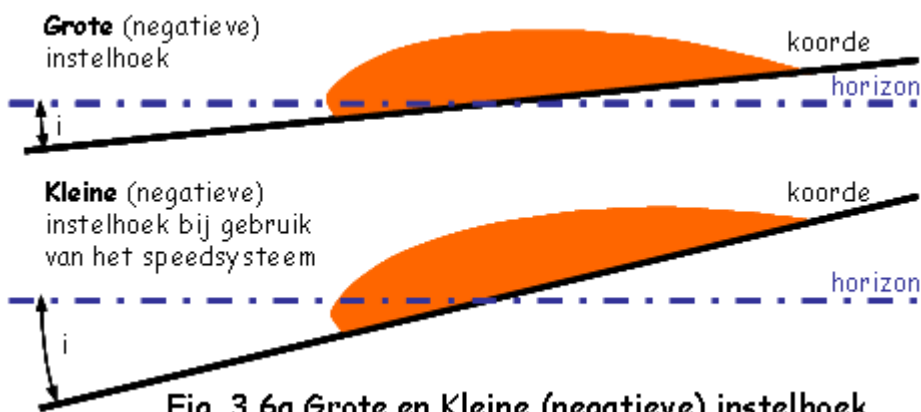


Fig. 3.6a Grote en Kleine (negatieve) instelhoek

Invalshoek

De invalshoek (α) is de hoek tussen de richting van de aankomende stroming en de koorde. De invalshoek kan veranderd worden door gebruik te maken van de stuurlijnen.

Glijhoek

De glijhoek (γ) is de som van invalshoek en instelhoek. Deze hoek is gelijk aan de richting van de resultante van de horizontale en verticale snelheid ten opzichte van de lucht. Beweegt deze lucht (d.w.z. is er wind) dan is het de resultante van de horizontale en verticale snelheid t.o.v. de aarde en spreken we van de **baanhoek**. Belangrijk om te weten is dat de baanhoek aanzienlijk kan afwijken van de glijhoek. Een scherm met een **glijgetal** van 1 : 7 daalt onder een hoek van ongeveer 8° , zonder wind is dit ook de baanhoek. Is de tegenwind echter net zo

sterk als de voorwaartse snelheid van het scherm, dan wordt de baanhoek 90° , we zakken dus loodrecht naar beneden.

Baanhoek

Wanneer we onze grondsnelheid en daalsnelheid tegen elkaar uitzetten in een grafiek, dan is de hoek gevormd door deze lijn en de horizon, onze baanhoek.

Het spel van krachten in een stationaire vlucht ziet er als volgt uit (figuur 3.7):

De op het scherm werkende totale-luchtkracht (T), opgebouwd uit de lift (L) en omhoog gerichte component van de totale weerstand (W) (schadelijke en geïnduceerde), is in evenwicht met de gewichtskracht (G), dus het gewicht van scherm, uitrusting en piloot. De totale luchtkracht en gewichtskracht zijn dus altijd even groot, maar werken in tegengestelde richting. (bedenk dit is in een stationaire vlucht).

Hiervoor werd beschreven dat ieder voorwerp in een stroming een weerstand heeft. Dus (W) is er altijd. De liftkracht (L) moet dus wel iets voorover (in de vliegrichting) staan, wil de resultante van lift en weerstand (de totale luchtkracht) in evenwicht zijn met het gewicht.

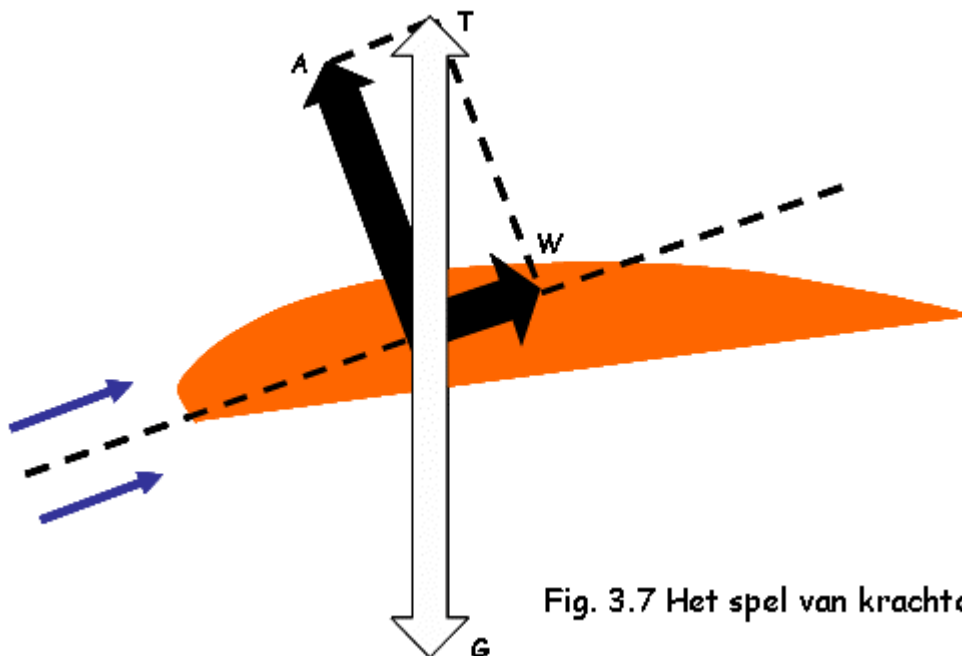


Fig. 3.7 Het spel van krachten

Omdat de lift per definitie loodrecht op de stroming staat zal de schermvlieger zich, ten opzichte van de omringende lucht, iets schuin naar beneden bewegen. Een schermvlieger beweegt zich dus altijd naar beneden ten opzichte van de lucht. De hoek die de liftkracht met de verticaal naar voren maakt is gelijk aan de hoek tussen de stroming en de horizontaal: de **glijhoek**.

Duidelijk is ook dat hoe kleiner de weerstand van een scherm, hoe minder de liftkracht naar voren staat en hoe minder het daalt. Hieruit blijkt weer het belang van de **L/W verhouding**. De maximale L/W verhouding bepaalt direct de minimale glijhoek.

Omdat deze verhouding de 'aërodynamische verfijndheid' van het scherm aangeeft, is er een speciale naam aan gegeven: het glijgetal (of finesse). Dit getal is een constante voor een bepaald scherm en onafhankelijk van het gewicht van de piloot (binnen zekere grenzen natuurlijk). Een zwaardere piloot zal zijn beste glijhoek echter bereiken bij een hogere snelheid. Het zal niemand verwonderen dat het glijgetal van de aërodynamisch perfectere zweefvliegtuigen veel groter (25-60) is dan die van de wat 'grovere' schermvliegtoestellen (7-9). Het getal (hier bijv. de 9) betekent 1 m hoogteverlies bij 9 afgelegde meters.

3.3 Vliegen met een scherm

In Hoofdstuk 2, 'Praktijk', is de praktijk van het vliegen reeds besproken. Hieronder wordt het vliegen bekeken vanuit een aërodynamisch standpunt.

3.3.1 Rechttuit vliegen

Het veranderen van de vliegsnelheid gebeurt met behulp van de remmen. Bij gebruik van de remmen wordt via de remlijnen de achterzijde van het scherm naar beneden getrokken. Hierdoor verandert de vorm van het scherm. De vorm zal minder gestroomlijnd zijn waardoor de weerstand van het scherm zal toenemen. Door de standsverandering van de koorde (toename van de invalshoek) zal de liftproductie ook toenemen. Dit is echter maar tijdelijk want door de afname van de snelheid neemt de **lift** weer af. Zie de liftformule.

Vervolgens wordt nu besproken de stand van de remmen tussen remmen geheel los en volledig aangetrokken

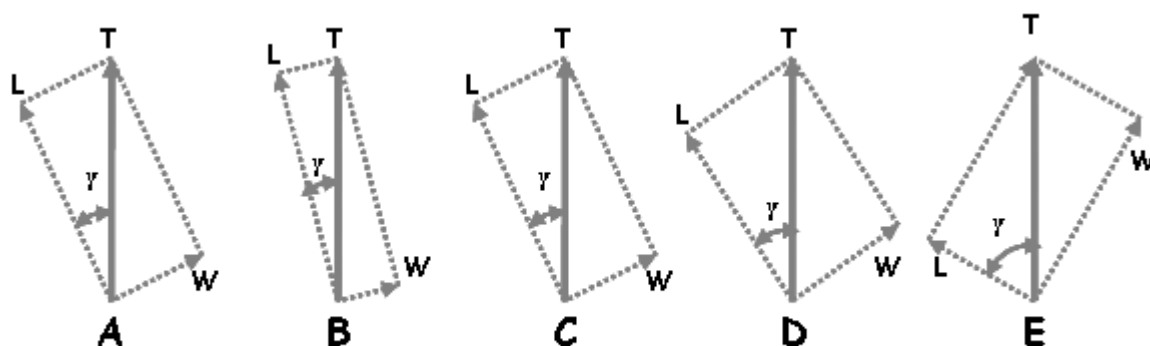


Fig. 3.8 Verhouding lift - weerstand bij verschillende stuurlijnposities

De totale-luchtkracht blijft steeds gelijk omdat deze in evenwicht moet zijn met het (constante) gewicht van de piloot (figuur 3.8).

Remmen los. (0 procent remmen, figuur A)

Als de remmen geheel los worden gelaten, vliegt het scherm met maximale snelheid. De **invalshoek** is klein, de glijhoek eveneens.

Helemaal los laten van de stuurlijnen is niet verstandig: de piloot voelt niet goed wat het scherm doet. Doordat de snelheid hoog is zal de weerstand van de piloot belangrijk gaan meetellen. De (vorm)weerstand van het scherm zelf is niet zo hoog door de kleine invalshoek. Ondanks de hoge snelheid is de lift, door de kleine invalshoek, niet het grootst.

Remmen iets aangetrokken. (5 - 10 procent remmen, figuur B)

Door de aangetrokken remmen trekken we de achterrand van het scherm iets naar beneden. Hierdoor verandert de vorm van het scherm en daarmee de stand van de koorde en dus de invalshoek. Het scherm vliegt langzamer waardoor vooral het aandeel van de piloot en de lijnen in de weerstand afneemt. De lift is bij deze stand even groot als bij 'remmen los', maar de snelheid is lager (dit alles natuurlijk wanneer een stationaire vluchtsituatie is bereikt). Bij deze snelheid is er een optimale verhouding tussen de lift en de weerstand. De glijhoek is hierdoor het kleinst. We kunnen dus de grootste afstand afleggen.

Remmen half aangetrokken. (35 - 50 procent remmen, figuur C)

De achterrand wordt verder vervormd. De weerstand van het scherm neemt toe en daardoor de glijhoek. Door de grotere glijhoek is ook de invalshoek wat groter waardoor er met lagere snelheid gevlogen wordt. Door de lagere snelheid is de weerstand van de piloot vrij klein, de

grotere invalshoek doet de weerstand van het scherm in belangrijkheid toenemen. Bij deze snelheid is de daalsnelheid het kleinst, de zogenaamde minimale sink. We blijven het langst in de lucht.

Remmen meer dan half aangetrokken (> 50 procent remmen, figuur D)

Het scherm is nu zover vervormd dat de weerstand van het scherm aanzienlijk wordt. De glijhoek is groot en daarmee de invalshoek. De invalshoek bereikt nu bijna de kritieke waarde. De voorwaartse snelheid is minimaal. De weerstand van de piloot is klein. De daalsnelheid is vrij groot.

Remmen vol aangetrokken (100 procent remmen, figuur E)

Het scherm is sterk vervormd, de weerstand is erg hoog. De invalshoek is nu zo groot geworden dat de stroming de bovenzijde van het profiel van het scherm niet meer kan volgen. De stroming laat los en er ontstaat een groot turbulentiegebied. Hierdoor verdwijnt de onderdruk aan de bovenzijde en zal de lift vrijwel volledig wegvallen, alleen een grote weerstand blijft over. Van een stationaire vlucht is er dan geen sprake meer. Het scherm bevindt zich in een **overtrokken** toestand (Engels: stall) en zal een hoge daalsnelheid hebben. Na de overtrek zal het scherm eerst verticaal dalen, wanneer de remmen losgelaten worden, zal het scherm vanzelf naar voren schieten, waardoor de invalshoek verkleind wordt, waarna de stroming de bovenzijde van het scherm weer kan volgen en opnieuw lift wordt opgebouwd. Het aanduiken zorgt dat ook de snelheid voldoende groot wordt. Na het verliezen van aanzienlijke hoogte vliegt het scherm min of meer normaal door. Waarschuwing: overtrekken van een scherm is niet ongevaarlijk. Behalve het grote hoogteverlies, bestaat ook de mogelijkheid dat de lucht uit het scherm loopt en / of het scherm in elkaar klapt. Daarnaast bestaat het gevaar, dat de piloot in zijn scherm valt doordat het scherm bij het loslaten van de stuurlijnen zeer ver naar voren schiet en in een sterke pendelbeweging komt. Ook kan het gebeuren dat door het niet gelijkmatig aantrekken van de remmen je in een negatieve spiraal komt. Erg langzaam vliegen is dus gevaarlijk!

3.3.2 Bochten vliegen

Behalve langzamer en sneller vliegen, kan een scherm ook naar links en naar rechts gestuurd worden door gebruik te maken van de remmen. Wordt de linker rem gebruikt, dan zal het scherm aan die zijde afremmen. Hierdoor ontstaat een bocht naar links. Door de **centrifugaalkracht** zal de piloot schuin onder / naast het scherm komen te hangen. Stoppen met draaien van een linker bocht kan door de linker stuurlijn omhoog te bewegen, of de rechter naar beneden. Bij een bocht naar rechts geldt natuurlijk het omgekeerde. Als een scherm met constante snelheid bochten draait, dan is er sprake van een **stationaire bocht**. In dat geval is er evenwicht tussen luchtkracht, gewicht en centrifugaalkracht.

Het gewicht (G) van de piloot en zijn uitrusting blijft onveranderd, de centrifugaalkracht (C) komt erbij. Het schijnbare gewicht dat het scherm 'voelt', is in een bocht dus groter. In figuur 3.9 is te zien dat bij een hellingshoek van 60° met de verticaal het schijnbare gewicht (de zogenaamde **G-krachten**), en dus ook de totale luchtkracht 2 maal zo groot is als bij het rechtuit vliegen ($2G$). De snelheid neemt daarom toe, net als bij een zwaardere piloot. Maar daardoor ook de daalsnelheid, hoe steiler de bocht, hoe groter de vlieg- en daalsnelheid.

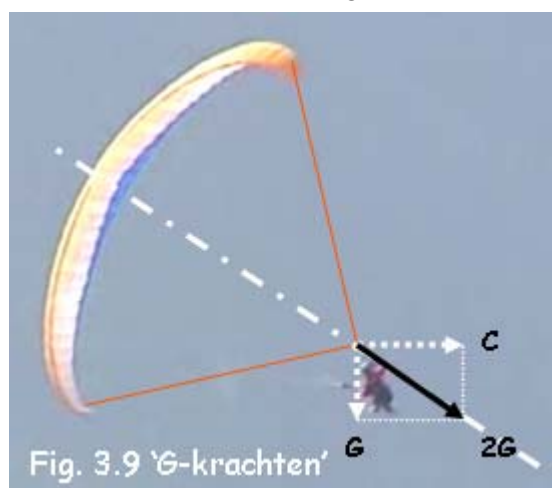


Fig. 3.9 'G-krachten'

Wanneer een stuurlijn maar diep en lang genoeg naar beneden wordt gehouden, zal de snelheid en de hellingshoek steeds meer toenemen en resulteert dit uiteindelijk in een **steilspiraal**. De krachten en snelheden lopen hierin snel hoog op. Een steilspiraal wordt meestal niet als een prettige manoeuvre ervaren. Dit vanwege de hoge lichamelijke belastingen. Maar soms noodzakelijk om snel hoogte kwijt te raken. Het beheersen van de steilspiraal is wel belangrijk, maar vanwege het extreme ervan slechts voor ervaren schermvliegpiloten weggelegd. Aan het oefenen van steilspiraalen voor beginners is een groot risico verbonden. In het algemeen wordt deze vliegmanoeuvre heel vaak onderschat. Uiteraard heeft het voordelen als een piloot de steilspiraal beheerst. Dat met een steilspiraal snel hoogte afgebouwd kan worden, is echter zeker niet het grootste voordeel. In turbulente lucht is het moeilijk om te steilspiraalen; vaak gaat dat zelfs helemaal niet. Daarbij is de lichamelijke belasting in een lang aangehouden steilspiraal voor de meeste piloten te groot.

3.4 De polaire

Blijkbaar geldt er (bij gelijkblijvend scherm en piloot) voor elke stand van de remmen een eenduidige relatie tussen vliegsnelheid en glijhoek (zie 3.3.1). Voor verschillende standen van de remmen zou je de horizontale en verticale snelheid in een grafiek uit kunnen zetten. Deze grafiek heet polaire. Uit deze grafiek kunnen een aantal belangrijke eigenschappen van een scherm afgelezen worden.

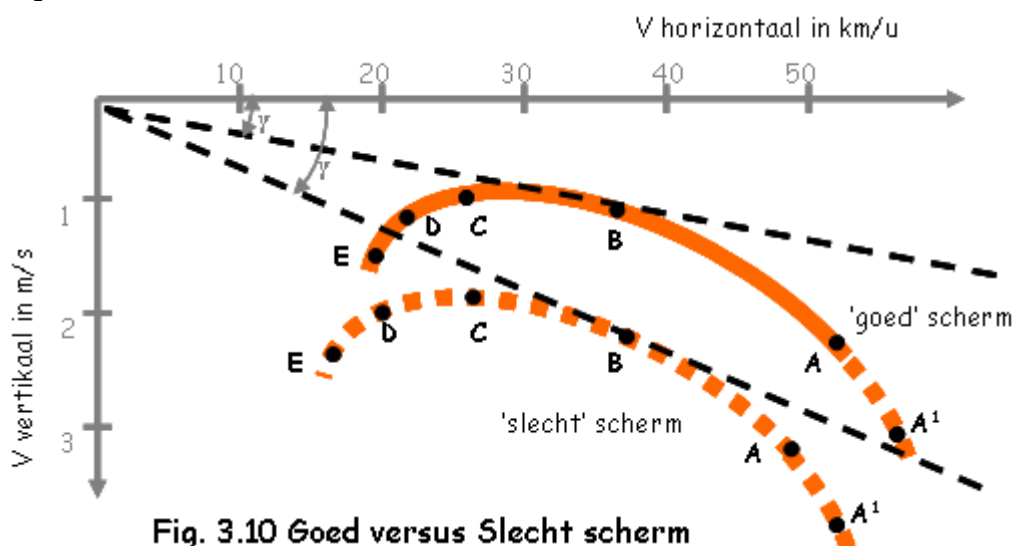


Fig. 3.10 Goed versus Slecht scherm

Figuur 3.10 zou ook kunnen suggereren dat een slecht scherm langzamer kan vliegen dan een goed. Dit is echter niet de bedoeling van dit figuur.

De belangrijkste punten en de stand van de stuurlijnen zijn:

A ¹	maximale snelheid	Remmen los met speedsysteme ingetrapt
A	maximale snelheid	Remmen los
B	snelheid met beste glijhoek (γ)	Remmen iets aan (contact vliegen)
C	minimale daalsnelheid	Matig geremd
D	minimale vliegsnelheid	Remmen stevig aan
E	minimale horizontale snelheid	Remmen bijna vol aan

Wordt een ander scherm gebruikt, dan verandert de polaire. Hetzelfde geldt wanneer er een zwaardere piloot mee vliegt. Een prestatiescherm zal een lagere weerstand hebben dan een beginnerscherm. Het zal echter ook meer eisen stellen aan de piloot. De glijhoek van een prestatiescherm is beduidend kleiner (gunstiger dus). In figuur 3.10 is de polaire van beide schermen getekend.

Twee identieke schermen kunnen met elkaar worden vergeleken, een met een zware en een met een **lichte piloot**. Bij gelijke stand van de remmen zijn de glijhoeken en daarmee de invalshoek van beide schermen gelijk. De enige manier om voor de **zware piloot** meer lift te creëren is de snelheid. Omdat de **lift** kwadratisch toeneemt met de snelheid is de verhouding tussen de snelheden van beide piloten gelijk aan de wortel uit de verhouding van beide gewichten. Alle punten op de polaire dienen dus vanuit het nulpunt (de oorsprong) met een constante factor verschoven te worden om, uitgaande van de polaire van de lichte piloot, de polaire van de zware piloot te kunnen construeren (figuur 3.11).

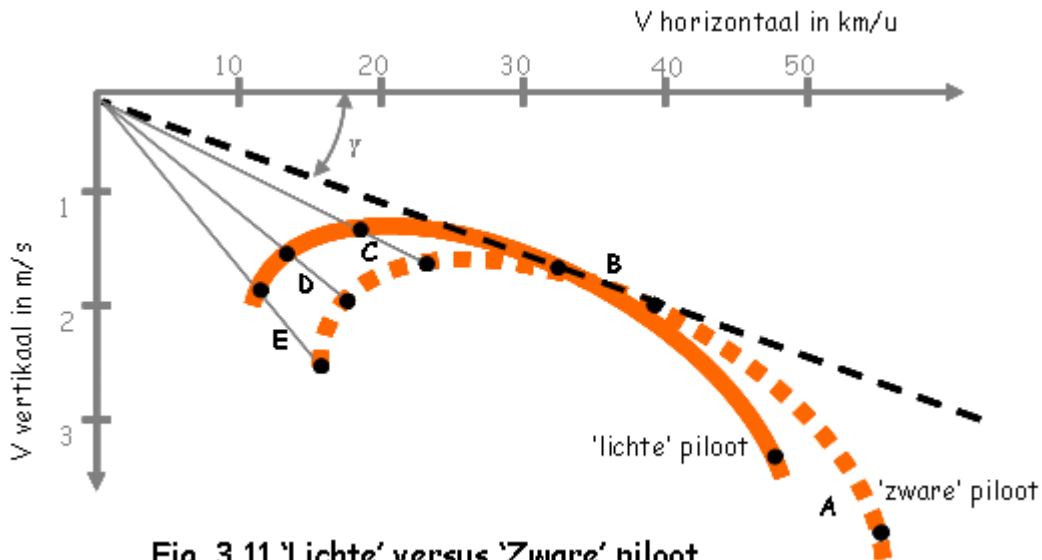


Fig. 3.11 'Lichte' versus 'Zware' piloot

Hieruit blijkt dat de minimale glijhoek gelijk blijft, maar niet de snelheid waarbij dit bereikt wordt. In windstilte komt een zware piloot wel net zover als een lichte, maar de lichte doet er langer over.

Wanneer bijvoorbeeld piloot A van 90 kg met een bepaalde stand van de stuurlijnen 36 km/u (snelheid A) zou vliegen, dan kan de snelheid van piloot B van 60 kg met het zelfde scherm en gelijke stand van de stuurlijnen op de volgende manier berekend worden (snelheid B):

$$\text{snelheid B} = \sqrt{\frac{\text{gewicht B}}{\text{gewicht A}}} \times \text{snelheid A} = \sqrt{\frac{60}{90}} \times 36 = 29 \text{ km/u}$$

De piloot van 60 kg zal met een snelheid van 29 km/u gaan vliegen.

Ter vergelijking van de **vliegprestaties** zijn in figuur 3.12 de polaire van drie verschillende luchtvaarttoestellen getekend. Uit deze figuren kan met behulp van een liniaal en wat rekenwerk de minimale glijhoek van elk toestel worden berekend. Denk hierbij aan de verschillende eenheden op de assen.

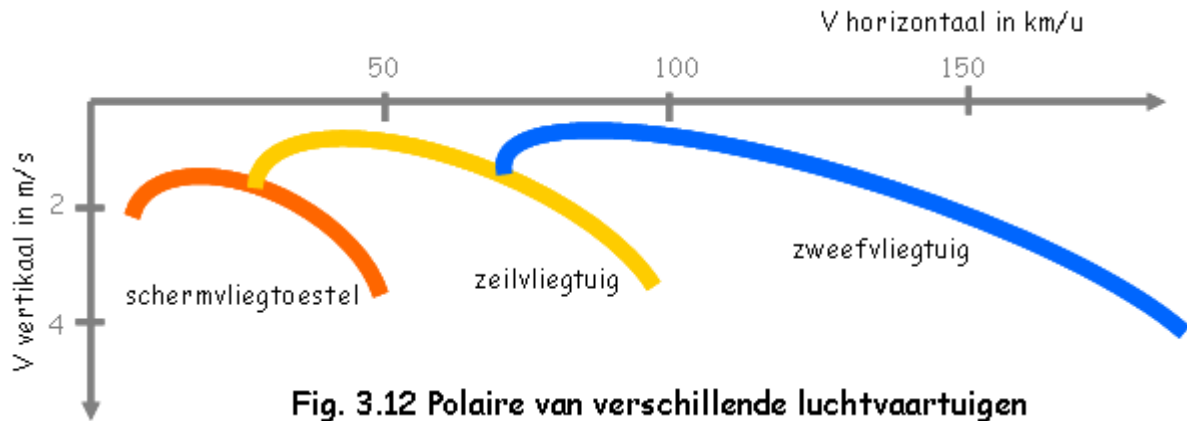


Fig. 3.12 Polaire van verschillende luchtvaartuigen

Het schermvliegtoestel valt dus niet op door zijn goede prestaties op vliegebied.

3.5 Stoeien met de liftformule:

Het lijkt misschien ingewikkeld, maar dat is het niet.

$$L = C_l \frac{1}{2} \rho V^2 S$$

L = lift

C_l = liftcoëfficiënt (is een profiel eigenschap en afhankelijk van α), α = invalshoek (zie verderop), ρ = rho = luchtdichtheid

V^2 = snelheid in het kwadraat

S = vleugeloppervlakte

Wanneer een scherm vliegt in een stationaire toestand, dan is

L (eigenlijk de totale luchtkracht) = W (totale weerstand)

Aangezien W constant is, is L (eigenlijk de totale luchtkracht) constant.

De $\frac{1}{2}$ is ook een constante waarde. Hier hoeven we dus ook niet naar te kijken.

ρ is op een bepaalde hoogte ook constant. Ook die laten we buiten beschouwing.

S, zolang we geen oren trekken is deze waarde ook constant. Vergeten we dus.

Blijven dus eigenlijk twee factoren over de C_l en de V^2

Het product van deze is constant, namelijk gelijk aan L

Daar de C_l afhankelijk is van de α welke we door aan de remmen te trekken kunnen vergroten, zal wanneer we dat doen de lift tijdelijk toenemen. We gaan iets omhoog, of eigenlijk minder naar beneden. Om weer in de stationaire vlucht te komen zal de snelheid afnemen.

Het is duidelijk dat we deze techniek gebruiken in de landing. Door op het juiste moment te remmen (flaren) verminderen we de daalsnelheid en de voorwaartse snelheid voor een zachte landing. Hier zien we dus het belang van het feit dat we op final vliegen met (bijna) maximale snelheid.

Nu gaan we S verkleinen door oren te trekken. De totale luchtkracht (de gecombineerde van de lift- en de weerstandsvector, deze laatste staat iets naar boven) moet gelijk blijven. Dus de factoren C_l en de V^2 moeten samen groter worden. Daar de frontale weerstand door de oren toeneemt is het maar de vraag of de snelheid (V) toeneemt. Dan zal dus de C_l toenemen en daarbij dus de α . De toename van C_l zal echter niet evenredig zijn met de toename van de L. L zal iets kleiner zijn geworden omdat de bijdrage van de weerstand aan de totale luchtkracht iets is toegenomen, zodat de totale luchtkracht gelijk is gebleven aan het gewicht.

Deze toegenomen weerstand doet ons scherm slechter presteren, dus de hoek waaronder we dalen is groter geworden en dat was de bedoeling van het oren trekken.

De liftformule geeft ons dus aardig inzicht in de gevolgen van verandering van de factoren. De gevolgen van verandering van de luchtdichtheid zijn nu zelf eenvoudig te destilleren.

4 METEOROLOGIE

Par.		Blz.
4.1	Atmosfeer	44
4.1.1	Samenstelling	44
4.1.2	Opbouw	44
4.1.3	Grootheden	45
4.1.4	Standaardatmosfeer	46
4.2	Warmteoverdracht	47
4.2.1	Straling	47
4.2.2	Geleiding	47
4.2.3	Convectie	48
4.3	Warmteoverdracht in de atmosfeer	48
4.3.1	Tijd van de dag, seizoenen	48
4.3.2	Soort aardoppervlak	49
4.3.3	Wind	50
4.4	Temperatuurverloop	50
4.4.1	Evenwicht	50
4.5	Water en wolken	52
4.5.1	Föhn	53
4.5.2	Wolken	54
4.6	Fronten	56
4.6.1	Koufront	56
4.6.2	Warmtefront	57
4.6.3	occlusiefront	57
4.6.4	Hoge- en Lagedrukgebieden	58
4.7	Weerkaart	59
4.8	Wind	60
4.8.1	Meteowind	61
4.8.2	Stijgwinden	62
4.8.3	Thermische winden	63
4.8.4	Thermiek	64
4.8.5	Turbulentie	65
4.8.6	Venturie-effect	68
4.8.7	Windgradiënt	68
4.8.8	Windsterkte	68
4.9	Korte samenvatting van de gevaren	70

4 METEOROLOGIE

Meteorologie is de wetenschap die zich bezighoudt met het bestuderen van de verschijnselen die zich voordoen in de luchtlaag die de aarde omgeeft. Met deze kennis is het bijvoorbeeld mogelijk verwachtingen uit te spreken over weersontwikkelingen. Hoewel weersystemen zich kunnen uitstrekken over een gebied dat vele honderden kilometers groot is, zijn voor schermvliegers de lokale weersomstandigheden het meest van belang omdat de te vliegen afstand relatief klein en de tijd vaak kort is. Begrip van de atmosferische fenomenen is noodzakelijk om een redelijke voorspelling te kunnen maken van de omstandigheden die de piloot tijdens zijn vlucht tegen zal komen. Het kunnen vinden van thermiek en/of stijgwinden bijvoorbeeld is natuurlijk erg handig als er een lange vlucht op het programma staat. Maar het kunnen onderkennen van gevaren, zoals turbulentie of onweerswolken maakt kennis van meteorologie voor piloten onmisbaar.

4.1 Atmosfeer

Rond de aarde bevindt zich een dunne laag die bestaat uit lucht en verontreinigingen, de atmosfeer. Deze laag strekt zich in principe uit tot een hoogte van meer dan 1000 km, maar het grootste deel (95%) van de gassen bevindt zich in de laag tot 22 km vanaf het aardoppervlak. Terwijl de straal van de aarde wel zo'n 6400 km bedraagt.

4.1.1 Samenstelling

De lucht in de atmosfeer is opgebouwd uit verschillende gassen: 78% stikstof, 21% zuurstof, 1% argon, kooldioxide en overige gassen. Behalve gassen bevinden zich ook stofdeeltjes (roet, stuifmeel e.d.) in de atmosfeer. De samenstelling is, door menging als gevolg van de wind, vrijwel constant tot een hoogte van 90 km. Behalve de genoemde gassen is er een relatief kleine hoeveelheid water in de atmosfeer aanwezig, dat voorkomt in damp-, vloeibare- en vaste vorm (wolken, regen, hagel, sneeuw enz.).

De hoeveelheid water in **dampvorm** neemt duidelijk af met de hoogte. Op een hoogte boven de 11 km wordt nauwelijks nog water, in welke vorm dan ook, aangetroffen.

4.1.2 Opbouw

Het verloop van de temperatuur in de atmosfeer is vooral sterk afhankelijk van de hoogte (figuur 4.1). Omdat dit verloop een aantal kenmerkende punten heeft, is op basis hiervan de atmosfeer verdeeld in een aantal lagen. Voor een schermvlieger zijn van belang:

Troposfeer

Deze laag strekt zich uit

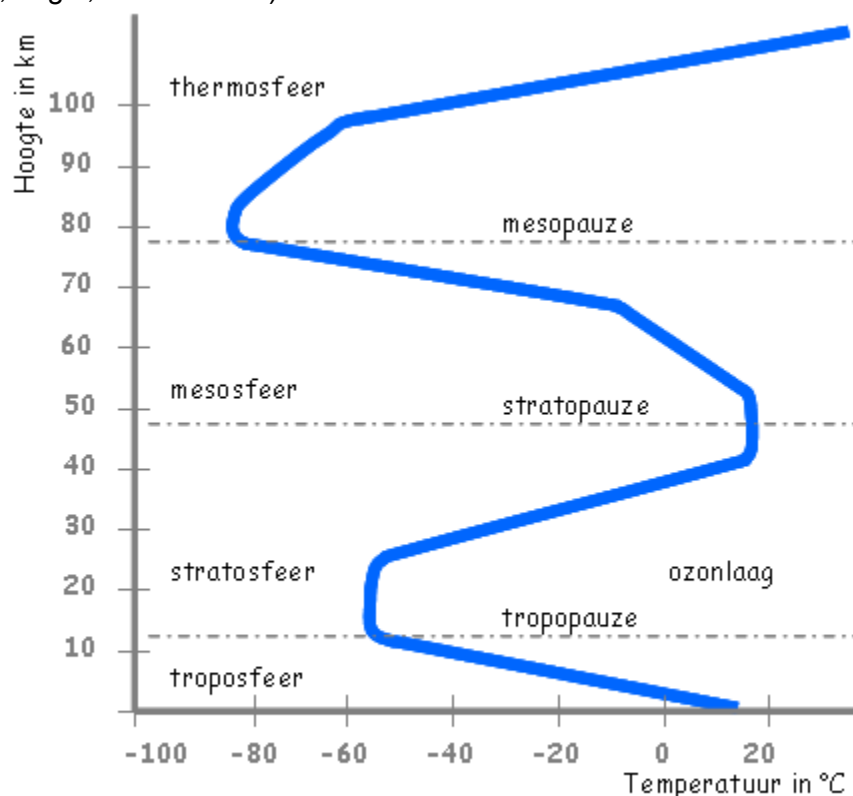


Fig. 4.1 Opbouw atmosfeer

van het aardoppervlak tot een hoogte van ongeveer 11 km. Hierin neemt, in het algemeen, de temperatuur gelijkmatig af met de hoogte. Deze laag is de speelplaats van zowel het weer, als de meeste soorten luchtvaart.

Stratosfeer

Deze laag strekt zich uit tussen 11 en 50 km boven het aardoppervlak. Tot een hoogte van ongeveer 20 à 25 km wordt de laag gekenmerkt door een vrij constante temperatuur die ongeveer - 55° C bedraagt.

Het scheidingsvlak tussen troposfeer en stratosfeer wordt **tropopauze** genoemd. Deze ligt voor Europa op een hoogte van ca. 11 km, in de poolstreken op ca. 8 km en bij de evenaar op ca. 17 km.

4.1.3 Grootheden

De eigenschappen van lucht (in ons geval het mengsel van de gassen en de waterdamp) worden bepaald door een aantal grootheden, te weten:

- druk
- temperatuur
- dichtheid
- vochtigheid

Druk

Lucht heeft, net zoals vloeistoffen en vaste stoffen, een bepaalde massa. Het gewicht van een kolom lucht die op een bepaald oppervlak rust ondervindt men als de **luchtdruk**. De reden dat ons lichaam deze luchtdruk niet bewust voelt, is dat de drukkrachten van alle kanten tegelijk werken en er daarom een evenwicht is.

De luchtdruk wordt gemeten met behulp van een **barometer**. Dit instrument bestaat meestal uit een vacuüm gezogen membraandoos die, afhankelijk van de luchtdruk, meer of minder in elkaar geduwd wordt. Deze vervorming kan, door middel van een hefboomconstructie, op een schaalverdeling afgelezen worden. De eenheid waarin de luchtdruk vroeger werd gegeven was Atmosfeer (Atm). Tegenwoordig gebruikt men de hectoPascal (hPa) of de oudere millibar (mb). Een andere (oudere) eenheid is millimeter kwik (mm Hg).

$$1 \text{ Atm} = 1013\text{hPa} = 1 \text{ mb} = 760 \text{ mm Hg}$$

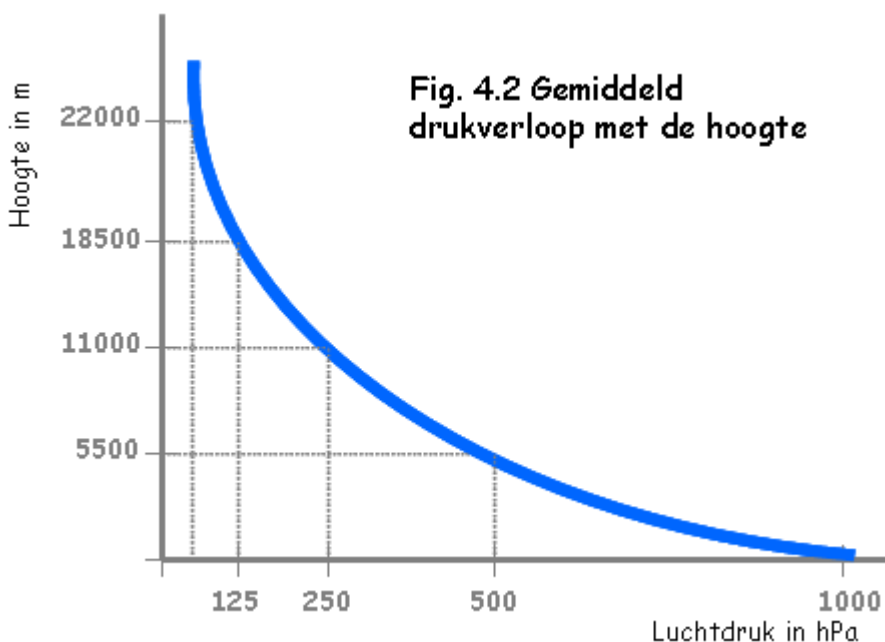
De druk op geringe hoogtes is groter dan die op grote hoogtes omdat de kolom lucht die erop rust groter is. De afname van de druk met de hoogte verloopt echter niet evenredig maar exponentieel. Dit komt omdat lucht samendrukbaar is. In de onderste lagen is de lucht veel meer samengedrukt dan in de hogere lagen. Dit houdt in dat met het toenemen van de hoogte de luchtdruk eerst snel afneemt, maar steeds minder snel met steeds toenemende hoogte.

Als vuistregels gelden in Europa en andere gebieden die ongeveer op dezelfde breedtegraad op de aardbol als Europa liggen:

1. elke ca. 5500 m halveert de luchtdruk
 2. op geringe hoogtes (<1500 m) neemt de druk af met ongeveer 1 hPa per 9 m
- De drukafname per meter hoogte is ook afhankelijk van de temperatuur. Koude lucht is namelijk dichter en daarom zwaarder. De druk zal, bij toenemende hoogte, in koude lucht dan ook sneller dalen dan in warme.

In figuur 4.2 is het gemiddeld drukverloop met de hoogte getekend. In werkelijkheid zal het verloop, door de aanwezigheid van hoge- en lagedrukgebieden en temperatuurverschillen, hier enigszins van afwijken.

In deze drukafname schuilt voor de schermvlieger die grote hoogten bereikt een gevaar! (zie hoofdstuk 8)



Temperatuur

De temperatuur van de lucht hangt samen met de trillende beweging van de moleculen. Temperatuur wordt, zoals bekend, gemeten met behulp van een thermometer. De eenheid waarin meestal wordt gemeten is graden Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Zoals eerder gezegd neemt in de hele troposfeer gemiddeld de temperatuur gelijkmatig af met de hoogte.

Als vuistregel geldt dat de temperatuur van de lucht per 100 m hoogtetoename afneemt met gemiddeld $0,65^{\circ}\text{C}$.

In werkelijkheid zal het temperatuurverloop met de hoogte nogal afwijken van dit gemiddelde. Ook de temperatuur op de grond vertoont van plaats tot plaats en van tijd tot tijd grote verschillen. Deze afwijkingen hebben alles te maken met de steeds veranderende omstandigheden: dag - nacht, seizoenen, het weer enz. (hierover volgt verderop meer). In deze temperatuurafname schuilt voor de schermvlieger een gevaar! (zie hoofdstuk 6).

Dichtheid

De dichtheid van de lucht is de massa van de luchtmoleculen per volume. De eenheid hiervan is kg/m^3 . De dichtheid is afhankelijk van zowel temperatuur als luchtdruk.

Bij toenemende druk neemt de dichtheid toe omdat de luchtmoleculen dichter op elkaar gedrukt worden. Bij toenemende temperatuur neemt de dichtheid af omdat de sneller trillende moleculen meer ruimte nodig hebben. Bij toenemende hoogte neemt dus, door afnemende luchtdruk, de dichtheid af maar minder sterk dan gedacht omdat eveneens de temperatuur afneemt.

Vochtigheid

Wanneer lucht geen waterdamp bevat is de luchtvochtigheid 0%. Is ze volledig verzadigd met waterdamp dan is de luchtvochtigheid 100%. De hoeveelheid waterdamp die lucht kan bevatten is sterk afhankelijk van de temperatuur. Des ter kouder de lucht, des te minder waterdamp die kan bevatten. Vochtige lucht heeft een geringere dichtheid dan droge lucht.

4.1.4 Standaardatmosfeer

Een atmosfeer met zulke variabele eigenschappen is voor berekeningen geen praktisch bruikbare basis. De wetenschap heeft dan ook een denkbeeldige rekenatmosfeer opgesteld, waarin druk en temperatuur een eenduidig verloop met de hoogte hebben. Deze

rekenatmosfeer, de standaardatmosfeer (SA) genaamd, is een lijst van hoogtes met de daarbij behorende drukken, temperaturen, dichtheid en wordt geacht op een geografische breedte van 45° te liggen. De standaardatmosfeer tot 3500 m ziet er als volgt uit (figuur 4.3).

Fig. 4.3 Tabel 'De standaardatmosfeer'

Hoogte in m	Temperatuur in °C	Druk p in hPa	Luchtdichtheid in ρ (rho)
0	15,0	1013,3	1,225
500	11,7	954,6	1,167
1000	8,5	898,8	1,112
1500	5,2	845,6	1,058
2000	2,0	795,0	1,007
2500	-1,2	746,9	0,957
3000	-4,5	701,2	0,909
3500	-7,7	657,8	0,863

In de standaardatmosfeer is de druk op zeeniveau 1013,25 hPa en de temperatuur 15 °C. De temperatuur neemt af met 0,65° C per 100 meter hoogtetoename en de luchtdruk (op geringere hoogten) met 1 hPa per 9 m hoogtetoename.

4.2 Warmteoverdracht

De temperatuur van een voorwerp hangt af van het evenwicht tussen de warmte die het voorwerp uit zijn omgeving ontvangt en de warmte die het aan zijn omgeving afgeeft. Deze overdracht van warmte kan op verschillende manieren gebeuren, te weten:

- straling
- geleiding (= conductie)
- convectie

4.2.1 Straling

De warmte van de zon bereikt de aarde door straling. Hiervoor is geen medium (water, lucht o.i.d.) voor nodig. Het heelal is namelijk vacuüm.

Door straling is het mogelijk een voorwerp op te warmen. De straling wordt dan door het voorwerp geabsorbeerd, waarna het in temperatuur stijgt. Reflecteert het voorwerp de straling volledig, dan zal deze opwarming niet plaatsvinden. Hoeveel van de straling geabsorbeerd of gereflecteerd wordt is afhankelijk van de kleur van het oppervlak van het voorwerp. Een satelliet bijvoorbeeld heeft een buitenkant van aluminiumfolie om opwarming door straling tegen te gaan. Omgekeerd kan een warm voorwerp afkoelen door zijn warmte uit te stralen. Komt de genoemde satelliet in de schaduw van de aarde dan koelt hij af door uitstraling. Nu voorkomt de aluminium buitenkant dat de satelliet teveel afkoelt. Een lichte kleur voorkomt dus opwarming door instraling van buitenaf en tevens afkoeling door uitstraling van zijn eigen warmte. Voorwerpen die wel goed moeten uitstralen, of straling moeten ontvangen zijn daarom zwart gemaakt (denk aan potkachels, zonnecollectoren e.d.).

4.2.2 Geleiding

Bij geleiding vindt overdracht van warmte plaats doordat de snel bewegende (hete) moleculen de ernaast gelegen moleculen aanstoten die hierdoor ook snel gaan bewegen en op hun beurt de moleculen daarnaast aanstoten enz. Warmteoverdracht door middel van geleiding heeft wel een medium nodig. Hoe goed deze overdracht gaat is afhankelijk van het materiaal. Metaal geleidt bijzonder goed, plastic minder. Als bijvoorbeeld een stuk metaal vast gepakt wordt, lijkt het kouder dan een stuk plastic van dezelfde temperatuur. Dit komt doordat het

metaal de warmte sneller uit de hand geleidt. Lucht met name, is een slechte geleider (dus een goede isolator), denk maar aan dubbelglas en spouwmuren.

4.2.3 Convectie

Bij convectie geschiedt warmteoverdracht doordat het medium zich verplaatst. Warme lucht bijvoorbeeld stijgt op en vervoert zo energie. Ook warme golfstromen in de oceaan en warme lucht boven de verwarming (convector) zijn hier voorbeelden van.

4.3 Warmteoverdracht in de atmosfeer

Hoe het temperatuurverloop in de atmosfeer uiteindelijk is, hangt af van het spel tussen straling, geleiding en convectie.

De zonnestraling passeert de atmosfeer vrijwel zonder deze te verwarmen (figuur 4.4). Eventuele bewolking reflecteert een gedeelte van deze straling en een zeer klein deel wordt geabsorbeerd. Een groot deel van de straling bereikt dus uiteindelijk het aardoppervlak. Hiervan wordt een deel weer gereflecteerd en een deel geabsorbeerd. De geabsorbeerde energie verwarmt het aardoppervlak. Het warme oppervlak gaat nu zelf zijn warmte uitstralen. Verder verwarmt het warme aardoppervlak de vlak erboven gelegen lucht door middel van geleiding. De warme lucht stijgt op en transporteert de energie naar grotere hoogtes, convectie.

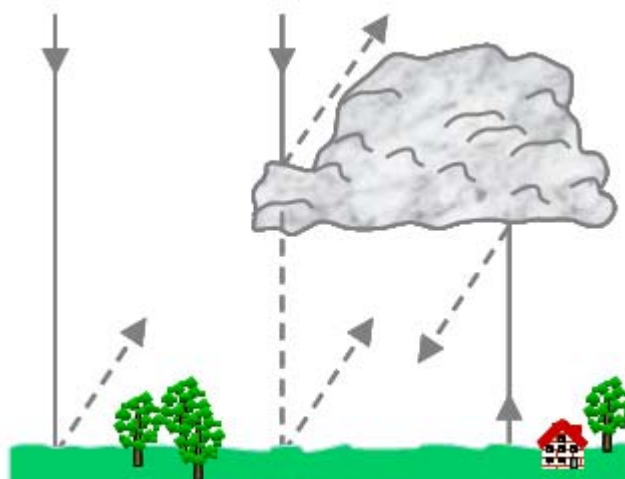


Fig. 4.4 Warmteoverdracht door straling

Dit proces wordt beïnvloed door verschillende factoren: bewolking, wind, tijd van de dag, seizoenen, aardoppervlak.

4.3.1 Tijd van de dag, seizoenen

Overdag ontvangt de aarde de straling van de zon waardoor zij opwarmt, min of meer afhankelijk van de mate van bewolking. Bij bewolkte lucht zal slechts een deel van de straling de aarde bereiken en zal het aardoppervlak maar matig opwarmen.

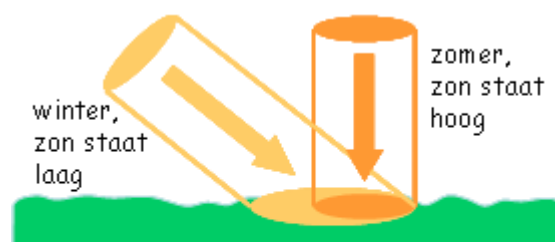


Fig. 4.5 Schuin en loodrecht invallende straling

Ook de zonnestand is belangrijk (figuur 4.5): schuin invallende straling ('s ochtends, laat in de middag en 's winter) heeft minder kracht dan loodrecht invallende straling ('s middags, 's zomers en op zuidhellingen). Schuin invallende straling moet namelijk een groter oppervlak verwarmen dan loodrecht invallende straling. De maximale temperatuur op een dag wordt in het algemeen bereikt tussen 14.00 en 15.00 uur, omdat pas dan de ontvangen straling van de

(dalende) zon minder begint te worden dan de door de aarde uitgestraalde warmte.

's Nachts straalt de aarde haar warmte weer uit. In hoeverre dit lukt is onder andere afhankelijk van het soort aardoppervlak. Ook het weer is belangrijk: is het een heldere nacht dan zal het oppervlak sterk afkoelen. Is het echter bewolkt of is de lucht erg vochtig, dan zal

de uitgestraalde warmte door deze bewolking richting aarde gereflecteerd worden. Van sterke afkoeling is dan geen sprake.

De minimale temperatuur op een dag wordt gemiddeld bereikt net na zonsopkomst als de uitstraling het langst heeft kunnen duren.

Het verschil tussen de hoogste en de laagste temperatuur noemt men 'de dagelijkse gang'

De dagelijkse gang is van meerdere factoren afhankelijk.

- De aard van het oppervlak (land of water)
- De windsnelheid
- De verticale opbouw van de atmosfeer (stabiel of onstabiel)
- Ook neemt de dagelijkse gang van de temperatuur af met de hoogte.

4.3.2 Soort aardoppervlak

Het soort aardoppervlak bepaalt hoe hoog de temperatuur overdag wordt of, daarmee samenhangend, hoe koud 's nachts. Belangrijke vragen zijn hierbij:

- Hoeveel straling wordt geabsorbeerd en hoeveel gereflecteerd?
Wordt veel straling gereflecteerd zoals bij lichte oppervlakten (bijvoorbeeld sneeuw), dan zal geringe opwarming plaatsvinden. Donkere oppervlakten zullen veel straling absorberen en daarom warmer worden.
- Hoe goed wordt de warmte naar diepere aardlagen geleid?
Geleidt het aardoppervlak de warmte slecht, dan zal alleen het allerbovenste laagje warm worden. Stopt de zonnestraling, dan zal dat laagje ook meteen afkoelen. Zand is daarvan een goed voorbeeld. Graniet daarentegen is een voorbeeld van een redelijk goede geleider.
- Hoeveel vocht bevindt zich aan / in het oppervlak?
Een drassige grond zal slecht opwarmen omdat een groot deel van de warmte wordt verbruikt voor de verdamping van water.

Voorbeelden:

Zandvlakte: (goede reflector, slechte geleider, droog); slechts een kleine laag warmt op omdat de lucht tussen de zandkorrels goed isoleert. Snel opgewarmd, maar ook snel koud. Goede thermiekproducent.

Autoweg: (goede absorptie, redelijke geleider, droog); de donkere kleur absorbeert veel straling, dus warm en blijft lang warm omdat een dikke laag opgewarmd is. Redelijke thermiekproducent.

Geploegde akker: (goede absorptie, redelijke geleider, vochtig); langzaam warm, langzaam koud; is vaak vochtig, een groot gedeelte van de straling wordt gebruikt om water te verdampen. Daarom overdag en 's nachts niet zo warm. Redelijke thermiekproducent.

Wateroppervlakte: (goede reflector, goede geleider, nat); reflecteert veel straling, en het kleine deel dat wel geabsorbeerd wordt snel vermengd met het koude water uit diepere lagen of gaat verloren in verdamping: overdag koud. 's Nachts redelijk warm, door de warmte uit diepere lagen. Slechte thermiekproducent.

Loofbossen: (redelijke absorptie, slechte geleider, nat); Een groot deel van de straling gaat verloren in de verdamping van water (een boom verbruikt gauw 1000 liter water per dag). Overdag koud. 's Nachts soms warm door de warmte die tussen de bomen hangt. Slechte thermiekproducent.

Sneeuw: (sterke reflectie, slechte geleider nat); Door de grote reflectie warmt sneeuw overdag niet op. Overdag en 's nachts koud. Slechte thermiekproducent.

Steden / Dorpen: (redelijke reflectie, goede geleider, droog); Overdag warm, en blijft 's nacht lang warm door de warmte die is opgeslagen in de muren e.d. Redelijk /goede thermiekproducent.

Voor alles geldt dat koud c.q. warm hier betekent: kouder c.q. warmer dan de erboven gelegen lucht.

4.3.3 Wind

Wind mengt de luchtlagen. Overdag zullen de warme luchtlagen dicht bij de grond gemengd worden met de koudere lagen erboven. Op de grond wordt het daardoor kouder dan bij windstille. 's Nachts gebeurt het omgekeerde het koelt met wind minder af.

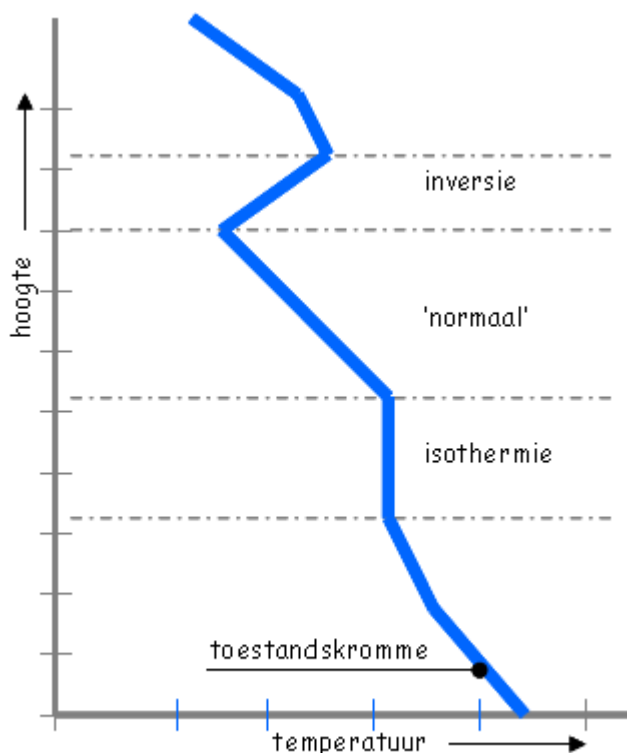


Fig. 4.6 Toestandskromme

4.4 Temperatuurverloop

Het verloop van de temperatuur met de hoogte wordt gemeten door een ballon op te laten en op verschillende hoogtes de temperatuur te meten. De op een bepaalde hoogte gemeten temperatuur kan in een grafiek uitgezet worden. Deze grafiek is erg belangrijk in de meteorologie en wordt de toestandskromme genoemd.

In figuur 4.6 is een willekeurige toestandskromme getekend. Hoeveel de temperatuur afneemt per meter hoogtetoename wordt de temperatuurgradiënt genoemd.

Normaal zal de temperatuur afnemen met de hoogte en dus volgens de definitie een positieve temperatuur gradiënt hebben. Soms is er in de atmosfeer een luchtlag waarin de temperatuur juist stijgt met de hoogte. Zo'n verschijnsel wordt **inversie** genoemd. Dit treedt op bijvoorbeeld 's nachts vlak bij de grond als de uitstraling van

de grond erg sterk is of 's winters in bergdalen waar koude (zwarte) lucht 'gevangen' zit. Als de temperatuur niet verandert met de hoogte dan spreekt men over **isothermie**.

4.4.1 Evenwicht

Een luchtdeeltje (we bedoelen hier 'een kleine hoeveelheid lucht') in de atmosfeer zal stijgen als dit lichter (d.w.z. warmer) is dan de omgeving. Evenzo zal het dalen als het zwaarder is. Een luchtdeeltje dat stijgt zal, door de dalende luchtdruk in de atmosfeer, uitzetten. Dit uitzetten kost energie. Omdat lucht een slechte geleider is moet deze energie uit het luchtdeeltje zelf komen. Het luchtdeeltje koelt hierdoor af. Dit afkoelproces zonder aanvoer van energie van buitenaf heet adiabatische afkoeling. Het verloop van de temperatuur met de hoogte van een zich verplaatsend luchtdeeltje wordt adiabaat genoemd en is in figuur 4.7 getekend met een stippellijn.

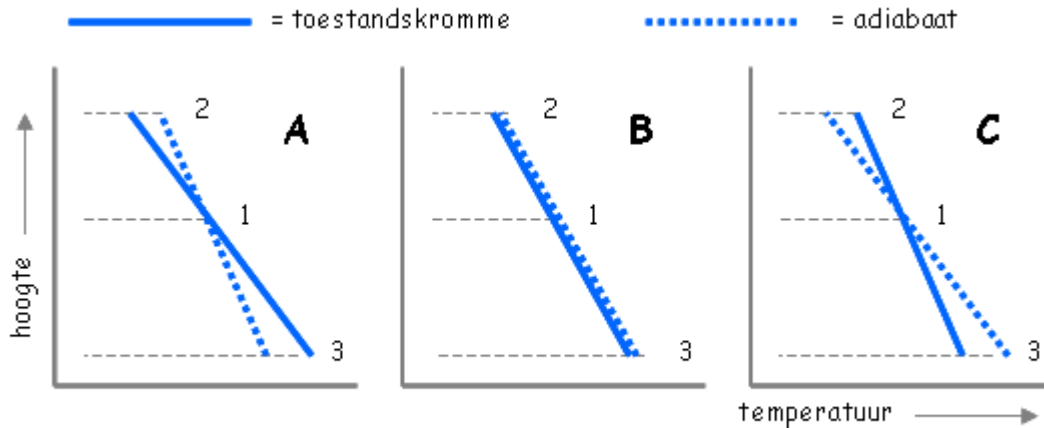


Fig. 4.7 Onstabiel, Indifferent en Stabiel evenwicht

Stel, een luchtdeeltje stijgt, door een verstoring (bijvoorbeeld een windvlaagje), van (1) naar (2). Is op de nieuwe hoogte de temperatuur ondanks de adiabatise afkoeling hoger dan de omgevingstemperatuur zoals die volgt uit de toestandskromme (zoals in figuur 4.7A), dan zal het luchtdeeltje doorstijgen. Een deeltje dat daalt van (1) naar (3) zal blijven dalen. Het evenwicht is dan **onstabiel**, net zoals een bal die op de top van een heuvel ligt en een zetje krijgt.

Indifferent is de atmosfeer, als de temperatuur van de omgeving en de temperatuur van het stijgende- of dalende deeltje in gelijke mate verandert (figuur 4.7B). Het luchtdeeltje heeft dan niet de neiging door te stijgen noch terug te zakken.

Bij een stabiele atmosfeer (figuur 4.7C) zal de temperatuur van het stijgend luchtdeeltje sneller afnemen dan de omgevingslucht en weer terugzakken naar zijn uitgangshoogte.

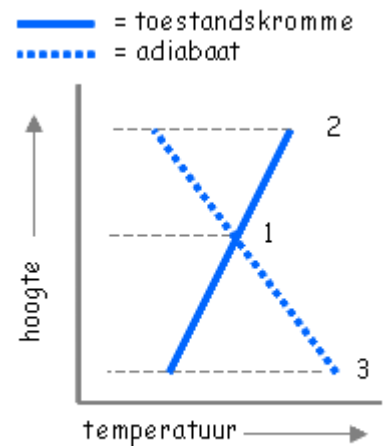


Fig. 4.8 Inversie

In een inversielaag is de temperatuurgradiënt negatief. Een luchtdeeltje dat door een verstoring een opwaartse snelheid krijgt zal dus altijd kouder worden dan zijn omgeving, en terugzakken naar zijn uitgangshoogte.

Een inversie is dus per definitie **stabiel** (figuur 4.8).

Voorbeeld

Als voorbeeld is in figuur 4.9 een willekeurige toestandskromme getekend. Komt er in punt A, door een verstoring (zuchtje wind o.i.d.) een luchtdeeltje los van de grond, dan zal deze, via de adiabaat, doorstijgen tot punt B.

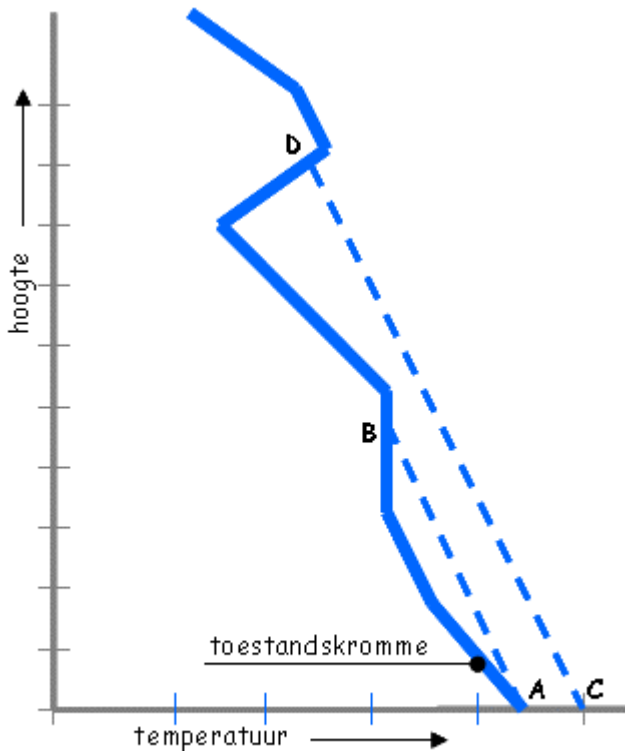


Fig. 4.9 Toestandskromme

Een ander luchtdeeltje, op de grond, wordt opgewarmd tot boven de grondtemperatuur door b.v. een kampvuur (punt C). Spontaan zal het luchtdeeltje, ook via een **adiabaat**, gaan stijgen, maar nu tot punt D

Uit figuur 4.9 blijkt dat, voor luchtdeeltjes, inversies en isothermen lastig te passeren lagen in de atmosfeer zijn.

4.5 Water en wolken

In de atmosfeer bevindt zich een bepaalde hoeveelheid water in gasvorm (waterdamp), vloeibare vorm (regen, mist) of vaste vorm (hagel, sneeuw). Hoeveel waterdamp lucht kan bevatten, hangt af van de temperatuur: warme lucht kan meer waterdamp vast houden dan koudere lucht. Lucht (van een bepaalde temperatuur) die de maximale hoeveelheid waterdamp bevat heet verzadigd. Zou men proberen nog meer waterdamp aan de verzadigde lucht toe te voegen, dan zou het teveel aan waterdamp condenseren d.w.z. van gasvormige in vloeibare toestand overgaan (in de vorm van mist of druppeltjes). Als de temperatuur laag genoeg is, sublimeert het teveel aan waterdamp, d.w.z. het gaat van gasvormige naar vaste toestand (door samenklontering ontstaat eventueel hagel of sneeuw).

Onder de absolute luchtvochtigheid wordt verstaan de hoeveelheid water die zich in de lucht bevindt. De relatieve vochtigheid is de verhouding tussen de hoeveelheid waterdamp die zich daadwerkelijk in de lucht bevindt tot de hoeveelheid die de lucht zou kunnen bevatten. De verhouding wordt meestal uitgedrukt in procenten.

Verzadigde lucht heeft dus altijd een relatieve vochtigheid van 100%.

Wanneer lucht, in temperatuur daalt, neemt de hoeveelheid waterdamp, die ze kan bevatten, af. De lucht die eerst onverzadigd was (figuur 4.10. punt A) zal, bij voldoende afkoeling, op gegeven moment wel verzadigd zijn (B). Er treedt condensatie op. De temperatuur waarbij voor het eerst condensatie optreedt wordt het dauwpunt genoemd. Wordt de lucht verder afgekoeld dan verdwijnt er waterdamp in de vorm van waterdruppels en zal de absolute luchtvochtigheid afnemen (C). Wordt de lucht extreem afgekoeld, dan zal vrijwel alle waterdamp uit de lucht verdwijnen.

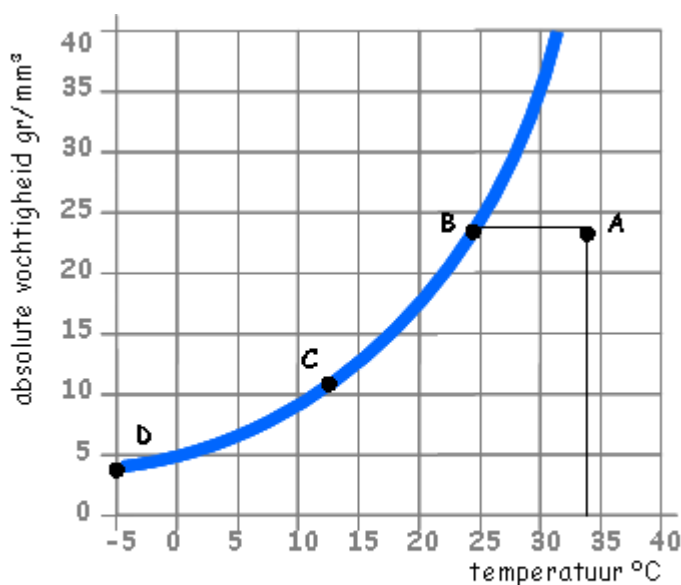


Fig. 4.10 Verband tussen temperatuur en maximale hoeveelheid waterdamp in lucht

Wanneer dit verschijnsel in de atmosfeer optreedt dan vormen zich wolken. De hoogte waarop de luchttemperatuur zover gedaald is dat het dauwpunt bereikt wordt, heet condensatieniveau. Wolken zijn dus niets anders dan verzadigde hoeveelheden vochtige lucht.

Stijgende lucht koelt af door de drukafname (zie 4.4.1). Vochtige lucht die opstijgt bereikt op een gegeven moment zijn condensatieniveau. Stijgt de lucht door dan zal het overschot aan waterdamp condenseren. Bij condensatie komt echter de warmte vrij die eerst nodig was om het water te verdampen tot waterdamp. De verzadigde lucht koelt op zijn weg omhoog daarom minder af dan stijgende onverzadigde (droge) lucht.

Het verloop van de temperatuur van vochtige lucht met de hoogte wordt de '**nat-adiabaat**' genoemd.

De temperatuurgradiënt van een 'nat-adiabaat' is ongeveer $0,5^{\circ}\text{C}$ per 100 m.

In figuur 4.11 is dezelfde toestandskromme getekend als in figuur 4.9. Weer stijgt een warmer luchtdeeltje, dat nu waterdamp bevat, op en volgt de '**droog-adiabaat**'.

Op een gegeven moment is de temperatuur zover gedaald dat het dauwpunt bereikt is, waarna het overschot aan waterdamp condenseert. De temperatuur neemt verder af via een 'nat-adiabaat'. Het luchtdeeltje stijgt uiteindelijk tot punt E, veel hoger dan punt D, het punt dat bereikt zou worden als er geen waterdamp in de lucht zat (figuur 4.9). Duidelijk is ook dat verzadigde lucht minder stabiel is dan droge. Het kan zelfs zo zijn dat de onverzadigde lucht stabiel is, maar de verzadigde lucht niet. We spreken dan van een voorwaardelijke stabiliteit.

Uit de voorbeelden in figuur 4.9 en figuur 4.11 blijkt het belang van de toestandskromme.

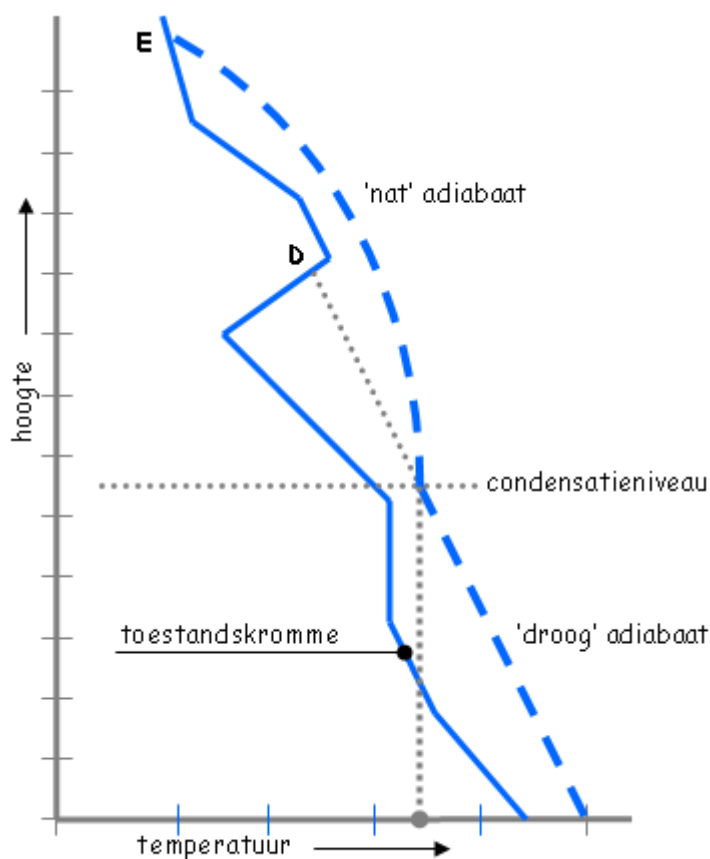


Fig. 4.11 Droog- en Nat-adiabaat

4.5.1 Föhn

Een belangrijk verschijnsel, is de warme 'valwind' die in bergen voorkomt: de Föhn. Gezien het gevaar van dit verschijnsel is hier een uitgebreide uitleg nodig.

Allereerst de 'klassieke' **thermodynamische verklaring** van het fenomeen.

Föhn ontstaat als vochtige lucht met voldoende snelheid ($>50\text{ km/u}$) over een voldoende hoge berg gestuwd wordt. In figuur 4.12 is de luchttemperatuur aan de loefzijde op grondniveau 15°C . Door de wind wordt de lucht langs de berg omhoog geblazen en koelt af via de (droog)adiabaat, met een temperatuurgradiënt van 1°C per 100 m. Op 1000 m is de temperatuur dan dus 10°C lager, dus 5°C geworden. Hier wordt het condensatieniveau bereikt. Hierna koelt de lucht af via de nat-adiabaat ($0,5^{\circ}\text{C}$ per 100 m) en regent uiteindelijk uit. Op 3000 m is de top bereikt en is de temperatuur weer 10°C lager, dus -5°C geworden. De (vrijwel uitgeregende) wolken lossen aan de lijzijde op, het condensatieniveau ligt in dit voorbeeld op 2600 m. Van 3000 m tot 2600 m warmt de lucht weer op via de nat-adiabaat. Op 2600 m is de temperatuur dus -3°C geworden. Daaronder warmt de lucht op via de (droog)adiabaat met 1°C per 100 m.

Door de 2600 m daling warmt de lucht dus 26°C op. Op de grond heeft de lucht uiteindelijk een temperatuur bereikt van 23°C , en is dus veel warmer en droger dan aan het begin van de tocht over de bergen.

Bij deze uitleg moeten we echter twee vraagtekens plaatsen.

- Waarom zou de warmere lucht naar beneden stromen aan de lijkzijde van de berg. Op lagere hoogten is de aanwezige lucht kouder, de omstandigheden zijn dus stabiel.
- Föhn verloopt ook zonder uitregenen aan de loefzijde van de berg. In 30% van de gevallen is dat ook zo. Waarom dan toch Föhn?

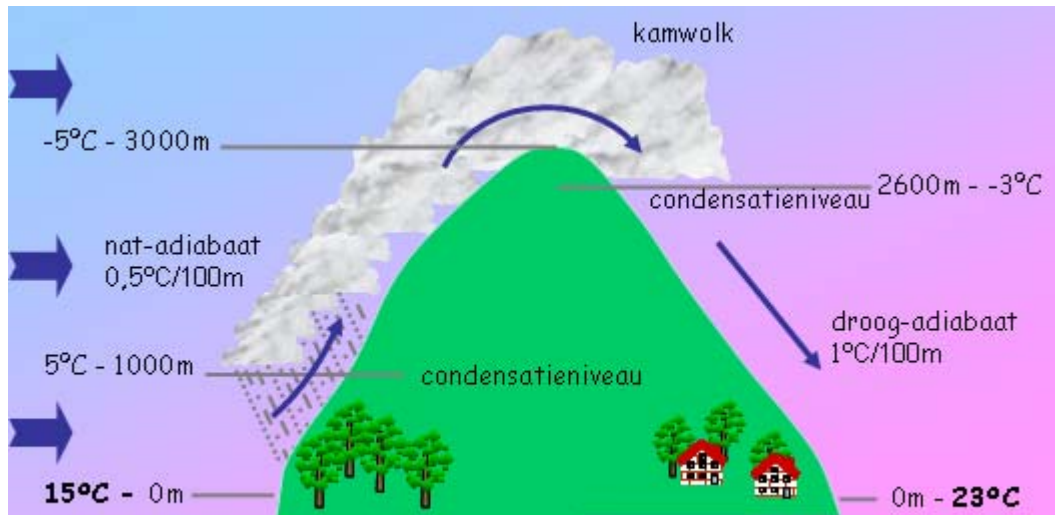


Fig. 4.12 Föhn

De dynamische verklaring.

Hiervoor even een andere uitleg van de begrippen stabiel en onstabiel en het begrip potentiële temperatuur.

Stabiel: we stellen ons voor een vat gevuld met water van 10°C onder en gescheiden door een folie, water van 30°C, boven. Wanneer de folie verwijderd wordt zal het warme water gewoon boven blijven en deze situatie noemen we stabiel.

Onstabiel: dezelfde situatie maar nu het warme water onder. Verwijderen we nu de folie dan zal het warme water onmiddellijk pogen naar boven te gaan en het koude water zal als het ware naar beneden vallen om de plaats in te nemen.

Potentiële temperatuur: dit is de temperatuur die een pakketje lucht zou bereiken wanneer het van hoogte naar zeeniveau (of andersom) zou afdalen (stijgen) en daarbij 1°C per honderd meter zou opwarmen (droog-adiabaat)

4.5.2 Wolken

Wolken zijn met waterdamp verzadigde hoeveelheden lucht. Ze bestaan uit waterdruppeltjes en / of ijsdeeltjes. Deze deeltjes vallen niet op de grond omdat zij erg klein zijn en daarom erg langzaam (50 m/uur) vallen. De opwaartse luchtstromen in de wolk voorkomen het vallen. Neerslag ontstaat pas als de druppeltjes overgaan in ijsdeeltjes. Als deze ijsdeeltjes voldoende gegroeid zijn, door aan elkaar te plakken, zijn ze zwaar genoeg om in de richting van de aarde te vallen. Afhankelijk van de hoogte van het 0°C niveau komt deze neerslag in de vorm van regen, hagel of sneeuw op het aardoppervlak.

Wolken kunnen onderverdeeld worden in wolken die zich in verticale- of horizontale richting ontwikkelen. De laatste kunnen dan nog onderverdeeld worden in lage, middel of hoge bewolking (figuur 4.13). Figuur 4.14 is een goed hulpmiddel om de wolken te leren kennen.

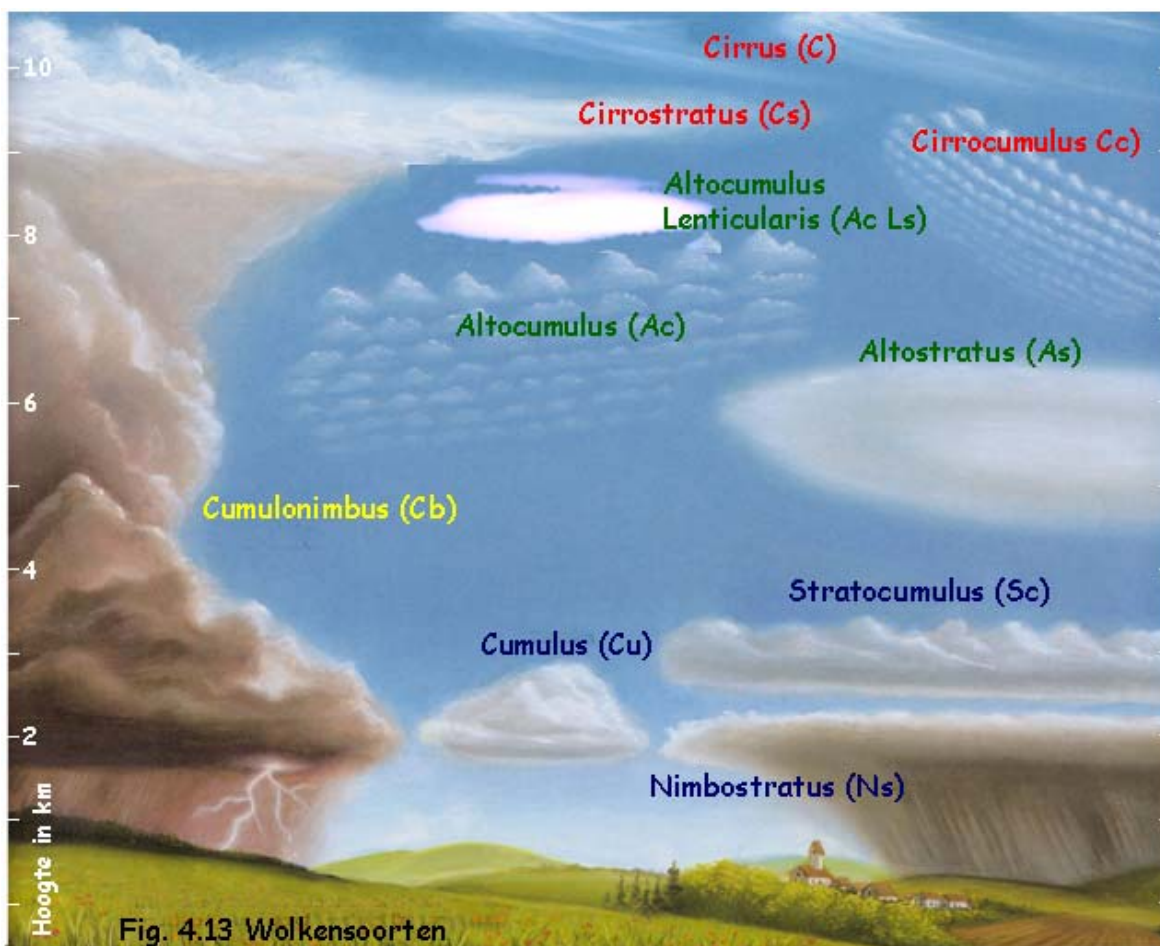


Fig. 4.13 Wolkensorten

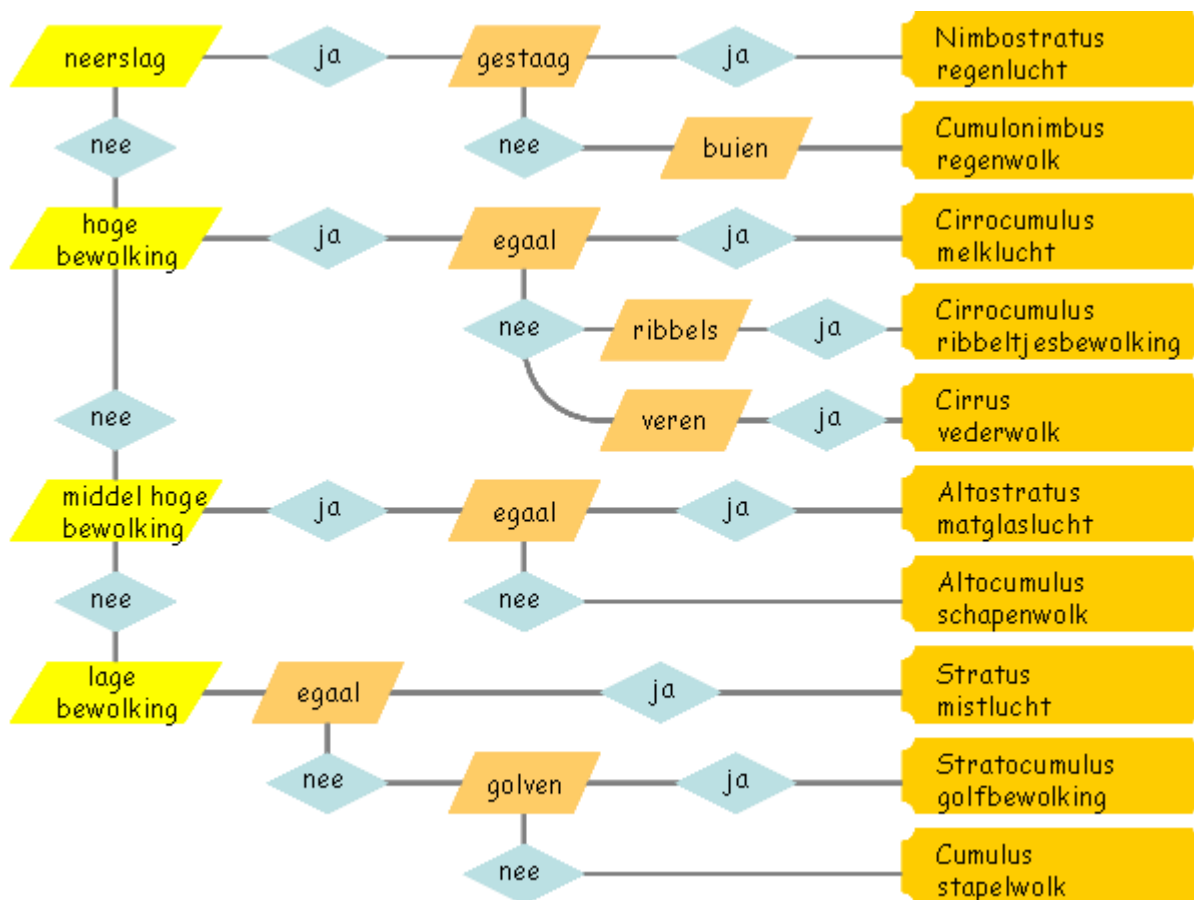


Fig. 4.14 Eenvoudige wolken determineertabel (H.Zuidam)

Bedekkinggraad

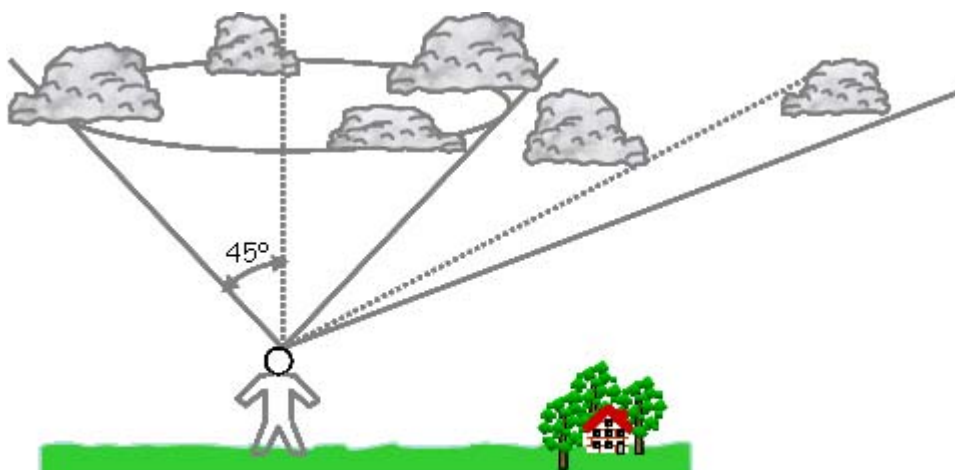


Fig. 4.15 Bedekkinggraad bepalen doe je zo!

De hoeveelheid bewolking wordt aangegeven met de zgn. bedekkinggraad. 0/8 betekent 'geen bewolking' en 8/8 'geheel bedekt'. De waarnemer schat de tussenliggende waarden door de hemel boven zich te bekijken, niet verder dan tot een hoek van 45° met de verticaal, ter voorkoming van het zgn. 'Coulisse-effect'. Dit effect treedt op wanneer de waarnemer de wolken te veel van opzij bekijkt waardoor het lijkt alsof de bedekkinggraad veel groter is dan direct boven hem. In figuur 4.15 is dit te zien.

In meteorologische taal wordt het aangeven van bewolking niet meer gedaan in achtsten, maar met de termen

- FEW (few), komt overeen met 1/8 – 2/8
- SCT (scattered), komt overeen met 3/8 – 4/8
- BKN (broken), komt overeen met 5/8 – 7/8 en
- OVC (overcast), komt overeen met 8/8

4.6 Fronten

Een luchtsoort is een grote hoeveelheid lucht met een bepaalde temperatuur en vochtigheid. Het grensvlak tussen twee luchtsoorten heet frontvlak. Waar het frontvlak de grond raakt spreekt men over het grondfront, kortweg front. De meeste weersverschijnselen doen zich voor ter plekke van deze frontvlakken. Staat dit front stil dan spreekt men over een stationair front. Beweegt een frontvlak dan onderscheidt men: een koufront, een warmtefront en een oclusiefront.

4.6.1 Koufront

Men spreekt over een koufront als, bij het voorbijtrekken van het front, een waarnemer op de grond van warme in koude lucht komt. De koude lucht wringt zich onder de warme lucht en stuwt daarbij de warme lucht tot grotere hoogte.

Het frontvlak dicht bij de grond is steiler dan bij een warmtefront als gevolg van de weerstand met de grond. De verticale luchtstroom geeft aanleiding tot bloemkoolwolken (cumulus), die uit kunnen groeien tot buien (cumulonimbus of onweerswolken).

Koufronten bewegen zich gemiddeld zo'n 15% sneller voort dan warmtefronten. Na voorbijtrekken van het frontvlak strijkt koude lucht over een relatief warme ondergrond. Hierdoor ontstaat goede (soms te heftige) thermische ontwikkeling, dus opstijgende lucht, wat vaak gepaard gaat met cumulusbewolking. Wanneer de lucht blijft doorstijgen (tot aan de

tropopause) spreken we van overontwikkeling en ontstaat er thermisch onweer. Na het voorbij trekken van een koufront kan het weer dus erg geschikt zijn voor afstandsvluchten, maar er moet altijd rekening worden gehouden met het ontstaan van onweer (figuur 4.16).

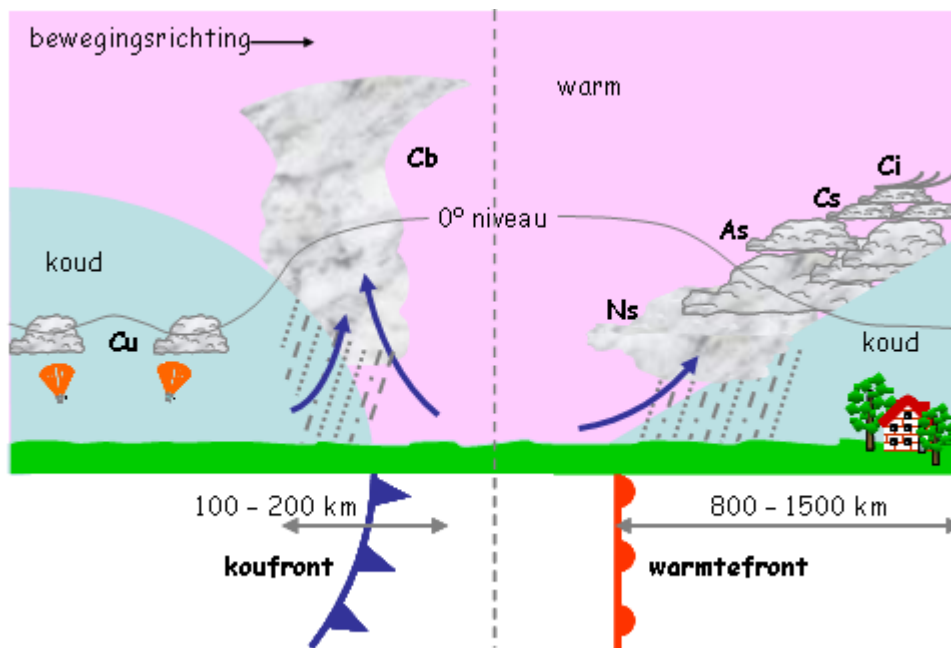


Fig. 4.16 Zijaanzicht en kaartsymbolen van een Kou- en Warmtefront

Warmtefronten kondigen zich ruim van tevoren aan en veroorzaken niet zulk 'zwaar' weer als koufronten die aankomen. In de bergen kunnen koufronten even als (onweers-)buien eerst geruime tijd blijven hangen, om dan plotseling binnen te vallen. Aankomende koufronten en Cb's (Cumulonimbus) zijn voor schermvliegers dus erg gevaarlijk.

4.6.2 Warmtefront

Men spreekt over een warmtefront als, bij het voorbijtrekken van het front, een waarnemer op de grond van koude in warme lucht komt. De warme, lichtere lucht, schuift over de koude lucht heen (figuur 4.16).

De bewolking, die hierbij ontstaat, begint heel dun in de vorm van windveren (cirrus). Deze bewolking verdicht zich langzaam bij het naderbij komen van het front (cirrostratus). Uiteindelijk gaat de bewolking over van egaal grijze lucht (altostratus) in regenwolken (nimbostratus). De bewolking komt dus ook steeds lager. Na het voorbijtrekken van het front klaart de hemel enigszins op, waarna in de vochtige lucht stratuswolken kunnen ontstaan. In de figuur is duidelijk te zien dat de hoek die het frontvlak maakt met het grondoppervlak klein is (In werkelijkheid is het een hoek tussen 1:25 en 1:100). Door de weerstand met de grond zal de koude lucht op geringe hoogtes moeilijk kunnen meebewegen met het front en als het ware het frontvlak uitrekken.

Een warmtefront kan, van begin (cirrus) tot einde (nimbostratus) een lengte hebben van zo'n 1500 km. De gemiddelde snelheid waarmee een warmtefront passeert bedraagt 30 km/u. Het voorbijtrekken van het frontvlak kan dus wel ongeveer 2 dagen duren.

4.6.3 Occlusiefront

Zoals hiervoor besproken, verplaatst een koufront zich sneller dan een warmtefront. Een koufront dat achter een warmtefront aankomt zal dat warmtefront dus inhalen. Wanneer dat gebeurt zal de warme lucht van het warmtefront door de koude lucht van het koufront opgetild

worden. Het koufront dat het warmtefront heeft opgetild wordt een oclusiefront, of kortweg oclusie genoemd (figuur 4.17).

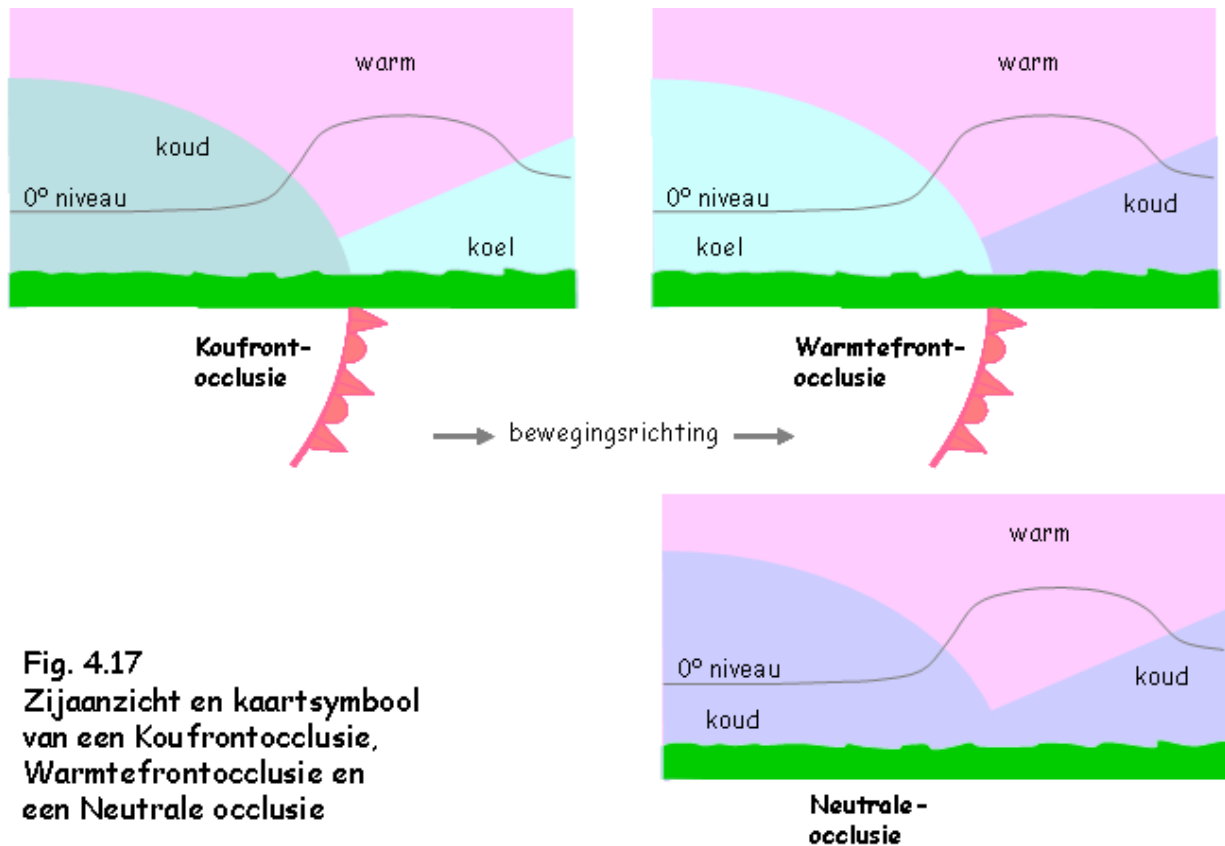


Fig. 4.17
Zijaanzicht en kaartsymbool
van een Koufrontocclusie,
Warmtefrontocclusie en
een Neutrale oclusie

Er worden drie soorten oclusies onderscheiden:

- Koufrontocclusie: de lucht van het koufront dat het warmtefront inhaalt, is kouder dan de koele lucht voor het warmtefront. Het koufront schuift onder het warmtefront. Het weer rond een koufrontocclusie heeft doorgaans een koufrontkarakter.
- Warmtefrontocclusie: de koudste lucht bevindt zich voor het warmtefront en de koele lucht achter het koufront. Het koufront stroomt omhoog tegen het warmtefront. Er ontstaat een warmtefrontocclusie met weer dat doorgaans het karakter heeft van een warmtefront.
- Neutrale oclusie: de temperatuur van de lucht van het koufront is gelijk aan de temperatuur van de lucht voor het warmtefront. Het gevolg daarvan is dat het warmtefront wordt opgetild en de grondfronten oplossen.

4.6.4 Hoge- en lagedrukgebieden

Lagedrukgebieden ontstaan meestal boven plaatsen die in de loop der tijd sterker opgewarmd zijn dan hun omgeving. De lucht zal op deze plekken omhoog stromen. In de omhoog stromende lucht zullen wolken ontstaan en uitregenen. Op grote hoogtes zal de nu droge lucht van het lagedrukgebied wegstromen en op gegeven moment weer dalen. Op de plek waar de koude, droge lucht naar beneden beweegt, ontstaat een hogedrukgebied. Vanuit dit hogedrukgebied stroomt de lucht terug naar het lagedrukgebied, waarmee de kring rond is, zie figuur 4.18.

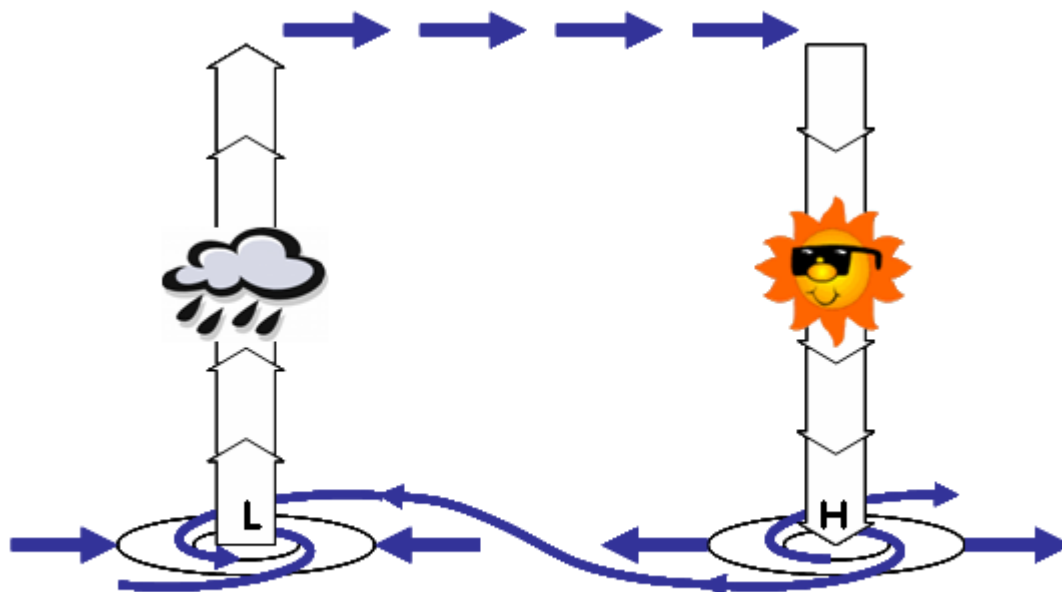


Fig. 4.18 Schematische luchtbewegingen in een hoge- en lagedrukgebied

De wind die men op de grond voelt is niets anders dan de bewegingen van luchtmassa's die van hoge- naar lagedrukgebieden stromen. Hoe krachtig deze wind is, is afhankelijk van de afstand tussen het hoge- en lagedrukgebied en het drukverschil hiertussen. Nu zal de wind niet direct van het hoge- naar het lagedrukcentrum stromen. Door het corioliseffect (zie verder op) zal de wind, op het noordelijk halfrond, een afbuiging naar rechts krijgen, en als een spiraal rechtstreeks het hogedrukgebied uitstromen, en dan spiraalsgewijs linksom het lagedrukgebied in. Op het zuidelijk halfrond gaat het linksom het hogedrukgebied uit en rechtstreeks het lagedrukgebied in (zie ook 4.8.1).

Een L(aag) wordt van onderaf opgevuld. Dat betekent dat de rest van de lucht in het laag wordt opgetild, hierdoor zal afkoelen en er dus wolken ontstaan, 'slecht weer'. Terwijl bij een H(oog), dat dus van onderaf leeg stroomt, lucht zal dalen, opwarmen en de aanwezige waterdeeltjes (wolken) zullen verdampen, 'mooi weer'.

4.7 Weerkaart

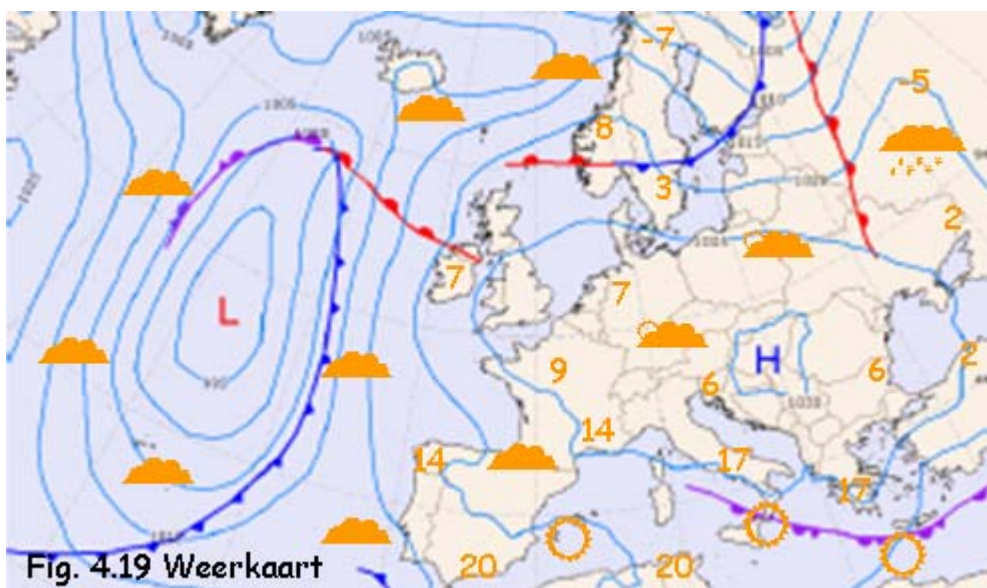


Fig. 4.19 Weerkaart



Fig. 4.19a Kaartsymbolen

Een weerkaart (figuur 4.19 én 4.19a) is een hulpmiddel om de, op een bepaald tijdstip voorkomende, fronten en stromingen aanschouwelijk te maken. Hierop worden de posities van de hoge- en lagedrukgebieden en de fronten aangegeven. Verder zijn er lijnen getrokken die punten met gelijke luchtdruk (tot op zeeniveau terug gebracht) met elkaar verbinden: de isobaren.

Uit deze kaart kan veel afgelezen worden. Liggen de isobaren bijvoorbeeld dicht bij elkaar, dan staat daar een sterke wind. Warmtefronten betekenen meestal een langzame maar langdurige verslechtering en koufronten korte en hevige buien. De richting van de wind is meestal eenvoudig te bepalen aan de hand van de ligging van de lagedrukgebieden. Leg je rechterhand op de kaart met duim gericht naar het dichtst bijgelegen lagedrukgebied dan is de windrichting de richting die de vingers op wijzen. In het veld, staande met de (meteo-)wind in de rug, bevindt het hogedrukgebied zich aan onze rechterkant (alles op het noordelijk halfrond).

4.8 Wind

Alle wind op aarde wordt uiteindelijk veroorzaakt door de verschillen in opwarming door de zon en is dus uiteindelijk allemaal thermisch van oorsprong. Toch worden de winden onderverdeeld in twee hoofdsoorten: meteowind en thermische wind.

Meteowind wordt veroorzaakt door luchtdrukverschillen tussen hoge- en lagedrukgebieden. Deze kunnen vele honderden kilometers uit elkaar liggen. Thermische wind wordt veroorzaakt door lokale opwarmingsverschillen.

Meteowind verandert in tijd en plaats gezien slechts zeer langzaam van richting en kracht, terwijl thermische wind aan snelle veranderingen onderhevig kan zijn.

Op enkele tientallen meters afstand kunnen kracht en richting verschillen. De naam van de verschillende winden is afhankelijk van waar de wind vandaan komt: noordenwind komt uit het noorden, zeewind vanuit zee, dalwind komt uit het dal enz.

Verder bestaan er nog de benamingen **krimpwind** en **ruimwind**. Een krimpwind verandert van richting tegen de klok in. De hoek van de kompasroos waar de wind vandaan komt wordt kleiner.

Bijvoorbeeld: de windrichting verandert van west naar zuid (270° naar 180°). Een ruimwind verandert van richting met de klok mee.

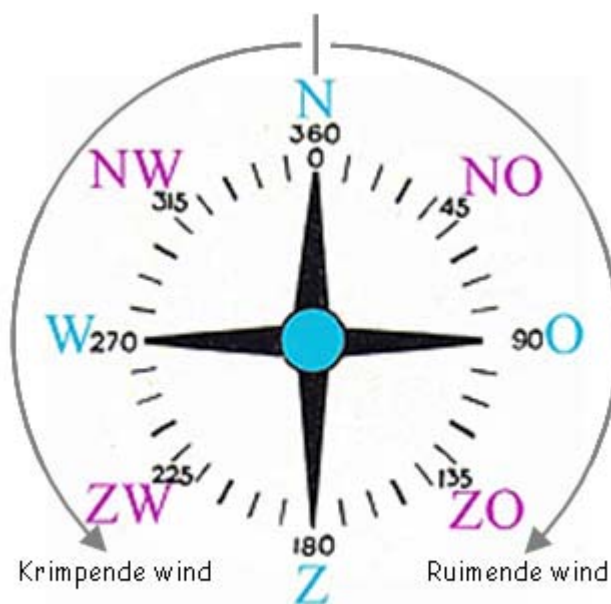


Fig. 4.20 Windroos

4.8.1 Meteowind

Alle luchtbewegingen rond de aarde worden veroorzaakt door de verschillen in warmte die bepaalde delen van de aarde ontvangen van de zon. De evenaar wordt, door de loodrecht invallende straling, meer verwarmd dan de polen. Als gevolg hiervan stijgt de (warme en dus lichte) lucht bij de evenaar op, stroomt richting de polen, bij de 30-ste breedtegraad daalt ze en stroomt weer langs het aardoppervlak richting evenaar terug. Zou de aarde stilstaan in de ruimte dan zou de luchtcirculatie inderdaad deze vorm hebben. De

rotatie van de aarde verandert echter deze 'ideale' situatie. De aardrotatie (figuur 4.21) heeft het effect om luchtdeeltjes op het noordelijk halfrond naar rechts en op het zuidelijk halfrond naar links af te buigen. Dit effect heet het Corioliseffect en de 'kracht', die dit veroorzaakt, heet de **Corioliskracht**. Deze kan als volgt aannemelijk gemaakt worden:

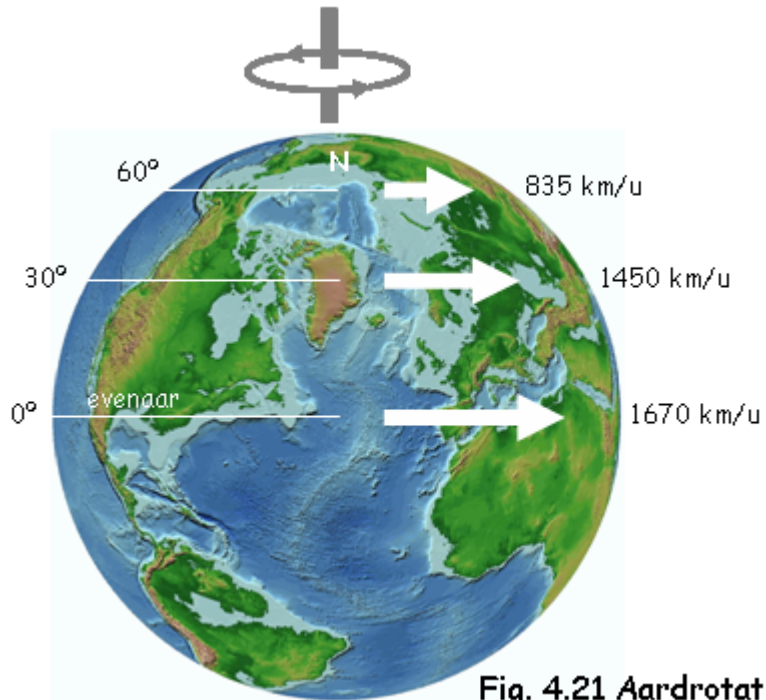


Fig. 4.21 Aardrotatie

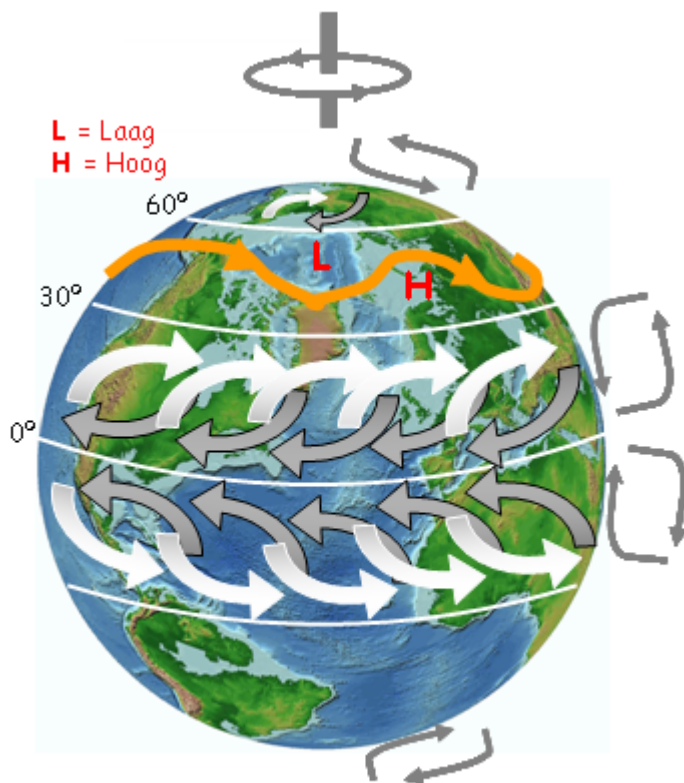


Fig. 4.22 De Circulatie

De aarde draait in 24 uur om haar as. Op de evenaar, waar de aardomtrek 40.000 km is, beweegt de grond dus met een snelheid van ongeveer 1670 km/u in oostelijke richting. Op hogere breedtes is deze snelheid uiteraard kleiner, en op de polen staat de grond stil (draait alleen om zijn as). Een luchtdeeltje dat bijvoorbeeld van de evenaar naar het noorden stroomt, wil de grotere snelheid in oostelijke richting behouden. De grond beweegt echter langzamer (op bijvoorbeeld 30° breedte met 1450 km/u), De lucht zal dus een 'oversnelheid' hebben van 80 km/u in oostelijke richting. In grote lijnen vormt bovenstaande de basis van de globale luchtcirculaties (figuur 4.22).

In het gebied tussen evenaar en 30-ste breedtegraad wordt bovenstaande inderdaad aangetroffen: de NO en ZO passaatwinden. Echter, tussen de 30-ste en de 60-ste breedtegraad (de gematigde streken), verandert de

situatie o.a. door verschillen in opwarming tussen zee en land en obstakels zoals bergketens. Hier ontstaat een veelvoud van hoge- en lagedrukgebieden die voortgedreven worden door

de in oostelijke richting stromende straalstroom. Bij de polen, tenslotte, bestaat een min of meer permanent hogedrukgebied.

4.8.2 Stijgwinden

Stijgwinden zijn winden die behalve in horizontale ook in verticale richting waaien. Twee soorten zijn van belang:

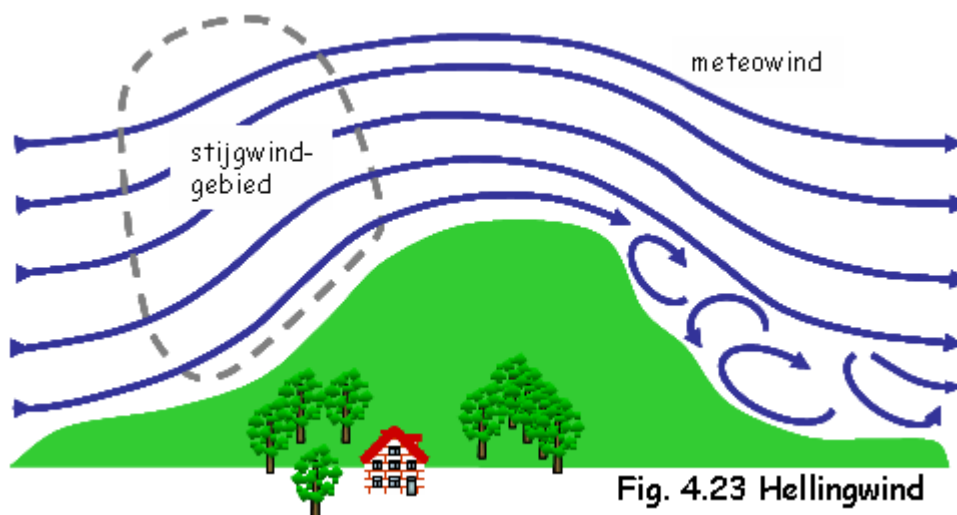


Fig. 4.23 Hellingwind

Hellingwinden

Bevindt zich in de luchtstroming een obstakel, dan zal de wind zich er omheen en overheen bewegen. De stijgwind bevindt zich aan de windzijde (loefzijde) van het obstakel.

Het gebied waar men de hoogste stijgsnelheid kan bereiken bevindt zich halverwege de helling (figuur 4.23). Het gebied met de hoogste windsnelheid bevindt zich bij het hoogste punt van het obstakel. Aan de achterzijde (lijzijde) van het obstakel stroomt de lucht naar beneden, waarbij gevaarlijke wervelingen kunnen ontstaan. Dit gebied moet dan ook ten allen tijde vermeden worden. De grootte en kracht van het stijgebied is afhankelijk van de grootte en de vorm van het obstakel en de snelheid van de wind.

Golfwinden

Is het obstakel voldoende groot (zoals een bergketen), dan zal erachter de lucht een golvende beweging uitvoeren. Deze beweging kan zich tot ver achter het obstakel voortzetten en bereikt hoogtes ver boven de hoogte van het obstakel (figuur 4.24).

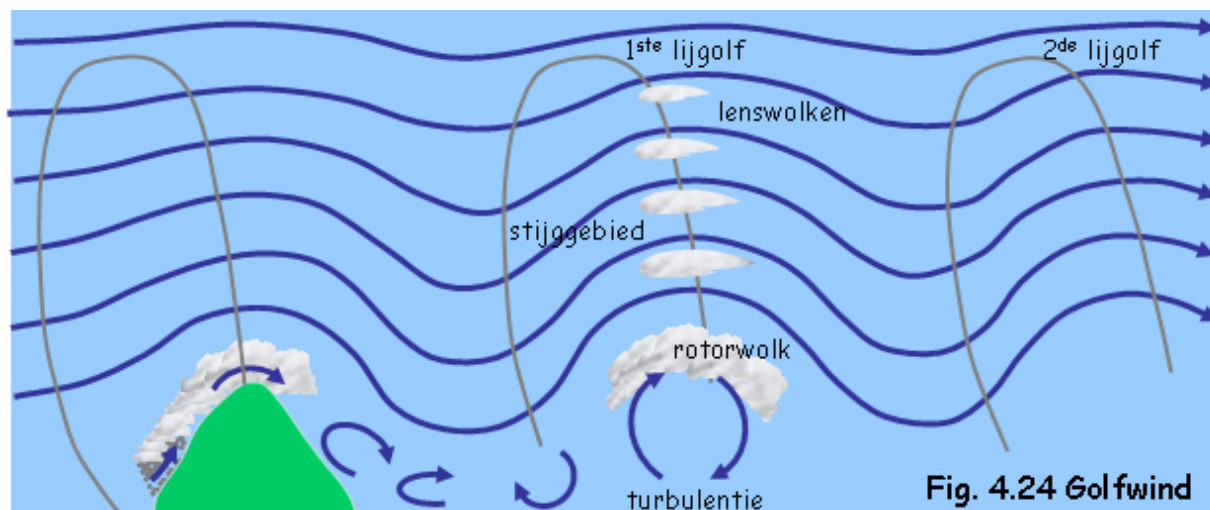


Fig. 4.24 Golfwind

Door deze golfbeweging zijn er gebieden waarin de lucht omhoog stroomt, zonder dat er obstakels ter plekke aanwezig hoeven te zijn. Kenmerkend voor deze golven zijn lensvormige wolken (altocumulus lenticularis), sterke turbulentie vlak bij de grond en rotorwolken. Door deze laatste twee is deze wind ongeschikt voor schermvliegers. Belangrijk is dus het kunnen herkennen van de lensvormige wolken. Golfwinden ontstaan vaak bij de zgn. Föhn (zie paragraaf 4.5.1). Het voorkomen van reeksen kortstondige felle opklaringen kan wijzen op de aanwezigheid van Föhn. De opklaring ontstaat in de neergaande lucht van de golf. Hier lost de bewolking op. Dit opklarende weer wil dus niet zeggen dat de vliegcondities veilig zijn, eerder duiden ze op een gevaar.

4.8.3 Thermische winden

Deze winden ontstaan door lokale verschillen in opwarming. Boven gebieden die warm zijn stijgt de lucht op en wordt aangevuld door lucht uit koudere gebieden. Reeds aanwezige temperatuurverschillen zullen ook thermische winden doen ontstaan (b.v. voorjaar, relatief koud zeewater en al opwarmend land).

Typische thermische winden zijn:

Zeewind en Landwind

Door verschil in opwarming zal het land overdag warmer worden dan de zee. De lucht stijgt boven land op en wordt aangevuld vanuit zee: de zeewind.

's Nachts gebeurt het omgekeerde omdat de zee minder snel afkoelt dan het land. De opstijgende lucht boven zee wordt aangevuld vanaf het land: de landwind (figuur 4.25).

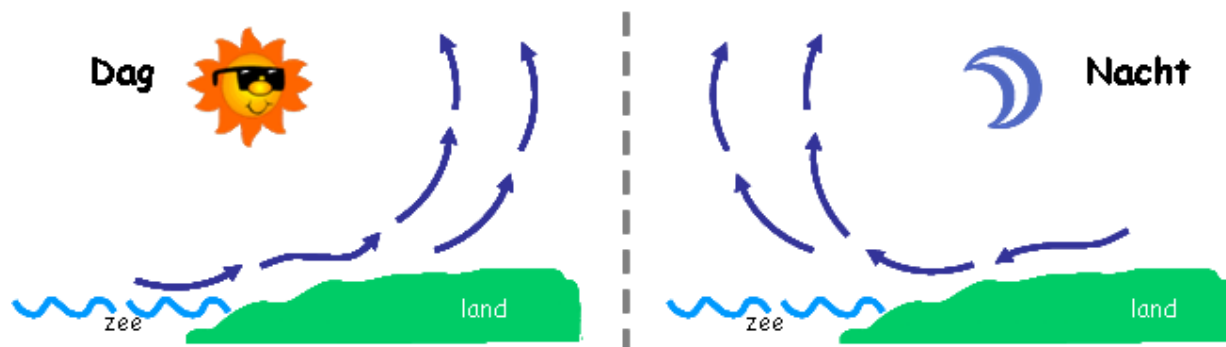


Fig. 4.25 Zeewind en Landwind

Dalwind en Bergwind

In de bergen warmen 's ochtends de berghellingen op het zuidoosten en zuiden het eerst op. Het dal is dan relatief koud. Op warme hellingen stijgt de lucht op en wordt aangevuld vanuit het dal, de zgn. dalwind.

Aan het eind van de dag beginnen de hellingen af te koelen en stroomt de koude lucht langs



Fig. 4.26 Dalwind- en Bergwind

de helling het dal in: de bergwind (figuur 4.26).

Valleiwind

De valleiwind (figuur 4.27) is de wind die evenwijdig aan het dal waait en is een logisch gevolg van de dal / bergwind. Overdag stroomt de wind uit het dal de berg op. Deze wordt aangevuld vanuit de vallei (waar het dal in uitloopt). Deze wind kan erg krachtig zijn en verraderlijk omdat je hem alleen in de onderste luchtlagen aantreft. Versmalling van het dal geeft door de venturie werking een versnelling van de stroming (wind).

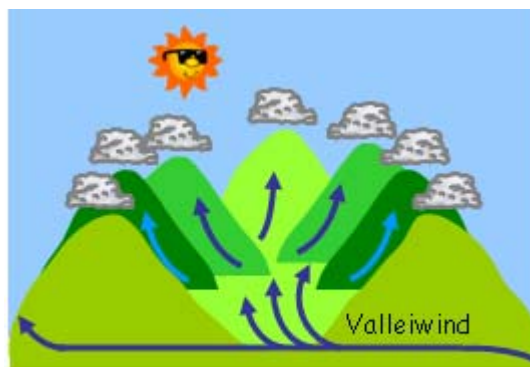


Fig. 4.27 Valleiwind

4.8.4 Thermiek

Onder thermiek wordt verstaan de verticale luchtstromen die ontstaan door warme hoeveelheden lucht die van het aardoppervlak opstijgen. Deze thermiek kan men voorstellen als een slurf warme lucht. Is er wind, dan zal deze worden meegevoerd, uiteindelijk geheel losraken van de grond en overgaan in een bel. Thermiek ontstaat doordat op een zekere plaats de lucht vlak boven de grond een hogere temperatuur krijgt dan zijn omgeving. Dit gebeurt voornamelijk wanneer de zon op een stuk grond schijnt dat snel en goed opwarmt (zand, asfaltweg, een donkere akker enz).

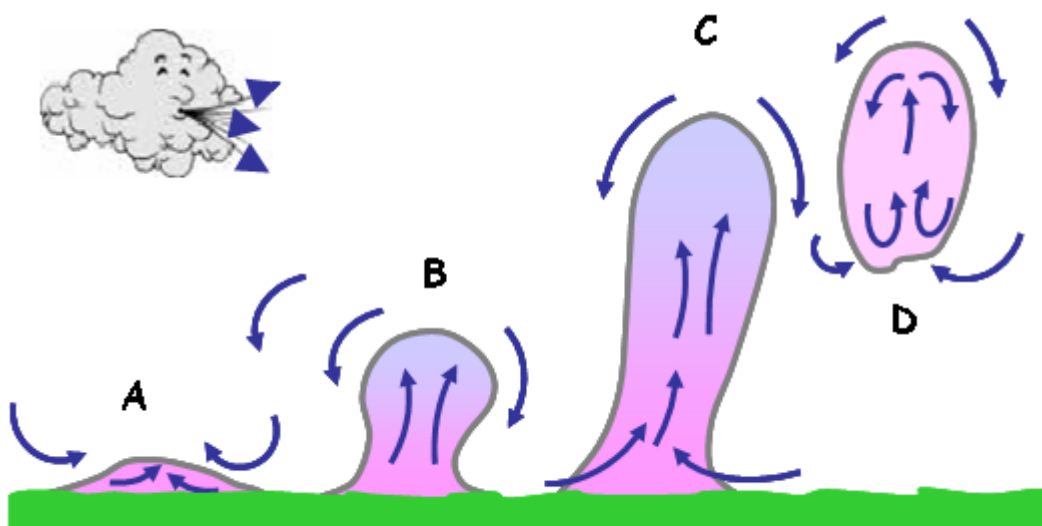


Fig. 4.28 Thermiek

Gunstige omstandigheden voor het ontstaan van thermiek zijn een sterke zonnestraling, de juiste ondergrond, relatief weinig wind en een 'koude' onstabiele atmosfeer (zie 4.3.2). Ook schoorstenen van industrieën en huizen kunnen een aanzienlijke thermiek veroorzaken. De warme thermiekbel zal stijgen waarna de temperatuur afneemt volgens de (droog)adiabaat. (1°C per 100 m), zie figuur 4.28. De maximale hoogte wordt bereikt als de temperatuur in de bel gelijk wordt aan de omgevingslucht, dus als adiabaat en toestandskromme elkaar raken. Wanneer op deze hoogte het condensatieniveau nog niet is bereikt dan spreekt men van blauwe of droge thermiek. Er worden dan geen wolken gevormd. Het is mogelijk dat de thermiekbel boven het condensatieniveau uitstijgt. De thermiekbel wordt dan zichtbaar in de vorm van een wolk (cumulus). Gesproken wordt in dat geval van 'natte thermiek'. Door de condensatiewarmte die dan vrijkomt zal de bel minder snel afkoelen (natadiabaat, $0,5^{\circ}\text{C}$ per 100 m), dus sneller stijgen.

Het is zelfs mogelijk dat bij onstabiele omstandigheden de wolk explosief groeit en overgaat in een onweerswolk (CB = cumulonimbus).

Een onweerswolk is een stapelwolk waarin zich in het bovenste deel ijsdeeltjes bevinden. In een onweerswolk heerst een enorme opwaartse stroming als gevolg van de warmteontwikkeling van de condenserende lucht en de onstabiele opbouw van de atmosfeer. Tegelijkertijd ontstaat neerslag, die een neerwaartse luchtstroming veroorzaakt. Ten eerste

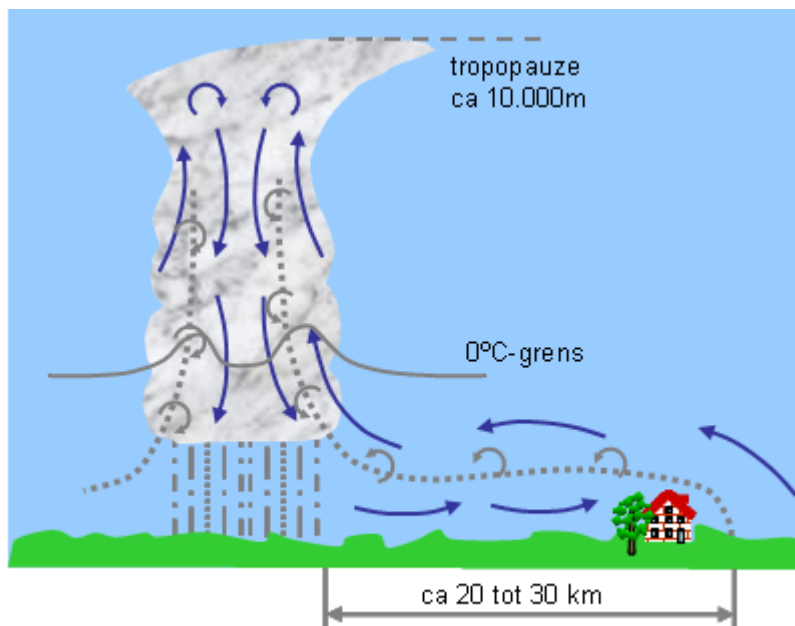


Fig. 4.29 Onweerswolk, Cumulonimbus (CB)

omdat ijsdeeltjes (hagelstenen) en druppels lucht meeslepen en ten tweede omdat de druppels gedeeltelijk zullen verdampen, waarna de lucht als gevolg van de gebruikte verdampingenergie afkoelt en zwaarder wordt. Door deze uitstromende lucht ontstaat een zogenaamde 'wals' die de onweersbui 20 tot 30 km/u vooruit kan gaan (figuur 4.29).

Deze grote verschillen in lichtsnelheid, maar ook de aanwezigheid van bliksem, de lage temperaturen en zuurstofgebrek op grote hoogte maken een onweerswolk erg gevaarlijk, en

niet alleen voor een schermvlieger. Het is dus van groot belang een onweerswolk op tijd te herkennen. Van de zijkant is het een in de hoogte uitbreidende wolk met meestal een afgeplatte bovenzijde (dit lijkt op een aambeel). Van onderaf gezien is het een heel donkere lucht die zich meestal, tegen de plaatselijke windrichting in, beweegt naar de waarnemer op de grond. Dit komt omdat de wolk veel lucht uit zijn omgeving aanzuigt. De weg die een onweerswolk volgt laat zich daardoor moeilijk voorspellen.

4.8.5 Turbulentie

Turbulentie is een ongeordend bewegen van luchtdeeltjes. Dit staat in tegenstelling tot laminaire wind, waarin alle luchtdeeltjes dezelfde weg volgen. Voor alle gebruikers van de lucht, tot en met grote verkeersvliegtuigen, kan turbulentie gevaarlijk zijn. Met name voor schermvliegers omdat hun vleugel geen vaste vorm heeft en hun snelheid erg laag is.

Natuurlijk is turbulentie niet in alle gevallen even gevaarlijk. Zo is bijvoorbeeld turbulentie op grote hoogte minder gevaarlijk dan vlak bij de grond vanwege de hoogtereserve (de piloot heeft meer tijd om z'n scherm weer vliegend te krijgen). Toch is het verstandig te weten waar turbulentie kan optreden en te kunnen inschatten hoe sterk deze is.

De drie voornaamste oorzaken van turbulentie zijn:

- luchtstromingen van verschillende sterktes of -richting die samenkomen;
- luchtstromingen die obstakels tegenkomen.
- turbulentie veroorzaakt door een ander vliegtuig.

Samenkomende luchtstromingen.

Bij een frontvlak schuiven twee luchtmassa's langs elkaar. Op het grensvlak ontstaat dan turbulentie, waarvan de sterkte afhangt van de onderlinge snelheden en de temperatuurverschillen.

De valleiwind waait over het algemeen alleen in de onderste luchtlagen. Het kan gebeuren dat op enige hoogte geen wind of wind in een andere richting waait. Turbulentie hangt weer af van het onderling verschil in sterkte en richting (figuur 4.30).

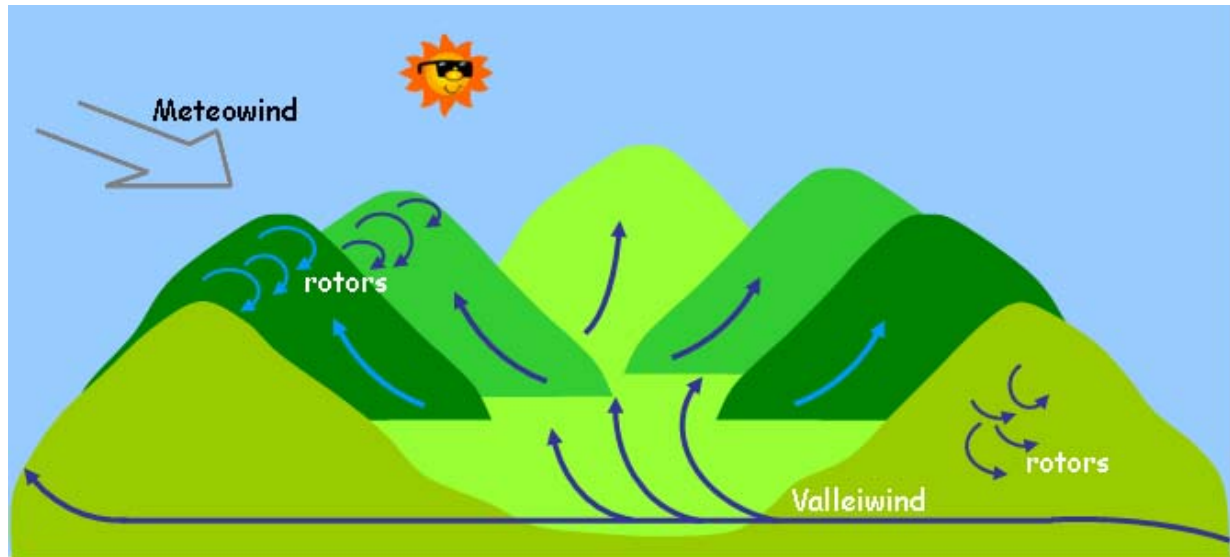


Fig. 4.30 Turbulentie veroorzaakt door Meteowind en Valleiwind

Staat de zon recht boven een berg, dan worden aan beide zijden de hellingen verwarmd. De optredende dalwinden komen op de top bij elkaar en kunnen een turbulent gebied veroorzaken. Ook bekend is de situatie waar aan een zijde de meteowind waait en aan de andere de dalwind. (Lee-thermiek, zie figuur 4.31).

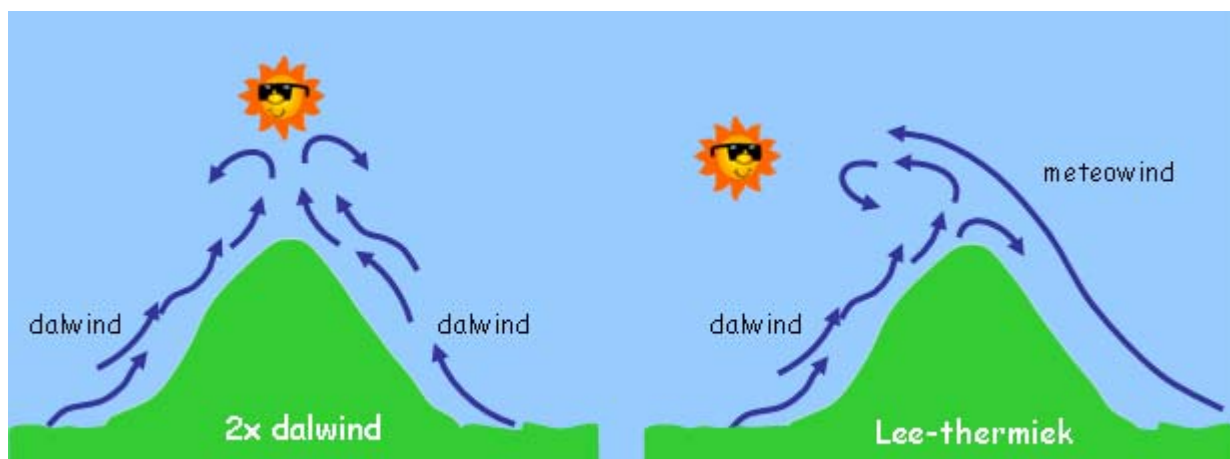


Fig. 4.31 Turbulentie op bergkammen door samenkomst van verschillende winden

Sterke thermiek geeft ook aanleiding tot turbulentie als gevolg van de grote snelheid en richtingsverschillen binnen en buiten de slurf (zie figuur 4.28).

Luchtmassa's bij obstakels

Turbulentie rond obstakels ontstaat als de luchtstroom niet in staat is zich geleidelijk rond dat obstakel te bewegen (obstakel is niet gestroomlijnd). De luchtdeeltjes zullen achter het object afremmen en wanordelijk door elkaar bewegen.

De grootte en sterkte van het turbulentiegebied hangen af van de volgende factoren:

- Vorm van het obstakel.
- stroomsnelheid (wind).
- oppervlak van het obstakel.
- luchtdichtheid.

Vorm

Is het obstakel gestroomlijnd, zoals een flauwe heuvel, dan zal de turbulentie minimaal zijn. Plaatsen waar vaak veel turbulentie optreedt zijn (figuur 4.32):

- Achter bomen, huizen, flatgebouwen enz.
- Aan de achterzijde ('lijzijde') van een berg
- Op de rand van een klif;
- Aan de voet van een klif;
- Aan de lijzijde van een vernauwing in een dal (zgn. venturie, zie 4.8.6);
- In het 'kielzog' van een schermvliegtuigtoestel of ander vliegtuig de z.g. 'waketurbulence'

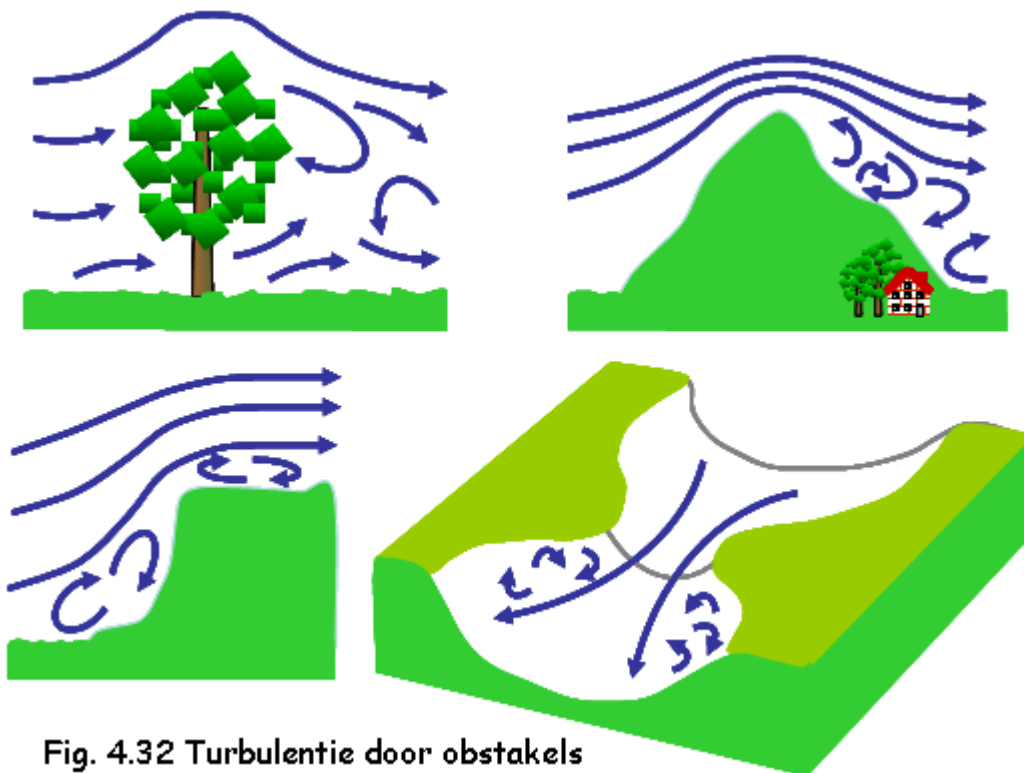


Fig. 4.32 Turbulentie door obstakels

Snelheid

De belangrijkste factor omdat de turbulentie kwadratisch toeneemt met de lichtsnelheid.

Oppervlak

Hoe groter het oppervlak van het obstakel, hoe sterker de turbulentie en hoe groter het invloedgebied.

Luchtdichtheid

Hoe dichter de lucht (lage hoogtes en /of koude lucht), hoe sterker de turbulentie. Het kunnen inschatten waar zich turbulentie bevindt, hoe sterk en hoe groot het invloedgebied is, kan beschouwd worden als een zeer belangrijke vaardigheid voor een schermvlieger. Vooral de invloedzone wordt regelmatig onderschat. Afhankelijk van de windsnelheid kan dit 4 tot 10 keer de hoogte van het obstakel zijn. Bij bergketens kan dit dus enkele kilometers zijn. Ook de onderlinge tijd tussen twee startende schermvliegers dient voldoende groot te zijn.

4.8.6 Venturie-effect

Wanneer in een buis een vernauwing (venturie) is aangebracht, wordt een stroming hierdoor gedwongen sneller te gaan. Dit wordt het stroombuis- of Venturie-effect genoemd. Duidelijk mag zijn dat een bij een vernauwing in een dal en boven op de top van een berg het Venturie-effect zal optreden.

4.8.7 Windgradiënt

Als gevolg van de wrijving met de grond zal de luchtsnelheid dicht bij de grond steeds verder afnemen om uiteindelijk tot nul te dalen op het aardoppervlak zelf. Dit verloop wordt windgradiënt genoemd en is vooral van belang tijdens de landing (figuur 4.33).

Is de wind vrij sterk, dan zal een scherm, dat bezig is met zijn 'final', ten opzichte van de grond vrij langzaam vliegen. Komt het scherm in het gebied waar de wind sterk afneemt dan neemt de snelheid van het scherm ten opzichte van de lucht sterk af, de geproduceerde lift neemt sterk af en het scherm zal gaan dalen. Is de grond zo dichtbij dat de snelheid onvoldoende kan worden opgevoerd, dan komt het scherm met hoge verticale snelheid neer. Daarom is het zaak tijdens de landing zo snel mogelijk te vliegen (contact), om het effect van de windgradiënt te minimaliseren.

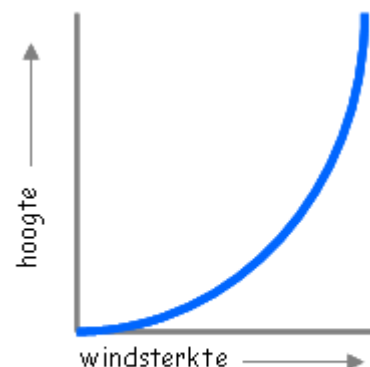


Fig. 4.33 Windgradiënt

4.8.8 Windsterkte

De sterkte van de wind kan op verschillende manieren aangegeven worden. Een bekende is de schaal van 'Beaufort'.

wind- kracht Beau- fort	knopen	m/s	benaming			
			Nederlands	Engels	Frans	Duits
0	0 - 1	0.0-0.2	wind-stil	calm	calme	stille
1	1 - 3	0.3-1.5	zwakke wind	light air	très légère brise	leiser Zug
2	4 - 6	1.6-3.3	zwakke wind	light breeze	légère brise	lichte Brise
3	7 - 10	3.4-5.4	matige wind	gentle breeze	petit brise	schwache Brise
4	11 - 16	5.5-7.9	matige wind	moderate breeze	jolie brise	mässige Brise
5	17 - 21	8.0-10.7	vrij krachtige wind	fresh breeze	bonne brise	frische Wind
6	22 - 27	10.8-13.8	krachtige wind	strong breeze	vent brise	starker Wind
7	28 - 33	13.9-17.1	harde wind	near gale	grand frais	steifer Wind
8	34 - 40	17.2-20.7	stormachtige wind	gale	coup de vent	stürmische Wind
9	41 - 47	20.8-24.4	storm	strong gale	fort coup de vent	Sturm
10	48 - 56	24.5-28.4	zware storm	storm	tempête	schwerer Sturm
11	56 - 63	28.5-32.6	zeer zware storm	violent storm	violente tempête	orkanartiger Sturm
12	>63	>32,6	orkaan	hurricane	curagan	Orkan

Fig. 4.34 Windsterkte

4.9 Korte samenvatting van de meteorologische gevaren voor de schermvlieger:

Wind Horizontaal:

- De wind neemt in sterkte toe en wel zodanig dat we ten opzichte van de grond niet meer vooruitkomen.
- Valleiwind,
- Venturie-effect.
- Het verschijnsel gradiënt.

Wind Verticaal:

- De stijgsnelheden zijn zo groot dat we moeite hebben om naar beneden te komen.
- Turbulentie
- Nabij de grond aan de lijzijde van obstakels
- Aan de lijzijde van een berg (rotor)
- Bij de overgang van een daal- naar een stijgwindgebied.
- Bij buien (CB) tot zelfs op grote afstand.
- Bij Föhn of 'Föhnig' omstandigheden
- In het keilzog van andere luchtvaartuigen. Vooral helikopters.

Luchtdruk

Bij grote hoogte kan de afname van de partiële zuurstofdruk ongemerkt lichamelijke klachten veroorzaken (zie hoofdstuk 8)

Temperatuur

Bij een daling van de temperatuur door toenemende hoogte kan de vliegwind ernstige afkoeling veroorzaken (Windchill factor)

Thermiek

- Nabij buien kunnen zich de volgende verschijnselen voordoen: zeer sterke opwaartse stromingen, sterke turbulentie, hevige neerslag, sterke wind, bliksem en koude. Bij koufronten kunnen buien verscholen liggen in andere bewolking en zo dus niet zichtbaar zijn.
- De stijgsnelheden nabij de wolkenbasis nemen toe en dus ook het gevaar in de wolk gezogen te worden en volledig de oriëntatie te verliezen.

Om veilig te vliegen in de bergen is gedegen kennis van (lokale) meteorologische verschijnselen noodzakelijk. Kennis van de plaatselijke omstandigheden wordt over het algemeen graag door lokaal bekende piloten verschaft en zij bezitten ook informatie waar bijvoorbeeld thermiek te verwachten is. Reden te over om eens een praatje te maken.

Voor de op een meteorologische kaart gebruikte symbolen, zie fig. 4.19a

5 REGELS

Par.		Blz.
5.1	Verkeersregels	72
5.1.1	Algemeen	72
5.1.2	Regels voor vrij luchtruim	73
5.1.3	Bijzondere gevallen	74
5.2	Afstandsregels	77
5.3	Zichtregels	78
5.4	Algemene regels	79
5.5	Gezond-verstand-regels	80

De inhoud

5 REGELS

5.1 Verkeersregels

Vergeleken met de weg lijkt er op het eerste gezicht in de lucht ruimte genoeg te zijn. Toch kunnen er op een populaire locatie, bij goed weer, vele schermvliegers tegelijkertijd aan het vliegen zijn. Die hebben dan ook nog de neiging op de beste (thermiek)plekjes hij elkaar te kruipen. Daarom zijn er verkeersregels voor schermvliegers, net als voor alle andere gebruikers van het luchtruim.

Voordat we hier de verkeersregels in de lucht behandelen, toch even wat opmerkingen vooraf over de 'regels' op de begane grond voor de schermvliegpiloten. Het is een ongeschreven wet, maar ze gelden voor alle vliegsteppen in Nederland en in het buitenland. Zonder de medewerking van overheden, eigenaren van land, hellingen en vliegclubs zouden we het schermvliegen niet of nauwelijks kunnen beoefenen. Tel hierbij op dat de actieve sporter een grote liefde heeft voor de natuur waarin wij onze sport uitoefenen en de volgende regels behoeven eigenlijk geen uitleg meer.

- Zorg voor toestemming voor gebruik van start- en landingsplaats,
- Parkeer je auto zo, dat je een ander geen last bezorgt,
- Rij niet over andermans grondgebied,
- Volg steeds hetzelfde wandelpad en vermijd lawaai om het wild niet af te schrikken,
- Laat geen rommel achter,
- Vermijd landingen midden op akkers en weiden; land zo veel mogelijk langs de rand,
- Zorg ervoor dat (al te nieuwsgierige) toeschouwers geen gevaar lopen,
- Je bent een verantwoordelijk vertegenwoordiger van de paraglidingsport: gedraag je daar naar.

5.1.1 Algemeen

Bij de luchtverkeersregels ligt het accent wat anders dan bij de verkeersregels uit het wegverkeer. In het wegverkeer gaat het vooral om te bepalen wie recht op voorrang heeft, men spreekt dan ook van 'voorrangsregels'.

In de luchtvaart ligt het accent, net als in de scheepvaart, veel meer op het voorkomen van gevaarlijke situaties. De regels bepalen dan ook niet wie voorrang heeft, maar wie een uitwijkplicht heeft. Een groot verschil is dat verschillende personen tegelijk uitwijkplicht kunnen hebben.

In eerste instantie is eigenlijk iedereen altijd verplicht om uit te wijken als dat nodig is om een botsing te vermijden. In de scheepvaart noemt men dit 'goed zeemanschap'. Voorrang nemen, zoals in het wegverkeer, is nooit toegestaan. Bedenk dat botsingen in de lucht bijna altijd levensgevaarlijk zijn.

In het algemeen wijken in de lucht, manoeuvreerbare luchtvaartuigen uit voor, minder wendbare. Volgens deze algemene regel wijkt een gemotoriseerd vliegtuig dus uit voor vrijwel alles en een heliumballon voor niets.

In Nederland zijn schermvliegtuigen vooralsnog géén luchtvaartuigen. De leden van de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor luchtvaart (KNVvL) vliegen met een ontheffing op het verbod van het gebruik van het luchtruim voor niet-luchtvaartuigen. Zij moeten daarom uitwijken voor alle andere luchtvaartuigen.

Volgens de regels is het vliegen met een schermvliegtuig maar in een zeer beperkt deel van het Nederlandse luchtruim toegestaan. De kans dat een schermvlieger, in dat deel van het luchtruim andere luchtvaart tegenkomt, is dus erg klein.

In vrijwel alle andere landen worden schermvliegtuigen, voor wat betreft beschouw als zweefstoestellen en gelden de volgende regels:

- Vliegtuigen en helikopters wijken uit voor luchtschepen, zweefstoestellen en vrije ballons;
- Luchtschepen wijken uit voor zweefstoestellen en vrije ballons,
- Zweefstoestellen wijken uit voor vrije ballons.

Bovendien moeten schermvliegers **uitwijken** voor luchtballonnen en voor luchtvaartuigen in nood en op een reddingsmissie (bijv. reddingshelikopters in de bergen). In de praktijk beoefenen schermvliegers hun sport op plaatsen waar weinig gemotoriseerde luchtvaart komt. Alleen met zeilvliegers en soms zweefvliegtuigen moet er soms wel eens een vliegplek of landingsplaats gedeeld worden. De mogelijke botsingen zijn vaak met andere schermen. Daarom zijn voor schermvliegers onderling de volgende regels geformuleerd. Deze zijn gebaseerd op logica en gezond verstand en komen overeen met de regels die in de meeste berglanden gangbaar zijn. Ze hebben op zich in Nederland geen wettelijke status, al zal een toezichthoudende instantie (met andere woorden de mensen die een brevet kunnen intrekken) of een rechter (in een schadezaak of zelfs een strafproces) er wel degelijk rekening mee houden.

5.1.2 Regels voor vrij luchtruim

De eerste vier regels vormen de basis en gelden voor het vliegen in het vrije, onbelemmerde luchtruim.

- **Bij kruisende koersen moet een piloot uitwijken voor luchtvaartuigen die van rechts komen.**

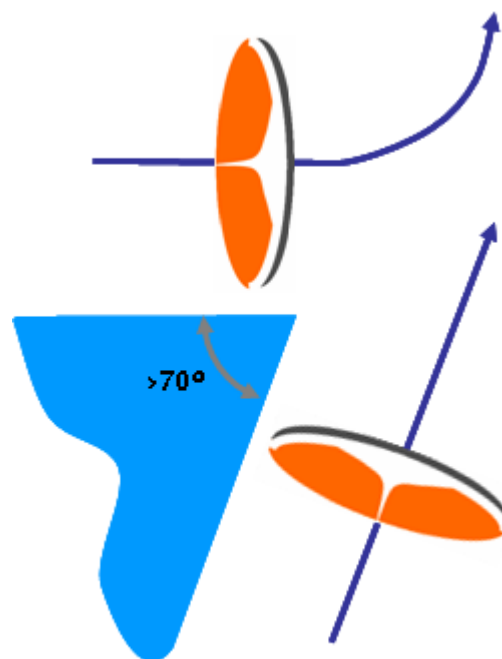


Fig. 5.1 Links wijkt uit bij >70°

Figuur 5.1. Rechts gaat dus voor in het luchtverkeer, net als in het wegverkeer en in de scheepvaart (in de zeilvaart zijn hier weer uitzonderingen). Daarom is ook voor rechts gekozen: dat doet men in het dagelijkse leven zo vaak dat het bijna instinctief is geworden. Het maakt in wezen niet uit naar welke kant er uitgeweken wordt, maar het is in het algemeen beter om achter iemand langs te vliegen dan te proberen voor iemand weg te draaien.

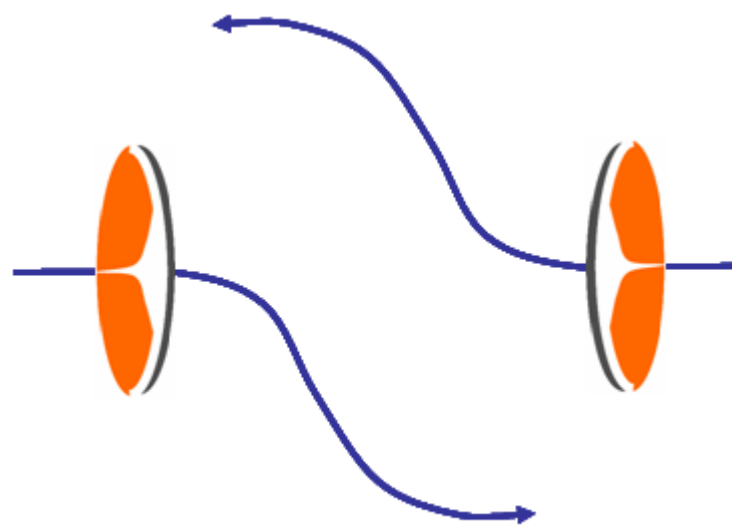


Fig. 5.2 Tegemoetkomend: Beide naar rechts

- **Bij het uitwijken voor een tegenligger wijkt men ALTIJD uit naar rechts.**

Figuur 5.2. Ook dit is net zo als in het wegverkeer. Rechts houden. Voor de ander (de tegenligger) geldt natuurlijk dezelfde regel.

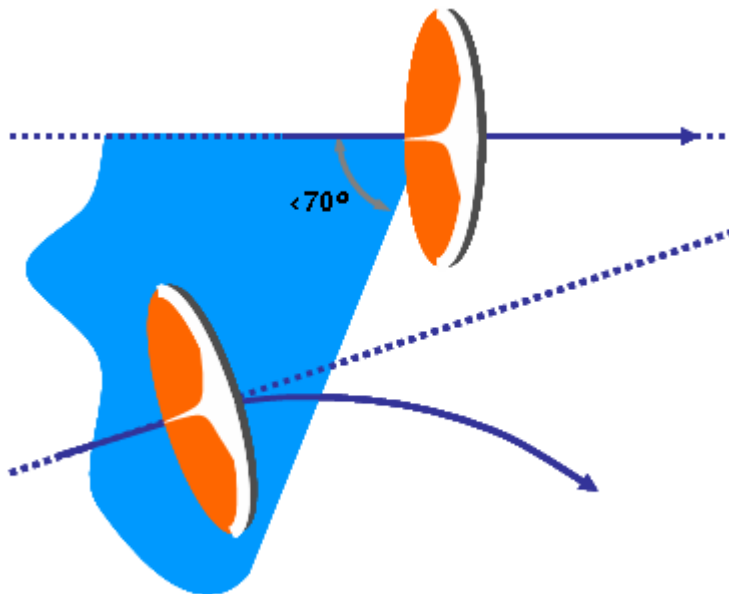


Fig. 5.3 Bij het inhalen haalt men altijd rechts in

- Bij het inhalen van een andere vlieger, haalt men **ALTIJD** rechts in.

Figuur 5.3. Dit is dus wel anders dan in het wegverkeer. De reden is dat een piloot bij links inhalen het risico zou lopen om op een tegenligger te botsen. Haal **NOOIT** links in. 'Inhalen' in dit verband betekent: naderen vanuit de hoek tussen 70 graden linksachter en 70 graden rechtsachter. Vergelijk dit met figuur 5.1 waar de van rechts komende piloot duidelijk buiten deze hoek vliegt.

- Een schermvlieger wijkt bij botsingsgevaar uit voor een lager vliegend luchtvaartuig.

Figuur 5.4. Deze regel heeft twee redenen. Ten eerste kan een schermvlieger (en een zeilvlieger) veel beter naar beneden kijken dan naar boven; hij ziet een van onderen komende dus beter aankomen dan omgekeerd. Ten tweede heeft een lager vliegende piloot minder manoeuvreermogelijkheden, omdat hij dichterbij de grond is. Van belang bij de landing. Het kan ook zijn dat een lager vliegend luchtvaartuig sneller stijgt.

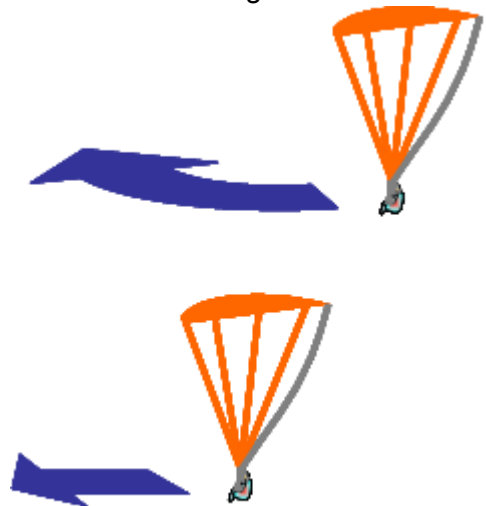


Fig. 5.4 Bovenste wijkt uit

5.1.3 Bijzondere gevallen

Deze vier regels worden aangepast in drie bijzondere gevallen: bergvliegen, thermiekvliegen en landen. Er gelden dan drie afwijkende regels:

Bergvliegen

Figuur 5.5. Bij het vliegen in de nabijheid van een helling draait men nooit naar de helling toe, maar altijd er van af. De reden hiervoor zal duidelijk zijn: botsingsgevaar met de helling. Dit van de helling af draaien heeft weer consequenties voor het uitwijken voor tegenliggers en het inhalen.

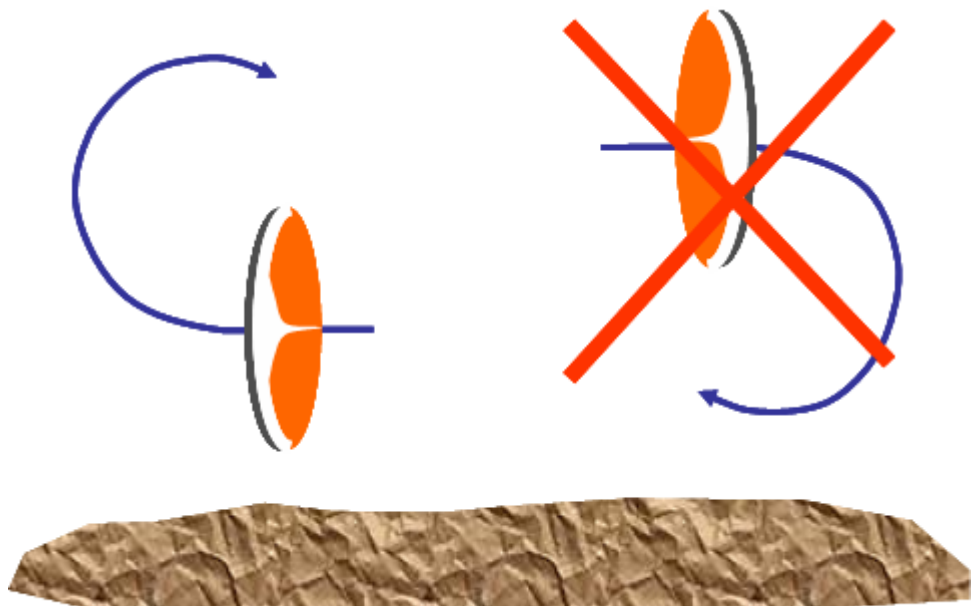


Fig. 5.5 Draai niet naar de berg toe

- **Als een piloot bij het vliegen in de nabijheid van een helling deze aan zijn rechterhand heeft wijkt hij niet uit voor een tegenligger.**

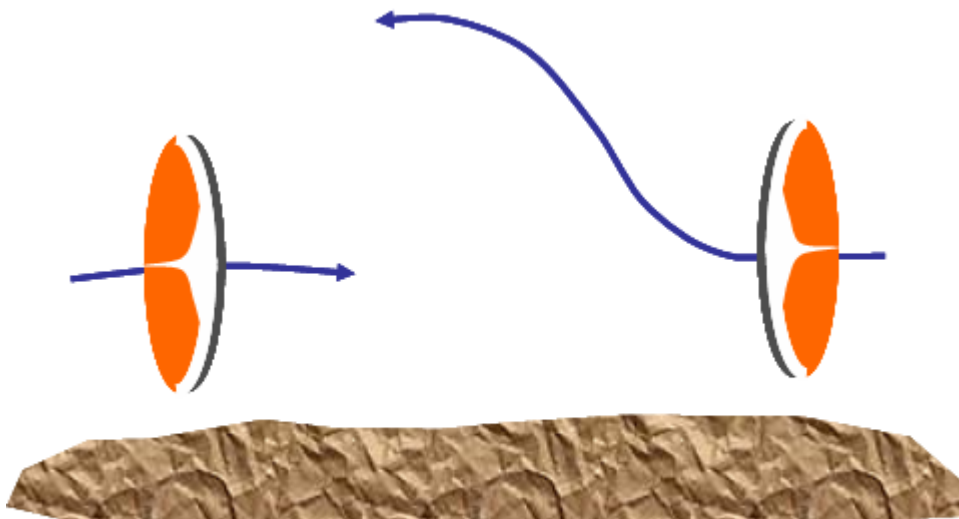
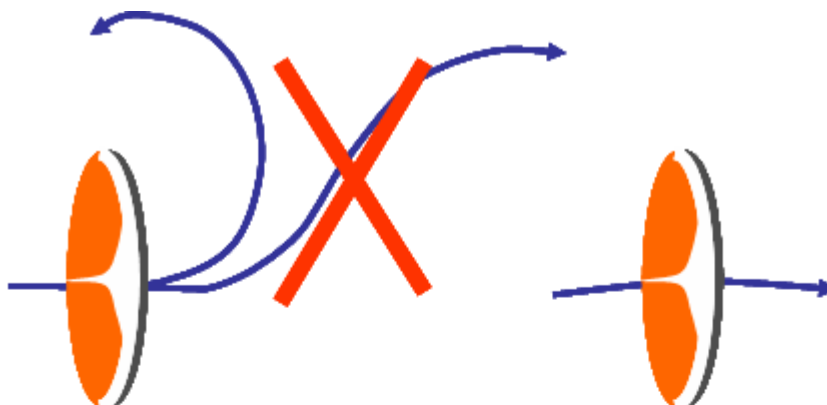


Fig. 5.6 Helling rechts: niet uitwijken

Figuur 5.6. Men kan in deze situatie niet, zoals normaal (regel 2), naar rechts uitwijken en moet gewoon rechtdoor vliegen. De piloot wijkt NOOIT naar links uit: dan kan hij op de tegenligger botsen, die gewoon naar rechts zal uitwijken. Als een piloot de helling aan zijn linkerhand heeft, volgt hij de hoofdregel en wijkt gewoon uit naar rechts.

- **Als men vlak bij een helling vliegt is inhalen niet toegestaan; men moet omkeren.**



Figuur 5.7. Wanneer men de helling aan de rechterhand heeft kan er niet rechts ingehaald worden zoals normaal (regel 3). Een piloot haalt NOOIT links in; dan kan hij op een tegenligger botsen die uitwijkt voor degene die hij aan het inhalen is. Voor de duidelijkheid is het ook verboden om in te halen wanneer men de helling aan zijn linkerhand heeft.

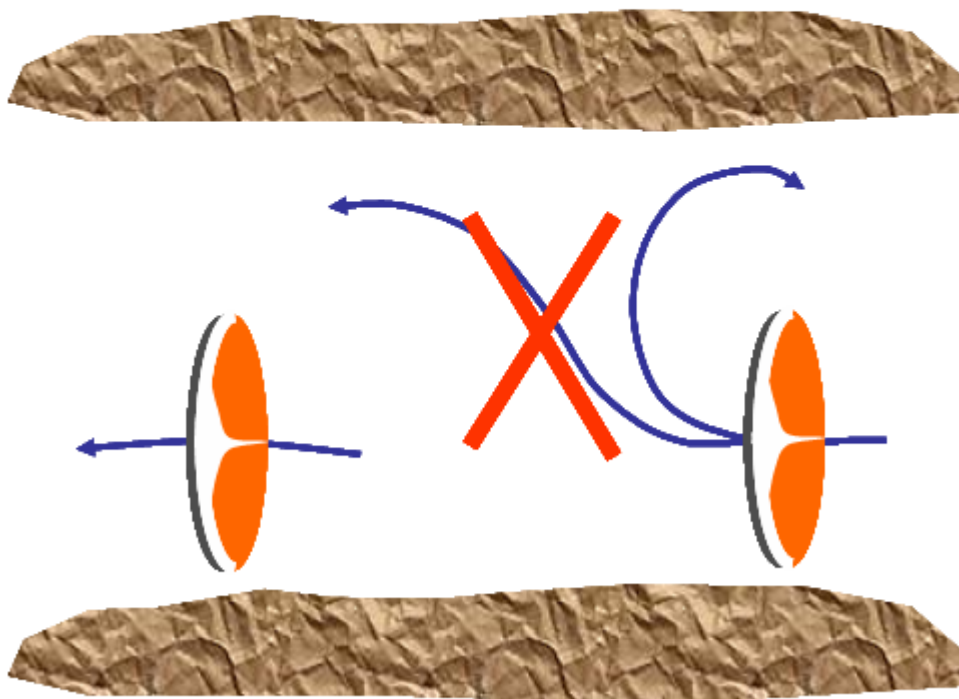


Fig. 5.7 Vlak bij de helling is inhalen niet toegestaan

Thermiekvliegen

Bij thermiekvliegen hangt men boven een bepaald gebied (door in cirkels te vliegen) om van een opstijgende lucht te profiteren. Er zijn twee bijzondere regels met betrekking tot thermiekvliegen.

- **a) Voor, in de thermiekkolom rondcirkelende luchtvaartuigen geldt de gewone uitwijkplicht ten opzichte van de overige piloten.**

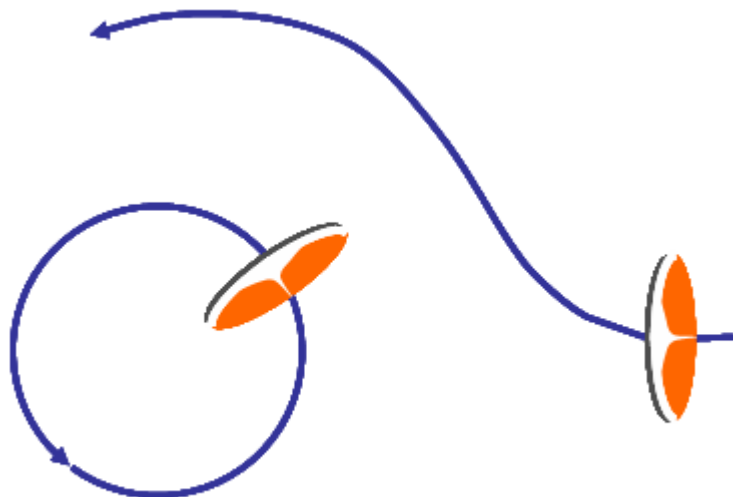


Fig. 5.8 Reeds cirkelende piloten niet hinderen

Figuur 5.8. Het is in de praktijk lastig om te zien of iemand thermiek vliegt of zomaar wat rondcirkelt. Het is wel een beleefdheidsregel, om bij invoegen de reeds cirkelende piloten niet te hinderen.

- **b) Een piloot die in een thermiekbel wil gaan vliegen, gaat in dezelfde richting draaien als de piloten die er al in cirkelen.**

Deze regel zorgt ervoor dat iedereen tenminste dezelfde kant op draait. Het wordt anders een chaos als iedereen tegen elkaar in gaat draaien. Als er niemand in de

bel hangt, bepaalt de eerste piloot de draairichting en zijn de latere vliegers verplicht die te volgen. Kies indien mogelijk voor rechter bochten, men heeft dan geen uitwijkplicht wanneer een ander luchtvaartuig de thermiekbel binnenvliegt. Je komt van rechts.

Bij de landingsplaats

Wat geldt voor thermiekvliegers, geldt eigenlijk ook voor piloten tijdens hun landingscircuit. Daarom zijn er twee bijzondere regels voor het uitwijken voor landende luchtvaartuigen. Bij de landing, houdt men zich aan de ter plekke geldende landingscircuit.

Een landingscircuit is meestal linkshandig. Maar sommige landingsplaatsen hebben een rechtshandig circuit en veel hebben twee of meer circuits, afhankelijk van de windrichting. Een piloot moet hetzelfde circuit vliegen als zijn voorgangers.

- **De piloot die het laagst vliegt bij de landingsplaats mag het eerst aan het landingscircuit beginnen.**

Figuur 5.9. Dit klinkt logisch natuurlijk, maar er zijn piloten, die door middel van bepaalde afdaaltechnieken veel sneller dalen dan andere. Het is verboden om in de buurt van de landingsplaats een andere piloot (verticaal) voorbij te vliegen.

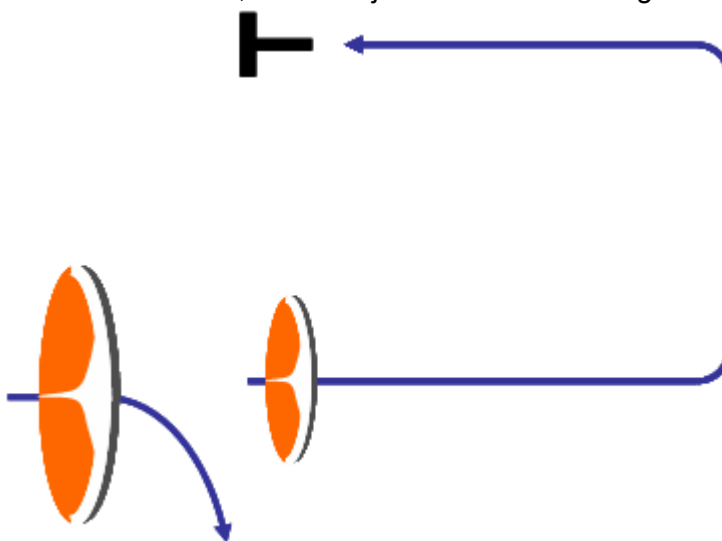


Fig. 5.9 De laagst vliegende landt eerst

5.2 Afstandsregels

Bovenstaande regels zijn verkeersregels, gericht op het voorkomen van botsingen in de lucht. Daarnaast zijn er afstandsregels, gebaseerd op het voorkomen van botsingen met de grond. Bepaalde objecten op de grond brengen, in geval van een landing, zulke risico's met zich mee dat schermvliegers er bij uit de buurt moeten blijven.

De minimale afstanden die aangehouden moeten worden, zijn:

- 100 m voor autosnelwegen.
- 50 m voor alle andere wegen, spoorwegen, skipistes, skiliften, kabelbanen, e.d.
- voldoende afstand tot andere luchtvaartuigen.

Deze afstanden gelden zowel in het horizontale als in het verticale vlak. Rondom een snelweg zit dus een luchtgebied in de vorm van een halve cilinder met een straal van ruim meer dan 100 m (100 m plus de breedte van de weg zelf), waarbinnen men niet mag vliegen.

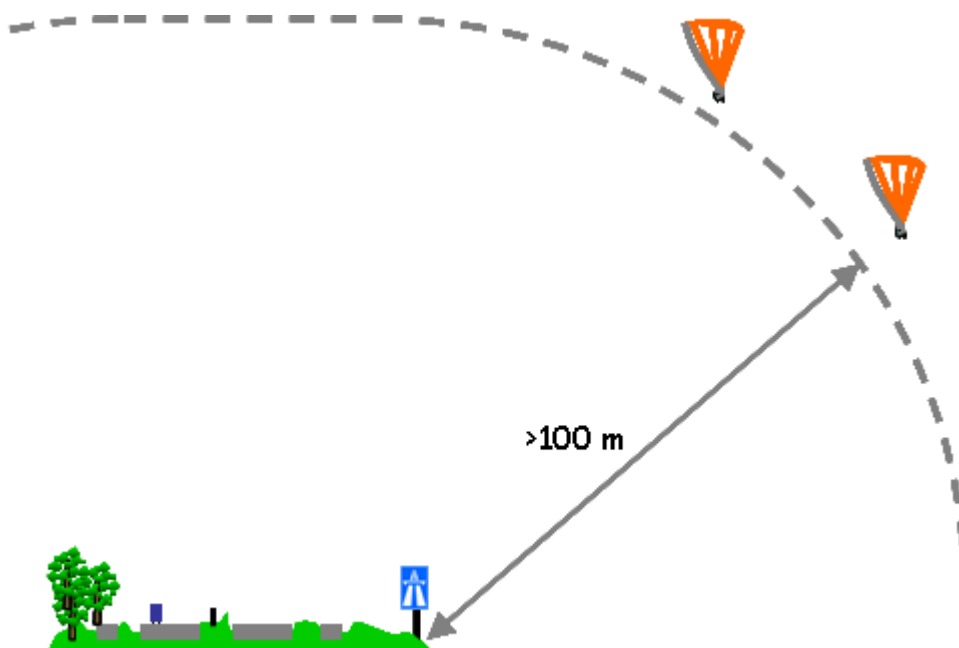


Fig. 5.10 Vereiste afstand bewaren

Figuur 5.10. Omdat men niet binnen de halve cilinder mag vliegen, mag men er ook niet landen.

Dit is vooral van belang in wintersportgebieden, waar het altijd verleidelijk is om vlak naast de skilift te landen. Er zijn gebieden waar de aangewezen landingsplaats niet aan deze criteria voldoet, maar hier gelden natuurlijk de plaatselijke regels.

Bij de ontheffing op het verbod van het gebruik van het luchtruim voor niet-luchtvaartuigen, die jaarlijks aan de leden van de KNVvL wordt verleend, wordt bovendien de voorwaarde gesteld dat schermvliegtuigen in Nederland niet mogen vliegen:

Niet boven een hoogte van 100 m, tenzij gebruik gemaakt wordt van een bijzonder luchtverkeersgebied, welke is aangewezen voor het gebruik van valschermzweeftoestellen;

Niet buiten de daglichtperiode zoals gepubliceerd in de luchtvaartgids; op zodanige wijze dat het luchtverkeer kan worden verstoord of in gevaar kan worden gebracht, dan wel personen of zaken op de grond in gevaar kunnen worden gebracht;

Niet boven gebieden met aaneengesloten bebouwing, industrie- en havengebieden daaronder begrepen dan wel boven mensenverzamelingen;

binnen een afstand van 3 km van de grens van gecontroleerde luchtvaartterreinen, ongecontroleerde luchtvaartterreinen en zweefvliegerterreinen;

Niet binnen een plaatselijk luchtverkeersleidinggebied (CTR) tenzij gehandeld wordt overeenkomstig een met de betrokken luchtverkeersleidingdienst gesloten coördinatieovereenkomst;

Niet binnen een burgerlaagvliegebied en binnen een afstand van 1 zeemijl aan weerszijde van de militaire laagvliegroutes, alsmede van maandag 08.00 uur tot vrijdag 18.00 uur plaatselijke tijd binnen een militair laagvliegebied, zoals gepubliceerd in de luchtvaartgids;

Niet binnen een afstand van 4 km van speciale luchthavens zoals helihavens, landbouwspruitvliegerterreinen en terreinen voor ultra lichte vliegtuigen, tenzij van de beheerder van het betreffende terrein vooraf toestemming is verkregen;

Niet met behulp van andere mechanische hulpmiddelen dan een lierinstallatie.

5.3 Zichtregels

In Nederland moet het zicht in de vliegrichting minstens 1500 meter bedragen. Men moet vliegen vrij van wolken met zicht op grond of water. Dit geldt slechts tot een hoogte van 3000 ft AMSL (iets meer dan 900 meter) in ONgecontroleerd gebied. Boven 3000 ft moet het zicht 8 km zijn en moet de horizontale afstand tot wolken 1,5 km zijn en de verticale 300 m. In GEcontroleerd gebied, waar vliegen onder VMC (Visual Meteorological Conditions) is toegestaan is het vereiste zicht 5 km of zelfs 8 km en moet de horizontale afstand tot wolken 1,5 km zijn en de verticale 300 m (zie figuur 5.11).

In de bergen zijn deze regels wat ingewikkelder.

Elk land heeft zijn eigen luchtruim classificatie, voor b.v. Oostenrijk geldt:

Tot 900 m boven zeeniveau of 300 m boven de grond moet het zicht in de vliegrichting 1,5 km bedragen. Vrij van wolken met zicht op grond of water.

In het tweede gebied dat loopt van 900 meter boven zeeniveau of 300 meter boven de grond tot 3050 m AMSL (boven gemiddeld zeeniveau) moet het zicht in de vliegrichting minstens 5 km bedragen. De horizontale afstand tot wolken moet minstens 1,5 km bedragen. De verticale afstand tot een wolk moet minstens 300 m zijn.

Hoger dan 3050 m AMSL dient het zicht in de vliegrichting minstens 8km te zijn. De horizontale afstand tot wolken moet minstens 1,5km bedragen.



Fig. 5.11 Zichtregels in NL onder 3000ft

De verticale afstand tot een wolk moet minstens 300m zijn (figuur 5.12).

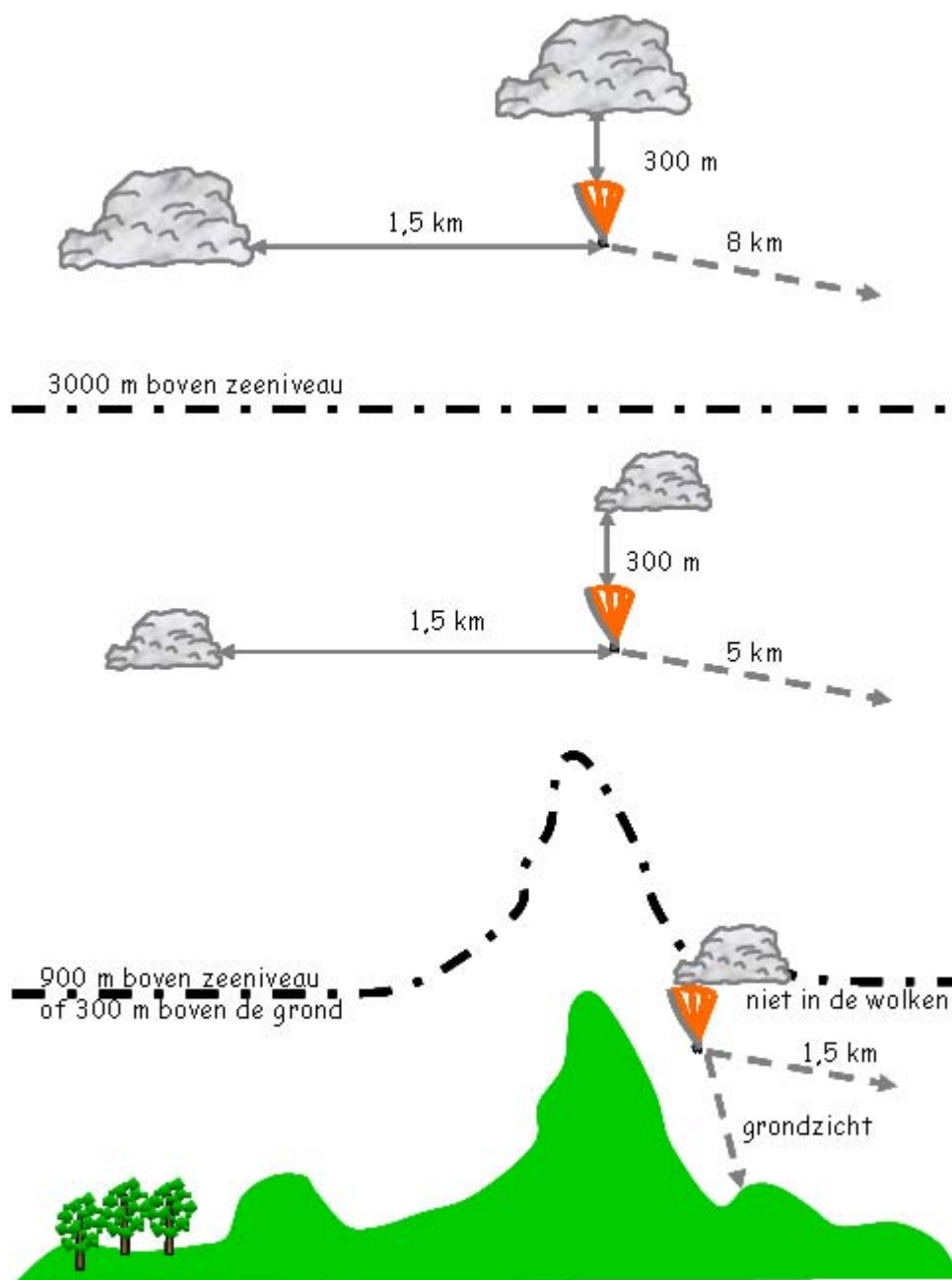


Fig. 5.12 Zichtregels in de bergen

RAADPLEEG DUS ALTIJD DE LANDELIJK GELDENDE REGELS!

5.4 Algemene regels

De minimumleeftijd om te mogen schermvliegen bedraagt 14 jaar, men mag dan wel les nemen, maar nog niet zelfstandig vliegen. Iedereen die in Nederland zelfstandig, dus zonder toezicht van een instructeur, wil vliegen, moet in het bezit zijn van het vereiste schermvliegbrevet. Brevet-2 geeft de bevoegdheid om zelfstandig te vliegen, en Brevet-3 geeft tevens de bevoegdheid tot het maken van overlandvluchten. (het maken van overlandvluchten in Nederland is binnen de huidige regels in de praktijk echter niet mogelijk)

De minimumleeftijd voor het verkrijgen van een Brevet-2 of Brevet-3 bedraagt 16 jaar.

Tijdens het beoefenen van het schermvliegen dient een piloot bij zich te dragen:

- de eigen medische verklaring dan wel de een geneeskundige verklaring;
- het brevet, behoudens ingeval van opleiding tot brevet-1;

Om op een bepaalde plaats te mogen starten of landen is de toestemming van de grondeigenaar vereist.

Het schermvliegen mag in Nederland uitsluitend beoefend worden tijdens de daglichtperiode, in de delen van het luchtruim waar VFR vliegen is toegestaan (zie hoofdstuk Navigatie).

Op een lierveld waar les gegeven wordt aan cursisten die niet beschikken over Brevet-2 of hoger, dienen aanwezig te zijn:

- een windzak;
- een luidspreker, dan wel twee stuurbadges;
- een EHBO-trommel.

Bovendien moet er tijdens de eerste 5 vluchten van cursisten die niet beschikken over een brevet er voortdurend contact mogelijk zijn met behulp van radioapparatuur of geluidsversterking tussen de (hulp-)instructeur en de schermvlieger.

In Nederland is de schermvlieger, wanneer hij boven 100 m vliegt, verplicht een nood scherm bij zich te dragen. Houders van Brevet-2 of -3 moeten bij vluchten boven de 100 m een goed werkende hoogtemeter bij zich dragen. Ook is het dragen van een helm tijdens het schermvliegen verplicht. In de meeste andere landen gelden soortgelijke regels. Zie ook (Reglement Schermvliegen van de KNVvL)

5.5 Gezond-verstand-regels

Naast bovenstaande officiële regels zijn er nog een paar 'gezond verstand regels.

- Houd goed in de gaten wie en wat er om je heen in de lucht gebeurt. Je kunt immers alleen uitwijken voor iets wat je ziet aankomen. Beroeps piloten noemen dat 'situational awareness', het je voortdurend bewust zijn van de situatie om je heen. Bijna iedereen heeft de neiging te veel horizontaal te kijken en te weinig naar boven en naar beneden.
- Als je uitwijkt, gebruik dan geen minieme koersverandering maar laat duidelijk zien dat je uitwijkt. Als je niet hoeft uit te wijken, blijf dan zoveel mogelijk rechtdoor vliegen. Je koers wordt hierdoor voor anderen voorspelbaar, zodat ze beter rekening met je kunnen houden.
- Houd voldoende afstand van andere schermen. Schermen hebben een turbulent kielzog achter zich. Bovendien kunnen ze plotseling uitwijken (soms voor iets wat je zelf niet kan zien aankomen) en veel sneller van hoogte veranderen dan je verwacht. Vooral bij het inhalen bestaat het gevaar dat de ingehaalde plotseling draait.
- Houd veel afstand van gemotoriseerde luchtvaartuigen, ook al horen ze uit te wijken. Ze zijn veel sneller dan een scherm en er is dus slecht voor uit te wijken. Bovendien is hun turbulentie erg sterk, vooral de wake-turbulence van helikopters, die je vooral in de bergen tegen kan komen, is bijzonder gevaarlijk.

6 Vliegpraktijk voor gevorderden

Par.		Blz.
6.1	Sterke wind	82
6.1.1	Starten bij sterke wind	82
6.1.2	Vliegen bij sterke wind	83
6.1.3	Landen bij sterke wind	84
6.2	Uitzonderlijke vliegsituaties	85
6.2.2	Ongewilde uitzonderlijke vliegsituaties	87
6.2.3	Noodlandingen	88
6.3	Duurvliegen	90
6.3.1	Soaren	90
6.3.2	Thermiekvliegen	91
6.4	Overlandvliegen	93
6.4.1	Geavanceerde polaire	94
6.4.2	Vorbereiding	95
6.4.3	Vlucht	96
6.4.4	Landing	97
6.5	Wedstrijden	99

6 Vliegpraktijk voor gevorderden

De in dit hoofdstuk beschreven extreme vliegfiguren zijn beknopt beschreven en mogen alleen uitgevoerd worden onder instructie en ondersteund met uitgebreide theoretische uitleg en mogen nooit beneden de 150 m boven de grond worden gevlogen.

In de voorgaandehoofdstukken is steeds uitgegaan van het vliegen onder rustige weersomstandigheden. Dit soort omstandigheden, zonder (veel) wind en zonder thermiek, vinden we in de winter en bij ochtend- en avondvluchten. Er is dan meestal sprake van een glijvlucht. Bij sterke wind en /of thermisch weer wordt het vliegen lastiger en zal de piloot over meer ervaring en vaardigheden moeten beschikken om het scherm te kunnen beheersen. In dit hoofdstuk wordt een aantal van de mogelijkheden en problemen besproken.

6.1 Sterke wind

Zodra de windsnelheid toeneemt boven de 25 km/u kan er gesproken worden van sterke wind. Sterke wind is met name gevaarlijk wanneer de windsnelheid hoger is dan de snelheid van het scherm. Zodra de wind toeneemt zal ook de turbulentie toe gaan nemen. Het vliegen en controleren van het scherm wordt moeilijker en de situatie kan zelfs gevaarlijk worden. De lijzijde van bergen, bomen en gebouwen worden potentieel zeer gevaarlijke plaatsen. Het gebied aan de lijzijde van een obstakel, waarin het enorm turbulent kan zijn is vaak veel groter dan gedacht wordt. Anderzijds zijn afstandsrecords bij het schermvliegen alleen maar mogelijk met een forse wind in de rug en op grotere hoogtes. Maar dat is natuurlijk slechts weggelegd voor zeer ervaren piloten!

6.1.1 Starten bij sterke wind

Een start bij sterke wind brengt altijd het gevaar met zich mee dat de piloot tijdens het opzetten van het scherm met een grote kracht naar achter wordt getrokken of zelfs opgetild. Dit kan vooral gebeuren in de fase dat het scherm van de grond wordt getrokken, maar nog niet recht boven de piloot staat. Het verstandig om, indien de startplaats het toelaat, wat lager op de helling te starten om meer speelruimte te creëren achter het scherm zodat dit niet over de top kan worden getrokken.

Achterwaarts starten

Wanneer er sprake is van sterke wind bij de start biedt het achterwaarts starten een goede methode om het scherm in zicht en onder controle te houden. Om achterwaarts te kunnen starten draait de piloot zich na het inhaken in het harnas naar het scherm om (indraaien). De piloot staat dan met zijn gezicht naar het scherm toe en kan dan ook makkelijker wat met het scherm meelopen als het hem naar achteren trekt in de opzetfase. De risers liggen dan dus altijd gekruist. Er zijn vele methoden om achterwaarts te starten, drie ervan zijn:

1. De piloot kruist zijn armen niet en neemt vanaf het scherm gezien de rechter riser en stuurlijn in de linkerhand en de linker riser en stuurlijn in de rechterhand.

Voordeel: Wanneer de piloot nog met het gezicht naar het scherm gekeerd staat wordt vanuit zijn gezichtspunt de rechter helft van het scherm ook met zijn rechterhand bestuurd en omgekeerd.

Nadeel: Na het omkeren moeten de stuurlijnen worden losgelaten en met de andere hand weer vastgepakt worden waarbij men vaak de controle over het scherm verliest.

2. De piloot kruist zijn armen op dezelfde manier als risers en stuurlijnen.

Voordeel: De piloot kan de stuurlijnen na het omkeren gewoon vasthouden en zich meteen op het versnellen en wegvliegen concentreren.

Nadeel: Tijdens het opzetten, wanneer de piloot nog met zijn gezicht naar het scherm gekeerd staat, wordt de linker helft van het scherm bestuurd door zijn linkerhand en omgekeerd en ben je dus kruislings aan het sturen.

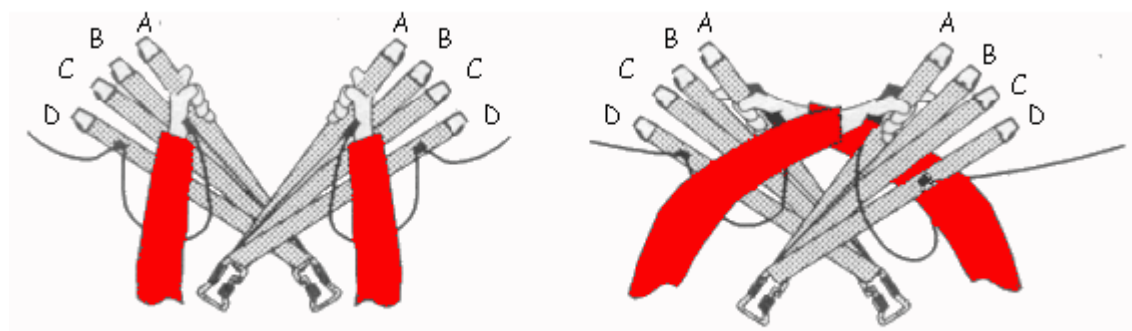


Fig. 6.1 Achterwaarts starten

Bij de **Australische methode** heeft de piloot de remmetjes goed in zijn handen zodat hij bij het omdraaien niet hoeft over te pakken. In zijn rechterhand houdt hij de beide A-risers vast en in de linkerhand de C- en/of D-risers. Door aan de A-risers te trekken komt het scherm omhoog, door aan C- en D te trekken remt het scherm af. Sturen kan door de C- en/of D-set naar links of recht te bewegen, met een gelijktijdige tegenovergestelde beweging van de A-risers.

Voordeel: De piloot heeft altijd controle over de invalshoek van het scherm. Bij hele harde wind kan hij het scherm met een kleine invalshoek laten stijgen, waardoor het scherm minder de neiging heeft de piloot van z'n plaats te trekken.

Nadeel: Niet elk scherm leent zich voor deze wijze van opzetten. Sommige schermen sturen slecht op de C- en/of D-risers. Tevens vergt het veel kracht van de piloot.

Omdat bij methode-2 en -3 de stuurlijnen niet losgelaten hoeven te worden, zijn deze methode veiliger dan methode-1. Het opzetten vereist echter wat meer oefening.

Achterwaarts starten heeft alleen zin bij voldoende wind en moet eerst onder begeleiding, liefst op een vlak stukje land, geoefend worden. Naast het onder controle houden van het scherm is het met name van belang dat de piloot goed weet naar welke kant hij zich bij de start moet omdraaien, omdat hij anders met gedraaide de risers weg vliegt.

Ankeren

Wanneer de piloot niet achterwaarts kan of wil starten, kan ook het zogenaamde ankeren worden toegepast. Hierbij wordt de piloot bij het voorwaarts starten geholpen door een helper (met een behoorlijk gewicht). Deze pakt de borstband vast in een onderhandse greep, zodat hand nog wel makkelijk tussen de borst en de band kan worden uitgetrokken, handschoenen dragen en vooral oppassen met ringen. De helper zorgt er voor dat de piloot, tijdens het opzetten van het scherm niet naar achter wordt getrokken. Dit is vooral een goede methode om lichtgewicht piloten te helpen weg te komen bij sterkere wind. De lichte piloot dient zich wel steeds af te vragen of de wind niet te sterk is om verantwoord te vliegen.

6.1.2 Vliegen bij sterke wind

Bij sterke wind wordt het inschatten van bochten ten opzichte van de grond lastiger. De grondsnelheid wordt door de wind sterk beïnvloed. Bij het draaien naar de wind toe, neemt de grondsnelheid af en wordt de, op de grond geprojecteerde, bocht, dus kleiner. Bij het draaien van de wind af, neemt de grondsnelheid toe en wordt de, op de grond geprojecteerde, bocht groter. Hoe harder de wind hoe meer de baan over de grond afwijkt (figuur 6.2).

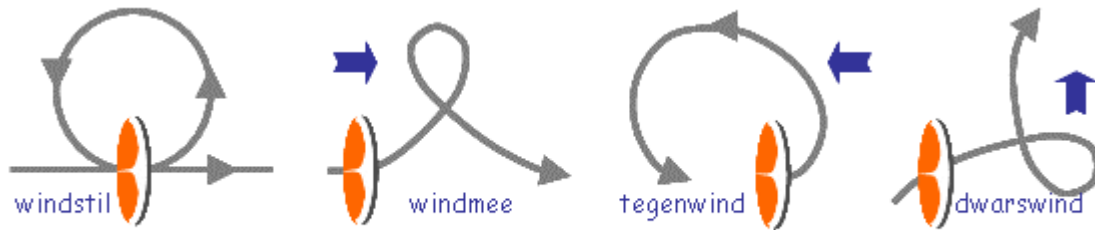


Fig. 6.2 Bochten bij verschillende windrichtingen

Wanneer er sprake is van sterke wind is het moeilijker om de juiste koers te vliegen die ons naar het doel leidt dan in het geval van (bijna) windstille. Bij dwarswind betekent dit dat er steeds gecorrigeerd moet worden (opsturen). Om bij het doel te komen zal de piloot meer of minder tegen de wind in moeten sturen. Dit wordt **krabbend vliegen** genoemd (figuur 6.3).

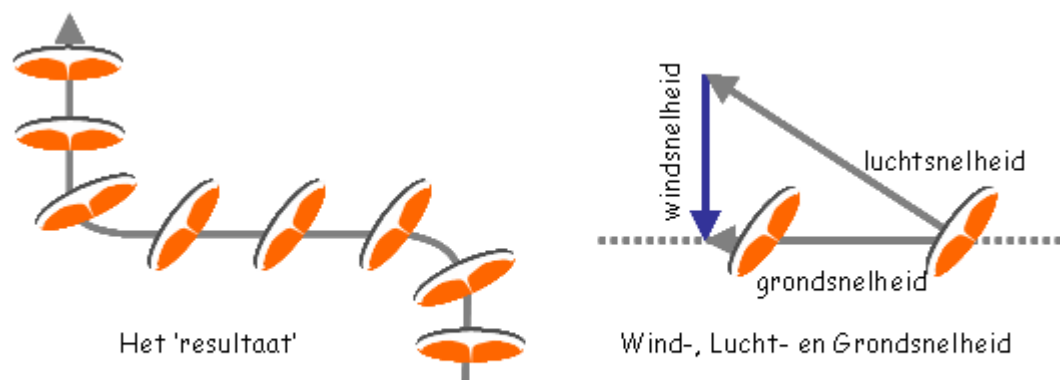


Fig. 6.3 Krabbend vliegen

Er kunnen gevaarlijke situaties ontstaan wanneer de wind zo sterk wordt dat het scherm er niet meer tegen in kan vliegen. De windsnelheid is dan groter dan de maximale vliegsnelheid van het scherm en de piloot zal ten opzichte van de grond achteruit bewegen. In principe dient de piloot te voorkomen dat hij in deze situatie geraakt. De piloot kan in zo'n geval een aantal dingen doen om de controle over de vlucht te behouden.

Hij kan tegen de wind in blijven hangen. Hoe dichterbij de grond, hoe minder de wind, zodat, wanneer de hoogte eenmaal wat is afgenomen, weer min of meer normaal gevlogen kan worden. Wanneer de harde wind echter veroorzaakt wordt door een valleiwindsysteem is dit geen optie. De wind zal op lagere hoogte alleen nog maar toenemen.

Hij kan met de wind mee gaan vliegen om een ander landingsterrein uit te zoeken. Door de hoge grondsnelheid zal hij veel meer mogelijke landingsplaatsen kunnen bereiken. Uiteraard wordt de landing zelf tegen de wind in uitgevoerd.

Hij kan de daalsnelheid van het scherm verhogen door het intrekken van de buitenste cellen (zie verderop bij 'oren').

Hij kan, in het geval dat het scherm met een speedstelsel is uitgerust, door middel van het intrappen van de speedstelsel de instelhoek van het scherm verkleinen (meer negatief) maken waardoor hij naast een hogere daalsnelheid vooral een hogere voorwaartse snelheid krijgt.

6.1.3 Landen met sterke wind

Figuur 6.4. Het is veelal zaak zo snel mogelijk naar het landingsterrein te vliegen zodra de piloot ziet dat hij niet of nauwelijks meer tegen de wind in kan vliegen. Hier kan het beste naar de loefzijde van het landingsterrein gevlogen worden, zodat het altijd binnen bereik blijft.

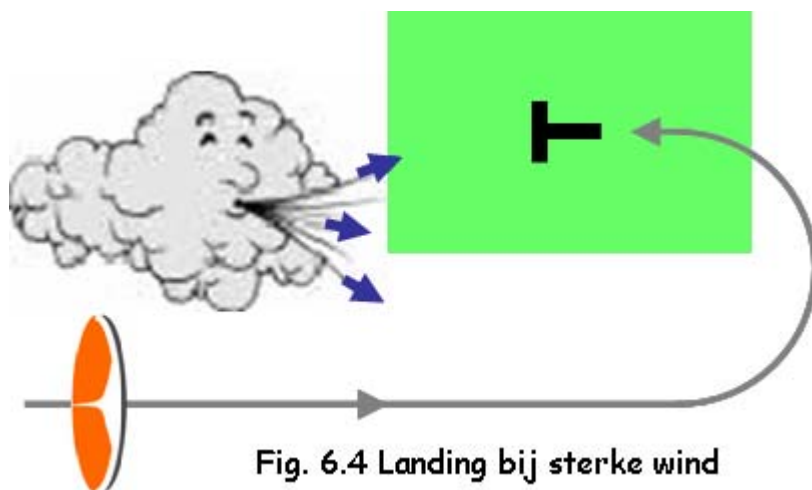


Fig. 6.4 Landing bij sterke wind

De piloot moet er op bedacht zijn dat hij met de wind in de rug een erg hoge grondsnelheid heeft, terwijl hij eenmaal in z'n final nauwelijks nog tegen de wind in komt. Bochten dienen daarom altijd tegen de wind in gemaakt te worden. Het base-leg zal dus soms op de hoogte van de T liggen.

Ook kan bij sterke wind gebruik worden gemaakt van een "S-circuit". Hier wordt de

hoogte afgebouwd door 180° bochten te draaien vlak bij de landingsplaats (figuur 6.5).

Bij het landen moet weinig tot niet geremd worden, omdat anders het scherm de piloot achteruit zal trekken. De piloot zal met gevoel moeten landen. Bij erg sterke wind zal de piloot zelfs achteruit moeten landen. In dat geval is het verstandig direct na de landing om te draaien, zodat de piloot dan voorwaarts een eindje met de wind mee kan lopen en tegelijkertijd een van de D- of C-risers aan kan trekken en in te halen. Het scherm zal nu snel dalen doordat het door het meelopen minder wind vangt. Het trekken aan de D- of C-risers is veel effectiever dan de het gebruik van de stuurlijnen, om het scherm snel beneden te krijgen. Het is altijd verstandig op tijd uit te kijken naar alternatieve landingsterreinen en niet kost wat kost het afgesproken terrein te willen halen.

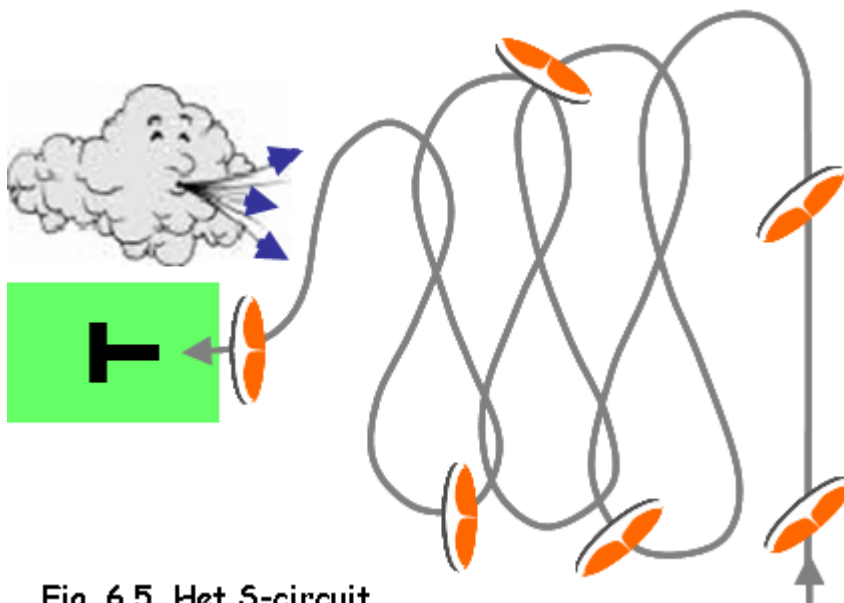


Fig. 6.5 Het S-circuit

6.2 Uitzonderlijke vliegsituaties

Uitzonderlijke weersomstandigheden vragen soms om of leiden soms tot uitzonderlijke vliegmanoeuvres. Probeer manoeuvres nooit eerst alleen, altijd onder begeleiding van een instructeur!

Door de piloot geforceerde uitzonderlijke vliegmanoeuvres

Als het weer plotseling verslechtert, het wordt donker in de verte of het begint te rommelen in de lucht, kan het verstandig zijn zo snel mogelijk af te dalen om de landing in te zetten. Ook kan het voorkomen dat een wolk te hard zuigt om er nog onderuit te komen. Er bestaat een aantal methoden waarbij het scherm sneller hoogte verliest ten opzichte van de omringende lucht, dan wanneer er gewoon gevlogen wordt. Let wel de genoemde neerwaartse snelheden gelden ten opzichte van de lucht en niet ten opzichte van de grond!

Oren

Figuur 6.6. Dit levert een daalsnelheid op van ± 3 m/s. Het oren wordt uitgevoerd door het de buitenste (een of meer, afhankelijk van het type scherm) A-lijnen in te trekken, waardoor een aantal van buitenste cellen inklappen, ongeveer 25% van het scherm weg klappt. Moderne schermen hebben speciaal hiervoor een gesplitste A-riser. De neerwaartse snelheid neemt daardoor toe, de voorwaartse snelheid verandert echter nauwelijks. De vliegsnelheid van het scherm neemt soms iets toe, soms iets af, afhankelijk van het soort scherm en hoe groot je de oren trekt. Echter stabiel wordt het scherm niet als je oren trekt. In z'n top en langsas zal het scherm onstabiel zijn vanwege het kleinere draaimoment. Wel stabiel is het 'inklapgedrag' bij turbulente lucht (zie verderop). Sturen moet met het lichaam gebeuren door middel van gewichtsverplaatsing. Het oren wordt uitgeleid door het loslaten van de ingetrokken A - lijnen of aparte A-riser als ze niet vanzelf snel genoeg openen kun je helpen door kortstondig 50% aan te remmen of het scherm twee bochten te laten maken.

Een voordeel van het trekken van oren is dat men voorwaartse snelheid houdt en nog kan sturen door gewicht verplaatsing, maar de toename van de daalsnelheid is gering. Door ook nog het speedstelsel te activeren kun je wel daalsnelheden halen van 5-6 m/s. Dit is alleen geschikt als het niet turbulent is



B-stall

Dit levert een daalsnelheid op van 8-10 m/s. De B-stall wordt uitgevoerd door de sluitingen tussen lijnen en de risers vast te pakken en naar beneden te trekken, zover dat er een plooi ontstaat in het scherm, dwars op de vliegrichting. De voorwaartse snelheid ten opzichte van de lucht wordt bijna nul. Het scherm vliegt niet meer en gedraagt zich als een valscherf. De B-stall wordt uitgeleid door de B-lijnen gelijkmatig en vlot omhoog te laten gaan zodat het scherm een knik beweging maakt naar voren, weer voorwaartse snelheid krijgt en gaat vliegen. Een gevaarlijke situatie kan ontstaan wanneer het scherm bij het uitleiden geen of te weinig voorwaartse snelheid krijgt en in een zakvlucht (zie aldaar) geraakt. Dit kan veroorzaakt worden door het te langzaam uitleiden van de B-lijn stall. Daarom dient men na de uitleiding nooit gelijk te gaan sturen, maar eerst zeker te weten dat je weer normaal vliegt. Ben je toch in een zakvlucht gekomen, dan kun je het beste het speedstelsel in trappen om de instelhoek te verkleinen of de A-riser uitduwen. Sommige fabrikanten raden de B-stall af vanwege de belasting van de lijnen en het doek. (Zie gebruiksaanwijzing scherm) Een nadeel van de B-stall is dat men geen voorwaartse snelheid heeft, voordeel is wel een goede daalsnelheid. Sommige schermen vragen veel kracht om een B-stall te maken, je trekt jezelf als het ware aan de B-risers omhoog zonder dat er wat gebeurt. Fabrikanten melden dit in de gebruiksaanwijzing en adviseren daarom geen B-stall te trekken.

Steilspiraal

Dit levert een daalsnelheid op van 10-15 m/s of meer. De steilspiraal wordt uitgevoerd door het steeds dieper aantrekken van een stuurlijn en het gewicht te verplaatsen naar de te sturen zijde. Het scherm gaat steeds sneller draaien en komt door de werking van de centrifugaalkracht op een gegeven moment zelfs in een verticale stand (met de celopeningen naar de grond), bijna naast de piloot te staan. Je kan het scherm ook opschommelen om de benodigde hellingshoek te krijgen om de steilspiraal in te zetten.

De steilspiraal wordt uitgeleid door het langzaam laten opkomen van de aangetrokken stuurlijn en het gewicht terug te brengen in de normale positie. Bij sommige schermen is het

ook noodzakelijk om de stuurlijn van de buitenbocht wat aan te trekken om de spiraal te beëindigen.

Het uitleiden van een steilspiraal kost de nodige hoogte en dient dus met voldoende marge te worden gedaan.

Nadelen van een steilspiraal zijn ook weer het ontbreken van voorwaartse snelheid t.o.v. de grond en de hoge krachten op piloot en scherm.

Het vliegen van een steilspiraal is zeker niet ongevaarlijk! De piloot wordt binnen een paar seconden aan hogere G-krachten blootgesteld. De zware belasting van de piloot veroorzaakt altijd een fysieke reactie. Ook piloten die zeer regelmatig stijspiralen beoefenen, bemerken een vorm van duizeligheid, omdat het bloed naar het onderste deel van het lichaam geperst wordt en de hersenen daardoor minder zuurstof toegevoerd krijgen. Piloten met weinig training of minder goede conditie kunnen daardoor zeer snel bewusteloos raken. Als het scherm zich al in een stevige stijspiraal bevindt, blijft hij daarin, ook als de piloot niet meer actief stuurt. De stijspiraal wordt dan tot op de grond of in het water voortgezet.

Het is beslist gevaarlijk om de steilspiraal te snel uit te leiden om dat de omtreksnelheid van de piloot al snel rond de 100 km/u komt te liggen, wat als gevolg heeft dat het scherm na de uitleiding te snel klimt en vervolgens voorover duikt, wat een eenzijdige inkluiper tot gevolg kan hebben.

Een uiterst gevaarlijke situatie kan ontstaan als de stuurlijn te langzaam en te diep wordt aangetrokken, waardoor het scherm in een negatieve spiraal (zie aldaar) terecht komt.

Hierbij vliegt de niet-geremde kant nog wel vooruit, maar de geredemde kant gaat achteruit draaien.

De combinatie van orentrekken en steilspiraal is eveneens gevaarlijk. In de steilspiraal wordt de kracht op de lijnen veel groter dan in de normale vlucht. Bij het oren trekken wordt deze kracht over minder lijnen verdeeld, immers de buitenste cellen zijn ingeklapt en de bijbehorende lijnen hangen slap. De combinatie kan tot overbelasting van de middelste lijnen leiden wat kan resulteren in breuk.

6.2.1 Ongewilde bijzondere vliegsituaties

Zakvlucht

Een zakvlucht kan ontstaan na het te rustig uitleiden van de B-stall of te sterk remmen in een turbulent gebied, maar ook spontaan bij een scherm, waarbij door veroudering (porositeit en rek in de lijnen) de instelhoek te groot is geworden. Het scherm staat rustig en goed gevuld boven de piloot, maar heeft niet of nauwelijks voorwaartse snelheid. Het scherm vliegt niet meer, is onbestuurbaar en gedraagt zich als een valscherf. Dit levert een daalsnelheid op van 5-8 m/s. Een zakvlucht kan opgeheven worden door de A-risers uit te duwen, waardoor de instelhoek van het scherm verkleind wordt, het scherm weer voorwaartse snelheid krijgt en weer gaat vliegen. Ook kan het speedstelsel worden geactiveerd. Het gevaar van een zakvlucht zit daarin dat hij moeilijk te herkennen is. Het scherm staat namelijk nog redelijk gevuld boven de piloot, de piloot voelt echter nauwelijks nog wind van voren in zijn gezicht, maar wel stroming vanaf onderen. Sommige piloten bevestigen zogenaamde 'streamers' (dunne strookjes scherfdoek) aan hun harnas of risers om met behulp hiervan sneller een zakvlucht te kunnen herkennen. Sturen tijdens een zakvlucht kan leiden tot een oncontroleerbare negatieve spiraal.

Negatieve spiraal

De negatieve spiraal kan ontstaan wanneer bij langzaam vliegen te diep wordt gestuurd of wanneer bij een steilspiraal te sterk wordt ingestuurd. Of als er in een zakvlucht situatie aan een zijde wordt gestuurd. Het scherm draait boven de piloot weg, waarbij het scherm om zijn top-as draait en zijn vliegeigenschappen verliest.

Je herkent het doordat het scherm plotseling achterwaarts weg draait en boven je hoofd roteert. Het gevaar bestaat dat het scherm sneller draait dan de piloot en de lijnen zich verdraaien zodat je niet meer kunt sturen. Dit gebeurt met een daalsnelheid op van 6-10 m/s.

Mocht je niet genoeg tijd en hoogte meer hebben om dit te verhelpen, dan rest er nog maar een oplossing: het werpen van je noodscherm.

De negatieve spiraal kan uitgeleid worden door de stuurlijnen volledig vrij te geven en eventueel wat tegen te sturen. Sommige schermen kunnen alleen maar uit een negatieve spiraalvlucht komen door het helemaal in full-stall te trekken en deze daarna uit te leiden. (Zie gebruiksaanwijzing scherm) Hoe groter de spanwijdte van een scherm des te gevoeliger voor negatief gaan het is. Een negatieve spiraal levert extreem gevaar op omdat hij hoe langer hoe oncontroleerbaarder wordt.

Gedeeltelijk ingeklapt scherm

Figuur 6.7. Dit levert een minder stabiel en soms steeds sneller draaiend scherm op. Kan ontstaan in turbulentie of bij het uitvliegen van thermiek. Ze herstellen zich meestal snel en zelfstandig. Met name de klasse-2 en -3 (DHV) schermen kunnen last hebben van inklappers. Dit is een schermeigenschap en dat is een reden om het te classificeren als een klasse-2 of -3 scherm. Hier moet geholpen worden om de ingeklapte zijde weer te openen.

Een gedeeltelijke inklapper en de daarop volgende bocht kan uitgeleid worden door direct tegen te sturen door verplaatsing van het lichaamsgewicht en het gedoseerd aantrekken van de stuurlijn aan de niet ingeklapte kant. (koers houden) Het kan echter in verband met obstakels verstandiger zijn om de ingezette draaiing door te zetten. Men is dan sneller terug op een veilige koers dan door de draaiing te stoppen en een tegengestelde bocht te maken.

Eventueel kan de stuurlijn aan de ingeklapte kant een paar keer diep ingetrokken worden gevolgd door snel los laten (pompen). In turbulentie een scherm licht geremd vliegen verkleint de kans op inklappers aanzienlijk.



Fig. 6.7 Gedeeltelijk ingeklapt scherm

In de mist of wolken vliegen

Ondanks dat dit voor een schermvliegpiloot wettelijk verboden is kan het toch gebeuren dat een piloot ongewild in een wolk terecht komt. Het is zeer onverstandig om het zover te laten komen. Dit levert een totaal verlies aan oriëntatie op met alle gevaren van dien. Getracht moet worden de koers bij het invliegen van de mist of wolk vast te houden. Eenmaal in de mist mogen geen koerscorrecties worden uitgevoerd. Het altijd bij de hand hebben van een kompas kan hierbij helpen. Bedenk hierbij dat een simpel magnetisch kompas maar een onbetrouwbaar instrument is door zijn vele afwijkingen. Om een wolk sneller uit te vliegen kan gebruik gemaakt worden van oren trekken of B-stall, wanneer men tenminste zeker weet dat er voldoende afstand van mogelijke obstakels blijft. Het is absoluut af te raden in een wolk gebruik te maken van de steilspiraal om aan de wolk te ontsnappen. Het gebrek aan oriëntatiepunten (geen zicht) en de bij een steilspiraal optredende krachten en fysiologische aspecten kan de zaak slechts verergeren.

6.2.2 Noodlandingen

Boomlanding

Wanneer een boomlanding onvermijdelijk lijkt te zijn, dient de piloot zich in eerste instantie voor te bereiden op een normale landing. Dat wil zeggen: vlak voor de landing wordt er sterk afgeremd, maar het uiteindelijke 'flaren' wordt achterwege gelaten. Dit is nodig omdat dan het gevaar bestaat dat het scherm in een stall raakt vlak voordat de boom bereikt is. De piloot zou vlak voor de boom nog kunnen neerstorten. De piloot dient net voordat de botsing met de boom een feit is, de stuurlijnen los te laten en met de handen het gezicht te beschermen. Het loslaten van de stuurlijnen heeft tevens tot gevolg dat het scherm weer wat snelheid opneemt en vrijwel zeker over de kruin van de boom heen zal schieten. Hierdoor verwarren de lijnen zich voldoende met de takken van de boom om de piloot veilig vast te houden. Eventueel kan de piloot zich extra zeker maken met de bridle en enkele lijnen van het reservescherm. Daarna kan de situatie beoordeeld worden en kan de piloot eventueel met behulp van een portofoon, telefoon of een fluitje hulp ingeroepen worden. Vanwege de slankere vorm en de zachtere takken is een landing in een naaldboom verre te verkiezen boven een landing in een loofboom. Om hulpmateriaal te kunnen ophijzen dient elke piloot een zogenaamd reddingssnoer bij zich te hebben. Dit is een dunne lijn van ongeveer 30 meter lengte. (B.v. tandflosdraad verzwaaard met een stukje lood) Het is verstandiger vol de boom in te vliegen dan net met een paar lijnen de boom te raken. Hierdoor wordt de vorm van het scherm verstoord, maar het scherm wordt niet door de boom vastgehouden. Een zekere val met een niet vliegend scherm is het gevolg. Als het je mocht overkomen, realiseer je dan, dat tijdens boomlandingen zelden echt verwondingen optreden. De meeste ongelukken ontstaan als de piloot voor Tarzan gaat spelen en zelf uit de boom wil klimmen, dus wacht altijd op hulp.

Waterlanding in stilstaand water.

Dit hoeft op zich weinig problemen op te leveren, zolang het vaste land of een boot maar niet te ver weg is. Het is bij een landing in water van belang te zorgen dat het scherm en vooral de lijnen niet op de piloot terechtkomen. Bij weinig wind lijkt het verstandig met de wind mee te landen, zodat het scherm voor de piloot in het water valt. Bij meer wind zou men dan tegen de wind in moeten landen, zodat het scherm achter de piloot in het water terechtkomt. Het is zaak om bij een waterlanding zo snel mogelijk het harnas af te doen (mogelijk al kort voor de landing) Het harnas met rugprotector of Airbag kan als drijver dienen voor de piloot, maar kan ook een groot gevaar voor hem opleveren wanneer hij door het drijfvermogen ervan onder water gehouden wordt. Verstrikking in de lijnen moet absoluut worden voorkomen.

Waterlanding in stromend water

Dit is zeer gevaarlijk omdat het water het scherm en de piloot onmiddellijk meesleurt. De piloot kan, ook in ondiep water door de lijnen van het scherm over rotsblokken getrokken worden. Een landing in stromend water moet altijd worden voorkomen. Als de waterlanding onvermijdelijk is moet de piloot zo snel mogelijk uit zijn harnas komen en tegen de stroming in de kant zien te bereiken. Een zogenaamd hoekknifje om de risers snel door te snijden kan in een dergelijke situatie een levensreddend attribuut zijn.

Landing op een hellend vlak

Een landing op een helling waarop de wind van boven naar beneden waait moet waar mogelijk vermeden worden. Wanneer de wind van onder naar boven

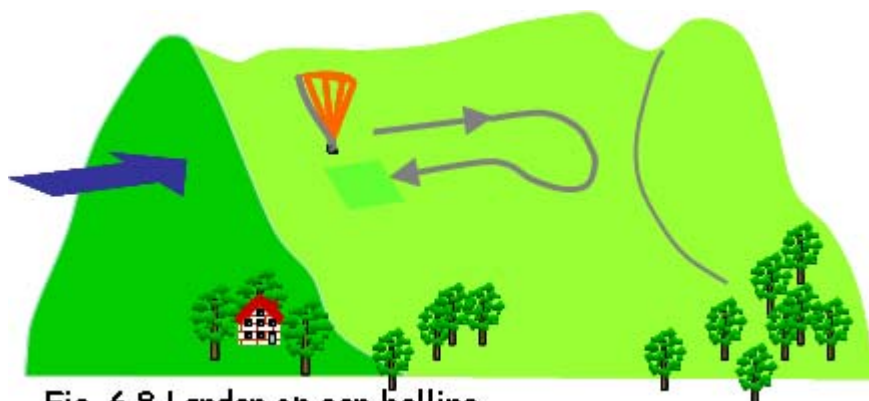


Fig. 6.8 Landen op een helling

waait of dwars op de helling staat moet de final altijd dwars op de helling uitgevoerd worden. De final zal dus niet altijd recht tegen de wind in plaats vinden (figuur 6.8).

Reddingsscherf

Het reddingsscherf mag alleen in noodsituaties geworpen worden. Van een noodsituatie is bijvoorbeeld sprake:

in geval van een botsing in de lucht met een ander luchtvaartuig (zgn. mid-air-collision); bij een defect aan het hoofdscherf waardoor een goede landing onwaarschijnlijk wordt; indien een scherf in een vliegsituatie niet meer onder controle gebracht kan worden. Zolang er nog voldoende hoogte is, zal natuurlijk getracht worden het scherf weer vliegend te krijgen; bij een gevaarlijke (steil)spiraal vlak boven de grond.

Voorkomen moet worden dat het reddingsscherf te vroeg geworpen wordt. Maar het is natuurlijk wel zaak steeds de hoogte boven de grond in de gaten te houden. In de praktijk is reeds gebleken dat, met name in het geval van een spiraal vlak boven de grond, 30 m hoogte nog voldoende was om het reddingsscherf te werpen en nog voor de landing te doen openen.

Conclusie: het is nooit te laat om het reddingsscherf te werpen!

Er zijn situaties, waarin het reddingsscherf beter niet moet worden geworpen:

Een gedeeltelijke inklapper.

Een half hoofdscherf vliegt altijd nog veel beter dan een (onbestuurbaar) reddingsscherf. Wanneer voorkomen kan worden dat het scherf in een spiraal raakt, nooit het reddingsscherf werpen.

Zakvlucht.

Een zakvlucht met het hoofdscherf is altijd nog te verkiezen boven een (zak)vlucht met het noodscherf. Bij voldoende hoogte kan de zakvlucht uitgeleid worden. Wanneer de zakvluchtsituatie zich vlak bij de grond voordoet, moet de piloot deze niet proberen uit te leiden, omdat dit met verhoogde daalsnelheid gepaard gaat. De piloot kan zich dan beter voorbereiden op een minder zachte landing die met een pararol (zie figuur 2.6) afgesloten dient te worden.

De procedure van het zoeken, trekken en werpen van de noodparachute is relatief omslachtig en moet in een noodgeval blindelings kunnen worden uitgevoerd. Het verdient dus aanbeveling om zeer regelmatig tijdens de vlucht het handvat van het reddingsscherf te zoeken en het werpen van het scherf in gedachten na te bootsen. Ook is het volgen van een training in het werpen van het noodscherf aan te bevelen.

De buitencontainer en het openingsysteem moeten voor elke start, maar ook na elke misstart gecontroleerd worden om te zien of de vergrendeling nog intact is.

Een reddingsscherf moet, om goed te blijven functioneren, van tijd tot tijd en dat is minimaal 2 x per jaar (zie gebruiksaanwijzing) goed worden gedroogd en door een terzake kundig instructeur of rigger (erkend persoon of bedrijf voor reparaties aan schermen) opnieuw gevouwen worden.

Hiermee wordt voorkomen dat het doek gaat verkleven en kan gecontroleerd worden of het doek te veel verouderd is. Het vouwen kan een piloot ook zelf doen na een cursus noodscherf vouwen te hebben gevolgd.

6.3 Duurvliegen

Onder een duurvucht wordt verstaan een vlucht die langer duurt dan 45 minuten. Bij duurvuchten is er dus sprake van het gebruik maken van dynamische stijgwind (soaren), thermiek of een combinatie van beide.



Fig. 6.9 Soaren

6.3.1 Soaren

Wanneer de wind min of meer frontaal tegen een bergrug of klif aan stroomt dan wordt deze naar boven toe afgebogen. Er ontstaat dus vlak voor het obstakel een opwaartse luchtstroming. Onder voorwaarden is deze opwaartse stroming door schermvliegers te gebruiken om hoogte te winnen gedurende de vlucht (figuur 6.9). Om de opwaartse luchtstroming goed te kunnen herkennen en lokaliseren is het gebruik van een variometer zeer handig. Om te kunnen soaren is het zaak naar de loefzijde van het obstakel toe te vliegen en in de stijgende lucht te blijven vliegen door bijvoorbeeld achtjes langs de helling te maken (altijd van de helling afdraaien). Het is nu van belang voldoende afstand te houden tot de

helling waartegen de wind omhoog blaast. Hoe harder de wind, hoe groter de afstand. In alle gevallen moet de piloot attent zijn op sterke turbulentie aan de lijzijde van de helling ten gevolge van de rotor. Indien de helling sterk ingesneden is, kunnen plaatselijk versterkte stijgwinden optreden, maar ook versterkte turbulentie. In de praktijk zal het op plaatsen waar goed gesoard kan worden vaak erg druk zijn met andere schermvliegers en zeilvliegers. Een goede kennis en toepassing van de voorrangsregels zijn dan onontbeerlijk. Wanneer de piloot merkt, dat hij bij het bereiken van de top, waar de wind het sterkst is, tegen de wind in niet meer vooruit komt

of zelfs achteruit geblazen wordt, zal hij niet meer aan de loefzijde van de berg kunnen landen. Om de turbulentie aan lijzijde zoveel mogelijk te vermijden, moet hij dan zo lang tegen de wind in blijven vliegen totdat het stijgen helemaal ophoudt. Daarna direct 180° omdraaien en met de wind mee zo snel mogelijk over

het turbulentiegebied heen vliegen. Daarna moet hij een (nood-)landingsplaats zover mogelijk achter de turbulente zone zoeken (figuur 6.10).



Fig. 6.10 Bij sterke wind wegvliegen over de top

6.3.2 Thermiekvliegen

Voor veel (gevoerde) schermvliegers is het maken van een duurvlicht, met gebruikmaking van thermiek, het doel van al het oefenen.

Thermiek is, zoals reeds in het hoofdstuk meteorologie te lezen was, een opwaartse luchtbeweging, die ontstaat door plaatselijke verwarming van de lucht. Zodra er tussen twee luchtmassa's een verschil in temperatuur van meer dan 2° C bestaat, kan thermiek, die voor het vliegen goed bruikbaar is, ontstaan. Voor thermiek zijn temperatuursverschil en een onstabiele opbouw van de atmosfeer nodig.

Thermiek lokaliseren

Figuur 6.11. Om op een zonnige dag thermiek te kunnen vinden moet de piloot op de omgeving letten. Cumuluswolken ontstaan door thermiek en zijn dus uitstekende indicatoren voor opwaartse luchtstromingen. Er wordt dan gesproken van witte of natte thermiek. Probleem daarbij is echter altijd dat kleine cumuluswolken zich kunnen ontwikkelen tot gigantische 'bloemkolen', waaruit vaak weer een cumulonimbus (onweers)wolk kan groeien. Cb-wolken zijn levensgevaarlijk voor een schermvlieger, vanwege enorme turbulentie, op- en neerwaartse wind van wel 50 m/s en de hoogte (ruim 10 km) die zo'n wolk en dus ook de piloot kan bereiken. Zelfs een verkeersvliegtuig vliegt ruim om of over een onweersgebied heen.

Kleine, zich ontwikkelende, cumuluswolken zijn voor schermvliegers ideaal om duur- en afstandsvluchten te kunnen maken. Vlak bij de grond en direct onder de wolk is de opwaartse luchtstroom het snelst. Vlak onder de wolkenbasis (als hij hier wettelijk gezien mag vliegen) is het voor de schermvlieger zaak aan de zijkant van de wolk te gaan vliegen, zodat hij, wanneer hij in de wolk dreigt te worden gezogen, er onder vandaan kan vliegen. Een bedekkinggraad van 1/8 tot 3/8 biedt de beste kans op goede vliegcondities.

Wanneer er geen sprake is van cumuluswolken die de thermiek verraden,

moet de piloot in zijn omgeving op zoek gaan naar andere thermiekindicatoren. Er wordt dan gesproken van zogenaamde blauwe of droge thermiek.

Landschapselementen en vormen die meer warmte aan de lucht afstaan dan andere, kunnen een bron van thermiek zijn. Een ervaren piloot zal dus aan het landschap kunnen zien waar hij opwaartse stroming kan verwachten. Velden, zeker als ze enkele dagen geleden gemaaid zijn, rotspartijen en asfaltwegen zijn vaak goede bronnen van thermiek. Een slimme piloot zal ook nooit verzuimen te kijken of hij ergens vogels ziet rondcirkelen. Vogels hebben een uitstekende neus voor thermiek en zullen niet gauw een vleugelslag te veel doen om omhoog te komen.

Thermiek gebruiken

Figuur 6.12. Dat een piloot een thermiekbel nadert zal hij merken aan toenemende turbulentie. Deze turbulentie ontstaat door op- en neerwaartse luchtbewegingen die langs elkaar stromen.

In het midden van de bel kan de piloot de sterkste stijging verwachten. Dat midden is natuurlijk moeilijk te vinden. Zeker wanneer je bedenkt dat een thermiekkolom, zoals alles in de lucht, door de wind meegevoerd wordt. Bij toenemende wind zal een thermiekkolom steeds schuiner op het aardoppervlak staan.

Terwijl de piloot door de thermiekbel vliegt probeert hij te achterhalen waar de stijging het grootst is. Een variometer is hierbij vanzelfsprekend vrijwel onmisbaar.

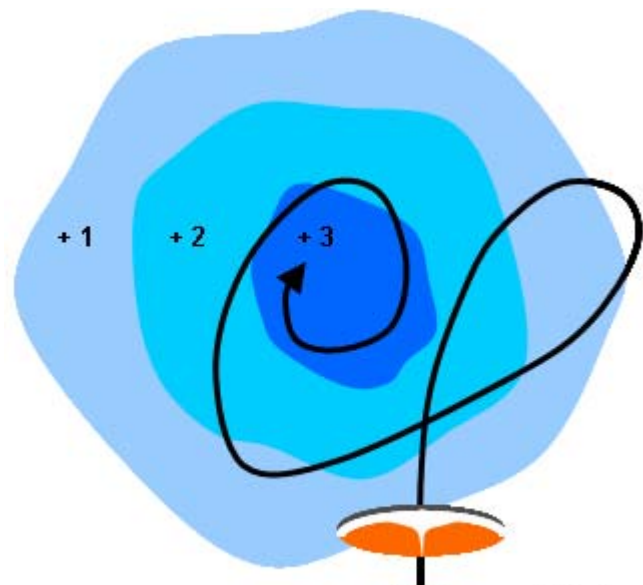


Fig. 6.11 Centreren in de thermiekbel

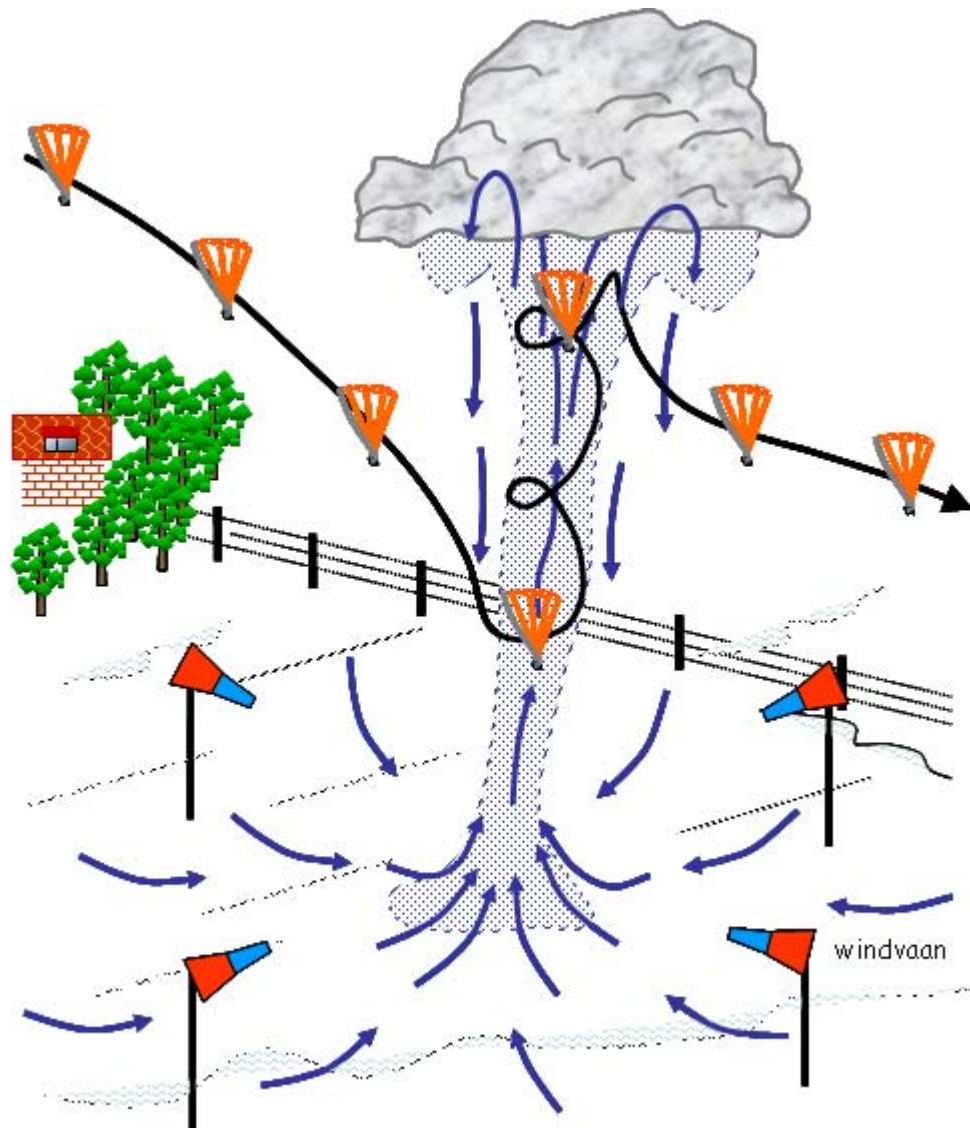


Fig. 6.12 Het aan- en uitvliegen van de thermiekkolom

Bij toenemend stijgen rechtuit vliegen of de radius van de bocht vergroten. Bij afnemend stijgen een bocht inzetten of de radius van de bocht verkleinen. Wanneer de piloot bij het invliegen van de thermiekbels de eerste bocht niet naar het centrum toe maakt, maar er juist vanaf, zal hij met deze methode toch altijd in het centrum van de bel komen, dus daar waar het stijgen het grootst is.

Om maximaal rendement van de opwaartse luchtstroming te hebben zal de piloot geremd vliegen met minimale daalsnelheid (min. sink). Tijdens het in- en uitvliegen van de thermiekkolom moet de piloot rekening houden met een verhoogde kans op inklappers. Deze inklappers kunnen in 90% van de gevallen tijdig worden voorkomen door actief te vliegen. De oorzaak hiervan ligt in het feit dat de piloot dwars door het gebied met naast elkaar stromende op- en neerwaartse luchtmassa's heen vliegt. Bij het invliegen van een stijgende luchtmassa bestaat het gevaar van een dynamische stall. Doordat de lucht vrij plotseling meer vanonder tegen het scherm wordt geblazen, wordt de invalshoek tijdelijk groter. Er kunnen dan turbulenties boven het scherm ontstaan, waardoor het scherm verder afgeremd wordt en een stall-situatie ontstaat. Dit kan worden voorkomen door, wanneer je een bel invliegt en het scherm zich naar achteren beweegt, de remdruk zo veel te verminderen dat het scherm weer recht boven je staat. Het omgekeerde geldt natuurlijk ook bij het uitvliegen van een bel, dan zal het scherm naar voren duiken omdat de invalshoek kleiner wordt en daardoor de

weerstand afneemt. Nu zul je het scherm zo moeten aanremmen dat het weer in normale vliegpositie komt.

De piloot moet snel en hooguit licht geremd een thermiekbel invliegen en geremd er weer uit vliegen.

Dynamische stijgwind met thermiek

Bij wanden die door de zon worden beschenen is vaak sprake van een combinatie van thermiek en dynamische stijgwind. De twee versterken elkaar. Langs de wand kan de piloot hoogte winnen door achtjes te draaien evenwijdig aan de wand. Zodra hij voldoende hoog boven de helling is uitgestegen kan hij proberen in de thermiekbel te centreren en rondjes gaan draaien om zo verder omhoog te komen. Dynamische stijgwind is over het algemeen een laminaire stroming, maar gecombineerd met thermiek kan er gevaarlijke turbulentie ontstaan en daarom moet ook voldoende afstand en hoogte gehouden worden van de helling om bij een inklapper niet op/tegen de helling of in een boom te belanden.

6.4 Overlandvliegen

De ervaren schermvliegpiloot kan dynamische stijgwind en met name thermiek gebruiken om vliegend aan zijn scherm afstanden af te leggen. Als je grote afstanden wilt vliegen moet het weer optimaal zijn. Ook een scherm met goede specificaties is belangrijk. Het scherm moet een hoge maximale snelheid hebben en dit combineren met een goede glijhoek. Informatie hierover halen we uit een polaire.

6.4.1 Geavanceerde polaire

Bij een modern schermvliegtoestel ligt de hoek voor het beste glijden meestal bij zijn

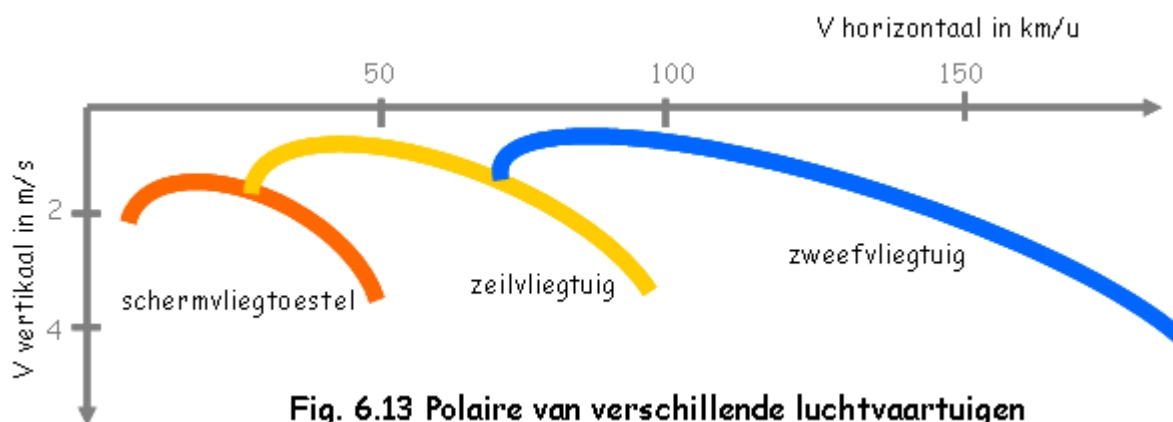


Fig. 6.13 Polaire van verschillende luchtvaartuigen

maximale trim.

Figuur 6.13. Dit voordeel en de hogere maximale snelheid van het zeil- en zweefvliegtuig zorgen er dus voor dat deze toestellen veel beter geschikt zijn voor het maken van afstandsvluchten. Niet te min worden met schermvliegtuigen toch ook al behoorlijke afstanden afgelegd en worden de prestaties van de schermen en de piloten ieder jaar weer beter.

De polaire (zie figuur 3.11) is ook de ideale hulp om de invloed van de wind in beeld te brengen. Over de assen van de grafiek (die de snelheden t.o.v. de lucht voorstellen) kan een ander assenstelsel gelegd worden dat de snelheid t.o.v. de grond voorstelt. Wordt er in tegenwind gevlogen dan zal de snelheid ten opzichte van de grond kleiner zijn. Het tweede assenstelsel moeten we hiervoor naar rechts verschuiven. De snelheid om de kleinste baanhoek te halen vinden we door een raaklijn te trekken vanuit de oorsprong van het nieuwe assenstelsel. Duidelijk is, dat de minimale baanhoek voor beide situaties niet meer gelijk is. Ook moet sneller gevlogen worden dan in geval van windstilte. Zie figuur 6.14.

Het effect van stijg- of dalwind is op gelijke manier duidelijk te maken. Bij een dalwind moet het nieuwe assenstelsel naar boven geschoven worden. In de figuur is het geval van zowel tegen als dalwind getekend. Duidelijk is dat de lichte piloot op topsnelheid moet vliegen om de beste baanhoek te krijgen. Zie figuur 6.15.

Bij meewind verschuiven de assen naar links, bij stijgwind naar beneden.

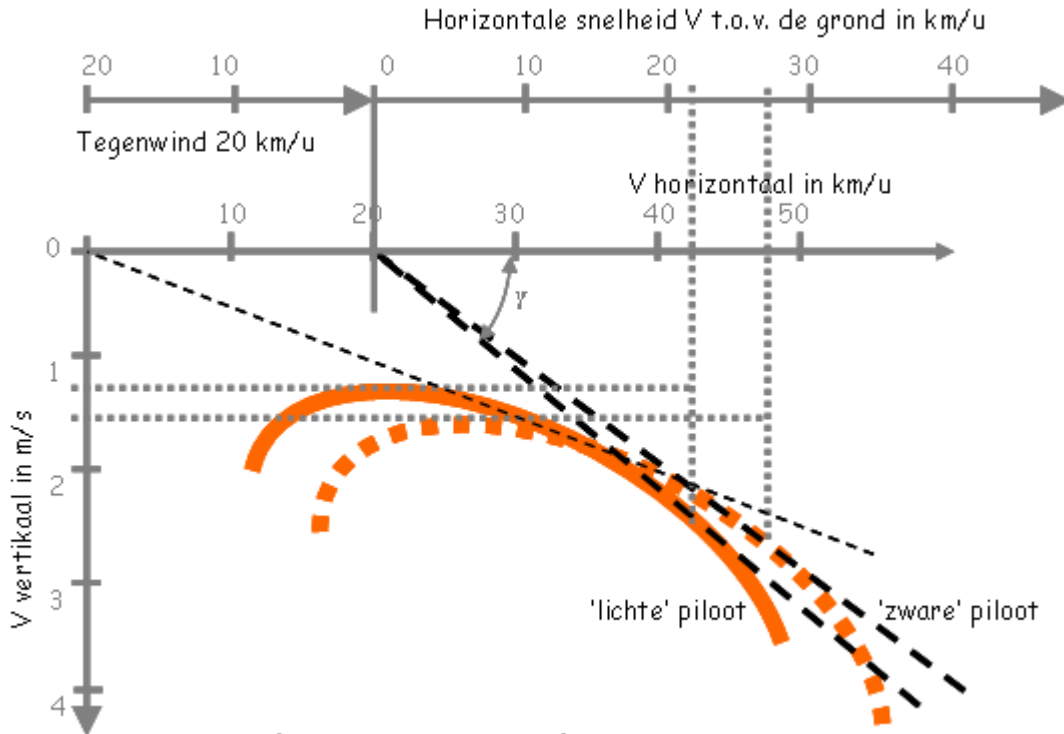


Fig. 6.14 Polaire met tegenwind

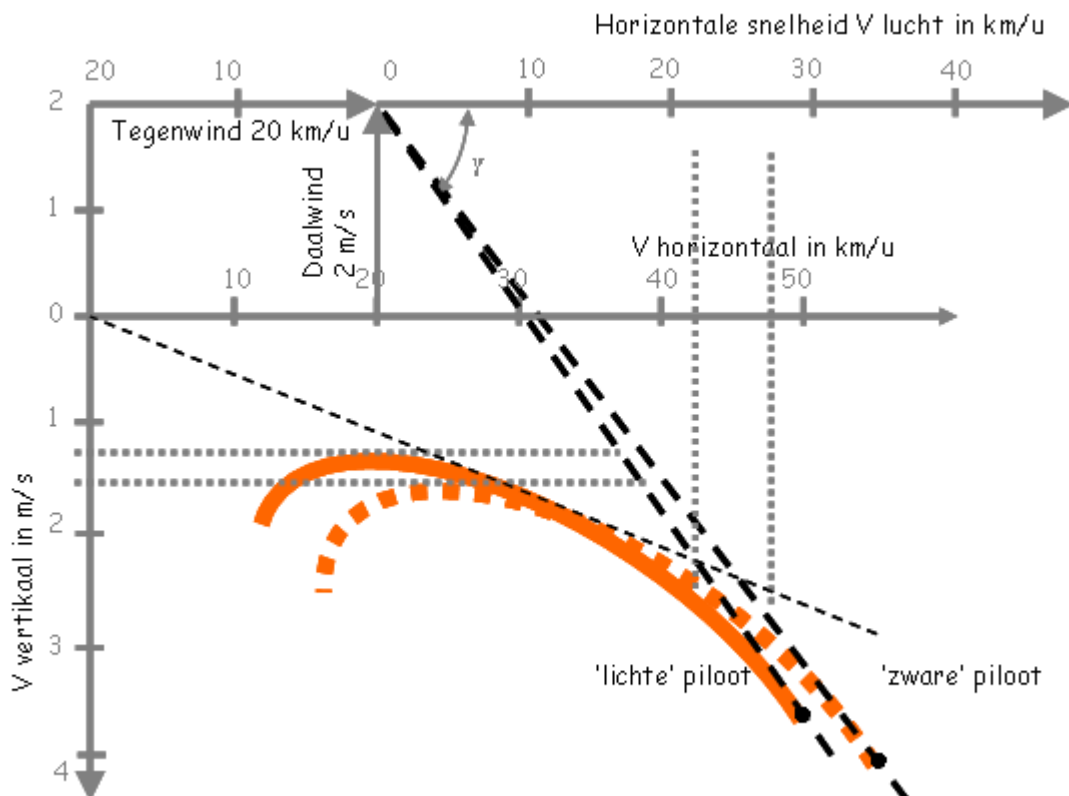


Fig. 6.15 Polaire met tegenwind én een grotere daalsnelheid

6.4.2 Voorbereiding

Voor een succesvolle overlandvlucht dient een aantal voorbereidingen getroffen te worden. Allereerst moet de piloot bekend zijn met het gebied door kaarten te bestuderen en vooral veel te praten met de lokale piloten. Hierna kan de piloot een **vluchtplan** maken. Vergeet niet dat deze discipline wel de moeilijkste van onze vliegsport is, je dient een goede piloot te zijn en veel ervaring te hebben in het beoordelen van de luchtstromingen en moeilijke landingsplaatsen. Dit lukt je alleen door veel te oefenen en rekening houdend met o.a.:

- Luchtverkeersreglementen: de verkeersgebieden, luchthavens, militaire gebieden enz.;
- Het reliëf en oppervlak van het gebied: waar is stijgwind te verwachten, waar turbulentie, venturies, rotors, thermiek, aanwezigheid van groot en/of stromend water aanwezigheid van (lift)kabels enz.;
- Het weer: in welke richting waait de wind en hoe sterk, is er onweer te verwachten. Hoe werken de plaatselijke valleiwindsystemen.
- Zijn er onderweg voldoende noodlandingveldjes
- Het weer: in welke richting waait de wind en hoe sterk, is deze richting wel geschikt voor mijn vluchtplan, vlieg ik niet aan de lijzijde, is er onweer te verwachten, wat is het temperatuur verloop in de hoogte (toestandskromme), hoe hoog is de verwachte basis.

Is dit plan eenmaal gemaakt dan kan het ingetekend worden op de kaart. Bijzondere landskenmerken kunnen omcirkeld worden en een lijst van koersen wordt gemaakt. Misschien heb je het geluk dat je van een lokale piloot vluchtgegevens kunt downloaden naar jouw GPS. Dan beschik je over een mooie route en eventuele plaatsen waar het goed thermisch op die route, want vergeet niet dat de meeste afstandsvliegers er soms jaren over doen om een route te maken. Zij hebben die route stukje voor stukje steeds verder leren kennen.

De uiteindelijke voorbereiding van de vlucht kan nu gemaakt worden. De uitrusting van een overlandvlieger zou er als volgt uit moeten zien.

- Een voor de piloot bekend scherm met een goed afgesteld harnas voorzien van een reddingsscherm;
- Een goede vliegoverall, handschoenen, stevige schoenen en helm.
- Vario- / hoogtemeter en kompas;
- GPS;
- Topografische- en luchtvaart (ICAO) kaart;
- Vliegpapieren (bijgewerkt logboek, brevet, lidmaatschap KNVvL, paspoort, verzekeringsbewijs, legitimatiebewijs);
- Geld voor de terugreis;
- Telefoonnummers thuisfront;
- Zonnebrandcrème, zonnebril met UV bescherming;
- Eten en drinken;
- EHBO set, reddingslijn en isolatiedeken, hookknife, fluitje;
- Portofoon die onder meer geschikt is voor de lokale noodfrequentie.
- Gsm-telefoon met de nodige nummers.

Alle voorwerpen die tijdens de vlucht gebruikt worden, moeten met een touwtje geborgd worden. Voordat er gestart kan worden is het belangrijk bij medevliegers melding te maken van de overlandpoging. Het zal niet de eerste keer zijn dat een reddingsactie gestart wordt terwijl de piloot nog volop zit te genieten van zijn lange vlucht. Geef voldoende details zodat men in geval van nood weet waar gezocht moet worden. Vlieg het liefst met twee of meer personen.

Is dit allemaal gebeurd dan kan de piloot zich naar de startplek begeven. Op de startplek aangekomen dient eerst het weer uitvoerig bekeken te worden. Let hierbij op inversielagen, opbouw van de wolken, windrichting- en sterke op verschillende plaatsen. Stijgen er

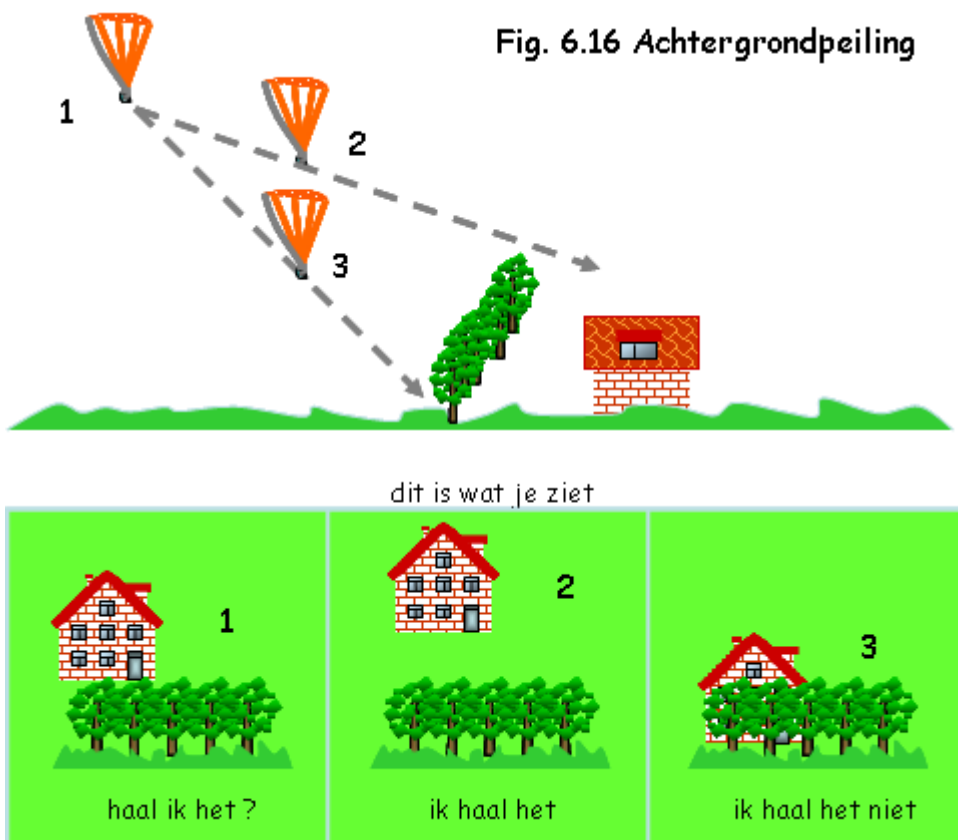
thermiekbellen langs de startplaats op en met welke tussentijd? Bekijk of vogels of andere schermvliegers thermiek en/ of stijgwind gevonden hebben. Is al deze informatie opgenomen, dan kan het scherm uitgelegd worden en gestart worden. Start op het moment, of net voordat een grote, niet al te sterke, thermiekbelle langs komt.

6.4.3 Vlucht

Vlieg niet gelijk weg van het vertrouwde gebied. Probeer eerst de luchtcondities uit. Is de wind wel zoals het weerbericht voorspelde en is er voldoende thermiek? Gebruik gelijk na de start iedere stijgwind om hoogte te winnen. Als de hoogte slechts met grote moeite gewonnen kan worden, heeft een overlandvlucht weinig zin. Lukt het wel een eind boven de startplaats uit te stijgen, bekijk dan de omgeving, speciaal in de geplande vliegrichting. Ziet alles er gunstig uit dan kan begonnen worden aan de overlandvlucht.

Meestal zal de route langs een bergkam lopen. Hier zijn namelijk zowel dynamische als thermische stijgwinden te verwachten. Let wel op turbulentie daar waar verschillende winden bij elkaar komen en voorkom altijd dat je naar de lijzijde van een kam gedreven wordt.

Als een dal overgestoken moet worden, dient eerst voldoende hoogte gewonnen te worden. Hoeveel 'voldoende' is, hangt af van de horizontale afstand die overbrugd moet worden en de glijhoek van het scherm (zie hoofdstuk 3). Hulp bij de oversteek is allereerst de wind: omdat je tijdens een overlandvlucht meestal met de wind mee vliegt is de baanhoek beter dan de glijhoek. Of een bergkam wel of niet overvlogen kan worden, kan gecontroleerd worden m.b.v. een 'achtergrondpeiling'.

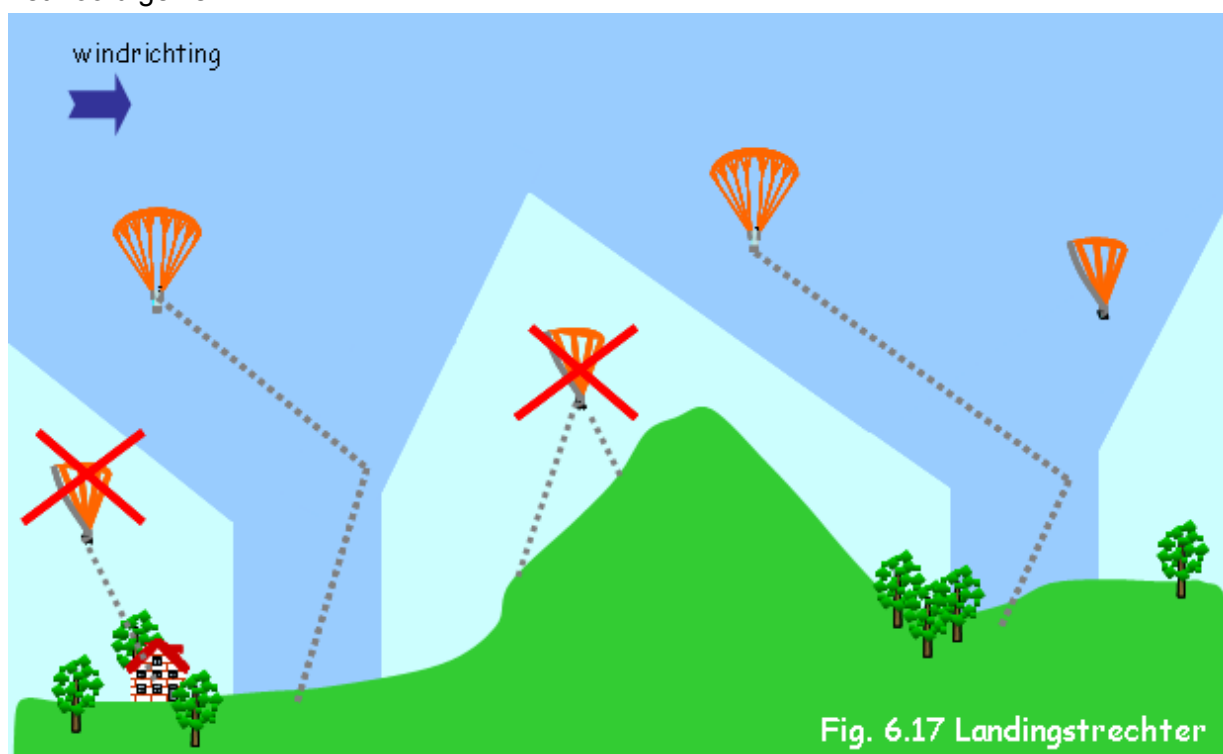


Verschuift de horizon t.o.v. de bergrug naar beneden, dan moet je de bergrug niet overvliegen. In het voorbeeld van figuur 6.16 geldt dan: Zakt het huis achter de bomenrij, dan moet je de bomenrij niet overvliegen.

Verder kunnen wolkenstraten, met de bijbehorende thermiek goede diensten bewijzen. Vaak is het verstandig op een gunstige plaats te wachten met een oversteek totdat je een 'liftje' van een wolk kan krijgen. Is een wolk erg groot, dan zal zijn schaduw op de grond voorkomen dat thermiek ontstaat. Dan is het ook beter even te wachten. Ontwikkelen de wolken zich erg sterk, dan moet tijdig de overlandvlucht afgebroken worden. Als de zuiging van de wolk zo groot is dat bij maximale vliegsnelheid nog steeds met meer dan 3 m/s gestegen wordt, dan moet de rand van de wolk opgezocht worden. Daar is namelijk de zuiging het kleinst. Gebruik eventueel 'oren' om hoogte te verliezen en in het ergste geval de (minder veilige) B-stall of steilspiraal.

6.4.4 Landing

Zoek tijdens de vlucht voortdurend naar goede landingsveldjes. Een landingsplaats is alleen te bereiken wanneer men zich binnen de zgn. landingstrechter bevindt. De vorm hiervan is afhankelijk van de windrichting en -sterkte (figuur 6.17). Er is weinig ruimte nodig om te landen, maar in de stress van de landing worden gemakkelijk elektriciteitsleidingen e.d. over het hoofd gezien.



Venturies en de plaats van rotors zijn vanuit de hoogte veel makkelijker te zien. Ziet het er naar uit dat een landing onvermijdelijk is, besluit dan de landing in te zetten, ook al is er daarna nog wat thermiek. De paar honderd meter die daarmee nog gevlogen kan worden wegen niet op tegen het risico geen geschikte landingsplaats meer te kunnen vinden.

Let op hoogte al op prikkeldraad, greppels en de windrichting. Omdat de windzak meestal ontbreekt zijn rookpluimen, wuiven van het gras en de drifhoek belangrijke informatiebronnen. Probeer voor een goed overzicht van de situatie een circuit te vliegen. Land uiteindelijk met voldoende snelheid. Maak na de landing een 'fieldpack' en vouw aan de rand van het veld het scherm op. Is er schade ontstaan, meldt dit dan aan de eigenaar van het land. Ook zonder schade is dit een goede gewoonte. Denk er ook aan de vlucht en met name de landingsplaats in het logboek door een getuige te laten aftekenen, voorzien van diens naam en adres. Tenslotte dient het thuisfront over de veilige landing geïnformeerd te worden om nodeloze reddingsacties te voorkomen.

Mislukt de landing, bijvoorbeeld in een boom of met verwondingen, dan blijken zowel kaart of GPS, als telefoon onmisbaar. De telefoon voor het invoeren van hulp en de kaart of GPS omdat daarmee de exacte plaats aangegeven kan worden.

Is er geen telefoonverbinding, dan is er altijd nog het alpine noodsignaal:

1. zes keer per minuut een signaal geven (fluitje, roepen o.i.d.) en dan een minuut stilte.
2. Herhaal dit tot er antwoord komt.
3. Antwoordsignaal: drie keer per minuut een signaal en een minuut stilte.

Wordt de aandacht van een helikopter getrokken, dan is het goed de volgende tekens te kennen.

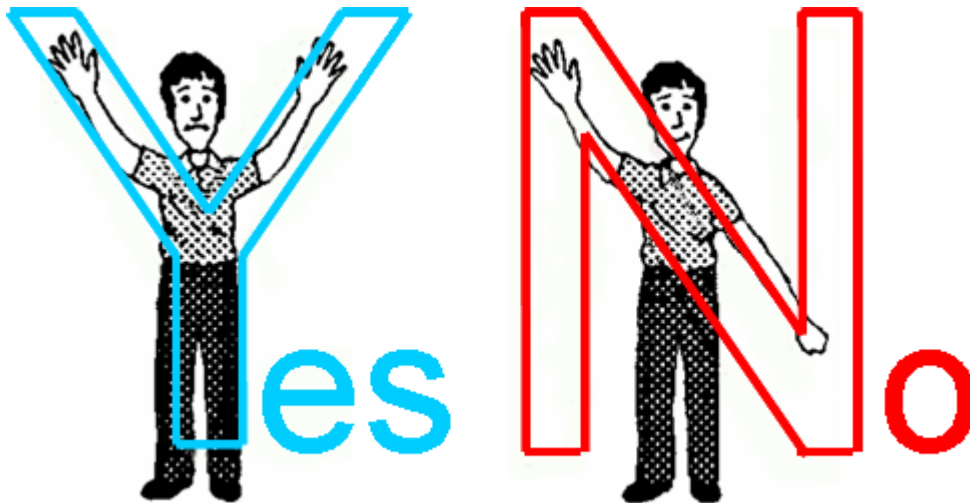


Fig. 6.18 Helikoptergebaren

Beide armen geheven in een Y vorm: "Yes, ik heb hulp nodig!"

- Rechter arm geheven, de linker naar beneden wijzend: "No, geen hulp nodig, alles in orde!"

6.5 Wedstrijden

Sinds enige jaren is een circuit van professionele piloten ontstaan, die gesponsord worden door de grote schermfabrikanten. Dit zijn de piloten die tijdens het Wereld Kampioenschap, de World Cup en het Europese Kampioenschap de dienst uit maken. Een groot toernooi, zoals de hierboven genoemde, beslaat meerdere dagen. Gedurende die dagen moeten er meerdere taken worden afgelegd. Wie aan het eind van het toernooi over alle taken het beste heeft gepresteerd, wordt kampioen.

Tijdens de meeste wedstrijden wordt er gestart in een zogenaamd Open-Window. Dit betekent dat de deelnemende piloten binnen een bepaalde tijdsruimte zelf mogen bepalen wanneer ze willen starten. Hiermee wordt al voor de start onder meer de meteorologische kennis van de piloot op de proef gesteld.

Taken die vaak voorkomen bij de verschillende wedstrijden zijn:

- doelvlucht met snelheidsaspect; een aantal punten in het landschap wordt aangegeven, deze moeten vanuit een bepaalde hoek worden gefotografeerd; de snelste piloot krijgt de meeste punten;
- heen- en terugvlucht; de piloot die de grootste afstand aflegt en weer naar het startpunt terugkeert, verdient de meeste punten;
- driehoeksvlucht; een combinatie van de vorige twee.

Vaak sluit een doellanding de taak af.

Een andere vorm van competitie vormt de bivak-afstandsvlucht. Hierbij legt een piloot vaak solo - vliegend, in meerdere dagen een afstand af zonder tussentijds gebruik te maken van vervoermiddelen. De nachten worden in het veld al bivakkerend doorgebracht. Soms zijn er vaste afstanden, zoals 333 km, 444 km of 555 km. De snelste tijd telt.

Cross Country Cup

Ook is er de zogenaamde Cross Country Cups, soms X-country of CCC genoemd. Verschillende landen en verenigingen hebben een degelijke X-country cup, meestal met eigen regels. De bedoeling is om als individuele piloot een van te voren bepaalde afstand of taak te vliegen. Dit in tegenstelling tot vastgestelde dagen en taken tijdens andere wedstrijden. Als de piloot vindt dat het morgen wel eens een goede overland-dag kan gaan worden, kan hij besluiten zelf een taak uit te schrijven en deze ook te gaan vliegen.

Meestal zijn er verschillende taken:

Vrije afstand

Als de piloot niet zeker weet of hij een van tevoren gesteld doel zal kunnen bereiken laat hij het open vliegt zover als het die dag lukt. Op het startformulier vult hij dan Open Distance in en bij de landing noemt hij dan zijn feitelijke landingsplaats, natuurlijk ondertekend door een getuige. Foto's, gemaakt onderweg, zijn bewijs dat hij die route heeft gevlogen. Zijn barograafuitdraai van de vario dient vaak ook als bewijs dat hij die dag zo lang in de lucht heeft gezeten en dat het dus mogelijk was die afstand te vliegen.

Na het vliegen moet de piloot het startformulier, met landingsplaats en getuige handtekening, de foto's (liefst de negatieven) en de barograaf uitdraai opsturen naar de wedstrijdcommissie. Aan het eind van het seizoen wordt dan bepaald wie de meeste punten met bijvoorbeeld de drie beste vluchten heeft verzameld. De punten voor een vrije afstandstaak bestaan uit de gevlogen kilometers (hemelsbreed gemeten) vermenigvuldigd met een factor. Deze factor is laag vanwege de lage moeilijkheidsgraad van deze taak.

Doelvlucht

De piloot bepaalt, aan de hand van de meteo voorspellingen, welk einddoel hij denkt te kunnen halen. De kunst is natuurlijk om die afstand zo groot mogelijk te kiezen. Gevaar is echter dat je net een paar kilometer te kort komt en dus het doel niet haalt. Wat de piloten vaak doen is twee foto camera's meenemen en ook twee startformulieren invullen. Op 1 staat de doelvlucht en zal worden ingeleverd als het uiteindelijk toch gelukt is, de andere vermeldt vrije afstand, voor als het net niet zou lukken. Zo worden er altijd punten verdiend voor de cup. Een doelvlucht wordt hoger gewaardeerd dan een vrije afstand; de taak heeft een hogere moeilijkheidsgraad.

Retour- of driehoeksvlucht

Dit zijn vluchten die langs 1 of 2 keerpunten gaat. Voor een retourvlucht wordt een keerpunt op een bepaalde afstand bepaald. Dit zijn meestal goed herkenbare punten in het landschap als bijvoorbeeld een kerktoeren of een lifthuisje. Hiervan moet een foto gemaakt worden en wel aan de 'buitenzijde' van de route, zodat duidelijk te zien is dat de piloot eromheen gevlogen is en niet er voor langs. Een retourvlucht heeft de moeilijkheid dat er een ongunstige windcomponent tijdens de vlucht te verwachten valt. Ook de zonnestand in de loop van de dag kan nadelig, of juist voordelig, uitpakken. Een driehoeksvlucht levert nog meer punten op. Hier is bijna altijd wel sprake van een tegenwindcomponent.

De Federation Aeronautique International (FAI) is de overkoepelende wedstrijdorganisatie. Officiële kampioenschappen moeten worden georganiseerd volgens hun reglementen. De KNVvL vertegenwoordigt de FAI in Nederland. Om aan FAI wedstrijden te mogen meedoen is het noodzakelijk om in het bezit te zijn van een zogenaamde FAI-licentie.

7 Wet- en regelgeving voor de Luchtvaart en Indeling van het luchtruim

Par.		Blz.
7.1	Luchtvaartuig	102
7.2	Luchtruim	103
7.3	Vluchtregels	103
7.3.1	Luchtruimclassificatie	104
7.3.2	Hoogteaanduiding	106
7.3.3	Zichtregels voor VFR vliegen	107
7.4	Verkeersleidinggebieden	108
7.4.1	Overige gebieden	110
7.5	Andere luchtactiviteiten	111

Opmerkingen:

- De kaartfiguren zijn kopieën van de ICAO-kaart 2006
- De regelgeving is bijgewerkt t/m 2006

7 Wet- en regelgeving voor de Luchtvaart en Indeling van het luchtruim

7.1 Luchtvaartuig

Volgens de Wet Luchtvaart (art. 1.1 eerste lid, onder k.) is de definitie van een Luchtvaartuig *“Een toestel dat in de dampkring kan worden gehouden ten gevolge van krachten, die de lucht daarop uitoefent.”*

In datzelfde artikel (eerste lid, onder k.) is luchtverkeer gedefinieerd als: *“Het geheel der verplaatsingen van luchtvaartuigen in de lucht of op een luchtvaartterrein, alsmede het gebruik van het luchtruim door toestellen die geen luchtvaartuigen zijn”.*

Uitzonderingen op die definities zijn niet voorzien.

Een schermvliegtuig voldoet helemaal aan die definitie van een luchtvaartuig. Dat betekent dat een schermvliegtuig een luchtvaartuig is. En vliegen met een schermvliegtuig is dus deelnemen aan het luchtverkeer. De hele wet- en regelgeving voor de luchtvaart is dus onverkort geldig voor een schermvliegtuig.

De meest algemene regel staat in artikel 5.3 van de Wet Luchtvaart: *“het is verboden op zodanige wijze aan het luchtverkeer deel te nemen dat daardoor personen of zaken in gevaar worden of kunnen worden gebracht”.* En daar moet iedere piloot zich in ieder geval altijd en overal aan houden. Overtreding van die regel kan tot vervolging leiden.

Ontheffing

Schermvliegtuigen hebben wel van bepaalde hoofdstukken de Wet Luchtvaart ontheffing gekregen.

In het “Besluit luchtwaardigheid” is geregeld, dat schermvliegtuigen ontheffing hebben van PH-registratie, keuring en certificering van de schermen door de overheid.

In het “Besluit inrichting en gebruik niet aangewezen luchtvaartterreinen” is geregeld, dat het schermvliegtuigen niet verboden is op andere plaatsen dan vliegvelden te starten en te landen. De meeste andere luchtvaartuigen mogen alleen maar starten en landen op vliegvelden.

En in het “Besluit bewijzen van bevoegdheid voor de luchtvaart” staat, dat de bestuurder van een schermvliegtuig is vrijgesteld van het behalen van een rijksbrevet, maar dat uitsluitend: *“onder door de Minister van Verkeer en Waterstaat bij ministeriële regeling te stellen voorwaarden”.* Een van die voorwaarden is dat de bestuurder van een schermvliegtuig voldoende kennis moet hebben van het Luchtverkeersreglement en van de indeling van het luchtruim. Met een KNVvL-brevet-3, waarvoor het theorie-examen na 1999 is afgenomen, wordt hier in principe aan voldaan.

Ter zijde: in vrijwel alle andere landen in de wereld is de brevettering van schermvliegpiloten anders geregeld. Binnen de EU is de meest voorkomende constructie, dat de overheid het uitgeven van brevetten voor (onder meer) schermvliegtuigen heeft gedelegeerd aan de nationale club voor recreatieve luchtvaart (National Aero Club, afgekort NAC). De NAC's binnen de EU zijn allemaal aangesloten bij de internationale organisatie voor recreatieve luchtvaart, de Fédération Aéronautique Internationale, afgekort FAI. En de NAC's binnen de EU erkennen de brevetten van schermvliegers die uitgegeven zijn door zusterorganisaties die bij de FAI zijn aangesloten. Daarvoor is wel een door de FAI uitgegeven International Pilot Proficiency Identity (IPPI) card nodig. Een KNVvL-brevet, samen met de bijbehorende IPPI-

card wordt door de NAC's in de EU, en in de meeste landen daarbuiten, door de NAC's erkend. En daarmee indirect ook door de Nationale overheid ter plaatse.

7.2 Luchtruim

Om het luchtverkeer op een veilige manier te laten verlopen, is het luchtruim ingedeeld in verschillende gebieden. Voor de verschillende gebieden gelden verschillende regels. Die gebieden worden, voor zover praktisch en mogelijk is, op de luchtvaart kaarten (ICAO kaarten) aangegeven. In de VFR-guide wordt tot in de details omschreven waar de verschillende gebieden liggen en wat de regels zijn in die gebieden. Elk gebied krijgt een van de zes internationale classificatie codes. Met behulp van die code kan iedereen voor een gebied eenvoudig vaststellen wat er op die plek mag en niet mag. De verschillende gebieden in het luchtruim hebben verschillende classificaties. Luchtruim classificatie A, B, C, D, E, F en G. In het algemeen geldt, dat gebieden met Luchtruim classificatie A de bovenste zijn en gebieden met Luchtruim classificatie G de onderste.

Binnen deze lagen kunnen zich area's of zones bevinden, soms in de vorm van een cilinder, soms een soort van doos. Binnen die area's of zones gelden weer bijzondere regels. De verschillende gebieden zijn driedimensionaal en kunnen elkaar overlappen of omvatten. Zie fig. 7.7.

7.3 Vluchtregels

In het geclassificeerde luchtruim worden twee hoofdgroepen van vliegeregels onderscheiden: IFR en VFR; daarmee verbonden zijn twee typen vliegcondities: IMC en VMC

- **IFR** (Instrument Flight Rules) dit zijn de regels die gelden voor vliegtuigen die op instrumenten vliegen d.w.z. door de wolken heen.
- **VFR** (Visual Flight Rules) dit zijn de regels voor vliegtuigen die op zicht vliegen.

- **IMC** (Instrument Meteorological Conditions) Wanneer een piloot zich in de wolken bevindt of niet voldoet aan de minimale waarden voor zicht en afstand van de wolken om VFR te vliegen, bevindt hij zich in IMC. (voor schermvliegers dus gevaarlijk en verboden)
- **VMC** (Visual Meteorological Conditions) Wanneer het zicht en de afstand van de wolken voldoende is om VFR te vliegen, bevindt hij zich in VMC. (schermvliegers moeten dus ten alle tijden VMC vliegen)

Voor IFR vliegen is een luchtvaartradioverbinding met de luchtverkeersleiding ter plaatse verplicht. In de meeste gebieden waar IFR gevlogen wordt, mag alleen gevlogen worden met toestemming van de luchtverkeersleiding ter plaatse: Air Traffic Control Clearance of ATC clearance. Schermvliegtuigen hebben geen luchtvaartradioverbinding en zijn niet in staat aanwijzingen van de verkeersleiding op te volgen. ATC clearance voor schermvliegtuigen is dus op praktische gronden uitgesloten. Het zal duidelijk zijn, dat schermvliegtuigen uitsluitend onder VFR vliegen. IFR vliegen is voor schermvliegtuigen praktisch onmogelijk, uiterst gevaarlijk en verboden.

7.3.1 Luchtruimclassificatie

Internationaal worden voor de indeling van het luchtruim de classificaties: A t/m G gebruikt. In Nederland is er geen luchtruim klasse D en F, en die klassen blijven hier daarom buiten beschouwing.

Luchtruim classificatie A: VFR vluchten zijn niet toegestaan en dit luchtruim is voor ons niet van belang. Vliegen is daar voor schermvliegers dus verboden.

Luchtruim classificatie B: VFR vluchten zijn toegestaan, maar radiocontact met de verkeersleiding is verplicht. Vliegen is daar voor schermvliegers dus ook verboden.

Luchtruim classificatie C: VFR vluchten zijn toegestaan, maar radiocontact met de verkeersleiding is verplicht. De verkeersleiding kan echter in uitzonderlijke gevallen besluiten dat vliegen zonder radiocontact is toegestaan. Voor schermvliegers is dat niet van toepassing. Er zijn een paar voorbeelden in Nederland waar in een CTR (zie par. 7.4, CTR) met classificatie C onder voorbehoud door ons gevlogen kan worden. Als hoofdregel is vliegen voor schermvliegers ook in luchtruim classificatie C verboden.

Luchtruim classificatie E: VFR vluchten zijn toegestaan, en radiocontact met de verkeersleiding is voor VFR verkeer niet verplicht. In principe kunnen schermvliegers gebruik maken van dit type luchtruim. Militaire jets en toestellen van de overheid mogen in dit deel van het luchtruim wel zonder snelheidsbeperking vliegen. Er wordt aan het VFR verkeer dringend verzocht zich niet in de nabijheid van de IFR routes te begeven.

Luchtruim classificatie F: VFR vluchten zijn niet toegestaan en dit luchtruim is voor ons niet van belang. Vliegen is daar voor schermvliegers dus verboden.

Luchtruim classificatie G: VFR vluchten zijn toegestaan, en radiocontact met de verkeersleiding is niet verplicht. In principe kunnen schermvliegers gebruik maken van dit type luchtruim. In principe komen in dit deel van het luchtruim niet (veel) IFR vluchten voor. Er is geen ATC, iedere gebruiker is volledig op zichzelf is aangewezen. Ook in dit deel van het luchtruim geldt een snelheidsbeperking, die is niet van toepassing op militairverkeer en toestellen van de overheid.

Schermvliegtuigen vliegen uitsluitend onder VFR en zonder radiocontact met de verkeersleiding. In figuur 7.1 is de luchtruimclassificatie weergegeven, zoals die op de ICAO kaart van Nederland voorkomt. Hierop is te zien dat alleen bij VFR vluchten in het luchtruim met classificatie G en E, radiocontact met de verkeersleiding en ATC clearance niet vereist zijn. Voor schermvliegtuigen is dus uitsluitend het vliegen in de delen van het luchtruim met classificatie G en E toegestaan. De enkele uitzonderingen die daarop bestaan, hebben voor schermvliegers geen praktische toepassing. In alle andere delen van het geclassificeerde luchtruim is vliegen met een schermvliegtuig dus verboden.

ATS AIRSPACE CLASSIFICATION THE NETHERLANDS					
C O N T R O L L E D					
A	B	C	E	F 1)	G 1)
<p>I</p> <p>SEPARATION: All aircraft SERVICES: Air traffic control service VMC MINIMA: Not applicable SPEED LIMITATION: Not applicable RADIO: ATC CLEARANCE: Required</p>	<p>B</p> <p>SEPARATION: All aircraft SERVICES: Air traffic control service VMC MINIMA: Not applicable SPEED LIMITATION: Not applicable RADIO: ATC CLEARANCE: Required</p>	<p>C</p> <p>SEPARATION: IFR from IFR SERVICES: Air traffic control service VMC MINIMA: Not applicable SPEED LIMITATION: Not applicable RADIO: ATC CLEARANCE: Required</p> <p>SEPARATION: VFR from IFR SERVICES: 1. Air traffic control service for separation from IFR 1) 2. VFR traffic avoidance advice (on request) VMC MINIMA: 5 km 1000 ft</p> <p>SPEED LIMITATION: RADIO: ATC CLEARANCE: Required</p> <p>NOTES: 1) Outside the OPR HR of the controlled MIL AD, although the CTNs are classified 'C' airspace, no ATC and no traffic avoidance services will be provided. Only traffic information will be available to enter these MIL CTNs can be obtained as set out in the VFG, ENR 1.2, para 3.2.5. 2) The speed limitation is not applicable to MIL jet-fighters in MIL CTNs and Soesterberg TMA. 3) Unless exempted by prior permission obtained from the appropriate ATC authority. Such permission will only be given in exceptional cases.</p>	<p>E</p> <p>SEPARATION: IFR from IFR SERVICES: Air traffic control service and traffic information about VFR flights as far as practical VMC MINIMA: Not applicable SPEED LIMITATION: below FL 100 RADIO: ATC CLEARANCE: Required</p> <p>SEPARATION: Not provided SERVICES: Traffic information as far as practical VMC MINIMA: 2) 8 km 1000 ft</p> <p>SPEED LIMITATION: below FL 100 RADIO: Not required ATC CLEARANCE: Not required</p> <p>NOTES: 1) The speed limitation is not applicable to MIL jet-fighters. 2) Niessé Milijon TMA: MM flight visibility 5 km from FRL 1600 to SUN 2300 UTC FRL 1600 to SUN 2300 UTC summer/autumn and during legal holidays.</p>	<p>F 1)</p> <p>SEPARATION: IFR from IFR as far as practical SERVICES: Air advisory control service Flight information service VMC MINIMA: Not applicable SPEED LIMITATION: below FL 100 RADIO: ATC CLEARANCE: Not required</p> <p>SEPARATION: Not provided SERVICES: Flight information service VMC MINIMA: 8 km FL 100 1000 ft 1500 m 3000 ft AMSL 1500 m clear of cloud in sight 2)</p> <p>SPEED LIMITATION: below FL 100 RADIO: Not required ATC CLEARANCE: Not required</p> <p>NOTES: 1) Class F airspace comprises: - ATZ Budd A and B; outside UDP and IFR only; - ATZ Lelystad; outside UDP and IFR only. 2) See VFG, ENR 1.4.</p>	<p>G 1)</p> <p>SEPARATION: Not provided SERVICES: Flight information service VMC MINIMA: Not applicable SPEED LIMITATION: below FL 100 RADIO: ATC CLEARANCE: Not required</p> <p>SEPARATION: Not provided SERVICES: Flight information service VMC MINIMA: 8 km 1500 m 1000 ft 3000 ft AMSL 1500 m clear of cloud in sight 3)</p> <p>SPEED LIMITATION: below FL 100 RADIO: Not required 4) ATC CLEARANCE: Not required</p> <p>NOTES: 1) Class G includes HPZs and HTZs. 2) Not applicable for MIL jet-fighters when the flight visibility is equal or greater than 8 km. 3) AT speeds that will give adequate opportunity to observe other traffic or any obstacles in time to avoid collisions. 4) For traffic in GenDifc area (see VFG, page ENR 6-2-7), radio communication is required.</p>
<p>V</p> <p>VFR FLIGHT NOT PERMITTED</p>	<p>F</p> <p>VFR FLIGHT NOT PERMITTED</p>	<p>R</p> <p>VFR FLIGHT NOT PERMITTED</p>	<p>V</p> <p>VFR FLIGHT NOT PERMITTED</p>	<p>F</p> <p>VFR FLIGHT NOT PERMITTED</p>	<p>G</p> <p>VFR FLIGHT NOT PERMITTED</p>

Fig. 7.1 De luchtvaartclassificaties in Nederland

7.3.2 Hoogteaanduiding

Het aardoppervlakte kan sterk in hoogte variëren en verticale afmetingen (hoogtes) kunnen op verschillende manieren worden aangegeven. Zowel op de ICAO kaart, in de VFR-gids en in de luchtvaartregelgeving worden verschillende uitdrukkingen gebruikt om de hoogte aan te geven. Om duidelijk te maken over welke hoogte het precies gaat, bestaan er vier aanduidingen.

(A)MSL (Above Mean SeaLevel) Dat is de hoogte boven het gemiddelde niveau van de zee.

(A)GL (Above Ground Level) De hoogte boven het grondniveau ter plaatse. Deze hoogte daalt en rijst dus mee met de elevatie van het terrein.

FL (Flight Level) De hoogte aangegeven met een Flight Level is de hoogte in voeten, waarbij de laatste twee nullen worden weggelaten en waarbij de hoogtemeter is ingesteld op de standaard druk van 1013,25 hPc. Dus FL 70 komt globaal overeen met 7000 ft.

GND (GrouND) dit is grondniveau

De hoogtemeter is een instrument dat de luchtdruk meet en afhankelijk daarvan een hoogte aangeeft. De luchtdruk op aarde is echter niet constant. Om aan te geven van welke luchtdruk er bij de hoogtemeting wordt uitgegaan, wordt **Q-code** gebruikt, afkomstig uit de vroegere radiotelegrafie. De letters na de Q hebben overigens geen enkele relatie tot de betekenis van de code.

QNH Bij die instelling is de heersende luchtdruk teruggebracht tot de luchtdruk op zeeniveau op dat moment. Een hoogtemeter die op QNH is ingesteld geeft de hoogte boven zeeniveau aan (op die plaats). Die hoogtemeter geeft dus de AMSL hoogte aan.

QFE Daarbij wordt de hoogtemeter ingesteld op de luchtdruk die op dat moment heerst op het vliegveld. De hoogtemeter die daarop is ingesteld, geeft op dat vliegveld 0 aan. Vliegend geeft de hoogtemeter dan de hoogte aan boven het grondniveau van dat veld (op dat moment). Vliegend boven dat vliegveld geeft die hoogtemeter dus de AGL hoogte aan.

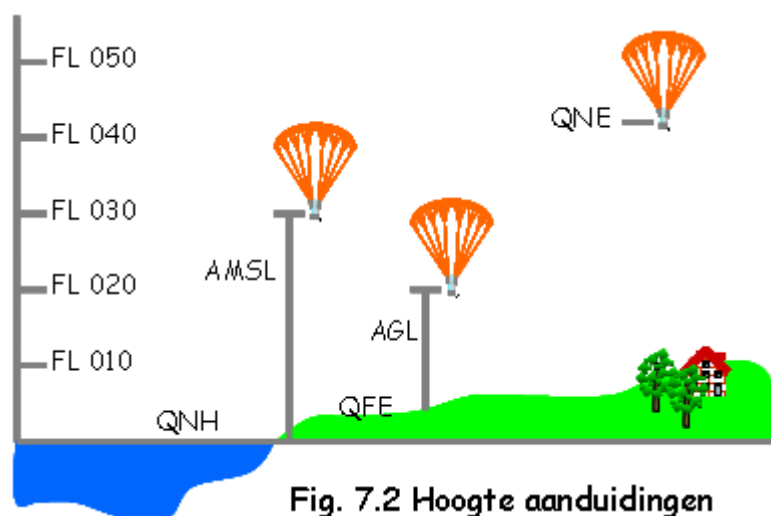


Fig. 7.2 Hoogte aanduidingen

QNH en QFE worden gebruikt tot een bepaalde hoogte, de 'Transition-altitude' in Nederland is dit 3000 ft QNH. Op de Transition-altitude gaat men over naar de hoogtemeter instelling QNE.

QNE Hierbij is de hoogtemeter ingesteld op de standaard druk 1013,25 hPc. Vliegtuigen waarvan de hoogtemeter op QNE is ingesteld en die naast elkaar vliegen, lezen dus overal

ter wereld een gelijke hoogte af, onafhankelijk van de lokale door het weer beïnvloede luchtdruk en onafhankelijk van waar en bij welke luchtdruk ze zijn opgestegen.

In figuur 7.2 worden de verschillende hoogteaanwijzingen en luchtdrukinstellingen weergegeven

Is onze vario/hoogtemeter ook in te stellen volgens deze regels?

- QNH: we zouden de QNH van een nabij gelegen vliegveld kunnen gebruiken, of ter plekke de druk moeten meten en de vario- / hoogtemeter op die luchtdruk moeten instellen.
- QFE: We zetten de hoogtemeter op 0 b.v. op het landingsterrein. Echter op de ICAO kaart van een land met geaccidenteerd terrein is een hoogte boven GND moeilijk te bepalen daar dit van plek tot plek verschilt.
- QNE: Dit is eenvoudig in te stellen door de druk in te stellen op 1013.25 hPc.

In Nederland worden de voor schermvliegers belangrijke hoogtes meestal in AMSL uitgedrukt. Schermvliegers zouden dus hun vario- /hoogtemeter op QNH moeten instellen. In een groot deel van Nederland volstaat het daartoe om de vario- /hoogtemeter op het startveld op 0 te zetten. Als het startveld duidelijk boven zeeniveau ligt, zou de vario- / hoogtemeter voor de start op de hoogte van het startveld ingesteld moeten worden. De vario- / hoogtemeter staat dan ingesteld op QNH en geeft de AMSL hoogte aan.

Daar op veel kaarten de hoogten worden aangegeven in voeten moeten we als schermvlieger die ook nog omzetten in meters. Vaak heeft men een **CONVERSION TABLE** aangebracht en anders kunnen we de hoogte in 'ft' of 'voeten' vermenigvuldigen met 0,3048 om meters te krijgen. Een makkelijker, maar wat onnauwkeurige manier om de hoogte in meters te krijgen is: de hoogte in voeten te delen door 3.

7.3.3 Zichtregels voor VFR vliegen

Voor VFR vliegen gelden speciale zichtregels.

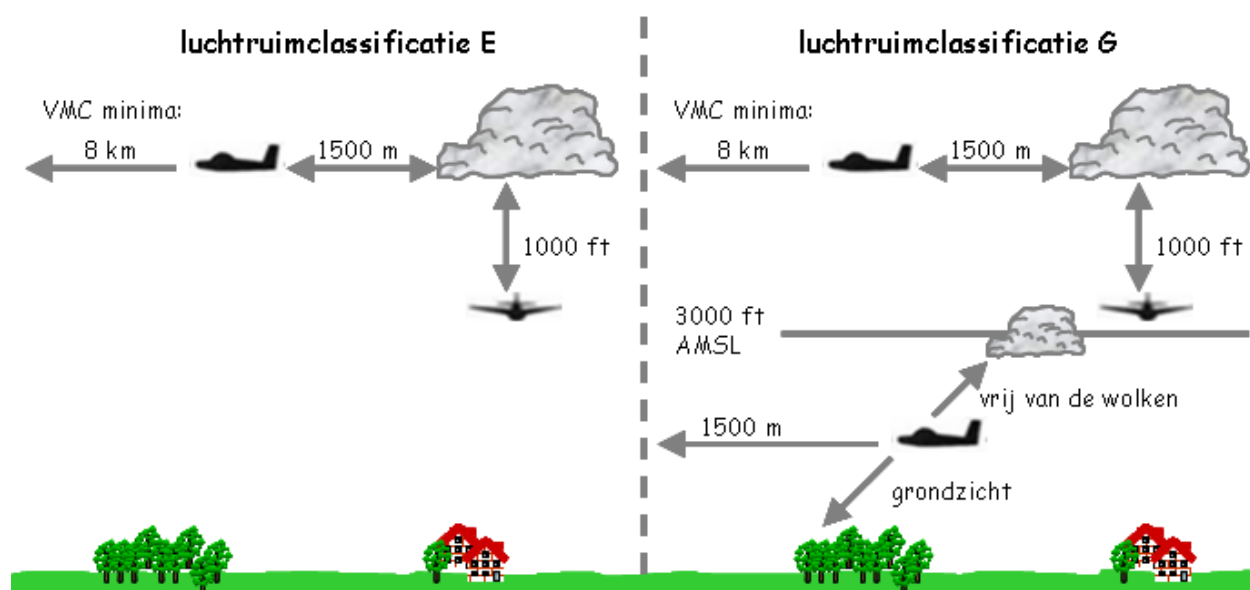


Fig. 7.3 Zichtregels voor VFR

In de delen van het luchtruim waar schermvliegen is toegestaan, gelden de regels zoals in figuur 7.3 weergegeven.

In luchtruim met de classificatie E en in luchtruim met de classificatie G boven een hoogte van 3000 ft AMSL (omstreeks 900 m) geldt:

- Een vrij zicht van 8 km.
- Een minimale horizontale afstand tot wolken van 1500 m
- Een minimale verticale afstand tot wolken van 300 m

In luchtruim met de classificatie G onder een hoogte van 3000 ft AMSL (omstreeks 900 m) geldt:

- Een vrij zicht van 1,5 km
- Vrij blijven van wolken en zicht hebben op de grond (of water)

7.4 Verkeersleidingsgebieden.

We kennen de volgende verkeersleidingsgebieden: CTR, TMA, CTA, UTA.

Verkeersleidingsgebieden hebben alle een Luchtruim classificatie. Niet alle verkeersleidingsgebieden van hetzelfde type hebben dezelfde classificatie. Classificaties voor een en hetzelfde gebied kunnen soms zelfs veranderen afhankelijk van de tijd van de dag, de dag van de week, of de hoogte binnen de area.

In Nederland is al het gebied dat niet valt onder een CTR, TMA, CTA of UTA, geclassificeerd als luchtruimte met de classificatie G.

CTR (ConTrol Zone). Dit is een gecontroleerd gebied rond een vliegveld, waarin zich naderingsverkeer bevindt voor dat vliegveld. De classificatie van alle CTR's is C. Het gebied strekt zich uit vanaf de grond tot een bepaalde hoogte, aangegeven op de ICAO kaart. In Nederland vrijwel altijd 3000 ft AMSL . De CTR heeft meestal de naam van het plaatselijke vliegveld gevolgd door de letters CTR, bijvoorbeeld: Twente CTR. Radioverbinding met de verkeersleiding, ATC clearance en het opvolgen van verkeersleiding is verplicht. In een CTR is (druk) verkeer van motorvliegtuigen te verwachten. Een CTR is dus voor een schermvlieger niet toegankelijk.

In figuur 7.4 is een deel van de CTR van het vliegveld Eelde te zien. De classificatie is uiteraard C. De ondergrens is de grond en de bovengrens is 3000 ft AMSL (ongeveer 900 m). Voor een schermvliegtuig is het vliegen boven de bovengrens van een CTR (als dat al toegelaten wordt door de classificatie van het luchtruim) uiterst onverstandig en riskant. Bij uitzakken komt een schermvlieger dan onvermijdelijk in de daar onder liggende CTR uit. En dat is onverantwoord, gevaarlijk en verboden.

TMA (TerMinal control Area). Boven de CTR, en soms gedeeltelijk er omheen (maar nooit tot



Fig. 7.4 CTR

aan grond) ligt meestal een TMA. De classificatie, de ondergrens en de bovengrens van een TMA is te vinden op de ICAO kaart en in de VFR gids.



Fig. 7.5 TMA

Een TMA heeft meestal de naam van het plaatselijke vliegveld, gevolgd door één letter. Deze letter moet niet verward worden met de luchtruimclassificatie. Bijvoorbeeld: New Milligen TMA B met classificatie E. De TMA's hebben een bovengrens die op de kaart is terug te vinden. De ondergrens kan meerdere niveaus hebben, bijvoorbeeld als de (cilindervormige) CTR een stukje in de TMA steekt. Sommige TMA's lopen door tot FL 195. In figuur 7.5 is te zien dat zich in het luchtruim in de omgeving van Hoorn en Enkhuizen de TMA 1 van Schiphol bevindt. De luchtruimclassificatie daarvan is A. De bovengrens is FL 095 (omstreeks 9500 ft of 2850 m). De ondergrens, voor schermvliegers veel belangrijker, is 1500 ft AMSL. Dat is dus

omstreeks 450 m op een hoogtemeter die op nul gezet is bij de start in een weiland daar in de buurt

CTA (ConTrol Area). Op veel plaatsen ligt boven en om de TMA's nog een CTA. De CTA is een vrij, groot gebied waar verkeersleiding gegeven wordt. Ook van een CTA is de classificatie, de ondergrens en de bovengrens te vinden op de ICAO kaart en in de VFR gids.

De ondergrens kan meerdere niveaus hebben, bijvoorbeeld indien een TMA gedeeltelijk in de CTA uitsteekt. Sommige CTA's lopen door tot FL 195. In figuur 7.6 is te zien, dat zich in het luchtruim in het onderste deel van die afbeelding de CTA East van Amsterdam met classificatie A bevindt. Daaronder ligt de TMA B van Nieuw Milligen met classificatie E. De bovengrens van de NW MILLINGEN TMA B, tevens de ondergrens van de AMSTERDAM CTA EAST, is FL 065 (omstreeks 6500 ft of 1950 m). De ondergrens van de NW MILLINGEN TMA B is 1500 ft AMSL. Het luchtruim daaronder heeft de classificatie G. Want als de ondergrens van het onderste geclassificeerde deel van het luchtruim niet gelijk is aan GND, is de classificatie van het luchtruim tussen die ondergrens en GND automatisch G.



Fig. 7.6 CTA

Over alles heen ligt de **UTA**. De UTA heet boven Nederland heet officieel Amsterdam UTA, en de verkeersleiding wordt gegeven door Nieuw Milligen. De onderkant van de UTA ligt op FL 195 en sluit dus in sommige gevallen aan

op de bovenkant van een CTA, en in andere gevallen op de bovengrens van een TMA. De bovengrens van de UTA ligt op FL 660, een hoogte die voor schermvliegtuigen volledig onbereikbaar is.

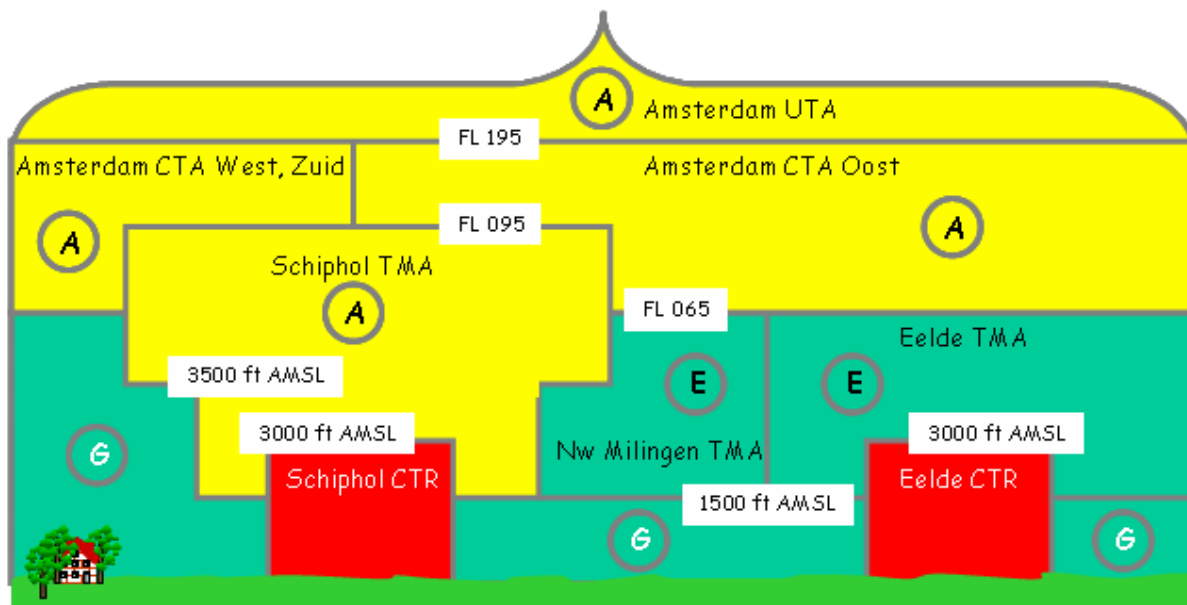


Fig. 7.7 Verkeersleidingsgebieden

Het figuur 7.7 is een verticale doorsnede door het luchtruim langs een lijn die loopt over Schiphol en Eelde. In die afbeelding is te zien waar de diverse verkeersleidingsgebieden op die lijn zich ten opzichte van elkaar bevinden. De verschillende benamingen, hoogtes en luchtruim classificaties zijn terug te vinden op de ICAO kaart.

Rondom sommige vliegvelden is er dan nog een **ATZ** (Aerodrome Traffic Zone) ingesteld. Dit is een gebied met een straal van 2 NM (of nader aangegeven op de ICAO kaart). In een ATZ bevindt zich lokaal vliegverkeer dat daar start en landt of circuit vliegt. Het kan 'gecontroleerd' worden, maar ook 'oncontroleerd' zijn, maar dient door vliegtuigen die daar niet starten of landen vermeden te worden, en dus zeker door een schermvlieger.

7.4.1 Overige gebieden

Behalve de besproken gebieden zijn er nog een aantal andere gebieden op de kaart en in de VFR gids te vinden die van belang zijn voor de luchtvaart. Deze gebiedjes hebben, naast de geografische grenzen, ook altijd een onder en bovengrens. Die ondergrens zal vaak de grond zijn.

Allereerst zijn er gebieden waar het verboden is te vliegen, waar het vliegen beperkt is, of waar het gevaarlijk is om te vliegen. Dat soort gebiedjes worden aangegeven met de afkortingen die in Nederland begint met EH (Europe Holland) gevolgd door letters P, R of D en een nummer.

- **Prohibited** - verboden
- **Restricted** - in de VFR gids staat wat hier de beperkingen zijn. In geval van twijfel hier niet vliegen.
- **Danger** - gevaarlijk gebied. Als hoofdregel ook hier niet vliegen. Voorbeeld: 26 (Huis ten Bosch), dat tot 2000 ft. boven de grond (AGL) verboden gebied is.



Fig. 7.8 BVG / SRZ

Dan zijn er **BVG's** (Bijzonder Vlieg Gebied) of **SRZ's** (Special Rules Zone). Dit zijn gebieden met een speciaal gebruik voor bepaalde soorten luchtverkeer (waaronder paragleden) of bijzondere luchtvaartactiviteiten (figuur 7.8).

Ook deze gebieden hebben behalve naast geografische grenzen een bovengrens, de ondergrens is de grond. Een BGV dient geactiveerd te worden (zie VFR gids) en is vervolgens gesloten voor alle luchtverkeer behalve voor het luchtverkeer waar de BVG voor is ingesteld.

Een aantal BVG's zijn in Nederland aangewezen voor schermvliegen. Daarin mogen schermvliegtuigen worden opgelierd tot de in die BVG geldende hoogte. Voorbeelden zijn: SRZ Maasvlakte, SRZ Maurik en SRZ Lochum, zie figuur 7.8.

7.5 Andere luchtvaartactiviteiten

Daarnaast zijn er gebieden die met alleen een kaartsymbool worden aangegeven, zie figuur 7.9. In die gebieden moet je bedacht zijn op bepaalde activiteiten in de lucht. Zo zijn er sites aangegeven met een **G**, waar zweefvliegactiviteiten verwacht kunnen worden, gebieden met een **S** voor scherm- en zeilvliegers en gebieden met een **M** voor ultra light vliegtuigen (ULV's of MLV's)



Fig. 7.9 Andere luchtvaartactiviteiten

Als laatste zijn er op de ICAO kaart gebieden aangegeven waar laag (en soms hard) gevlogen kan worden. Er zijn militaire laagvliegroutes en militaire laagvlieggebieden. Een schermvlieger moet hier zeker doordeweeks (van zondag 2300 tot en met vrijdag 1600 utc) wegblijven. Daarnaast zijn er burger laagvlieg gebieden. Hier is voor een schermvlieger uiterste voorzichtigheid geboden want het overig luchtverkeer is niet altijd op ons bedacht; het beste is het om ook hier met een schermvliegtuig weg te blijven.

Extra restricties.

Met regelmaat worden er gebieden aangewezen, waar extra regels en/of restricties van toepassing zijn. Die extra restricties worden bekend gesteld per NOTAM (Notice to Airmen). De NOTAM's zijn onder andere in te zien op een aantal vliegvelden en op het Internet.

Op de website <https://www.notams.jcs.mil> kan online een overzicht van NOTAM's verkregen worden. Gebruik als ICAO identifier EHAA. Hiermee zullen alle Nederlandse NOTAM's weergegeven worden die niet specifiek op een vliegveld van toepassing zijn.

De richtlijnen die in een NOTAM worden verstrekt, hebben altijd voorrang over de normale regels. Voordat aan een overlandvlucht begonnen wordt, moeten dus altijd eerst de NOTAM's geraadpleegd worden.

8 Navigatie

Par.		Blz.
8.1	De aarde	113
8.2	Positieaanduiding	115
8.3	De navigatiekaart, positie- en plaatsbepaling	117
8.4	Kaartschaal, projectie en kaartgebruik	120

Opmerkingen:

- De kaartfiguren zijn kopieën van de ICAO-kaart 2006

8 Navigatie

8.1 De aarde

Alhoewel de aarde enigszins is afgeplat bij de polen, beschouwen we haar voor navigatiedoeleinden als een bol.

De aarde draait met een constante snelheid om een denkbeeldige as: de **aardas**. De aardas snijdt het aardoppervlak in twee punten, te weten: de ware (geografische) noordpool en de ware (geografische) zuidpool (figuur 8.1).

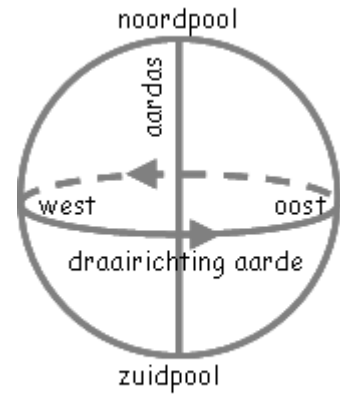


Fig. 8.1 Aarde

Wordt een bol doorgesneden, dan ontstaat er een plat cirkelvormig vlak. Indien we de aardbol zo doorsnijden dat het vlak door het middelpunt van die aardbol gaat, dan heet de omtrek van dat vlak: een

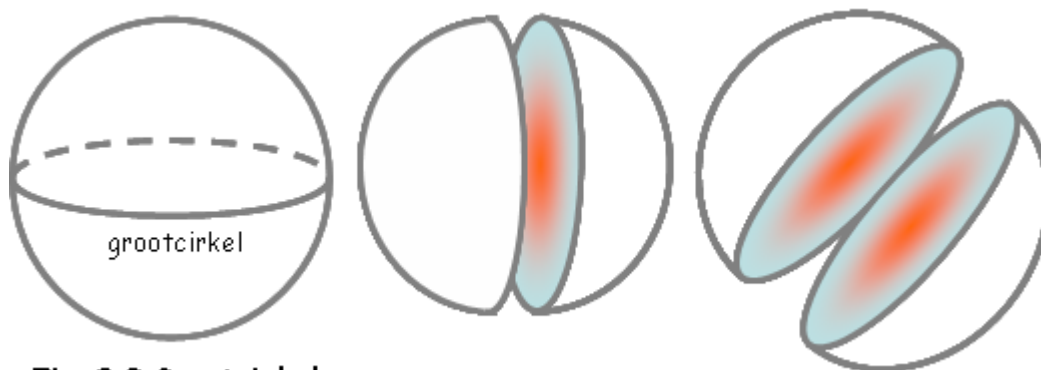


Fig. 8.2 Grootcirkel

grootcirkel. Hoe men de aardbol ook doorsnijdt, er ontstaan in dit geval twee (gelijke) halve bollen (figuur 8.2).

Wordt de aardbol zo doorgesneden, dat het vlak niet door het middelpunt gaat, dan heet de omtrek van dat vlak: een **kleincirkel**.

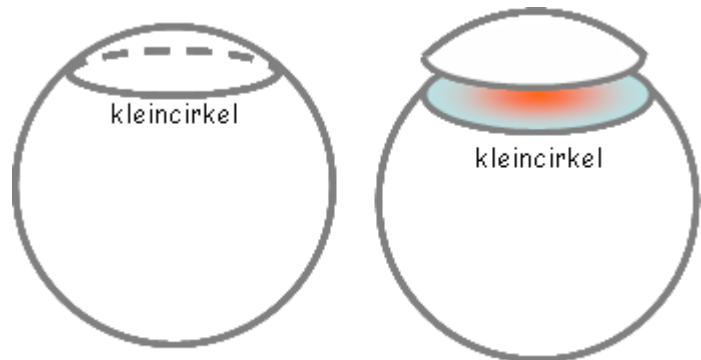


Fig. 8.3 Kleincirkel

Op aarde is de kortste afstand tussen twee punten de grootcirkelafstand tussen die punten. De afstand langs

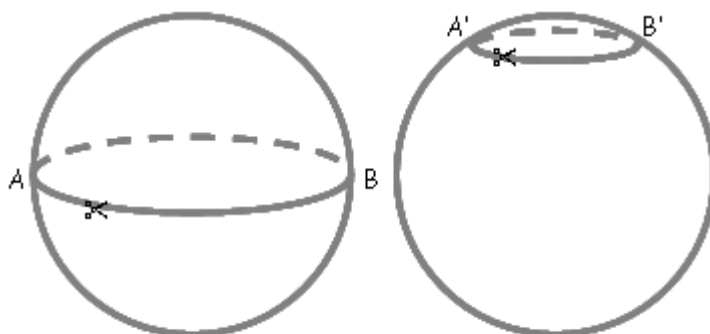


Fig. 8.4
De lengte van één graad is niet altijd even lang

iedere andere cirkel (kleincirkel) is dus langer. In het volgende hoofdstuk wordt dit door middel van een rekenvoorbeeld bewezen.

Iedere cirkel, of het nu een grootcirkel of een kleincirkel is, bestaat uit 360 **graden** (360°). De cirkelomtrek van een kleincirkel is echter kleiner dan van een grootcirkel. Zou men een grootcirkel en een kleincirkel bij wijze van spreken doorknippen en



Fig. 8.5 Noordelijk en Zuidelijk halfrond

uitleggen, dan blijkt dat de lengte van de grootcirkel groter is dan die van de kleincirkel.

Conclusie: De lengte van één graad is niet altijd even lang.

Noordelijk en zuidelijk halfrond

Zoals reeds eerder gesteld, wordt de aardbol in twee helften verdeeld als we de bol zo 'doorsnijden' dat het vlak door het middelpunt van die bol gaat. De evenaar nu, is een grootcirkel waarvan het vlak loodrecht op de aardas staat. De evenaar verdeelt de aarde in een noordelijk (NH) en zuidelijk (ZH) halfrond (figuur 8.5).

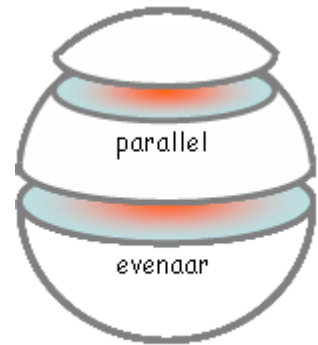


Fig. 8.6 Parallel

Parallel

Een kleincirkel die parallel loopt met de evenaar noemt men een parallel (figuur 8.6).

Meridiaan

Een meridiaan is een halve grootcirkel die de verbinding vormt tussen de Noordpool en Zuidpool. De meridiaan die over het

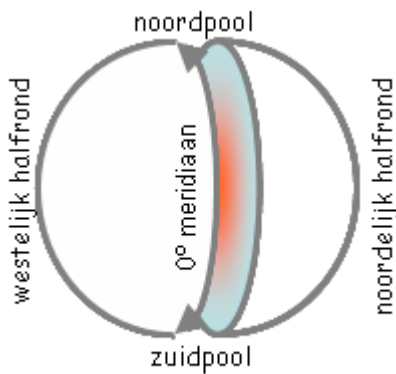


Fig. 8.7 0°-meridiaan

plaatsje Greenwich (dicht bij Londen) gaat, noemen we de 0° meridiaan. Het is deze meridiaan die, samen met zijn antimeridiaan (de 180° meridiaan), de aarde verdeelt in een westelijk en oostelijk halfrond. De 0° en de 180° meridiaan vormen samen weer een grootcirkel (figuur 8.7).

Bij een hoek van een aantal graden hoort altijd een boog die hetzelfde aantal graden bevat. Met deze kennis is het mogelijk om bijvoorbeeld de breedte van een punt, plaats of cirkel op aarde te bepalen. Telling van het aantal graden begint vanaf de evenaar. De evenaar ligt op 0° breedte. Plaatsen en cirkels op het noordelijk halfrond (noord van de

evenaar) liggen op noorderbreedte, derhalve liggen plaatsen op het zuidelijk halfrond op zuiderbreedte.

De tekening (8.8) toont aan dat plaats X op de 45° noorderbreedte cirkel ligt.

De parallellen op 66,5° noorderbreedte en 66,5° zuiderbreedte heten respectievelijk: noordpoolcirkel en zuidpoolcirkel. De kreeftskring en de steenbokskring zijn eveneens parallellen. Zij liggen op respectievelijk 23,5° noorderbreedte en 23,5° zuiderbreedte. Deze laatste twee keerkringen worden genoemd om het begrip zomer/winter uit te leggen.

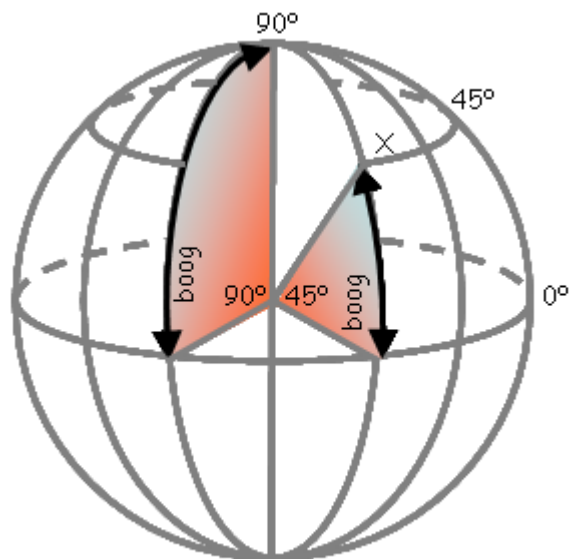


Fig. 8.8 'X' ligt op 45° noorderbreedte

Jaarlijks beweegt de aarde om de zon in een ellipsvormige baan. Door de schuine stand van de aardas en de draaiing om die as wordt niet altijd hetzelfde gebied van de aarde beschenen door de zon (figuur 8.9).



Fig. 8.9 Zomer en winter

Als bij ons de **zomer** begint (21 juni), staat de zon in 'top' boven de kreeftskeerkring. Het is dan **winter** op het zuidelijk halfrond. Een half jaar later, op 21 december, begint bij ons de winter. De zon staat dan in 'top' boven de steenbokskeerkring.

Hiernaast een samenvatting (figuur 8.10) van de verschillende cirkels.

Tenslotte is het belangrijk te weten dat parallellen en meridianen elkaar **loodrecht** snijden, dus onder een hoek van 90° .

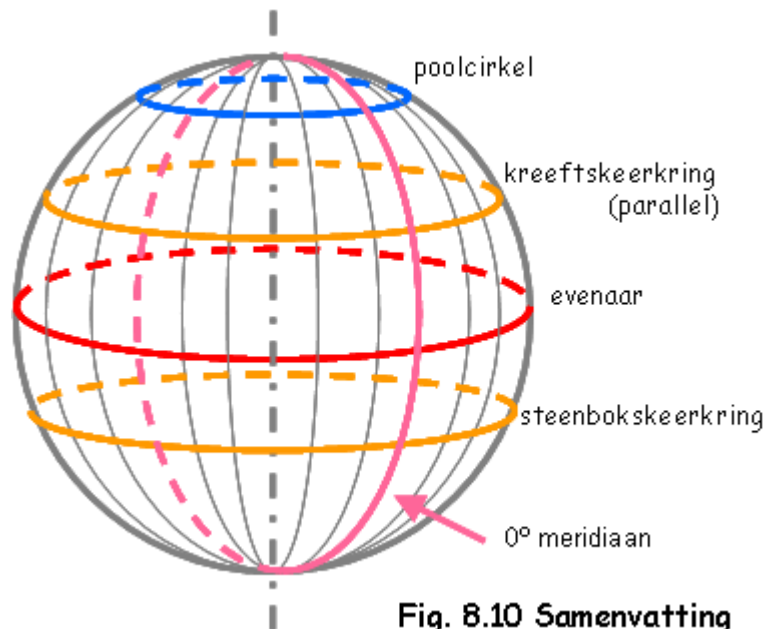


Fig. 8.10 Samenvatting

8.2 Positieaanduiding

We zullen straks zien hoe we met behulp van meridianen en parallellen de positie van een punt of plaats op aarde kunnen bepalen als de breedte en lengte van die positie bekend is. De breedte van een punt (plaats) op aarde is de boog van de meridiaan van dat punt, gerekend vanaf de evenaar tot aan dat punt (figuur 8.11). Verplaatsen we ons op het noordelijk halfrond vanaf de evenaar langs een **boog** van 90° van een meridiaan, dan belanden we op de noordpool. Met andere woorden: de noordpool ligt op 90° noorderbreedte (afgekort 90° NB). Op dezelfde wijze kunnen we bepalen dat plaats X op 45° noorderbreedte ligt en dus ook op de parallel van 45° noorderbreedte.

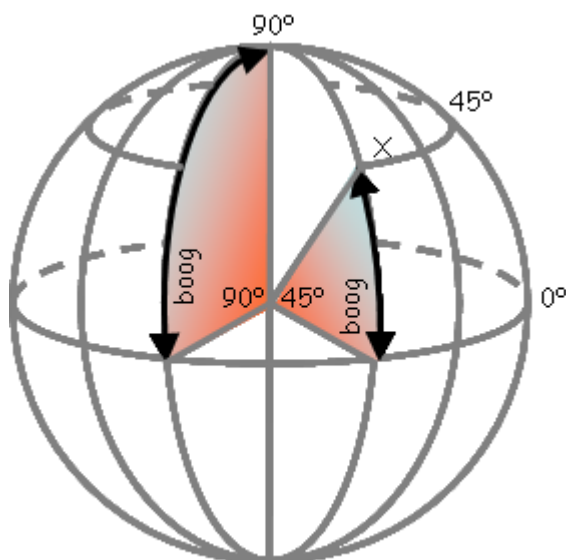


Fig. 8.11 Positie aanduiding

Plaatsen zuidelijk van de evenaar liggen op **zuidbreedte** (afgekort ZB). De 53° Noord parallel gaat dwars door de plaats Assen en het zuidelijkste punt van Texel. Zoek dit maar eens op in de (ICAO-) luchtvaartkaart!

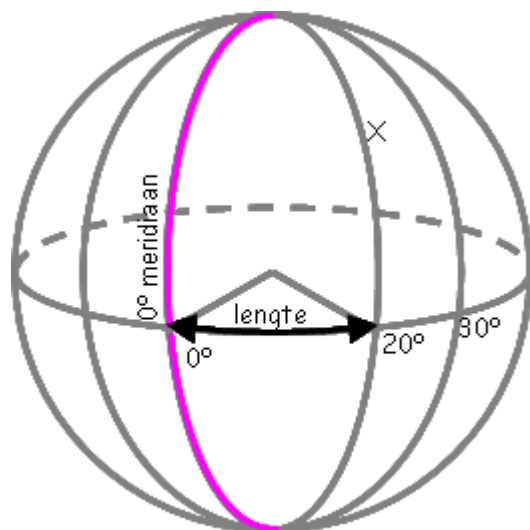


Fig. 8.12 Het begrip 'lengte'

De **lengte** van een punt (plaats) op aarde is de kleinste boog van een parallel, gerekend vanaf de 0° meridiaan tot aan de meridiaan van dat punt. De lengte van een punt (plaats) is nooit meer dan 180°. Alle plaatsen oostelijk van de 0° meridiaan liggen op **oosterlengte**. Alle plaatsen westelijk van de 0° meridiaan liggen op **westerlengte**. Plaats X (zie volgende tekening) ligt op 20° oosterlengte (figuur 8.12).

De meridianen westelijk en oostelijk van de 0° meridiaan tot de 180° meridiaan worden op navigatiekaarten in graden vermeld. Toegevoegd zijn letters E van East en W van West. Zo loopt de 5° E meridiaan dwars door Vlieland. Zoek dit maar eens op in de ICAO luchtvaartkaart!

Beschouwen we nu de meridiaan van 20° oosterlengte en die van 30° oosterlengte dan is het

lengteverschil tussen elk punt op de 20° meridiaan met een punt op de 30° meridiaan altijd 10°, ongeacht de breedte waarop ze liggen. De afstand zal echter wel verschillen naarmate de breedte verschilt.

Een cirkel telt 360 graden. Iedere graad bestaat weer uit 60 minuten en iedere minuut telt 60 seconden. De tekens voor graden, minuten en seconden zijn respectievelijk (°) (') ("). 360 graden, 60 minuten en 60 seconden korten we dus af met: 360°, 60', 60". Breedte en lengte van een plaats wordt uitgedrukt in graden, minuten en seconden. Altijd wordt eerst de breedte opgegeven. Op deze wijze is het mogelijk om exact de positie van een punt of plaats te bepalen.

In de luchtvaart wordt vaak nog verder afgekort door de symbolen ook weg te laten. Dit ziet er als volgt uit: 530000N 0063500E wat de coördinaten van de plaats Assen zijn. In jargon uitgedrukt als 53°N-br (noorderbreedte) en 6°35'E-lengte (oosterlengte)

Vroeger constateerde men al, dat 1 minuut van een meridiaan niet overal even lang is. Dit komt omdat de aarde niet zuiver bolvormig is.

De lengte van 1 meridiaanminuut aan de pool is 1861 m.

De lengte van 1 meridiaanminuut bij de evenaar is 1843 m.

$$\text{De gemiddelde lengte van één meridiaanminuut is dus } \frac{1861 + 1843}{2} = 1852 \text{ m.}$$

Deze lengte wordt **zeemijl** genoemd. In het Engels heet de zeemijl nautical mile (afgekort **NM**). Omdat de meridiaan (samen met de antimeridiaan) een grootcirkel vormt, gaat deze redenatie op voor iedere andere grootcirkel.

De zeemijl (NM) is de eenheid van afstand voor navigatie. Men beschouwt de aarde als een bol met een omtrek van 40.000 km = 21.600 NM. Iedere cirkel bestaat, zoals bekend, uit 360 graden. Dit geldt dus voor zowel een groot- als kleincirkel.

Zoals net gesteld, is de lengte van één meridiaanminuut gelijk aan één NM (1852 meter). Dan bestaat de lengte van één graad, gemeten langs een meridiaan, uit 60 minuten dus 60 NM.

Een meridiaan vormt, samen met zijn antimeridiaan een grootcirkel. De lengte van één graad langs de evenaar (grootcirkel) bestaat dus ook uit 60 NM. Op de luchtvaartkaart staan zeemijl-

afstanden aangegeven door middel van liggende streepjes langs de meridianen. De zogeheten 'meridiaanminuten'. De afstand tussen ieder streepje vertegenwoordigt een volwaardige zeemijl met een afstand van 1852 m. Minuten langs een parallel worden aangegeven met staande streepjes.

Een kleincirkel bestaat, net als een grootcirkel, uit 360°. De cirkelomtrek van een kleincirkel is, zoals eerder gesteld, kleiner. De ruimte tussen een graad van een parallel (kleincirkel) zal dus korter zijn dan de ruimte tussen een graad van de evenaar (grootcirkel). Poolwaarts zal de ruimte tussen een graad verder afnemen. Op 60° noorderbreedte (NB) is die ruimte al gehalveerd. Daar bestaat de lengte van één graad van een parallel nog slechts uit 30 NM.



Fig. 8.13 De navigatiekaart, positie en plaatsbepaling

(hulp-)parallel getrokken. Dat wil zeggen om de 30 minuten, dus om de 30 streepjes. Om snel en nauwkeurig te kunnen werken met de kaart is ieder vijfde streepje wat langer en ieder tiende streepje doorgetrokken.

Met deze kennis en de ingrediënten uit het vorige hoofdstuk is het nu mogelijk om een positie van een punt of plaats te bepalen. Hiervoor is een liniaal of een geo-driehoek een belangrijk hulpmiddel.

8.3 De navigatiekaart, positie- en plaatsbepaling (figuur 8.13).

Hierbij tref je een verkleinde en gedeeltelijke afbeelding van de luchtvaartkaart Nederland aan. Daarop staan de meridianen 6°E en 7°E zowel aan de boven- als onderkant afgebeeld. Deze meridianen worden doorkruist door de parallellen van 54°N en 53°N. Meridianen en parallellen worden dus met een waarde benoemd wanneer ze één graad verschillen. Dat wil zeggen om de 60 minuten. Deze minuutverdeling tref je langs de benoemde meridianen en parallellen aan in de vorm van respectievelijk liggende en staande streepjes. Dus tussen iedere graad verschil 60 streepjes.

Nu is duidelijk te zien dat de ruimte tussen meridiaanminuten verschilt met de ruimte tussen de parallelminuten. De meridiaanminuten (grootcirkelminuten) liggen ieder op afstanden van 1NM (1852 m) van elkaar. De parallelminuten liggen dicht bij elkaar op afstanden die kleiner zijn dan 1NM.

Halverwege iedere benoemde meridiaan en parallel is een tussen (hulp-)meridiaan en een tussen

We zullen nu, met behulp van de volgende (verkleinde) afbeelding van de kaart, een positie gaan bepalen. Hiervoor kiezen we het vliegveld Borkum op het gelijknamige Duitse waddeneiland ten noorden van Groningen.

Bij posities wordt altijd eerst de breedte opgegeven in **graden (°), minuten (')** en **seconden (")**. Daarna wordt pas de lengte opgegeven.

We zullen dus beginnen met het vaststellen van de breedte van het vliegveld Borkum.

1. Plaats de bovenrand van de liniaal of **geo-driehoek** door het midden van het vliegveldsymbool met de liniaal of geo-driehoek in een horizontale positie. Doe dit op zodanige wijze dat de bovenrand een benoemde meridiaan (in dit geval de 7°E meridiaan) kruist. (Zie horizontale lijn op de afbeelding 8.14)
Zorg dat de liniaal (of de horizontale lijnen op de geo-driehoek) evenwijdig lopen met een dichtbij gelegen parallel.
2. Trek langs de bovenrand van de liniaal of geo-driehoek bij het snijpunt met de 7°E meridiaan een potloodlijntje. Haal de liniaal of geo-driehoek weg.
3. Nu tellen we vanaf de 53°N parallel het aantal minuten (streepjes) tot het potloodlijntje. Dat zijn er welgeteld 35 en een half. Dat wil zeggen, de breedte van de positie ligt op 35 minuten en 30 seconde ten noorden van de 53°N parallel. Borkum ligt dus op 53°35'30" Noorderbreedte (afgekort 53°35'30"N)



Fig. 8.14 Peiling en Afstand

De lengte van de positie bepalen we als volgt:

1. Plaats de bovenrand van de liniaal of geo-driehoek door het midden van het vliegveldsymbool met de liniaal of geo-driehoek in een verticale positie. Doe dit op zodanige wijze dat de bovenrand een benoemde parallel (in dit geval de 54°N parallel) kruist. (Zie verticale lijn op de afbeelding)
2. Plaats op de het snijpunt van de liniaal of geo-driehoek met de 54°N parallel een potloodlijntje. Haal vervolgens de liniaal of geo-driehoek weg.
3. Nu tellen we vanaf de 6°E meridiaan het aantal minuten (streepjes) tot het potloodlijntje. Dit zijn er 43. Dat wil zeggen, de lengte van de vliegveld positie bedraagt 006°43'00"E.

Conclusie: de positie van het vliegveld Borkum is 53°35'30"N 006°43'00"E.

Nu de positie van Borkum bekend is, kunnen we vanaf dit punt ieder andere positie bepalen wanneer **peiling** en **afstand** bekend zijn.

Met deze twee gegevens kan je namelijk vanuit Borkum een peilingslijn op de kaart uitzetten die precies uitkomt in die andere (nog onbekende) positie. Een peiling kan worden verkregen als de hoek gevormd door de richting naar het (ware) noorden en de richting naar een bepaalde positie bekend is. De richting van het (ware) noorden is bekend door de meridianen. Die komen immers allemaal in het ware noorden uit.

Als de afstand bekend is bijvoorbeeld in zeemijlen (NM) kunnen we die afstand langs een meridiaan afpassen met bijvoorbeeld een passer of we kunnen de lengte opmeten met een liniaal of geo-driehoek.

Stel: je moet vanuit Borkum naar een positie waarvan de peiling 251 graden bedraagt en de afstand 21 NM. Dan gaan we als volgt te werk (figuur 8.15).

1. Voor het uitzetten van de peilingslijn plaatsen we de gradenboog met het midden precies op het midden van het luchtvaartterrein Borkum. Zorg ervoor dat de 0° lijn richting het ware noorden wijst. Dat wil zeggen, evenwijdig met een meridiaan.
2. De peiling/hoek tussen ware noorden en richting naar de (nog onbekende) positie bedroeg 251°. Deze waarde lezen we af van de gradenboog. Plaats hier een potloodpunt.
3. Haal de gradenboog weg en trek vanuit Borkum een lijn door de potloodpunt met onbepaalde lengte. Dit is de peilingslijn.
4. De afstand naar de (nog onbekende) positie bedroeg 21 NM. Tel vervolgens 21 NM (meridiaanminuten) langs de meridiaan in de buurt. Plaats beide passerpunten op het begin en einde van de afstand of meet deze lengte met een liniaal of geo-driehoek.
5. Cirkel met de passer deze afstand vanuit Borkum zó om dat deze de peilingslijn snijdt of teken de opgemeten afstand met behulp van een liniaal of geo-driehoek langs de peilingslijn af. Op dat punt wordt de, tot nu, onbekende positie bekend, te weten de vuurtoren van Schiermonnikoog.



Fig. 8.15
Naar de vuurtoren van Schiermonnikoog

8.4 Kaartschaal, projectie en kaartgebruik

De 'mooiste' afbeelding van de aarde is een verkleinde kopie ervan op schaal: de globe. Hij is echter in de praktijk voor navigatiedoeleinden onbruikbaar. Het trekken van een rechte lijn zou al op problemen stuiten.

Daarom worden navigatiekaarten gemaakt. Dit zijn afbeeldingen van een gedeelte van het aardoppervlak op een plat vlak. Het oppervlak van de globe (een boloppervlak) is niet ontwikkelbaar. Dat wil zeggen dat het onmogelijk is om het boloppervlak in een plat vlak te ontwikkelen zonder dat het scheurt.

Er zullen dus bij het 'overbrengen' van een boloppervlak naar een plat vlak vervormingen optreden met betrekking tot bijvoorbeeld hoeken en oppervlaktes. Toch is het mogelijk om een eigenschap van de globe over te nemen op een kaart al gaat dit ten koste van andere eigenschappen.

Via **projectie** van een globe op een **kegel-** of **cilinderwand** is het mogelijk een boloppervlak naar een plat oppervlak over te brengen.

Een kegel- of cilinderoppervlak is wel ontwikkelbaar in een plat vlak. Knip de kegel- of cilinderwand maar open (zie figuur 8.16).

Zoals reeds gesteld is de globe de mooiste afbeelding (op schaal) van de aarde. De globe heeft de eigenschap, dat hoeken, afstanden en oppervlakten juist op schaal worden afgebeeld. Dat wil zeggen, de globe is:

- **Hoekgetrouw** (conform)
- **Afstandsgetrouw** (equidistant)
- **Oppervlaktegetrouw** (equivalent)

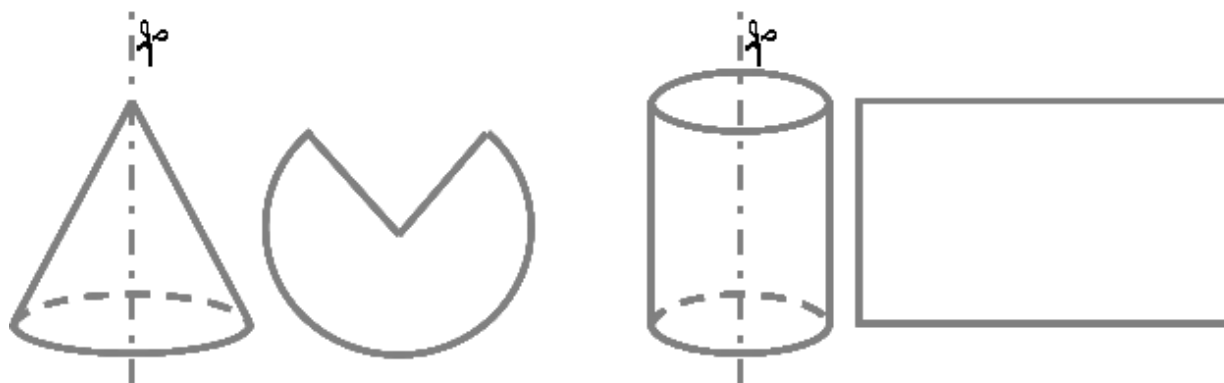


Fig. 8.16 Een 'uitslag' van een kegel en een cilinder

Bij het overbrengen van een boloppervlak naar een plat vlak (kaart) kan slechts één van deze eigenschappen worden overgenomen.

Aan navigatiekaarten zal altijd de eis gesteld worden dat ze hoekgetrouw (conform) zijn. Een koershoek die op de kaart wordt uitgezet, moet immers overeenkomen met de werkelijke koershoek op aarde. Een kaart is hoekgetrouw als de schaal in twee loodrecht op elkaar staande richtingen gelijk is. Bovendien zullen de meridianen op de kaart rechte lijnen moeten zijn. De ware grondkoers van bijvoorbeeld Amsterdam naar Groningen kunnen we bepalen door de hoek op te meten die gevormd wordt door de lijn Amsterdam – Groningen en de rechte lijn die naar het ware noorden loopt (de meridiaan). Zou de meridiaan krom zijn, dan is die hoek niet op te meten.

LAMBERT CONFORMAL CONIC PROJECTION
STANDARD PARALLELS 53°06'40"N 49°33'20"N

**Fig. 8.17 De Lambert-kegelprojectie
aanduiding op de ICAO-kaart**

De Nederlandse (ICAO) luchtvaartkaart is vervaardigd op basis van de **Lambert** conforme **kegelprojectie**. Voor het vervaardigen van deze kaart wordt de eis gesteld, dat hij hoekgetrouw (conform) moet zijn met rechte lijnige meridianen. Lambert stelde op een globe twee parallellen vast: de standaard parallellen. Rechts bovenaan de ICAO-kaart staan deze parallellen vermeld zoals figuur 8.17 aangeeft.:

Daarna nam hij een kegel en liet deze de globe op de standaard parallellen snijden. Op de kegelwand werden de meridianen geprojecteerd. Na het doorknippen van de kegelwand zullen de meridianen als rechte convergerende lijnen in de kaart zichtbaar worden, terwijl de standaardparallellen concentrische cirkels zijn. Alleen de standaardparallellen komen afstandsgetrouw in de kaart. Immers, elk punt van een standaard parallel valt samen met een punt op de kegelmantel.

Alles van de globe wat de kegelmantel niet raakte, wordt d.m.v. projectie toch op deze mantel geprojecteerd. Hierdoor vindt buiten de twee standaardparallellen uitrekking plaats dus schaalvergroting ten opzichte van de schaal die de globe heeft (zie figuur 8.18 punt 1). Tussen deze parallellen wordt het gebied van de globe naar binnen 'gedrukt' (zie figuur 8.18 punt 2) dus schaalverkleining.

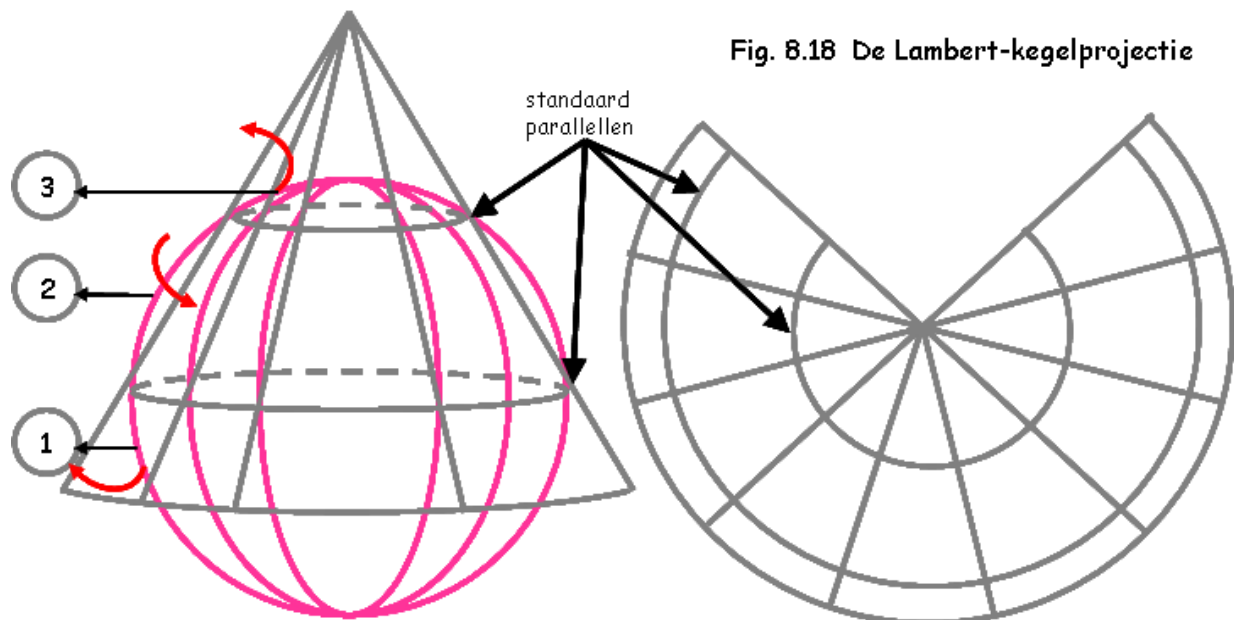


Fig. 8.18 De Lambert-kegelprojectie

Buiten en binnen de standaardparallellen was hierdoor het schaalverloop langs meridianen en parallellen niet meer gelijk. De kaart was dus nog niet hoekgetrouw. Daarom ging Lambert na projectie over op constructie. Hierbij verschoof hij de parallellen binnen de standaardparallellen zodanig, dat de schaal langs parallel en meridiaan op ieder punt gelijk werd. Hierdoor werd de kaart hoekgetrouw (conform).

Op de standaardparallellen is het verhoudingsgetal (schaal) ten opzichte van de globe één. Daarbuiten verandert de schaal snel (veel uitrekking). Daarom houdt Lambert het gebied van de kaart ten noorden en zuiden van de standaardparallellen beperkt. De kaart is hierdoor praktisch afstandsgetrouw (equidistant). Er is bijna geen verschil tussen de minuten die langs de meridianen getekend zijn.

Neem gerust het stuk van de te vliegen afstand tussen de passer en pas deze afstand af in de buurt van het traject langs een meridiaan. Het aantal streepjes is het aantal minuten en dus de afstand in NM.

Waar staat wat? (index)

A

Aarde	113
Aardas	113
Aardoppervlak	50
Accélérateur	10, 16, 34
Achterwaarts starten	81
Adiabaat	51
Aerodynamica	29
Afbouwgebied	24
Afstandsgetrouw	120
Afstandsregels	76
AGL	106
Airbags	9
AMSL	106
Ankeren	82
Aramiden	9
Aspectratio	6, 30
Atmosfeer	43
ATZ	110
Australische methode	82

B

B-stall	85
Baanhoek	34
Bedekkinggraad	55
Beenriemen	9
Bergstart	20
Bergwind	62
Binnencontainer	10
Bochten vliegen	
Boog	115
Boomlanding	87
Borstriem / Borstband	9
Boven- en onderzoek	5
Breeksterkte	9
Bridle	10
Buitencontainer	10
BVG	111

C

Celopeningen	5
Celwanden	5
Centrifugaalkracht	37
Cilinderwand	120
Contactvliegen	22
GPS	12
Graden (°)	113, 118

Controleblik	19
Convectie	47
Conversion table	107
Corioliskracht	60
Cross ports	6
CTA	109
CTR	108

D

Dalwind	62
Dampvorm	43
Danger	110
Diagonaalribben	5
Diagonaalriemen of Kruisbanden	9
Dichtheid	45
Doellanding	25
Doelvlucht	99
Droogadiabaat	52
Dropchute	12
Duurvliegen	89
Dwarswindbeen of Baseleg	24

E

Eindaanvlucht of Final	24
------------------------	----

F

Fieldpack	25
FI	106
Flaren	25
Föhn	52
Frontaal oppervlak	29
Fronten	55
Frontstall	34

G

G	111
G-krachten	37
Geavanceerde polaire	93
Geleiding	46
Gemiddelde koorde	6
Geïnduceerde weerstand	30
Geo-driehoek	118
Gewichtsverplaatsing	9
Gezond-verstand-regels	79
GL	106
Glijgetal	34
Glijhoek	34
GND	106
Golfwinden	61

Grootcirkel	113	Line-over	16
H		Loodrecht	115
Harnas	9	Luchtdichtheid	29, 67
Hellingwind	61	Luchtdruk	44, 69
Hoekgetrouw	120	Luchtkrachten	29
Hogedrukgebied	57	Luchtruimclassificatie	104
Hoogte- / Variometer	12	Luchtruim	103
I		Luchtsnelheid	20, 22
IFR	103	M	
IMC	103	M	111
Indeling van het luchtruim	102	Mainwebbing	9
Ingeklapt scherm (gedeeltelijk)	86	Materiaalkennis	4
Inhalen	73	Meewindbeen of Downwindleg	24
Inleiding	2	Meridiaan	114
Inversie	49	Meridiaanminuut	116
Instelhoek	34	Meteorologie	43
Instroomopeningen	6	Meteowind	68
Interconnection holes	6	Minuten (')	118
Invalshoek	32, 34	MSL	106
Isothermie	49	Mylar	7
K		N	
Kaartgebruik	120	Nat-adiabaat	52
Kaartschaal	120	Navigatie	113
Kabelbreuk	20	Navigatiekaart	117
Karabijnhaken	8	Negatief gaan	23, 86
Kelgelwand	120	NM (zeemijl)	116
Kleding	11	Noordelijk halfrond	114
Kleincirkel	113	Noorderbreedte	114
Koorde	5, 34	Nood- en reddingsmiddelen	12
Koufront	55	Noodlandingen	87
Krabbend vliegen	83	NOTAM	111
Krimpwind	59	O	
Kruisbanden	9	Occlusiefrent	56
Kruisende koers	71	Onstabiel	50, 52
L		Oosterlengte	116
L / W-verhouding	35	Opbergtips	13
Lagedrukgebied	57	Oppervlak	29, 66
Lambert-kegelprojectie	120	Oppervlakgetrouw	120
Landen	83	Opzetten	18
Landing op een hellend vlak	88	Oren	85
Landwind	62	Overlandvliegen	93
Lengte	116	Overtrekken	32, 37
Lierinstallatie	11	P	
Lierstart	20	Pakplaats	27
Lift	36, 39	Parallel	114
Lichte piloot	39	Pararol	27

Peiling	118	Startleider	17
Plaatsbepaling	117	Stationaire bocht	37
Polaire	38, 93	Stationaire lier	11
Polyamide	7	Stationaire vlucht	33
Polyester ripstop	7	Steilspiraal	38, 85
Polytheen	9	Sterke wind	81
Positieaanduiding	115	Stijgwinden	61, 92
Positiebepaling	117	Straling	46
Prohibited	110	Stratosfeer	44
Praktijk	15	Stuurlijnen	9
Projectie	120	Stuurlussen	9
5 Punten-check	16	Stuwdruk	5
Q		Stuwpunt	34
Q-code	106	T	
QFE	106	Thermiek	63, 69
QNE	106	Thermiekvliegen	75, 90
QNH	106	Thermische winden	62
R		Tips voor gebruik en controle	13
Reddingsscherm	88	Tipwervels	30
Regels	70	TMA	108
Release	12	Tokkels	9
Reparaties aan het scherm	7	Traplieren	18
Restricted	110	Trimmers	10
Retour- of driehoeksvlucht	99	Troposfeer	43
Risers	8	Turbulentie	64
Rugprotector	9	U	
Ruimende wind	59	Uitwijken	72
S		Uitzonderlijke vliegsituaties	84
S	111	UTA	109
S-circuit	84	V	
Schadelijk weerstand	29, 30	Valleiwind	63
Schermoppervlak	6	Venturie-effect	67
Schroefsluiting	8	Verkeersleidingsgebieden	108
Seconden (")	118	VFR	103
Seizoenen	47	Vleugeloppervlak	6
Slankheid of Aspect Ratio	6, 30	Vliegpraktijk voor gevorderden	80
Snelheid	29, 66	Vliegpresetaties	39
Soaren	89	Vliegeregels	103
Spanwijdte	6	Vluchtplan	95
Speedsysteem	10, 22, 34	VMC	103
SRZ	111	Vorm	29, 66
Stabiel	50, 52	Vrije afstand	99
Stabilisatiepanelen	6	W	
Stall	22	Warmtefront	56
Stamlijnen	5	Warmteoverdracht	46
Standaardatmosfeer	46	Water en wolken	51
Starten	81		

Waterlanding	88
Wedstrijden	98
Weerkaart	58
Werkbelasting	10
Westerlengte	116
Wind	49, 59
Windgradiënt	67
Windsterkte	67
Windzak	25
Winter	115
Wolken	53
Z	
Zakvlucht	86, 89
Zeemijl (NM)	116
Zeewind	62
Zeroporosity	7
Zichtregels	77, 107
Zomer	115
Zuidelijk halfrond	114
Zuiderbreedte	116
Zware piloot	39