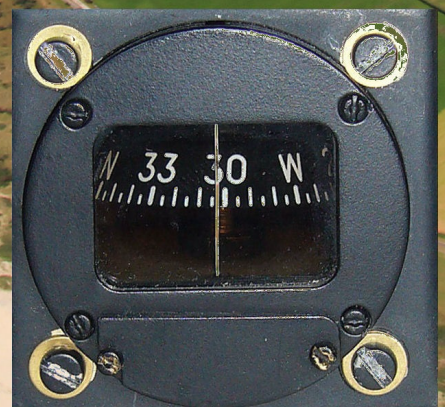


An aerial photograph of a coastal landscape. In the foreground, there's a sandy beach curving along the coast. To the right of the beach is a green field, and further inland is a dense forest. A small red and white lighthouse is visible on the right side of the image. The sky is blue with scattered white clouds. The text '9. Navigatie' is overlaid in the upper center of the image in a large, white, sans-serif font.

9. Navigatie



H.9 Navigatie (versie november 2025)

Wat je voor het vak navigatie moet kennen en kunnen staat in de ICAO-eisen. Voor het LAPL(S) staat het in de stofomschrijving van EASA. In de ICAO-eisen staat:

The applicant shall have demonstrated a level of knowledge appropriate to the privileges granted to the holder of a glider pilot licence, in at least the following subjects (en dan staat bij het onderdeel navigatie): practical aspects of air navigation and dead-reckoning techniques; use of aeronautical charts;

Vrij vertaald: Je moet laten zien dat je de praktische kanten van het navigeren beheerst; dat je tijdens de vlucht met behulp van koers, tijd en afstand je vliegkoers kunt corrigeren; verder moet je aantonen dat je gebruik kunt maken van luchtvaartkaarten. In de linker kolom zie je de stofomschrijving van EASA. In de rechter kolom zie je welke onderwerpen je voor dit examenonderdeel moet kennen.

9. NAVIGATION SAILPLANE	9. Navigatie voor zweefvliegen
9.1.BASICS OF NAVIGATION	9.1 Basisinformatie voor navigatie
	9.1.1 Coördinatenstelsel
	9.1.2 Windroos
	9.1.3 Koersbepaling
	9.1.4 Hoogtemeterinstellingen
9.2.MAGNETISM AND COMPASSES	9.2 Magnetisme en kompassen
	9.2.1 Aardmagnetisch veld
	9.2.2 Principes van het kompas – variatie -
	9.2.3 Kompasfouten
9.3.CHARTS	9.3 Vliegkaarten
	9.3.1 Schalen
	9.3.2 Opbouw en elementen
	9.3.3 Luchtruimstructuur
	9.3.3.0 Indeling van het Luchtruim
	9.3.3.1 TMZ (TRANSPONDER MANDATORY ZONE)
	9.3.3.2 TFZ (TRANSPONDER FREE ZONE)
	9.3.3.3 RMZ (RADIO MANDATORY ZONE)
	9.3.3.4 Luchtruim classificatie
	9.3.3.4.1 Luchtruim classificatie als de luchthaven NIET actief is
	9.3.3.4.2 Luchtruim classe C VFR (visual flight rules)
	9.3.3.4.3 Luchtruim klasse E VFR
	9.3.3.4.5 Luchtruimklasse G
	9.3.3.4.6 Terlet EHTL
	9.3.3.4.7 Notams of 9.3.3.4.7
9.4.DEAD RECKONING NAVIGATION (DR)	9.4 Deadreckoning (Gegist bestek)
9.5.INFLIGHT NAVIGATION	9.5 Navigatie tijdens de vlucht
	9.5.1 Praktisch kaartgebruik
	9.5.2 Gebruik van vluchtcomputers
9.6.GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS	9.6 GNSS (GPS, GLONASS, GALILEO, enz.)

9.7 USE OF ATS

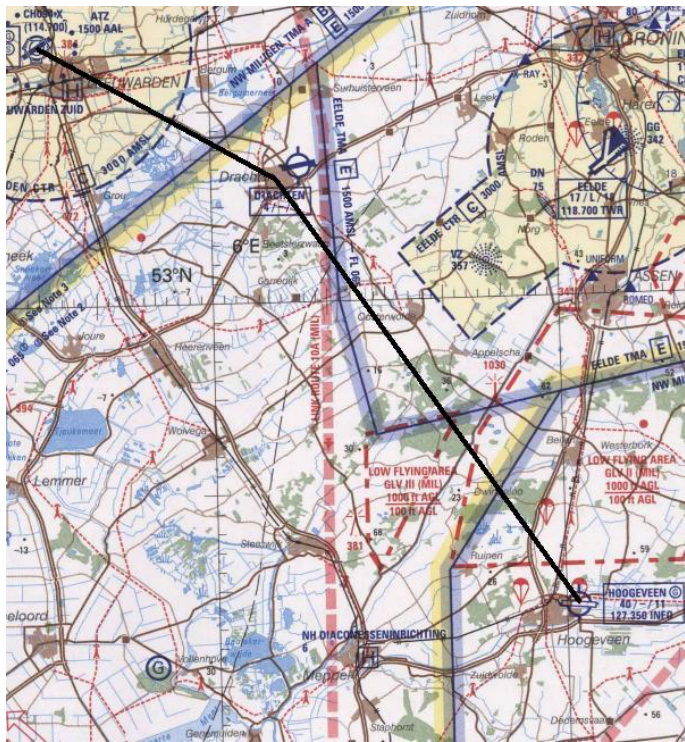
9.7 Gebruik van ATS (Air Traffic Service)



Navigeren boven bekend terrein op dagen met 30 km zicht en 3/8 cumulus is een koud kunstje. Zweefvliegers met veel overland ervaring in Nederland kunnen op zulke dagen vrijwel zonder hulp van zweefvliegkaart en kompas overland vliegen. Het landschap rolt onder hen door en de zon helpt om de vliegrichting te bepalen. Door ervaring weten ze bijv. precies aan welke kant van Drachten het vliegveld zich moet bevinden. Op 20 kilometer afstand zien ze al de markante kale duinen van Appelscha die vrijwel altijd extra sterke bellen leveren.



Wanneer ze daar zijn dan weten ze uit ervaring waar de toren van Smilde zich moet bevinden. Daarna passeren ze de autoweg die van Assen naar Hoogeveen loopt en al snel blijkt dat vliegveld Hoogeveen zich nog op dezelfde plaats als de vorige keer bevindt. Bijna al hun aandacht gebruiken ze om naar buiten te kijken en aan de hand van de grond en de lucht de beste vliegroute te bepalen.



Een eerste overland, of een overland in het buitenland in een onbekend gebied, verloopt heel anders. Het navigeren vergt een groot deel van je aandacht. Je vliegt dan met de vinger op de kaart en je kijkt geregeld op je kompas om te controleren of je de juiste vliegkoers aanhoudt.



Bij een overland is het voor de meeste vliegers het handigst om de kaart met het doel naar boven voor je te houden. Voor een overland van Leeuwarden naar De Voorst ziet de kaart er dan zo uit. Je ziet dat de kaart op de kop staat. Dit is even wennen maar het is handiger dan de kaart in gedachten steeds om te draaien. De grote meren bevinden zich rechts van de koerslijn en Heerenveen en Wolvega zie je duidelijk links liggen. Via Heerenveen kom je dan bij De Voorst.

Bij De Voorst kan het moeilijk zijn om het veld te vinden, maar als je geluk hebt zie je daar een zweefvliegtuig landen. Een zweefvliegveld zoals De Voorst of Salland vanuit de lucht vinden, valt niet mee als daar niet gevlogen wordt.



Op deze foto zie je het veld van Salland. De eerste keer dat je daar komt is het behoorlijk zoeken voordat je het veld ziet. Tenzij je een GPS bij je hebt, want die vertelt je in welke richting je moet zoeken en hoe ver je er nog vandaan bent.

Tegenwoordig worden bijna alle overlandvluchten met een GPS gemaakt. Meestal een GPS met een moving map programma zoals See You, Winpilot of een gratis zweefvlieg navigatie programma zoals XCSOAR. Een GPS is een ontzettend handig hulpmiddel, maar aangezien een GPS uit kan vallen, blijft het gebruik van een kaart en een kompas noodzakelijk om veilig te kunnen navigeren.

Dit hoofdstuk gaat over luchtvaartkaarten, het gebruik van kompas en gps, het uitzetten van een vliegkoers, de invloed van de wind op de vliegkoers en over welke delen van het luchtruim gebruikt mogen worden.

Mocht je meer over de geschiedenis van kaarten willen lezen, lees dan het stuk: [Van kadasterkaart tot google earth.](#)

Opmerking: Dit hoofdstuk navigatie **vervangt niet de officiële luchtvaartpublicaties**. Een zweefvlieger dient zich te houden aan de officiële luchtvaartpublicaties en voor de actuele informatie de eAIP en de NOTAMS te raadplegen.

Veel succes bij het studeren voor het vak Navigatie.

© Dirk Corporaal, Stiens

9.1 Basisinformatie

9.1. Basisinformatie

9.1.1. Coördinatenstelsel

9.1.2. Windroos

9.1.3. Koersbepaling

9.1.4. Hoogtemeterinstellingen

9.1. BASISINFORMATIE

Om in de lucht de weg niet kwijt te raken, heb je een kaart, een kompas en een GPS nodig. Voor Nederland gebruiken we de ICAO-kaart The Netherlands. Bij het bestuderen van dit hoofdstuk en bij het examen moet je die kaart erbij hebben. Een GPS is zo handig dat niemand meer zonder een GPS overland gaat. ICAO-kaarten en GPS-en gebruiken een coördinatenstelsel, een denkbeeldig kippengaas, waardoor het mogelijk is van elk punt op aarde de plaats nauwkeurig vast te leggen. .

9.1.1. Coördinatenstelsel

Wanneer je op <http://www.gps-coordinaten.nl> ergens op de google map klikt, dan krijg je de coördinaten van die plaats. Google geeft de coördinaten weer in decimale graden. Vliegkaarten maken gebruik van graden, minuten en seconden. Hier wordt uitgelegd hoe plaatsbepaling door middel van graden, minuten en seconden werkt.

Adres:

DG (decimale graden)*

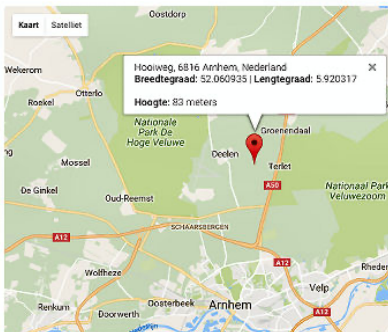
Breedtegraad:

Langtegraad:

GMS (graden, minuten, seconden)*

Breedtegraad: ☒ ☐ 52 ° 3 ' 39.365 "

Langtegraad: ☒ ☐ 5 ° 55 ' 13.139 "

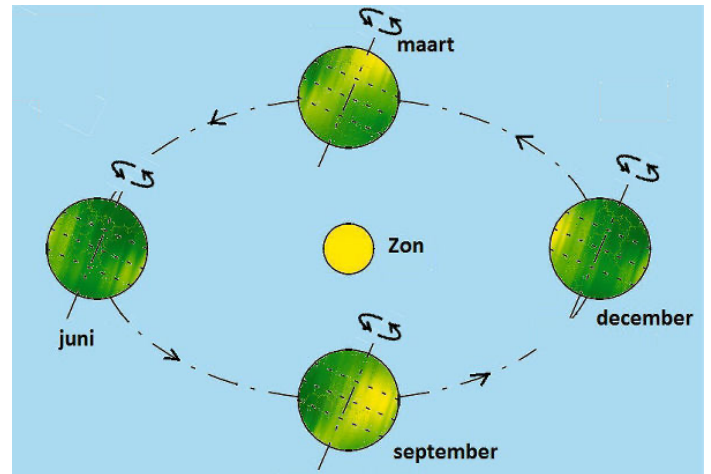


Wanneer je in google maps op Terlet klikt, dan staat er: **52°3'39"N en 5°55'13"E**. Met coördinaten kun je elke plaats op aarde vastleggen. Wanneer een navigatie programma weet waar jij je bevindt en waar je naar toe moet, dan kan het met behulp van die coördinaten de route bepalen.



De aarde is een bol die in 24 uur om de aardas draait. De aardas

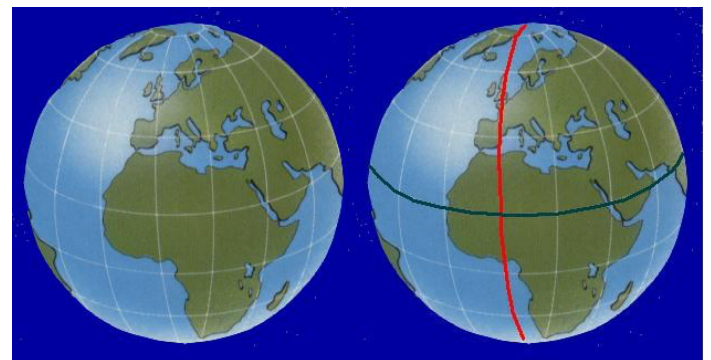
is een denkbeeldige as waar de aarde omheen draait. Het bovenste punt van deze as noemen we de noordpool en het onderste de zuidpool. De aarde draait van west naar oost.



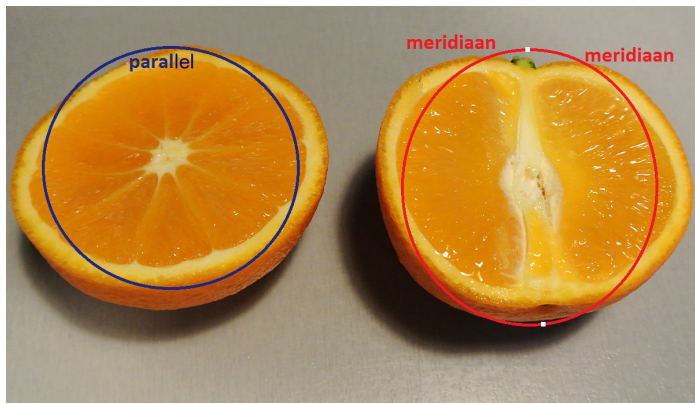
De aarde draait in een jaar om de zon en aangezien de aardas niet loodrecht, maar een schuine stand heeft ten opzichte van de zon, zijn er vier seizoenen.



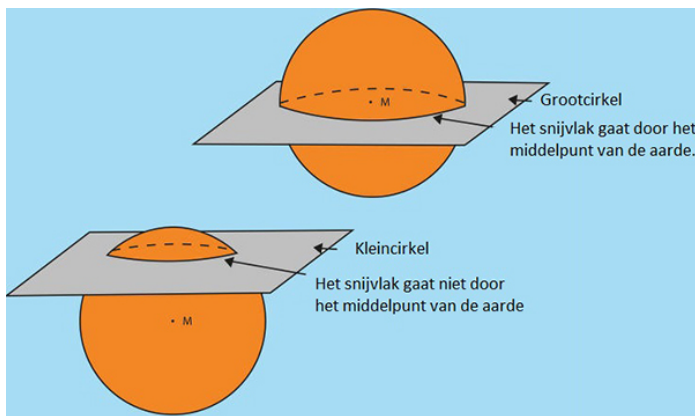
Om een plaatsbepaling op aarde mogelijk te maken brengen we denkbeeldige lijnen aan op de aardbol. We doen dat met noord-zuid-lijnen die we **meridianen** noemen en met oost-west-lijnen die **parallel**en heten.



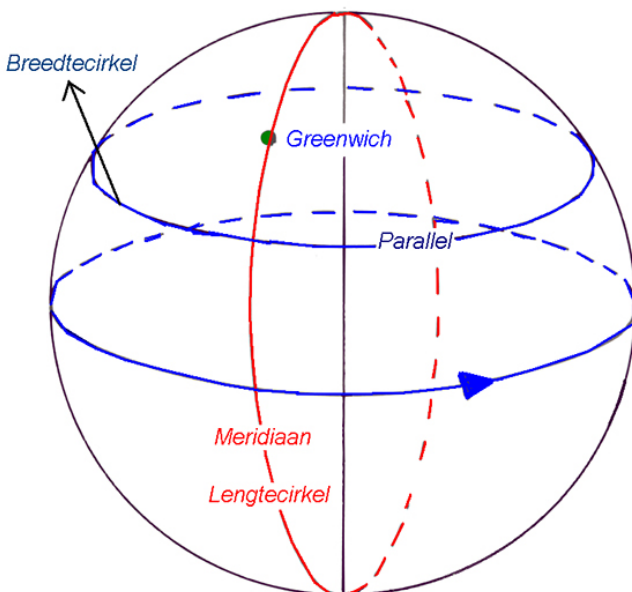
Wanneer je de aarde denkbeeldig als een sinaasappel van boven naar beneden in twee stukken snijdt, dan zie je dat twee meridianen een cirkel vormen. Zo'n cirkel noemen we een grootcirkel. Een grootcirkel is een cirkel waarvan het cirkelvlak door het middelpunt van de aarde gaat



Wanneer je de aarde als een perssinaasappel zou doorsnijden, dan krijg je de grootste parallel. Je ziet weer een grootcirkel. Het middelpunt van alle grootcirkels om de aarde is het middelpunt van de aarde. Elke cirkel om de aarde waarvan het middelpunt van de cirkel niet gelijk is aan het middelpunt van de aarde is een kleincirkel.

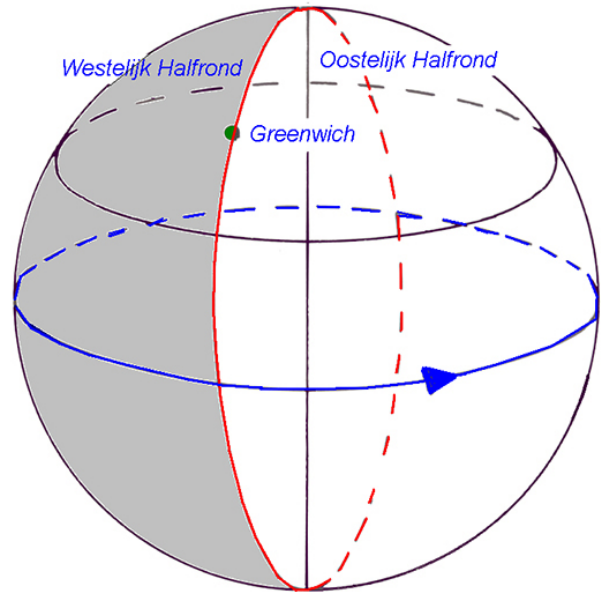


De evenaar is een grootcirkel. De omtrek van de aarde langs de evenaar is circa 40.000 km. De evenaar is de grootste parallel. Daarna worden de parallellen richting de polen steeds kleiner. Die parallellen vormen kleincirkels, hun snijvlak gaat niet door het middelpunt van de aarde.

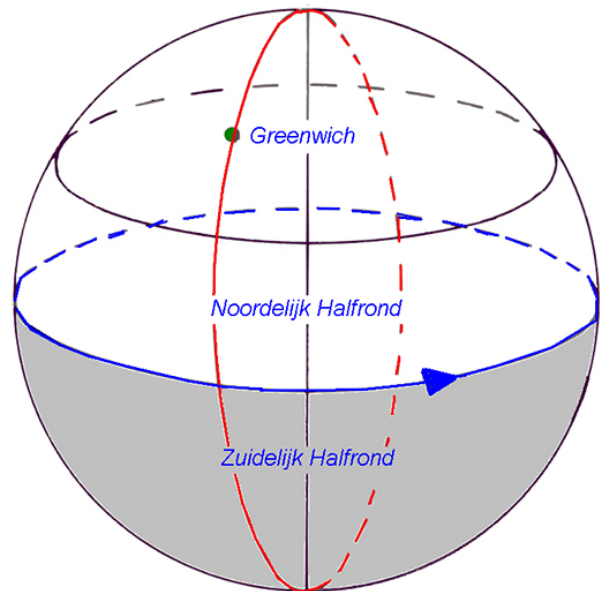


De **evenaar** is de belangrijkste oost-west-lijn en de **nulmeridiaan** over Greenwich is de belangrijkste noord-zuid-

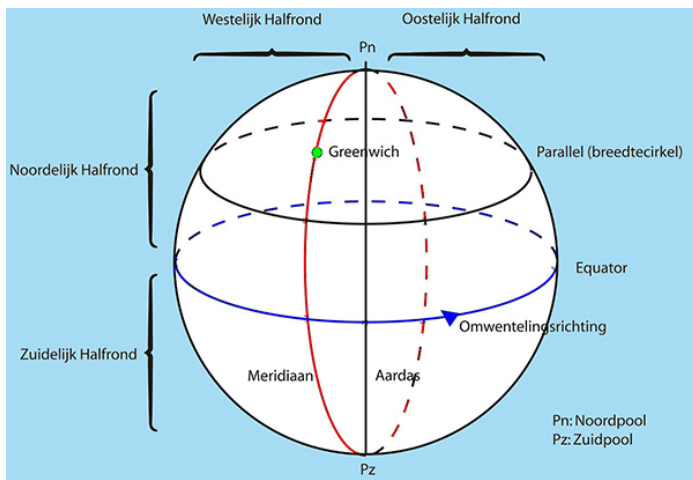
lijn. De lijnen die parallel aan de evenaar lopen zijn de **parallellen of breedtecirkels** en de lijnen die noord-zuid lopen zijn de **meridianen of lengtecirkels**.



De nulmeridiaan over Greenwich en de 180° meridiaan verdelen de wereld in een **westelijk halfrond** en in een **oostelijk halfrond**. Nederland ligt op de oostelijke wereldhelft. Dat geven we aan met de E van East.



De evenaar verdeelt de wereld in een **noordelijk** en in een **zuidelijk halfrond**. Nederland ligt op het noordelijk halfrond en dat wordt aangegeven met de N van north.

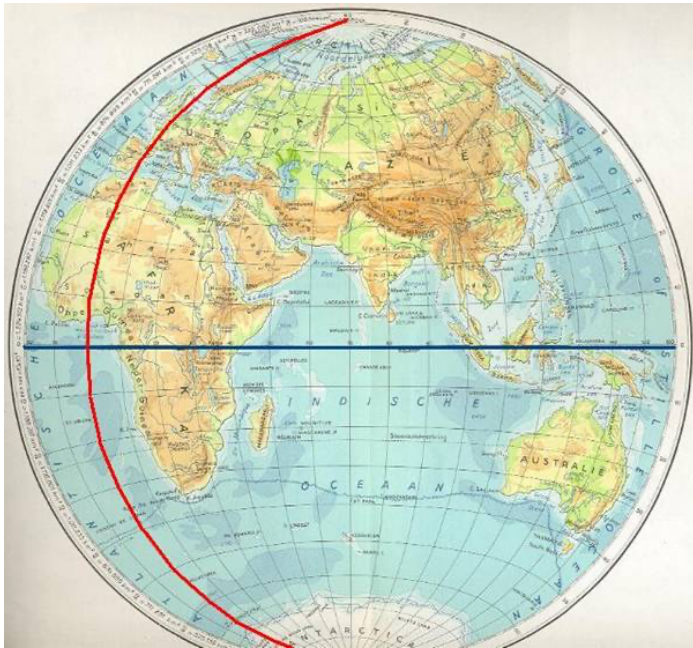


Time) ofwel een gecoördineerde wereldtijd. Dit is een standaardtijd gebaseerd op een atoomklok en deze tijd verschilt in de zomer 2 uur en in de winter 1 uur met de Nederlandse tijd. Deze tijd wordt ook wel "Zulu time" genoemd.

Eén **graad** is bij de evenaar 60 nautical mijl lang. Een nautical mijl is 1852 meter. Een graad is dus ongeveer 111 km.

Parallel aan de evenaar lopen de breedtecirkels of parallellen. Van de evenaar naar de noordpool is 90 graden. We tellen van de evenaar naar het noorden 89 breedtecirkels en ook weer 89 naar het zuiden. De noordpool en de zuidpool zijn stippen. Er zijn dus 2×89 parallellen. Van de noordpool tot de zuidpool is 180° . De afstand tussen twee parallellen is 60 NM. Tussen noordpool en zuidpool dus 180×60 NM en dat is ongeveer 20.000 km. Op de wereldbol hiernaast zie je dat er per 10 graden een breedtecirkel getekend is.

Het systeem van meridianen en parallellen maakt het mogelijk om elke plaats op aarde nauwkeurig te bepalen. We doen dit door de breedte en de lengte van een punt te noemen. Licht het punt ten noorden van de evenaar dan noemen we dat **noorderbreedte**. Licht het ten oosten van Greenwich dan noemen we dat **oosterlengte**. Op het kaartje hieronder zie je dat Drachten ongeveer op 53° noorderbreedte en 6° oosterlengte ligt. De breedte en de lengte van een punt noemen we de coördinaten.



De wereld is een bol. De evenaar (blauw op de tekening) is een cirkel. Een cirkel bestaat uit 360° . De nulmeridiaan, die je hier roodgetekend ziet, loopt over Greenwich. Op de plaats waar de nulmeridiaan de evenaar kruist tellen we 180 meridianen (graden) naar het oosten af. Dat zie je op de afbeelding. Om de 10 meridianen is er één getekend. Aan de andere kant van de aarde tellen we 180 meridianen naar het westen (daar ligt Amerika).

De omtrek van de aarde is ongeveer 40.000 km. In 24 uur draait de aarde 1 keer om z'n as. In een uur draait de aarde 15 graden ($360:24$). Om de 15° begint er een andere tijdzone. Dit gaat in de praktijk niet overal op omdat de indeling in tijdzones ook vaak de landgrenzen aanhoudt.



Alle tijden in de luchtvaart zijn in UTC (Co-ordinated Universal



Op het kaartje zie je dat Drachten iets hoger ligt dan 53° N en iets oostelijker ligt dan 6° E (East). Volgens de AIP-gids ligt vliegveld Drachten op: **$53^\circ 07'09''$ N** en **$006^\circ 07'47''$ E**. We noemen altijd eerst de breedte en dan de lengte.

Om een nauwkeurige plaatsbepaling te maken verdelen we de graden in 60 **minuten** en de minuten in 60 **seconden**. Het teken voor graden is: ($^\circ$), voor minuten: ($'$) en voor seconden: ($''$).

Op de kaart zie je dat je tussen 53° en 54° de minuten kunt tellen. Je kunt voor Drachten 7 minuten naar het noorden tellen. Ook tussen 6° E en 7° E kun je de minuten tellen en dat zijn er toevallig ook 7. De seconden kun je op deze kaart niet meer

tellen.

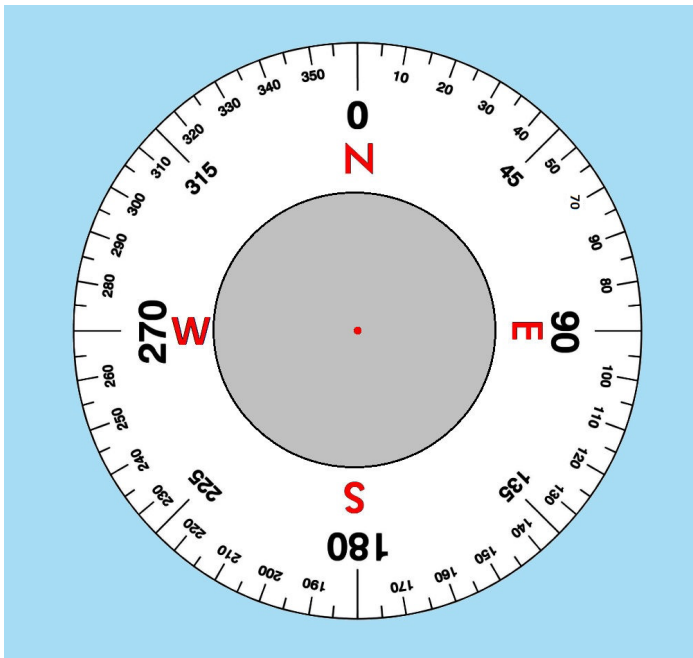
Voor noorderbreedte en zuiderbreedte gelden de volgende afstanden:

1 graad	is 60 nautical mijl	circa 111 km
1 minuut	is 1 nautical mijl is 1852 meter.	circa 1,8 km
1 seconde	Is 1/60 nautical mijl	circa 31 meter

De afstanden in de tabel gelden tussen twee parallellen. De afstanden gelden voor slechts één meridiaan, de nul-meridiaan bij de evenaar. Ze gelden niet tussen de andere meridianen, want naar de polen toe wordt de afstand tussen de meridianen steeds kleiner.

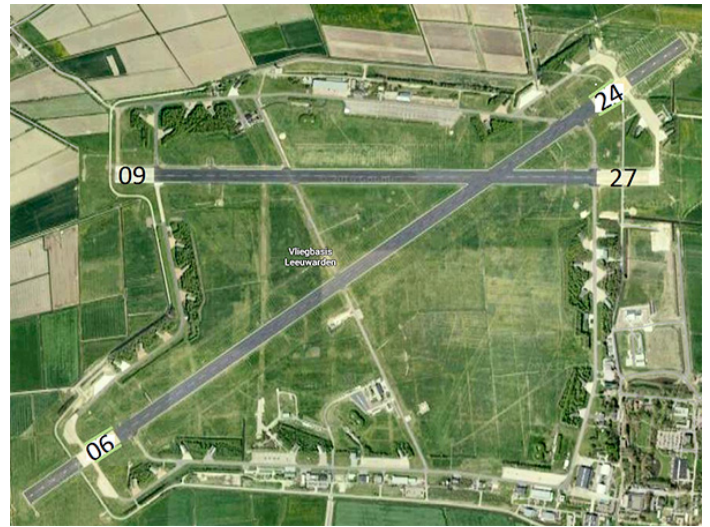
Bepaal nu zelf eens de coördinaten van jouw vliegveld of van een paar andere plaatsen die je op de ICAO-kaart ziet.

9.1.2.Windroos



In de luchtvaart worden richtingen aangegeven in graden. De cirkel van de windroos is onderverdeeld in 360° (N = 000°, Z=180°, O=090° en W=270°). Door drie cijfers te geven worden misverstanden voorkomen. Bij luchtvaartcommunicatie laten we de laatste nul weg. Richting 090 wordt dan 09.

Vlieg je richting 09 dan ga je dus naar 90 graden op de windroos. Op een vliegveld noemen we de baankoppen naar de richting die je moet vliegen. Land je richting het oosten dan kies je voor baankop 09. Land je op de lange baan richting zuidwest dan kies je baankop 24 om richting 240° te landen.

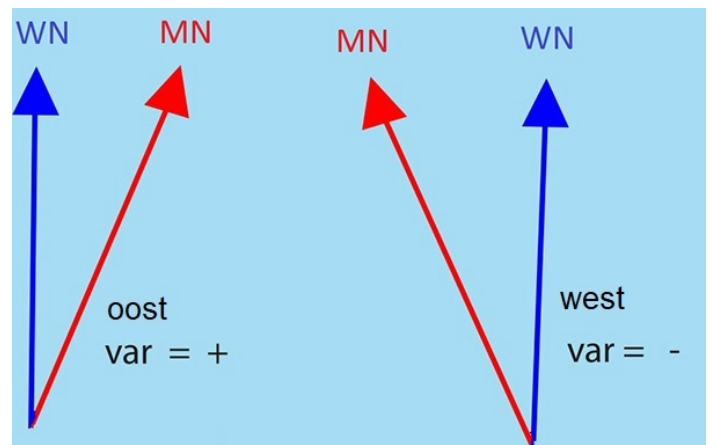


Variatie en deviatie

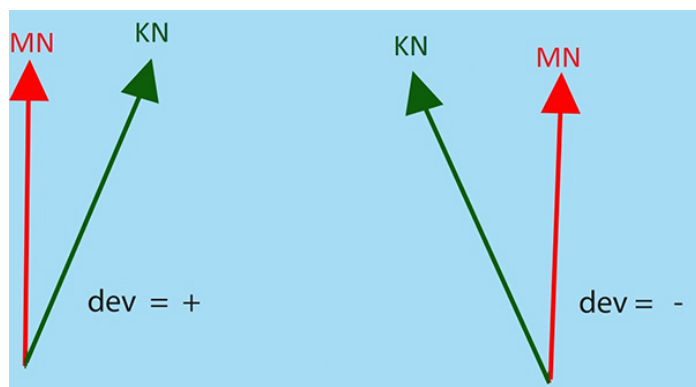
De koers die we vliegen is de ware (werkelijke) noord-zuid koers. Dicht naast de noordpool bevindt zich het magnetische noorden. Het magnetische kompas wijst naar het magnetische noorden. Het kompas heeft dus een afwijking ten opzichte van het ware noorden.



Het magnetische noorden verschuift heel langzaam een beetje.



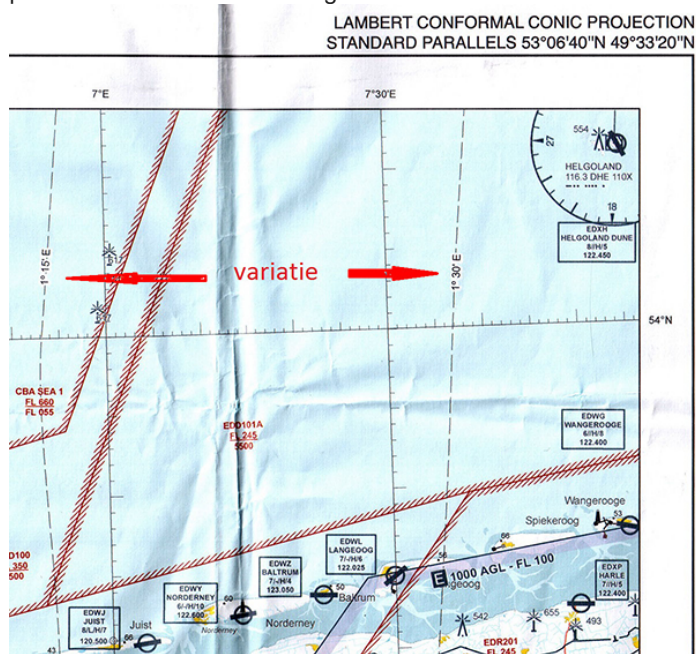
De hoek die de richting van het magnetische noorden (MN) maakt met de richting van het ware noorden (WN) heet **variatie**. Wanneer het magnetische noorden (MN) zich oost van het ware noorden (WN) bevindt, dan noemen we de variatie positief (+). Wanneer het magnetische noorden (MN) zich west van het ware noorden (WN) bevindt dan noemen we de variatie negatief (-). Onthoud: **O**ost = **p**ositief; **w**est = **n**egatief



Een kompas heeft heel vaak een afwijking door de aanwezigheid van metalen in de buurt van het kompas. Die afwijking heet kompasfout of **deviatie**. Deviatie is de hoek die de richting van het kompasnoorden maakt met de richting van het magnetische noorden.

Een **deviatietabel** is een lijstje bij het kompas waar op staat hoe groot de deviatie in een bepaalde richting is.

Isogoon Op een ICAO-kaart zie je van boven naar beneden onderbroken lijnen. Die lijnen heten **isogonen**. Ze verbinden punten waar de variatie even groot is.



Stukje ICAO-kaart The Netherlands 2016

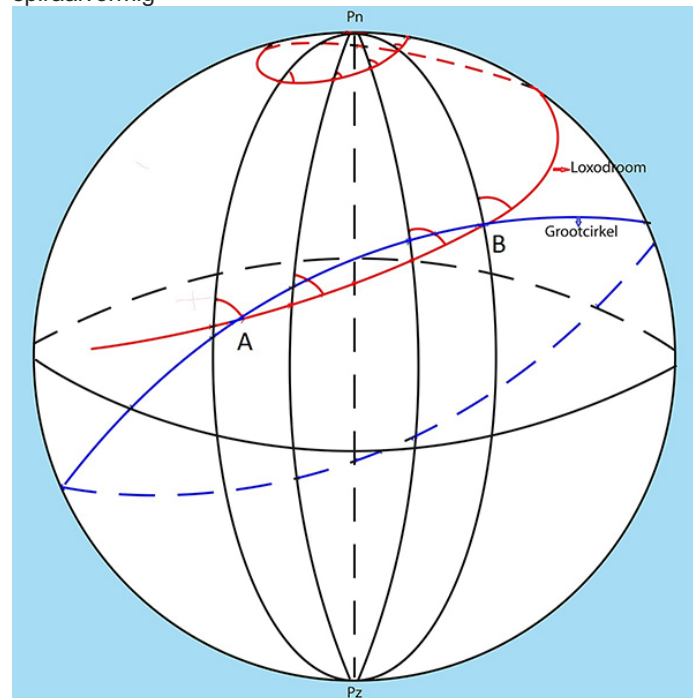
Je ziet dat de variatie voor Nederland in 2016 ongeveer één graad oost was. De grootte en richting van de variatie staan altijd vermeld op de luchtvaartkaarten. De variatie verandert slechts langzaam. De variatie is in onze streken momenteel zo klein dat het magnetische noorden hier bijna samenvalt met het geografische noorden.

9.1.3. Koersbepaling

Wanneer je de koers van een vlucht op de kaart wilt bepalen, dan teken je op een vliegkaart een lijn van A naar B en meet je met een gradendriehoek bij de middelste meridiaan de koers. Om uit te leggen waarom we dat doen moet je iets weten over loxodrome koers en grootcirkel koers.

Loxodroom en grootcirkelkoers

Een loxodroom is een kromme over het aardoppervlak waarlangs de koers gelijk blijft. Zo'n kromme nadert een pool spiraalvormig

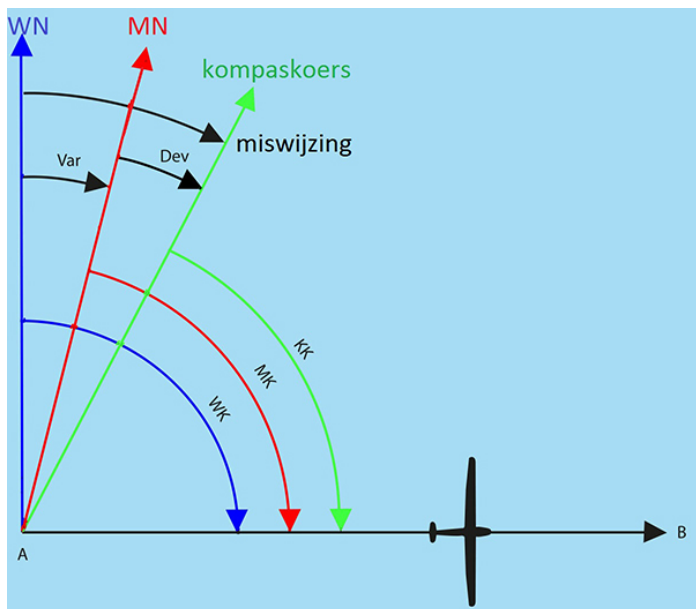


Wanneer je van A naar B wilt vliegen dan snijdt de loxodroom (de rode lijn) de meridianen onder dezelfde hoek. Wanneer je volgens deze lijn vliegt, volg je een loxodrome koers. Dit heeft als voordeel dat je altijd dezelfde koers kunt aanhouden. Het nadeel is echter dat dit niet de kortste weg tussen 2 punten is.

Trek je door de punten A en B een grootcirkel, dan heb je de kortste route tussen twee punten. Bij vliegkaarten (zie 9.3 Vliegkaarten) die wij gebruiken is dit een rechte lijn en zie je dat de koerslijn de meridianen steeds onder een andere hoek snijdt. Op zo'n grootcirkelroute moet je geregeld je koers verleggen, omdat de hoek met de meridianen constant verandert. Dit is vooral van belang voor lange oost-west (en west-oost) afstanden. Bij korte routes en routes die meer noord-zuid of zuid-noord lopen is de afwijking gering. Bij het zweefvliegen tekenen we een rechte lijn op de kaart. Dit is de kortste afstand. Je volgt dan een stukje van de grootcirkel die door A naar B gaat en vervolgens een rondje om de aarde maakt. Voor de koersbepaling meet je de hoek ten opzichte van de meridiaan die in het midden ligt van de lijn die je getekend hebt. Zo krijg je de gemiddelde grootcirkelkoers.

Kompaskoers en ware koers

Wil je op de kaart van A naar B vliegen dan moet je rekening houden met de variatie en de deviatie. Die twee vormen samen de miswijzing van het kompas. Je moet de kompaskoers verbeteren om de ware koers te krijgen. Omgekeerd geldt dat je de ware koers moet verslechteren om vanuit de ware koers de kompaskoers te berekenen.



Koers verbeteren (optellen) Het herleiden van de kompaskoers (KK.) naar de magnetische koers (MK) en vervolgens naar ware koers (WK) heet koers verbeteren. Hoe je dat moet bereken kun je onthouden met dit ezelsbruggetje:

Komt Die Man Van Werkendam.

KompasKoers + Deviatie = Magnetische Koers + Variatie = Ware Koers.

Nu vul je in wat je weet en dan bereken je het antwoord.

Voorbeeld 1. Stel je vliegt naar het oosten en het kompas wijst 90° aan. De variatie is volgens de kaart 1° East en stel dat de deviatie 3° East is. Wat is dan de ware koers?

De variatie en de deviatie zijn beide oost, dus positief (+). Bij koers verbeteren moet je optellen. **KK + deviatie = MK en MK + variatie = WK**

KK	+ deviatie	= MK	en MK	+ variatie	= WK
90°	$+ 3^\circ$	93°	93°	$+ 1^\circ$	$= 94^\circ$

De ware koers is 94° .

Voorbeeld 2. Stel je vliegt in Duitsland richting Nederland. Je kompas wijst 280° aan. De variatie is volgens een Duitse kaart 2° East en de deviatie is in die richting volgens de deviatietabel 4° West, dus negatief (-).

KK	+ deviatie	= MK	en MK	+ variatie	= WK
280°	$- 4^\circ$	276°	276°	$+ 2^\circ$	$= 278^\circ$

Koers verslechteren (aftrekken) Wanneer je een koers op de kaart hebt uitgezet (WK), dan moet je die koers herleiden naar de kompaskoers (KK). **Je maakt de koers dus slechter.** Bij koers verslechteren werk je van het ware noorden (goed) naar het kompas (slecht).

WK - variatie = MK en MK-deviatie = KK

Stel de koers op de kaart is 90° , de variatie is 2° East en de deviatie is 5° graden East. Welke kompaskoers moet je vliegen?

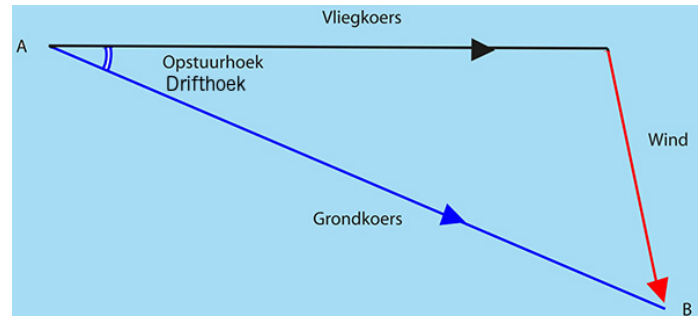
WK	- variatie	= MK	en MK	- deviatie	= KK
90°	$+ 2^\circ$	88°	88°	$+ 5^\circ$	$= 83^\circ$

KK = 83°

Winddriehoek

Naast de variatie en de deviatie moet je voor het bepalen van de

koers ook rekening houden met de windrichting en windsterkte. Je hebt te maken met de vliegkoers en de grondkoers. De vliegkoers is zelden gelijk aan de grondkoers. Alleen bij windstil weer en wanneer je precies voor de wind of precies tegen de wind in vliegt, zijn de vliegkoers en de grondkoers gelijk. In de praktijk is dit vrijwel nooit het geval.

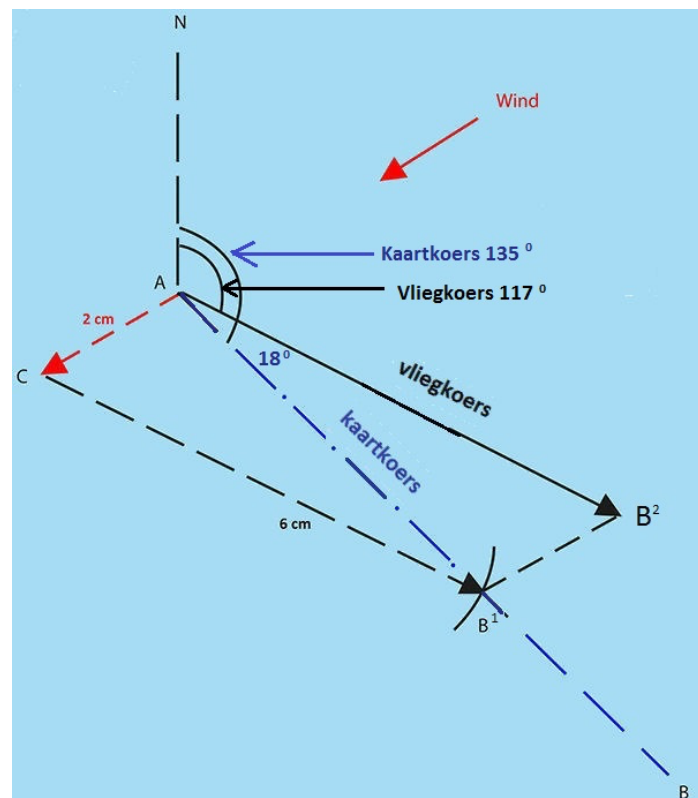


Wanneer je met zijwind vliegt dan komen de vliegkoers en grondkoers niet meer overeen. Je wordt door de wind weggezet, dit afdrijven noemen we drift. De drifthoek is de hoek waaronder de wind je afdrijft ten opzichte van de geplande koers.

Stel je hebt een koers op je kaart uitgezet naar het oosten, maar het waait behoorlijk hard en vrijwel cross op de vliegkoers, dan moet je behoorlijk opsturen om je kaartkoers te blijven volgen. Hoeveel je moet opsturen dat hangt af van:

- je reissnelheid,
- hoe hard het waait
- hoe cross de wind op de vliegrichting staat.

De reissnelheid is de gemiddelde snelheid die je verwacht te gaan halen wanneer je een overland maakt.



Stel dat je van punt A naar punt B wilt vliegen (dus richting 135°). De wind komt uit richting 060° en is 20 km/h . Welke vliegkoers moet je dan vliegen als je verwacht dat de reissnelheid (gemiddelde snelheid) 60 km/h zal zijn? Je hebt

nu de volgende gegevens;

- Kaartkoers 135 graden
- Wind uit richting 60 graden
- Windsterkte 20 km/h
- Verwachte reissnelheid 60 km/h

Met deze gegevens kun je de vliegkoers berekenen. Je tekent eerst met een gradenboog de kaartkoers richting AB (de blauwe onderbroken lijn) richting 135° .

Vervolgens teken je de wind. Pijl W geeft de windrichting en windsterkte weer. Een windsterkte van 20 km/h wordt weergegeven door een pijl met een lengte van 2 cm. Een zweefvliegtuig dat zich in punt A bevindt zal onder invloed van de wind in een uur tijd verplaatst worden naar punt C.

Het vliegtuig vliegt in een uur 60 km. Dat wordt in de tekening weergegeven door 6 cm. Wanneer je nu vanuit punt C met een passer op de lijn AB 6 cm tekent en dit punt B1 noemt, dan geeft CB1 de reissnelheid en AB1 de grondsnelheid weer.

ACB1 is de winddriehoek. CB1 is de te vliegen koers, maar dan niet vanuit punt C maar vanaf het punt van vertrek A, dus AB2.

De hoek B1A B2, die met behulp van een gradenboog kan worden gemeten (in dit voorbeeld 18°) is de opstuurhoek. Met deze opstuurhoek corrigeer je de drift.

De vliegkoers is dan $135^\circ - 18^\circ$ is 117° .

9.1.4. Hoogtemeterinstellingen



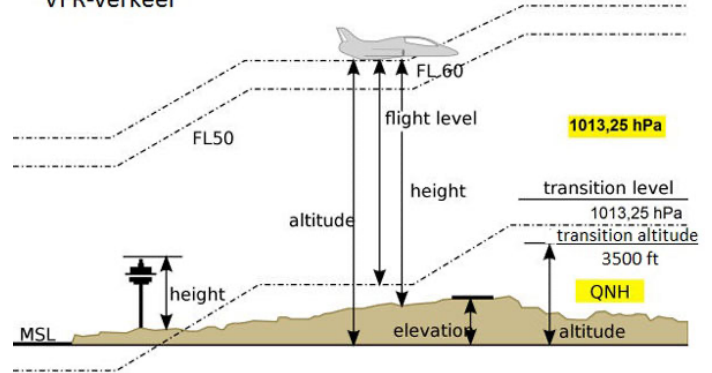
Een hoogtemeter is een aangepaste barometer. Deze hoogtemeter staat op 1035 hPa. Op die druk is de meter voor de vlucht op 0 meter hoogte gezet. Deze hoogtemeter geeft nu een hoogte van 650 meter boven veldniveau aan. Het kan ook zijn dat de QNH (druk op zeeniveau) 1035 hPa is. Dan bevindt deze hoogtemeter zich 650 meter boven zeeniveau.

Linksonder zie je een draaiknop. Door aan die knop te draaien

kunnen je de ingestelde barometerdruk veranderen en de hoogtemeter instellen op:

1. veldniveau,
2. zeeniveau
3. de druk van de standaardatmosfeer (1013,2 hPa).

VFR-verkeer



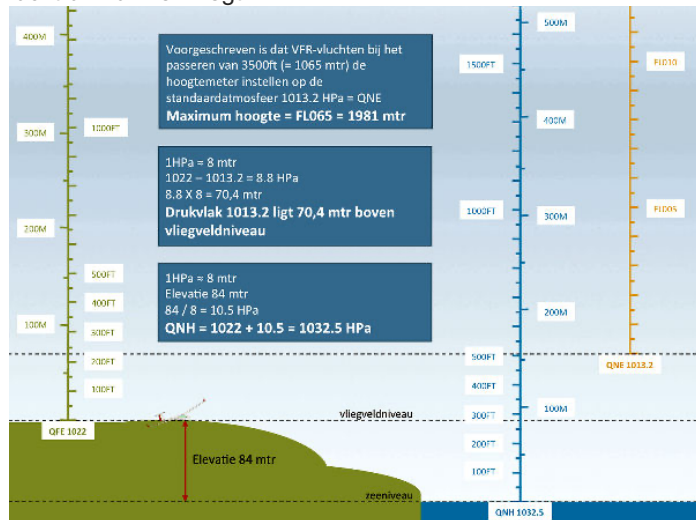
We gebruiken voor de hoogtemeter instellingen de volgende drie Q-codes:

- **QFE** (field elevation). Is de hoogtemeter ingesteld op QFE dan geeft hij de hoogte op **veldniveau** weer. Om de hoogtemeter op veld niveau te zetten, draai je voor de start de beide hoogtemeters op nul. Dat is vooral gemakkelijk voor de landing. Na een korte vlucht zal de hoogtemeter na de landing weer ongeveer nul meter hoogte aanwijzen. Bij lokale vluchten is dit de meest gebruikte hoogtemeterinstelling. De hoogte bij QFE noemen we height.
- **QNH**. Zet je de hoogtemeter op QNH dan staat de hoogtemeter ingesteld op de luchtdruk op zeeniveau. De hoogtemeter zal op de grond de hoogte van het vliegveld aangeven. Deze luchtdruk neem je over van een meteorostation of je stelt de hoogte van het vliegveld in. Bij overland vluchten wordt deze instelling gebruikt, want de hoogtes op de vliegkaart worden boven zeeniveau weergegeven. Bij deze instelling wordt de hoogte altitude genoemd. Aangezien in Nederland veel vliegvelden ongeveer op zeeniveau liggen, zit er bij ons weinig verschil tussen QFE en QNH. De hoogte bij QNH noemen we altitude.
- **QNE** (standaard instelling). Internationaal is afgesproken dat vliegtuigen boven een bepaalde hoogte allemaal overschakelen op QNE. In Nederland is dat bij een hoogte van 3500 ft. Je zet dan de hoogtemeter op 1013,2 hPa (gemiddelde druk op zeeniveau). Voor internationale vluchten, waarbij het ene vliegtuig start met een andere plaatselijk luchtdruk (QNH) dan het andere vliegtuig is dit een belangrijke veiligheidsmaatregel. Bij deze instelling wordt de hoogte weergegeven ten opzichte van 1013,2 hPa. De verkeersleiding geeft passagiersvliegtuigen aan hoe snel ze moeten vliegen en welk flight level ze aan moeten houden. Op die manier worden botsingen vermeden. Zweefvliegtuigen die in een gebied tot bijvoorbeeld FL65 mogen stijgen, moeten de maximale hoogte bepalen aan de hand van QNE. Dus de hoogtemeter op 1013,2 zetten. Bij het dalen moet op een hoogte van FL 45 meestal weer teruggedraaid worden naar QNH. Één FL komt overeen met 100 ft. FL 45 is 4500 ft als de QNH 1013,2 hPa is.

Een zweefvliegtuig dat steeds stijgt en daalt en dan weer boven en vervolgens weer onder 3500 ft zit, heeft voor de veiligheid

niets aan de instelling op QNE. Hij kan toch niet op één bepaalde hoogte doorvliegen. Het is meestal handiger om de hoogtemeter dan gewoon op QNH te laten staan.

De maximale hoogte in bijvoorbeeld luchtruimklasse E wordt in flight levels op de kaart weergegeven. Daar moet je onder blijven en daarom moet je wel je flight level weten als je boven 3500 voet vliegt. Overlandvliegers in Nederland hebben een transponder en op die transponder kun je de hoogte in flight levels aflezen. Bovendien kun je een movingmap systeem zoals See You zo instellen dat hij waarschuwt voordat je een verboden luchtruim binnenvliegt.



Op deze afbeelding van Nico van der Bijl zie je de drie hoogtemeterinstelling.

9.2 Magnetisme en kompas

9.2 Magnetisme en kompas

9.2.1 Aardmagnetisch veld

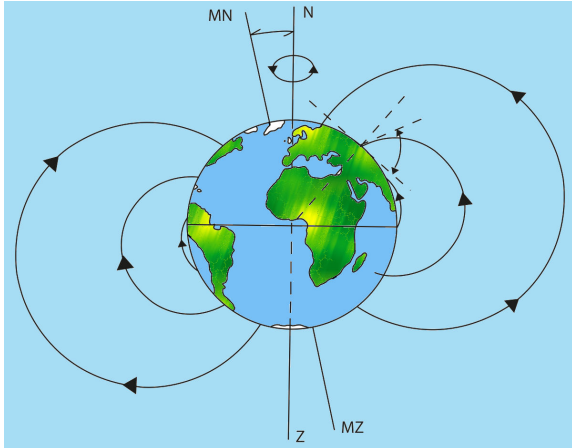
9.2.2 Principes van het kompas

9.2.3 Kompasfouten

9.2 MAGNETISME EN KOMPAS

Rondom de aarde bevindt zich een magnetisch veld. Een kompas bestaat uit een draaibaar opgesteld magneetje dat door het magnetische veld om de aarde naar het noorden wijst. Al voor de jaartelling maakten de Chinezen gebruik van het kompas en in de twaalfde eeuw wordt ook in Europa melding gemaakt van het kompas.

9.2.1. Aardmagnetisch veld



Op de afbeelding kun je zien dat het magnetische veld enigszins gekanteld is ten opzichte van de noordpool. We spreken daarom over de geografische noordpool en de magnetische noordpool (MN) en magnetische zuidpool (MZ).

9.2.2 Principes van het kompas

Tegenwoordig gebruiken bijna alle overland vliegers een GPS. Een GPS geeft niet alleen het noorden aan maar geeft tevens precies je vliegrichting en de afstand tot je doel. Het kompas wordt alleen nog gebruikt als de GPS uitvalt.

In zweefvliegtuigen kom je Bohli-kompassen en Bolkompassen tegen.



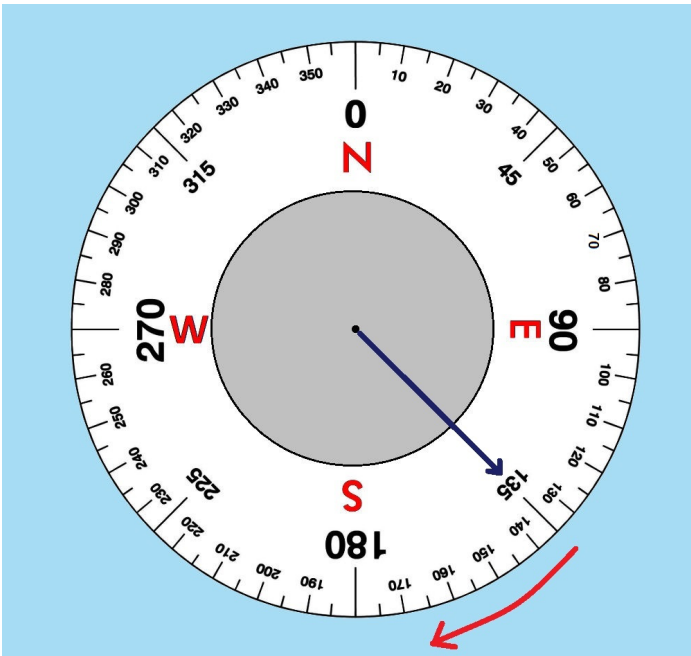
Hierboven zie je in het spiegelglas van het Bohli-kompas een oranje stip bij 30. Die stip geeft aan dat dit vliegtuig richting 300 graden vliegt. Het voordeel van een Bohli-kompas t.o.v. een bolkompas is dat hij tijdens het thermieken de vliegrichting aangeeft. De kans dat je de thermiekbels in de verkeerde richting verlaat is bij een Bohli-kompas klein.



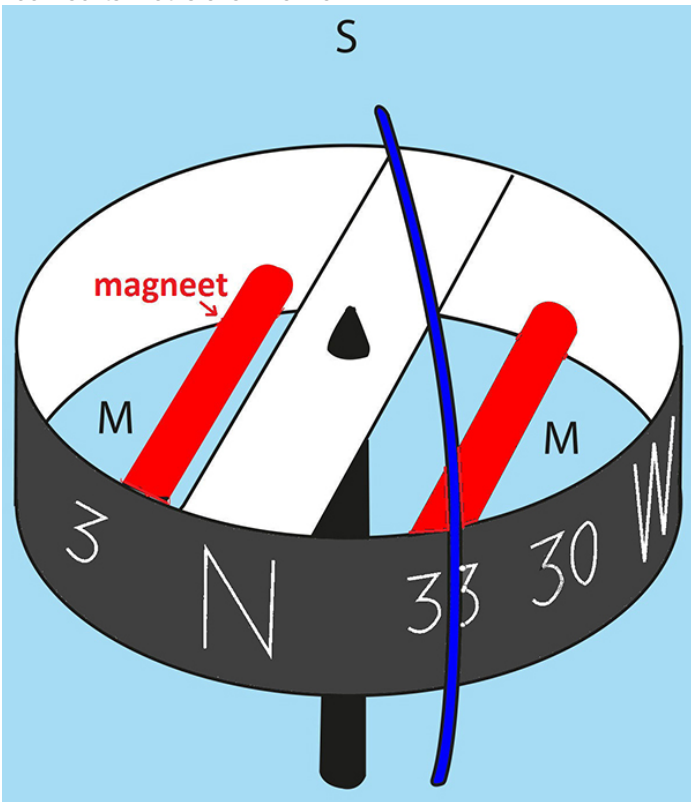
In veel zweefvliegtuigen zit een bolkompas zoals hier afgebeeld. Je ziet de zeilstreep, de N van noorden, de W van westen en de getallen 33 en 30. Het vliegtuig gaat richting 30 dat is richting 300 graden op de windroos.



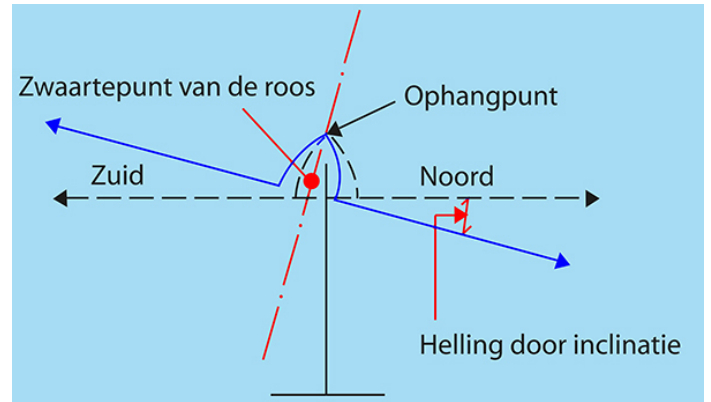
Hierboven zie je nog een bolkompas. Het bolkompas dankt zijn naam aan het bolle glas dat aan de voorkant van het kompasshuis zit. In een bolkompas is de kompasroos draaibaar in een vloeistof opgesteld. Op de afbeelding zie je dat de kompasroos op 135° staat. Op de roos staat om de 5° een streepje. De letters S staat voor South (het zuiden) en de letter E voor East (het oosten). Je kijkt tegen de achterkant van de kompasroos aan.



Vlieg je als koers 135° en je wilt naar het zuiden gaan vliegen (koers 180°) dan moet je niet naar links verleggen maar juist naar rechts. Dat is even wennen.



In het bolkompas zitten twee krachtige magneetjes. De kompasroos is vrij draaibaar opgehangen. Door de magneten draait de kompasroos naar het magnetische noorden. Hoe dicht je bij één van de polen komt, hoe meer het kompas schuin omlaag naar het magnetische noorden getrokken wordt.

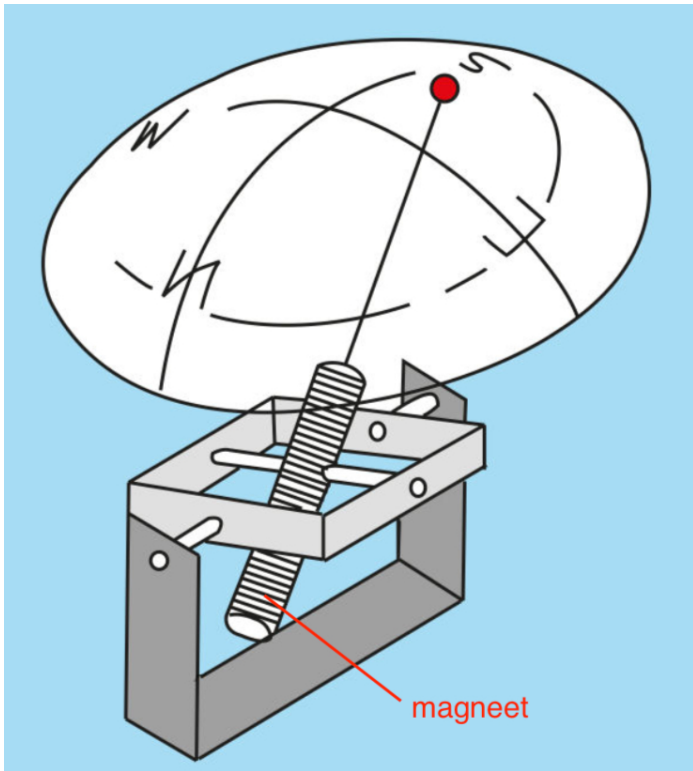


Daardoor maakt het kompas een hoek (helling) met de horizon. We noemen dit de **inclinatie**. We noemen dit de inclinatie. Inclinatie (of 'dip') is de hoek van het aardmagnetisch veld met de plaatselijke horizontaal. Het meetmagneetje wil zich oplijnen met de inclinatie maar door de slingerophanging gebeurt dat slechts ten dele.

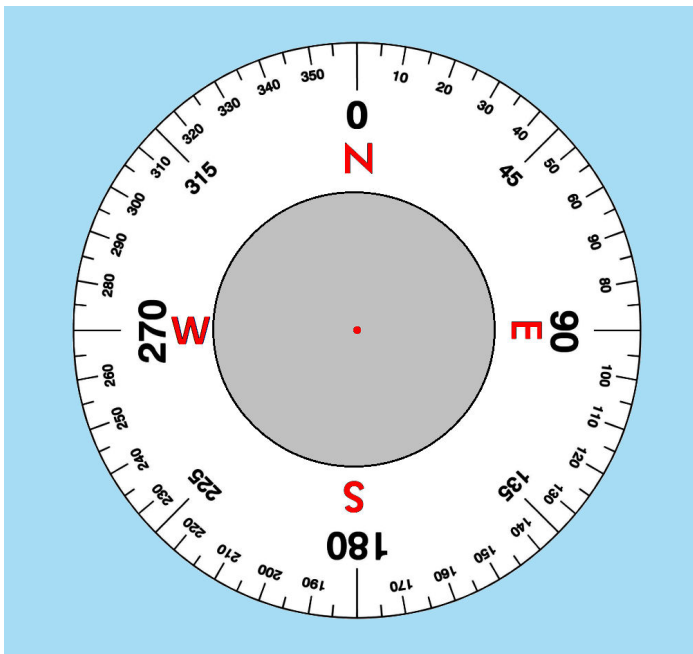
Daardoor komt het zwaartepunt van het kompas naast de as van de kompas te liggen. Wanneer het zweefvliegtuig een bocht maakt zal het bolkompas meestal fout aanwijzen. Tijdens het draaien in een thermiekbel heb je door de draaifout niets aan een bolkompas.



Een veel beter (en veel duurder) kompas is het Bohli kompas. Tijdens het draaien in de thermiek kun je de as van het kompas zo draaien dat het Bohli kompas horizontaal staat. Op het scherpje zie je dan hoeveel graden de dwarshelling is. Tijdens het draaien blijft het kompas de juiste koers aanwijzen. Zo kun je heel handig in de koersrichting de thermiek verlaten.



Bij een Bohli kompas hangt de magneet helemaal vrij t.o.v. het vliegtuig en hij wijst daardoor schuin omlaag naar het magnetische noorden. Aan de magneet zit een heel licht pijltje met een gekleurd bolletje. De hoek die de magneet kan maken met de horizon ligt tussen 40° en 75° . Zo'n kompas is alleen bruikbaar tussen de 30e en 65e breedtegraad. Voor het zuidelijk halfrond heb je een Bohli-kompas nodig waarbij de magneet met de polen precies andersom geplaatst moet zijn.

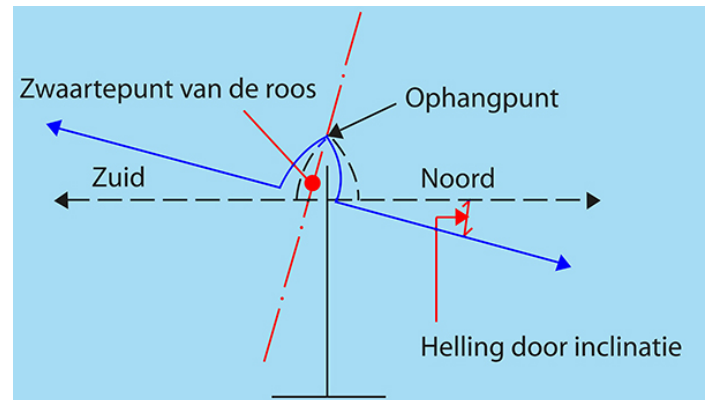


Op een kompas zie je de kompasroos. De kompasroos is een cirkel. Een cirkel bestaat uit 360 graden. Daarom is het kompas ook in 360 graden ingedeeld, alleen wordt de laatste nul weggelaten. Je ziet op het kompas dus 03 en 05 staan en dat betekent richting 030 en richting 050 graden.

9.2.3. Kompasfouten

Variatie Het magnetische noorden bevindt zich naast het ware noorden. In Nederland is die afwijking minder dan 2° . Dat is zo weinig dat het op een kompas niet eens te zien is, want daarop staan de strepen om de 5° of om en op een Bohli-kompas om de 10 graden. Elders op de wereld kunnen variaties tot tientallen graden optreden, in de buurt van de polen is de variatie zelfs zo groot dat een kompas daar geheel onbruikbaar is.

Deviatie In het kompas zit een magneet. Die magneet trekt niet alleen het magnetische noorden aan, maar ook metaal in de buurt van het instrument. Hierdoor kan het kompas een foute richting aanwijzen. Die afwijking noemen we de deviatie en die verschilt bij elk vliegtuig. Een kompas wordt door de technicus grotendeels gecompenseerd voor de deviatie door verdraaiing van de stelschroeven. Het lukt niet om de aanwijzing van het kompas helemaal goed te krijgen, maar een deviatietabel (een lijstje bij het kompas waar op staat hoeveel het kompas afwijkt bij elke kompasrichting) kun je het kompas toch goed gebruiken.



Versnellingsfout Door de inclinatie bevindt het zwaartepunt zich naast de as van het kompas. Tijdens een versnelling (begin lierstart) zal het zwaartepunt dat zich naast de as bevindt het kompas meestal laten draaien. Daarom heb je tijdens een versnelling meestal niet veel aan het bolkompas.

Draaiingsfout

Op een kompas werkt wanneer het vliegtuig rechthoekig vliegt een kracht in de richting van het magnetische noorden en door de inclinatie is er een verticale component. Door de vaste opstelling van het bolkompas in het vliegtuig, wijst het kompas bij rechthoekig vliegen het magnetische noorden aan. Wanneer het vliegtuig een bocht maakt dan zal door de helling van het vliegtuig de inclinatie een afwijking veroorzaken.

Tijdens het draaien in de thermiek heb je door deze draaiingsfout niets aan een bolkompas. Je zult echt niet de eerste zijn die de thermiekbek verlaat en aanvankelijk een totaal verkeerde koers vliegt en pas na een paar bochten weer op de juiste koers terecht komt. Onthoud daarom de plaats van de zon of markante punten aan de horizon op elk van de benen van je zweefvliegvlucht. Door de draaiingsfout van het kompas zie je pas, nadat je het vliegtuig weer horizontaal gelegd hebt, het resultaat van het verleggen.

Op een smartphone zit ook een kompas. Op de iPhone kun je het kompas instellen op het magnetische noorden of op het ware noorden.

9.3 Vliegkaarten

9.3 Vliegkaarten

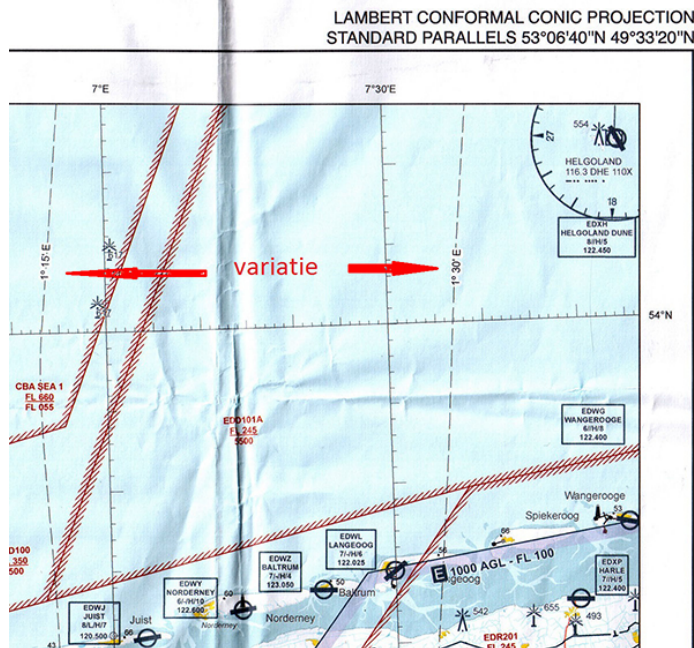
9.3.1 Schalen

9.3.2 Opbouw en elementen

9.3.3 Luchtruimstructuur

9.3. VLEGKAARTEN

De Internationale Burgerluchtvaartorganisatie ICAO (International Civil Aviation Organisation) schrijft voor dat in de luchtvaart overal ICAO-kaarten gebruikt moeten worden. De ICAO-kaart van Nederland sluit daardoor aan bij die van Duitsland en de andere landen. Overal worden dezelfde eenheden, kleuren en symbolen gebruikt.



Helemaal bovenaan op de ICAO-kaart The Netherlands staat: **Aeronautical Chart 1:500.000** en **Lambert conformal conic projection**. Met 1:500.000 wordt de schaal bedoeld en conic projection geeft aan hoe de kaart gemaakt is.

9.3.1 Schalen

Een kaart is een afbeelding van een gebied op verkleinde schaal. De schaal is de verhouding tussen een afstand op de kaart en de overeenkomstige afstand in werkelijkheid. De schaal kan worden weergegeven in een verhouding zoals 1 : 100.000. Eén centimeter op de kaart is dan in werkelijkheid 100.000 cm en omdat 100.000 cm 1 kilometer is, is 1 centimeter op de kaart dan 1 km.

De Aeronautical Chart The Netherlands heeft een schaal van 1:500 000 dat betekent dat 1 cm op de kaart in werkelijkheid 500.000 keer zo groot is. Eén centimeter is 5 kilometer.

9.3.2 Opbouw en elementen



Hier boven zie je een wereldbol. Een globe is een afbeelding van de aarde op schaal. Een kaart is een afbeelding op schaal in een plat vlak. De ICAO-kaart The Netherlands is 1:500.000. We noemen 1:500.000 een relatieve schaal want dit klopt niet overal op de kaart. De aarde is bol en het lukt niet om een stuk van een bol plat te strijken. Eén centimeter is dus niet overal op de kaart met een schaal van 1:500.000 precies vijf kilometer. De schaal van de grote wereldkaart in het aardrijkskunde lokaal klopt aan de polen helemaal niet meer. Een platte kaart is nooit een exacte afbeelding. Een globe is wel perfect want een globe is:

1. **afstandsgetrouw**
2. **conform** (hoekgetrouw)
3. **oppervlaktegetrouw**

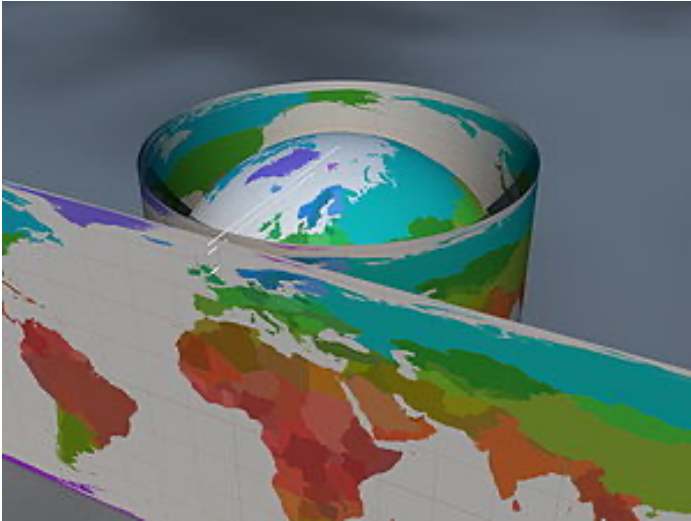
Deze drie begrippen moet je kennen. Wat bedoelen we daarmee?

1. Met **afstandsgetrouw** bedoelen we dat de afstand op aarde juist op schaal is weergegeven.
2. Met **conform** of **hoekgetrouw** bedoelen we dat de hoeken tussen de lijnen op aarde overal op de kaart in de juiste grootte zijn weergegeven.
3. Met **oppervlakte getrouw** bedoelen we dat de oppervlakten op aarde nauwkeurig en juist op schaal worden weergegeven.

Een goede kaart benadert dat zoveel mogelijk, maar het blijft altijd schipperen. Je kunt slechts aan één van de drie eisen op een kaart voldoen.

Cilinderprojectie en kegelpjectie Je kunt een gedeelte van de aarde projecteren op bijvoorbeeld een kegel of op een

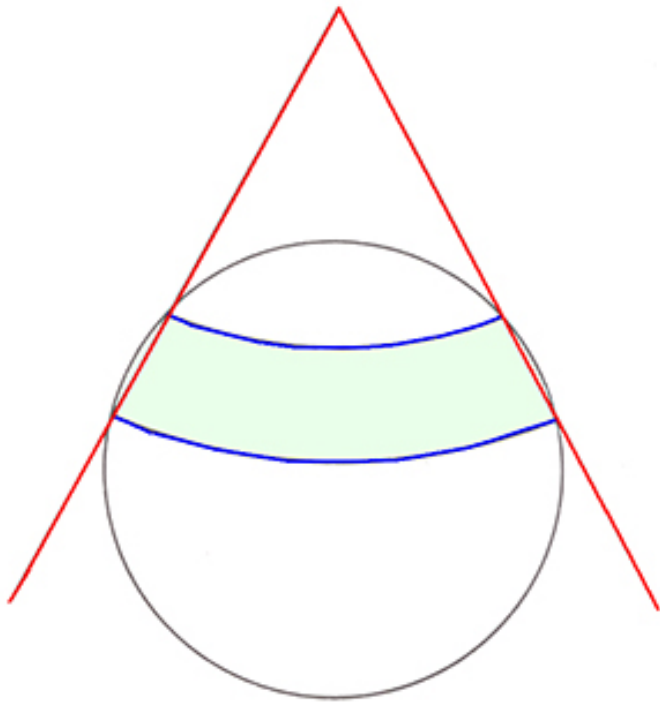
cilinder. Onder kaartprojectie verstaat men de methode waarop de kaart tot stand komt, **cilinderprojectie** of **kegelprojectie**.



Cilinderprojectie

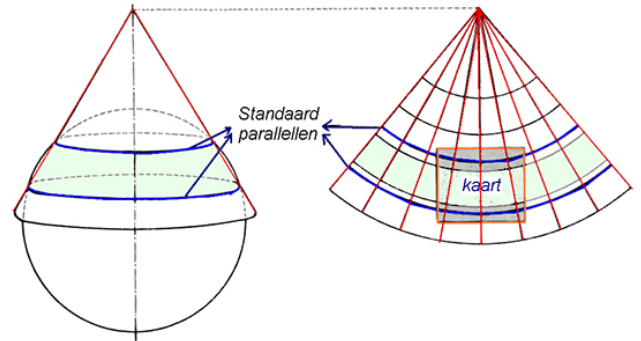
Cilinderprojectie Een kaart die gemaakt is volgens de methode van de cilinderprojectie heeft de breedte- en lengtegraden altijd loodrecht op elkaar staan. De kaart is hoekgetrouw, maar niet afstands- en oppervlakte getrouw. Bij de evenaar is de kaart goed te gebruiken. De gebieden worden echter groter weergegeven naarmate ze verder van de evenaar liggen.

Kegelprojectie ICAO eist dat een luchtvaartkaart conform is. Verder eist ICAO dat kaarten, die gemaakt worden voor landen tussen de evenaar en 80° noorder- of zuiderbreedte, gemaakt worden volgens de kegelprojectiemethode. Het principe van de kegelprojectie zie je hieronder afgebeeld.



De ICAO-kaart van Nederland is gemaakt met de kegelprojectiemethode. Dat staat rechtsboven op de kaart. Daar staat: **LAMBERT CONFORMAL CONIC PROJECTION STANDARD PARALLELS 53°06'40''N 49°33'20''N**. Dit betekent dat de door de Duitser Lambert bedachte kegelprojectie is toegepast en er staat welke twee parallellen gebruikt zijn als standaardparellen

(zie hieronder in de tekst). De kaart is conform, oftewel hoekgetrouw en bijna afstandsgetrouw



Bij deze methode wordt een denkbeeldige kegel gevormd. De lijnen van die kegel snijden de aardbol op twee **standaard parallellen**. Voor het maken van onze kaart hebben we de volgende standaard parallellen genomen. 53°06'40'' N en 49°33'20''N. Op die twee plaatsen snijden de lijnen van de kegel de aardbol.

De lijnen van de kegel zijn de meridianen die zo als rechte lijnen worden weergegeven. Ergens boven de noordpool komen ze in één punt bij elkaar. Vervolgens wordt de kegel opengesneden. Wanneer je de kaart The Netherlands bekijkt, dan zie je dat de meridianen inderdaad naar het noorden toe iets naar elkaar toe lopen (convergeren). Ook kun je zien dat de parallellen een beetje cirkelbogen zijn. Bij de standaardparallellen is de kaart conform. Door constructie is de kaart verder conform (hoekgetrouw) gemaakt. Dit doen ze door zo met de parallellen te schuiven dat de kaart conform wordt. Een op de kaart uitgezette koers kan dus zonder meer op de werkelijke vlucht worden toegepast. De kaart is bijna afstandsgetrouw. De schaal is dus overal op de kaart bijna gelijk. Het netwerk van meridianen en parallellen heet het **kaartnet**.

Topografie

Topografie (letterlijk plaatsbeschrijving) is de studie van de beschrijving van de kenmerken van plaatsen en gebieden. Wanneer het kaartnet op de kaart staat, kunnen steden, dorpen, rivieren, meren, wegen, spoorlijnen e.d. worden getekend op de kaart.

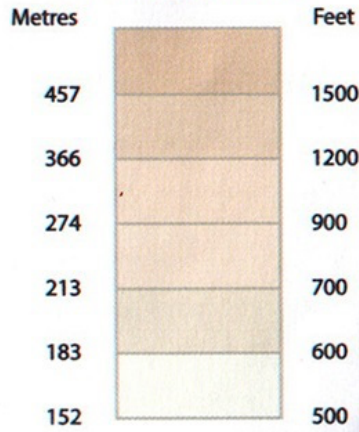
Onderaan de ICAO-kaart (of op de achterkant) vind je de aeronautical information, de airspace classification en de signalen die zich in het seinenvierkant van een vliegveld kunnen bevinden. Wat voor zweefvliegers relevant is, moet je kennen. Sommige symbolen zoals rivieren, steden en autowegen spreken voor zich. Hieronder zie je de symbolen:

AERODROMES

	Major aerodrome	luchthaven
	International aerodrome	internationaal vliegveld
	Military aerodrome	militair vliegveld
	Joint civil and military aerodrome	militair en burger vliegveld
	Aerodrome (civil)	burger vliegveld
	Closed aerodrome	gesloten vliegveld
	Alignment of the longest hard-surface / unpaved runway	vliegveld met verharde baan / grasbaan
	Civil heliport	helikopter vliegveld
	Heliport for ambulance only	helikopter vliegveld alleen voor ambulances
	Glider site	zweefvliegterrein
	Microlight aircraft / hangglider site	ultra-light vliegveld / zeilvliegterrein
	Model flying area	modelvliegen
	Parachute jumping exercise area	gebied waar para's gedropt worden

ELEVATION LEGEND

ELEVATION TINTS

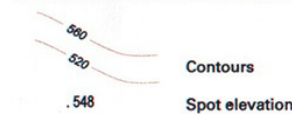


De hoogte op een luchtvaartkaart wordt aangegeven met deze kleuren.

Een gebied dat lager ligt dan 152 meter is wit afgebeeld.

CAUTION

No contours and elevation tints below 500 ft AMSL are shown on this chart.



Highest ground elevation known is

2277

50°30'13"N 006°05'26"E

Highest ground elevation does not include the elevations of air navigation obstacles.

Let op:

Er zijn op deze kaart geen hoogtelijnen afgebeeld voor hoogten lager dan 500 voet.

hoogtelijnen

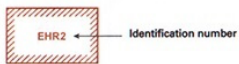
hoog punt

Grootste hoogte op de kaart t.o.v. zeeniveau in voeten.

Het hoogste punt op de kaart houdt geen rekening met de hoogte van luchtvaartnavigatie obstakels.

AIRSPACE RESTRICTIONS

Prohibited "P", restricted "R", and danger "D" area



AIRSPACE LABEL

EHR2 1200 MSL	Altitude in FEET above Mean Sea Level
GOUDA 500 AGL 100 AGL	Height in FEET above ground

OTHER AIRSPACE

	Low flying area
	Military low flying route
	Transponder mandatory zone (TMZ)
	Radio mandatory zone (RMZ)
	Helicopter protection zone (HPZ)
	Helicopter traffic zone (HTZ)
	Aerial sporting activities



AIRSPACE STRUCTURE

	Airspace A
	Airspace B, C, D
	Airspace E
	Airspace F, G
	Control zone (CTR)
	Aerodrome traffic zone (ATZ)

RADIO NAVIGATION AIDS



MISCELLANEOUS

	Flight information region (FIR)
	Isogonic lines (2015)
	Fly-by / flyover compulsory reporting point
	Gas venting area (Avoid overflying below 1000 ft AGL)
	Stork stations
	Bird sanctuary (all seasons) / nature reserve
	Wetland area

Luchtruimtebeperkingen

Prohibited (verboden) "P", restricted (beperkt) "R", en danger (gevaar) "D".

De code EHR2 kun je opzoeken in de AIP. Het is een militair schietgebied. Zie de AIP-gids

Hoogte luchtruim

hoogte in voeten boven zeeniveau

hoogte in voeten boven de grond

laagvliegveld

militair laagvliegveld

gebied waar je alleen met een transponder in mag

gebied waar je een radio moet hebben

helikopter gebied

luchtsportactiviteiten

Informatie over het vliegveld

Naam vliegveld / hoogte boven zeeniveau / lengte langste baan in honderden meters / verharde baan / zweefvlieg-ultralight- en zeilvliegactiviteiten / minimum vliegveldverlichting

Luchtruimklasse A
Luchtruimklasse B,C,D
Luchtruimklasse E
Luchtruimklasse F,G
Control zone (CTR)
Aerodrome traffic zone (ATZ)

Radio navigatie bakens

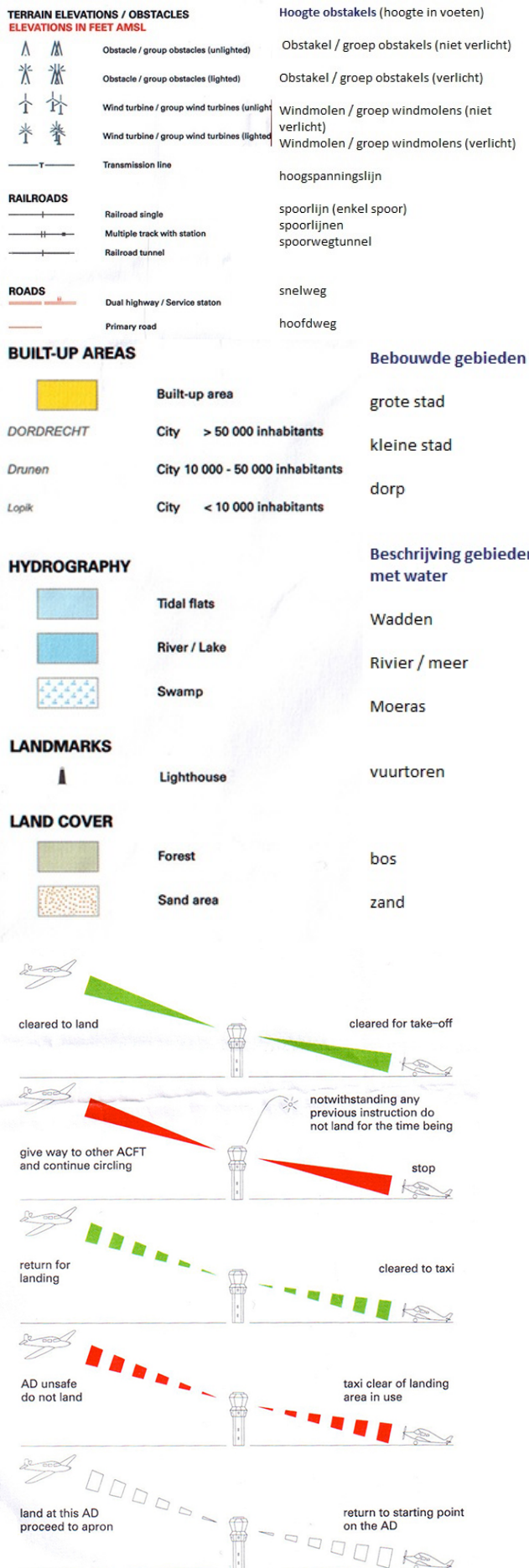
VOR (radiobaken op zeer hoge frequentie)
DME (Afstandsbepalingapparatuur)
VOR/DME ((samengeplaatse VOR en DME)
TACAN (navigatiehulpmiddel)
VORTAC (samengeplaatste VOR en TACAN)
NDB (radiobaken)
vluchtinformatiegebied

Gasontluchtingsgebied (minimale overvlieghoogte is 1000 voet boven zeeniveau)
Ooievaarsstation
Voelbroedgebied
nat gebied

GROUND SIGNALS

Grond signalen

	Landing prohibited for indefinite time	landen verboden
	Special precautions must be observed when landing, e.g. due to bad state of landing area.	let goed op bij het landen, de baan is in slechte conditie
	Aircraft are required to land, take-off and taxi on runways and taxiways only.	alleen op de baan landen
	Aircraft are required to land and take-off on runways only, but other manoeuvres need not be confined to runways and taxiways.	alleen op de baan landen
	The part of manoeuvring area marked or bordered by the crosses is unfit for movement of aircraft.	dit gedeelte niet gebruiken
	Landings and take-offs are to be executed parallel to the shaft of the landing T towards the cross arm.	in die richting landen
	Indication of the direction for take-off, expressed in units of ten degrees of the magnetic compass.	baanrichting oost
	Before landing and after take-off make a right hand turn. (Right-hand traffic circuit).	rechterhandcircuit
	Air traffic services reporting office.	luchtverkeersdienst
	Glider flights are being performed at the aerodrome.	er wordt aan zweefvliegen gedaan



Recente kaart

Een recente luchtvaartkaart (of digitale versie) is verplicht. Je moet elk jaar een nieuwe kaart gebruiken omdat het luchtruim geregeld wijzigingen ondergaat. Ook de meest recente luchtvaartkaart is niet altijd volledig up-to-date! Je moet je ook aan eventuele wijzigingen van het luchtruim, die via de AIP en NOTAM's verspreid worden, houden.

Een uitgevouwen ICAO-kaart is in de cockpit niet bruikbaar. Vouw de kaart zo, dat het stuk dat je gaat vliegen, op je knie komt te liggen.

Teken op de kaart een cirkel met een straal van 5 km en één met een straal van 10 km om je veld. Je kunt dan gemakkelijker bepalen of je binnen glijbereik van je veld bent.

9.3.3 Luchtruimstructuur

Bij het examenonderdeel voorschriften heb je de luchtruimklassen (categorieën) geleerd. Op de ICAO-kaart zie je onderaan (of op de achterkant) een overzicht van de luchtruimklassen. ICAO heeft 7 luchtruimcategorieën vastgesteld. Ze maken daarbij onderscheid tussen IFR- en VFR-verkeer.

IFR-verkeer (instrument flying rules) Voor IFR-verkeer moet je beschikken over blindvlieginstrumenten en de gezagvoerder moet daar een bevoegdheid voor hebben. Voor deze vliegtuigen gelden de Instrument Meteorological Conditions (IMC). Er moet een vliegplan bij de verkeersleiding zijn ingediend en de verkeersleiding zorgt voor de separatie.

VFR-verkeer (visual flight rules) Zweefvliegers vallen onder VFR-verkeer. Wanneer het verticale en horizontale zicht voldoende zijn en er ook voldoende afstand tot de wolken gehouden kan worden, gelden de Visual Meteorological Conditions (VMC) (zichtvliegomstandigheden) en kan gevlogen worden volgens de Visual Flight Rules (zichtvliegeregels). Een VFR vlieger is zelf verantwoordelijk voor de separatie met ander vliegverkeer. Hier geldt het **See-and-Avoid-principe** (zien en ontwijken). In het luchtruim waar zweefvliegers mogen vliegen, komt IFR- en VFR-verkeer voor. Een beschrijving van het luchtruim vind je in de AIP (Integrated Aeronautical Information Package). Zie kaart luchtruim of ga naar: <http://www.ais-netherlands.nl>

9.3.3.0 De indeling van het luchtruim

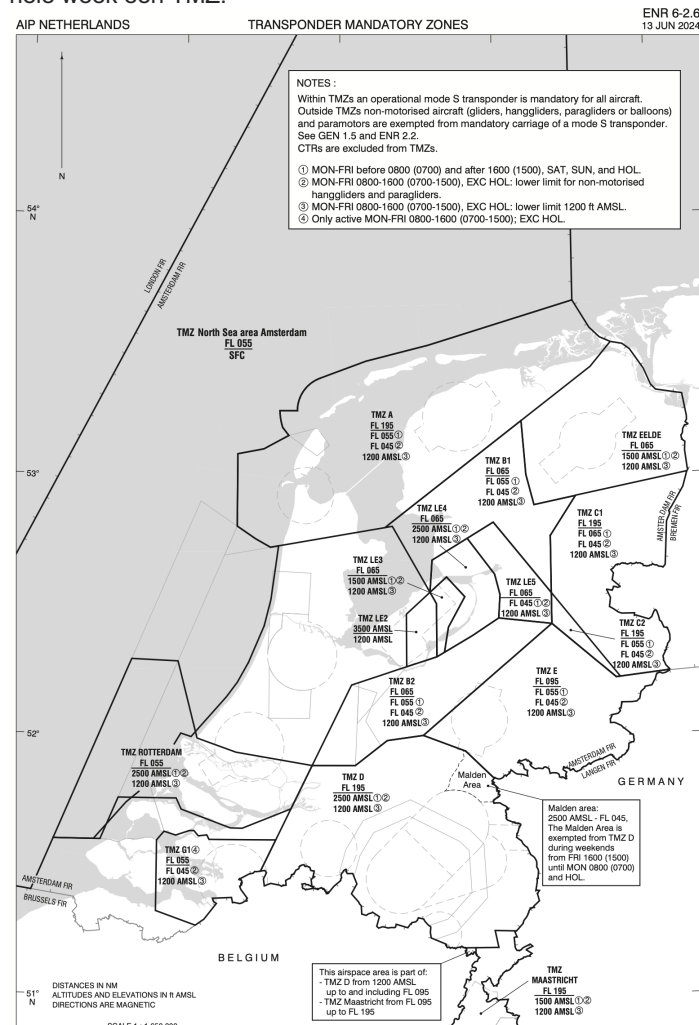
Het totale Nederlandse luchtruim valt onder de Amsterdam FIR (Flight Information Region). Binnen de Amsterdam FIR treffen we CTA's (Control Area's), TMA's (Terminal Area's) en CTR's (Control Zones) aan.

- **UTA** (Upper Control Area). Een UTA is een algemeen luchtverkeersleidingsgebied in de hogere luchtruimte, in de Amsterdam FIR boven FL 195. Een UTA wordt gecontroleerd door een Upper Area Control Centre (UAC).
- **CTA**: een CTA is een uitgebreid gebied op grotere hoogte, voor 'en-route' verkeer. Het vliegverkeer wordt daar geregeld door een Area Control Centre (ACC), bijvoorbeeld Amsterdam Radar.
- **TMA**: een TMA is een gebied op middelgrote hoogte, vooral voor het laten klimmen en dalen van IFR-verkeer. Het verkeer wordt geregeld door een Area Approach Control (APP), bijvoorbeeld Schiphol Approach.
- **CTR**: een CTR is een lokaal gebied rondom een vliegveld. Het verkeer wordt geleid door een Tower (TWR), bijvoorbeeld Leeuwarden Tower. Veel CTR's hebben een ATZ (Aerodrome Traffic Zone), een

bijzonder luchtverkeersgebied aangewezen rondom een luchthaven ter bescherming van lokaal vliegverkeer

9.3.3.1 TMZ (TRANSPONDER MANDATORY ZONE)

Naast deze indeling kennen we ook de **TMZ**. Een TMZ is een Transponder Mandatory Zone. In een TMZ mag je vliegen, maar er moet dan wel met een werkende Mode-S SSR-transponder gevlogen worden. Bijna het hele Nederlandse luchtruim is door de week een TMZ. Enkele gebieden, zoals de TMZ Eelde zijn de hele week een TMZ.

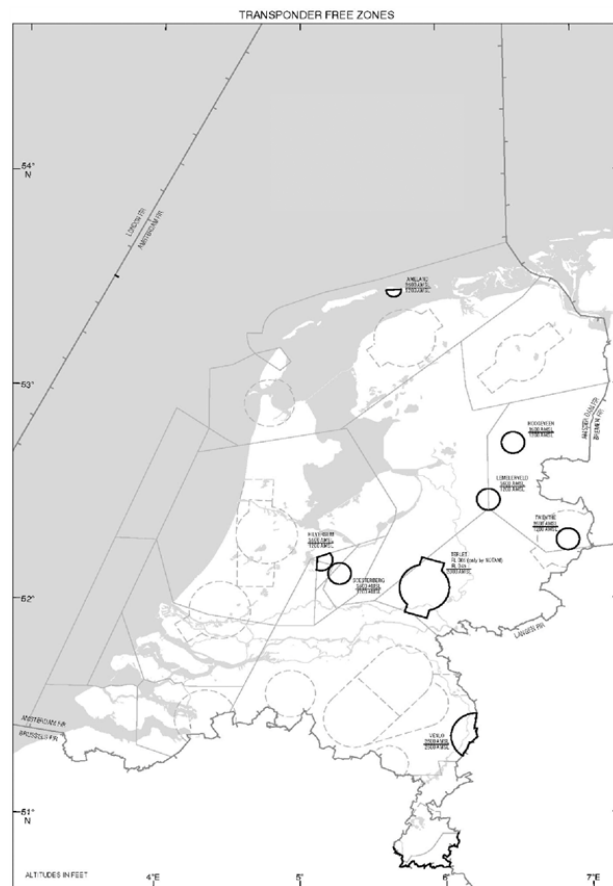


Hier boven zie je een kaart uit de AIP met daarop de TMZ gebieden. Bestudeer de hele kaart of ga naar <http://www.ais-netherlands.nl> en ga daar naar **ENR 6 EN ROUTE CHARTS** <http://www.ais-netherlands.nl/aim/2016-11-24-AIRAC/eAIP/html/eAIP/EH-ENR-6-en-GB.html?#ENR-6>

9.3.3.2. TFZ (TRANSPONDER FREE ZONE)

Rondom enkele vliegvelden zijn permanente transponder free zones door de overheid ingesteld. In de regeling luchtverkeersdienstverlening is dit opgenomen in artikel 9 1e lid onder b. Zie: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0009899/2018-07-01#Bijlage4>

In bijlage 4 vind je de permanente TFZ's en een omschrijving van de grenzen van de permanente TFZ's.



9.3.3.3 RMZ (RADIO MANDATORY ZONE)

Sinds 2018 kennen we in Nederland ook **RMZ**-gebieden. Een RMZ is een Radio Mandatory Zone. Een gebied waarbinnen het meenemen en gebruiken van radioapparatuur verplicht is. Binnen deze gebieden geldt een uitluister- en oproepverplichting voor de vlieger.

9.3.3.4. LUCHTRUIMCLASSIFICATIE

Elk luchtruimgebied heeft een classificatie.

- Klasse **A** : verboden voor zweefvliegers
- Klasse **B** : geen ongecontroleerd VFR-verkeer, dus alleen toegankelijk met tweezijdig radiocontact en toestemming van DUTCH MIL.
- Klasse **C** : dat zijn de CTR's van bijvoorbeeld vliegveld Leeuwarden, Eelde enzovoort. Voor de militaire CTR's geldt dat zweefvliegen daar na toestemming voor sommige zweefvliegers is toegestaan. Voor de aanvang van het vliegbedrijf meldt de DDI daar aan de verkeersleiding dat de plaatselijke club gaat zweefvliegen. Zodra het militaire veld actief wordt (omdat er bijvoorbeeld een F16 uit gaat) dan wordt het zweefvliegen beëindigd. Andere zweefvliegers mogen alleen in een CTR's komen als ze daar toestemming voor gekregen hebben. Voor zweefvliegers zonder RT (bevoegdheid radio telegrafie) zijn het dus altijd verboden gebieden.

- D. Klasse **D**: daar is zweefvliegen alleen toegestaan na toestemming. Bijvoorbeeld gedeelten van de CTR van Deelen (zie verder in de tekst bij Terlet).
- E. Klasse **E**: daar is zweefvliegen toegestaan. Let op de maximale hoogte voor door de week en in het weekend en datzelfde geldt ook voor de zichtvoorschriften.
- F. Klasse **F**: Klasse F komt in Nederland niet voor.
- G. Klasse **G**: Klasse G bestaat uit het onderste resterende luchtgebied. Zweefvliegen is daar toegestaan. Al het luchtruim dat geen classificatie heeft gekregen is klasse G. Behalve in CTR's (klasse C) heeft klasse G luchtruim de grond of de zee als ondergrens en als bovengrens het daarboven gelegen luchtruim. Er is geen verkeersleiding, de snelheid is tot 250 knopen beperkt. Vliegen op zicht is overdag toegelaten en radio-contact is niet vereist.

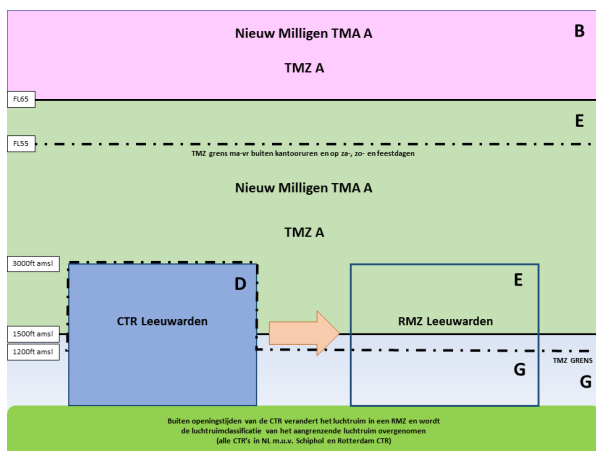
9.3.3.4.1. LUCHTRUIMCLASSIFICATIE ALS DE LUCHTHAVEN NIET ACTIEF IS

De CTR's in Nederland worden als de luchthaven niet actief is bijna allemaal een RMZ. Het luchtruim is daar dan gelijk aan dat van ernaast (bijna overal klasse E) en je mag erin na toestemming van de Toren of van DUTCH MIL. Zie: [AIC A 5/2023](#)

2 AIRSPACE CLASSIFICATION OUTSIDE AERODROME OPERATING HOURS			
Aerodrome	RMZ Airspace class at or below 1500 FT AMSL/service provided	Airspace class above 1500 FT AMSL/service provided	
EHBK - MAASTRICHT/Maastricht Aachen	Y	G/FIS + ALRS	DIATC
EHOL - ARNHEM/Delen	Y	G/FIS + ALRS	E/FIS + ALRS
EHOV - VENTRAY/De Peel	Y	G/FIS + ALRS	CIATC + E/FIS + ALRS
EHEH - EINDHOVEN/Eindhoven	Y	G/FIS + ALRS	CIATC
EHGG - GROWINGEN/Groen	Y	G/FIS + ALRS	E/FIS + ALRS
EHGR - BREDA/Glize Rijn	Y	G/FIS + ALRS	E/FIS + ALRS
EHD - DEN HELDER/De Kooy	Y	G/FIS + ALRS	E/FIS + ALRS
EHLE - LELYSTAD/Lelystad	Y ¹	G/FIS + ALRS	DIATC ²
EHLW - LEEUWARDEN/Leeuwarden	Y	G/FIS + ALRS	E/FIS + ALRS
EHK - LIDEN/Volkel	Y	G/FIS + ALRS	CIATC + E/FIS + ALRS
EHWO - BERGEN OP ZOOM/Woensdrecht	Y	G/FIS + ALRS	E/FIS + ALRS
EDLV - NIEDERREIN (part in Amsterdam FIR)	Y	G/FIS + ALRS	E/FIS + ALRS
EBBL - KLEINE BROGEL (MIL) (part in Amsterdam FIR)	Y	G/FIS + ALRS	E/FIS + ALRS

1. GND-1500 FT AMSL.
2. DIATC above 1500R in Lelystad CTR 2; AIATC above Lelystad CTR 1.

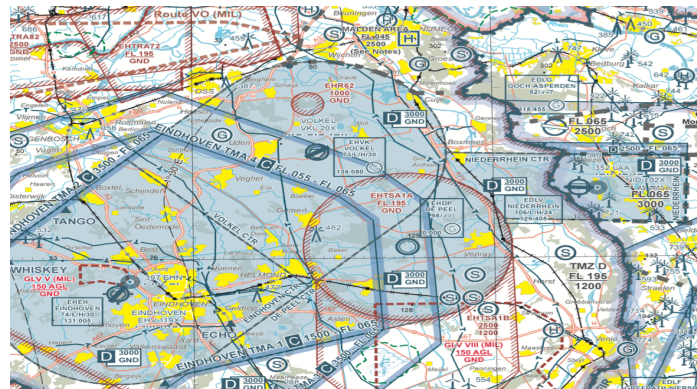
Voor een vergroting klik op de afbeelding



Afbeelding van Nico Bijl

Vliegveld Leeuwarden ligt in Nieuw Milligen TMA A. Het luchtruim waar de CTR in ligt is G tot 1500 ft en E vanaf 1500 ft. Wanneer de basis niet actief is, dan wordt de CTR tot 1500 ft luchtruim G en boven 1500 ft luchtruim E.

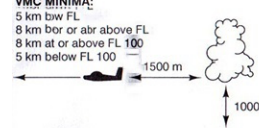
Wil je de CTR binnenvliegen dan moet je toestemming vragen aan de toren van Leeuwarden op 120.705 MHz. Wanneer de CTR niet actief is, dan is meestal de toren niet bezet en dan moet je aan DUTCH MIL Info 132.350 MHz melden dat je de CTR in gaat vliegen. Voordat de RMZ bij Leeuwarden mag worden gekruist dient dit te worden gemeld aan DUTCH MIL information, er hoeft geen toestemming te worden gevraagd. Dus is bijvoorbeeld EHLW gesloten, dan is de RMZ active. Voor binnenvliegen van de RMZ moet je dit melden aan DUTCH MIL info.



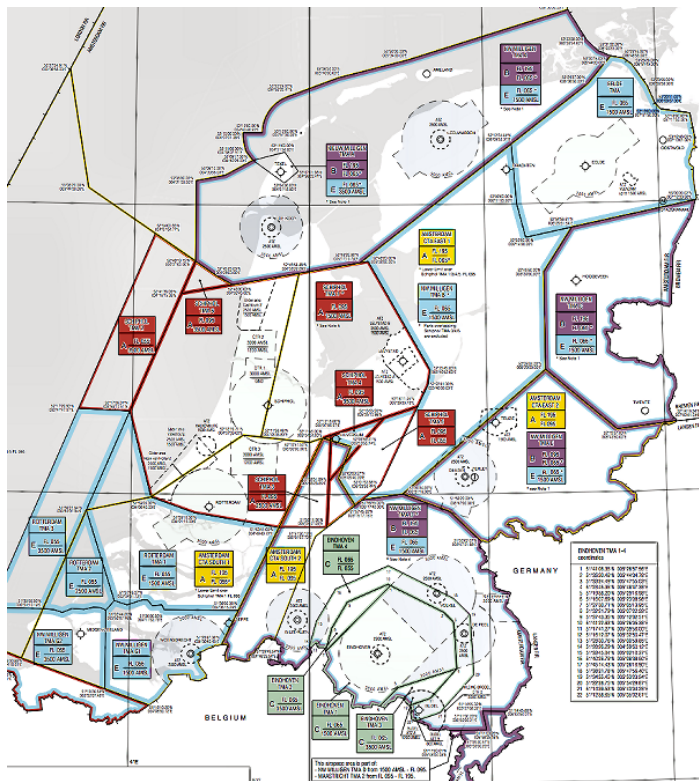
Voor het binnenvliegen van een RMZ geldt een meldingsplicht. Een RMZ neemt de luchtruimklasse aan van het omliggend luchtruim. De Eindhoven TMA 1 ligt voor een deel over de Volkel CTR/RMZ. Het deel van de Volkel RMZ onder de Eindhoven TMA 1 wordt tussen GND-1500ft klasse G en tussen 1500-3000ft klasse C. Dat betekent dat voor dat deel een klaring verplicht is. Het overige deel van de RMZ Volkel wordt klasse G onder de 1500ft en daarboven tot 3000ft klasse E.

Hieronder zijn stukken van het VFR-gedeelte klasse C, E, F en G gekopieerd van de ICAO-kaart The Netherlands. Dit zijn voor zweefvliegers de belangrijkste gebieden. De zichtvoorschriften in die gebieden moet je kennen. Let er ook op dat de zichtvoorschriften in het weekend anders zijn dan door de week.

9.3.3.4.2. Luchtruim klasse C VFR (visual flight rules)

SERVICES:	Air Air traffic control service ^a , VFR traffic information; traffic avoidance advice O/R.	Luchtruim klasse C is het luchtruim rondom vliegvelden zoals EHLW (Vliegbasis Leeuwarden).
SEPARATION:	VFR from IFR	Zweefvliegen in de CTR mag alleen na toestemming van de Toren (Leeuwarden Tower) of Dutch Mil.
VMC MINIMA: 5 km b/w FL 8 km b/w or abt above FL 8 km at or above FL 100 5 km below FL 100		Voordat het zweefvliegen begint meldt de DDI dit aan de toren en de toren geeft het door aan Dutch Mil. Na beëindiging van het vliegen wordt dit ook gemeld.
		VFR vliegverkeer wordt gescheiden gehouden van IFR-vliegverkeer.
		De minimale zichtvoorschriften zijn: onder FL (flight level) 100 moet het horizontale zicht minimaal 5 kilometer zijn en de vlieger moet horizontaal 1500 meter en vertikaal 300 meter (1000ft) verwijderd blijven van de wolken.
SPEED LIMITATION:	250 KIAS ^b below FL 100	Er geldt een maximale snelheid van: 463 km/h.
RADIO CAPABILITY:	Required	Een werkende radio is verplicht.
CONT TWO-WAY COM:	Required	Tweezijdige radio communicatie is verplicht
FLIGHT PLAN:	Required	Een vliegplan indienen is verplicht
ATC CLEARANCE:	Required ^a	Wie in de ATC wil komen moet toestemming krijgen.

9.3.3.4.3 Luchtruim klasse E VFR



(Klik op de kaart voor een vergroting)

SERVICES: Traffic information (as far as practical).

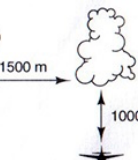
Luchtruim klasse E Een groot gedeelte van het luchtruim voor zweefvliegers behoort tot luchtruimklasse E.

SEPARATION: Not provided

Luchtverkeersinformatie wordt op verzoek verstrekt door bijvoorbeeld Dutch Mil.

VMC MINIMA:

8 km at or above FL 100
5 km below FL 100



IFR en VFR verkeer worden niet van elkaar gescheiden.
De minimale zichtvoorschriften zijn: onder FL (flight level) 100 moet het horizontale zicht minimaal 5 kilometer zijn en de vlieger moet horizontaal 1500 meter en verticaal 300 meter (1000ft) verwijderd blijven van de wolken.

SPEED LIMITATION: 250 KIAS[®] below FL 100

Er geldt een maximale snelheid van: 463 km/h.

RADIO CAPABILITY: Not required[®]

Radio-contact is niet verplicht.

CONT TWO-WAY COM: Not required[®]

Een vliegplan is niet verplicht.

FLIGHT PLAN: Not required

Je hebt geen toestemming nodig om een ATC binnen te vliegen.

ATC CLEARANCE: Not required

9.3.3.4.4 Luchtruimklasse F en 9.3.3.4.5 G

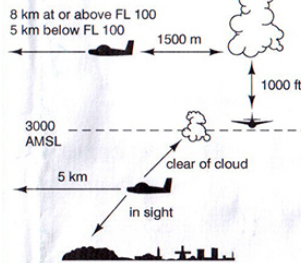
SERVICES: Flight information service if requested.

SERVICES: Flight information service if requested.

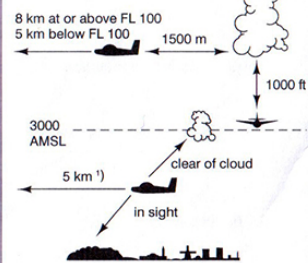
SEPARATION: Not provided

SEPARATION: Not provided

VMC MINIMA:



VMC MINIMA:



SPEED LIMITATION: 250 KIAS[®] below FL 100

SPEED LIMITATION: 250 KIAS[®] below FL 100

RADIO CAPABILITY: Not required[®]

RADIO CAPABILITY: Not required[®]

CONT TWO-WAY COM: Not required[®]

CONT TWO-WAY COM: Not required[®]

FLIGHT PLAN: Not required

FLIGHT PLAN: Not required

ATC CLEARANCE: Not required

ATC CLEARANCE: Not required

Klasse F komt in Nederland niet voor. Voor klasse F gelden dezelfde voorwaarden als voor klasse G.

Samengevat:

luchtruim klasse	C en D	E	G	
			boven 900 m AMSL	Op of beneden 900 m AMSL
afstand van de wolken	1,5 horizontaal, 0,3 verticaal			vrij van wolken en zicht op grond of water
zicht	5 km	5 km	5 km	1,5 km

De 300 m verticale afstand in luchtruimklasse C, E en G (boven 900 m), is bedoeld voor IFR-verkeer dat onder een wolk uit kan zakken.

Airspace restrictions: PROHIBITED (P), RESTRICTED (R) en DANGER AREAS (D)

Bestudeer ook de PROHIBITED, RESTRICTED en DANGER AREAS. Ze staan op de ICAO-kaart.

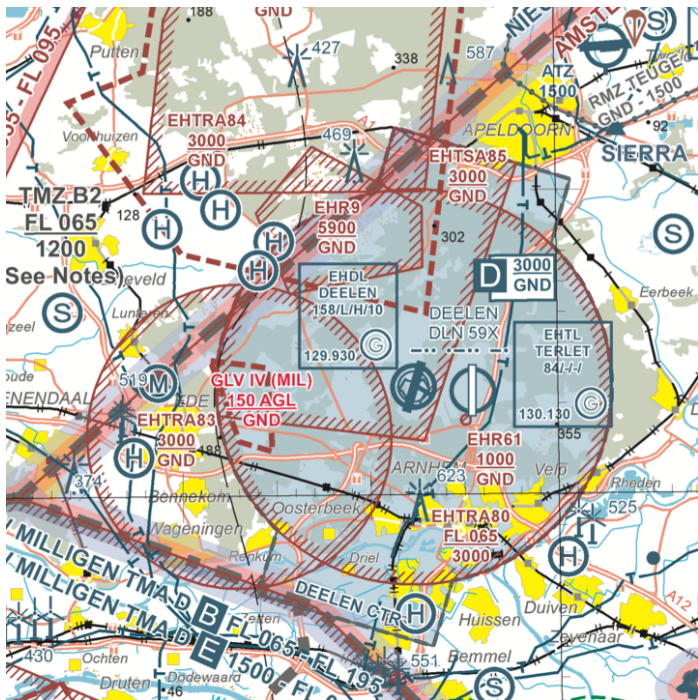
- **Prohibited Areas (EHPxx)**, zijn gebieden waar niet gevlogen mag worden, zoals bij koninklijke paleizen.
- **Restricted Areas (EHRxx)**, zijn gebieden waarvoor beperkingen gelden, meestal wegens militaire activiteiten. in de AIP kun je lezen wanneer ze actief zijn en of ze door NOTAM geactiveerd worden.
- **Danger Areas (EHDxx)**, zijn gebieden waar bijvoorbeeld geschoten kan worden. Of je daar mag vliegen en onder welke voorwaarden staat in de AIP (zie: <http://www.ais-netherlands.nl/aim/2018-09-27-AIRAC/html/index-en-GB.html>)

- **Temporary Reserved Airspace (EHTRA)**, zijn gebieden voor testvluchten en militaire oefeningen.
- **Temporary Segregated Area (EHTSA)** luchtruimte met vastgestelde begrenzungen, waarvoor reserveren van luchtruimte is vereist, voor het exclusief gebruik door specifieke gebruikers gedurende een vastgestelde tijdsperiode.
- **Tijdelijk Gebied met Beperkingen (TGB)** Het woord TGB komt regelmatig voor in NOTAM's. Bijvoorbeeld tijdens de Frisian Flag.

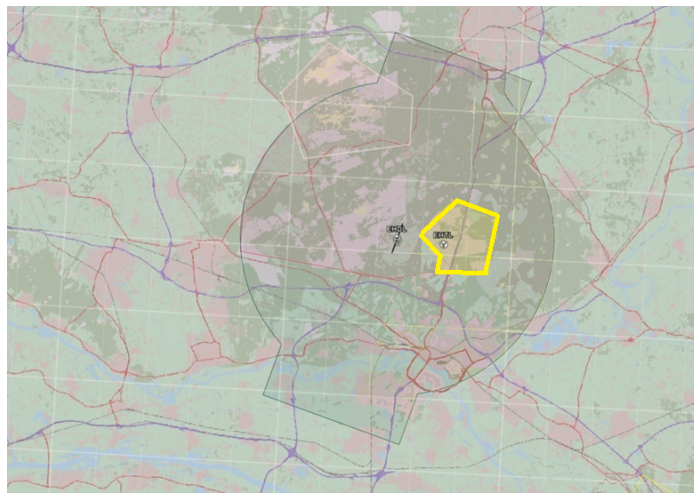
Enkele velden, zoals Veendam en Hilversum, hebben speciale regelingen voor het zweefvliegen. Deze regelingen gelden alleen voor de lokale club.

9.3.3.4.6. Terlet

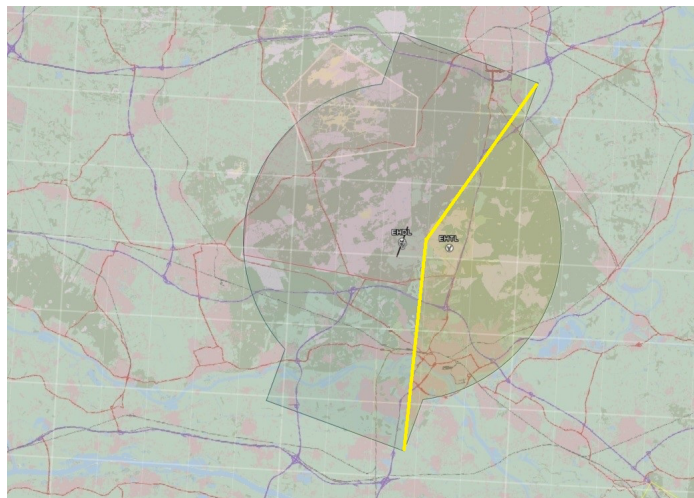
Terlet is het bekendste zweefvliegveld van Nederland. Veel zweefvliegers maken overlandsvluchten vanaf Terlet of komen er tijdens een overland langs.



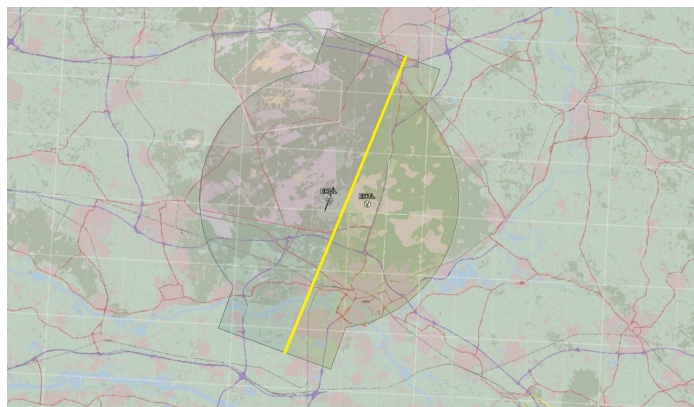
Bestudeer voor de vlucht het luchtruim van Terlet. Ben je van plan om daar te gaan vliegen of om daar te gaan landen, lees dan deze informatie: Luchtruim Terlet <http://www.terlet.nl/2016/operationele-data/sectoren-terlet>



Terlet sector 1



Terlet sector 2



Terlet sector 3

Je ziet [op het kaartje de Terlet sectoren 1, 2 en 3](#). De hoogte in sector 1 is: GND - 925 ft AMSL (± 282 m). In sector 2 en 3 van 925ft AMSL - 3000ft. Terlet ligt ongeveer 80 m boven de zeespiegel. De bovengrens van sector 1 en de ondergrens van sector 2 en 3 ligt dus op ± 200 m boven de grond (AGL).

Op Terlet wordt tijdens de briefing gezegd welke sectoren er open zijn. Dit wordt ook vermeld op het briefingbord op de startplaats. Wanneer Terlet de beschikking krijgt over de sectoren TERLET 1, 2 en 3, dan kun je alleen via de oostkant van Apeldoorn naar Terlet vliegen.

Wanneer je ruim boven de 915 meter kunt blijven, dan kun je over de CTR heen te vliegen. Wanneer je dit doet, hou dan een ruime veiligheidsmarge aan. Indien je een RT-bevoegdheid hebt, dan kun je DutchMil (132.350 Mhz) oproepen en toestemming vragen om binnen de CTR te mogen vliegen.

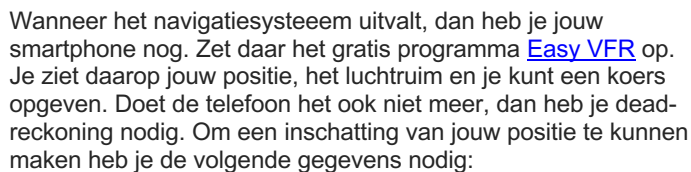
9.3.3.4.7. Notams

Bestudeer voor een overland ook altijd de notams (Notice to Airmen). Een notam is een bericht dat informatie bevat over een luchthaven of luchtruim, waarbij die informatie ofwel van tijdelijke aard is, ofwel nog niet bekend was bij het opmaken van vliegkaarten of bij het publiceren van luchthavengebonden boeken en publicaties. Een notam vertelt bijvoorbeeld of een landingsbaan tijdelijk gesloten is, of dat er onderweg obstakels zullen zijn, zoals parachutespringers. Voor elke vlucht moet een piloot voor het vertrek de notams opvragen van de luchthaven(s) die hij nodig zal of zou kunnen hebben.

Je vindt ze bijvoorbeeld op je smartphone als je de gratis app [Easy VFR](#) gedownload hebt. Verder staan ze op het internet. Zie bijvoorbeeld:

- <http://www.zweefvlieg.net/notam2014/>
- <http://www.vliegen.sietse.nl>

Dead reckoning (gegist bestek) is een navigatiemethode waarbij je aan de hand van de koers en de afgelegde afstand je positie bepaalt. Je houdt vanaf een bekend punt bij hoe lang je een bepaalde kant uit vliegt. Als de snelheid tijdens deze koers constant is, dan kun je berekenen hoe veel afstand je hebt afgelegd en waar je je bevindt. Bij overlandvliegen met een GPS zie je op de moving map precies waar je je bevindt. Dead reckoning heb je nodig voor het geval het navigatiesysteem uitvalt.



- Om een goede plaatsbepaling te kunnen maken moet je tijdens

Noteer voor de vlucht de verwachte kaartkoers, vliegkoers, windrichting, reissnelheid en houdt tijdens de vlucht bij wat de werkelijke gegevens zijn. Hoe je de vliegkoers en de reissnelheid per vliegbeen moet berekenen, lees je bij paragraaf 9.5 (Navigatie tijdens de vlucht). In de praktijk is de vliegkoers nooit precies in te schatten. Controleer tijdens het vliegen of je een grotere of kleinere opstuurhoek aan moet houden.

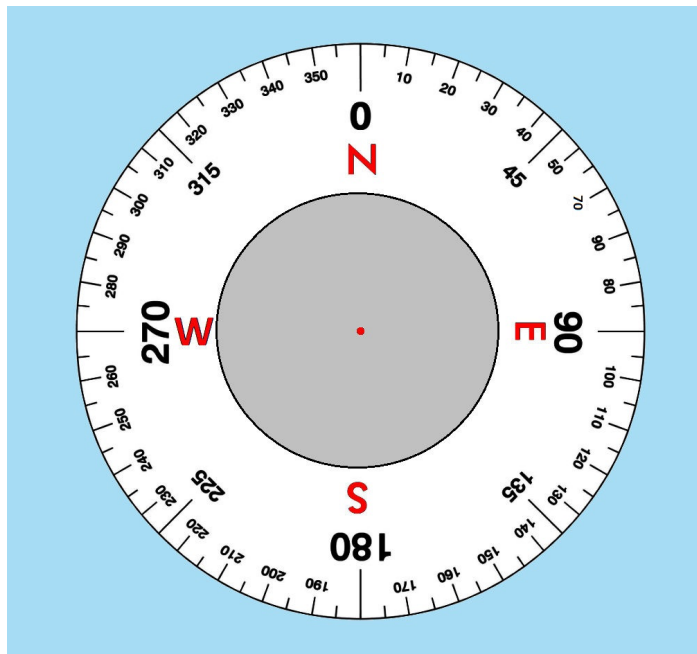
	1 ^e BEEN THEOR.	1 ^e BEEN PRAKT.	2 ^e BEEN THEOR.	2 ^e BEEN PRAKT.	3 ^e BEEN THEOR.	3 ^e BEEN PRAKT.
kaart koers						
wind richt						
wind snelh.						
vlieg koers						
afst. km						
grond snelh.						
vlieg tijd						

Een **geleidelijn** is een rivier, kanaal of autoweg die ongeveer evenwijdig met de kaartkoerslijn loopt. De IJssel of de Maas zie je van een grote afstand. Wanneer je door het thermieken van je koerslijn wegdrijft kun je met behulp van zulke lijnen je toch goed oriënteren.

Opvanglijnen zijn kenmerken die je dwars op je koerslijn moet tegenkomen. Langs welke kanalen, autowegen, spoorlijnen, steden, vliegvelden en bossen kom je? Autowegen zijn heel duidelijke kenmerken. Ze zijn over grote afstanden door hun breedte duidelijk te volgen. Vooral een klaverblad zegt je precies waar je bent. Ook een knik in de autoweg geeft je een duidelijke aanwijzing en verder natuurlijk al de wegen die een autoweg kruisen. Spoorlijnen zijn veel moeilijker te herkennen (vooral enkel spoor) Ze steken door hun kleur niet scherp af en ze vallen vaak pas op als ze een weg of kanaal kruisen. Kanalen en rivieren zijn prima herkenningspunten. Meren en plassen die op de kaart staan, zijn ook duidelijk op de grond te herkennen. Kleine steden en kleine plassen staan niet altijd op de kaart. Je moet dus niet elke stad of plas die je op de grond ziet op de kaart opzoeken, maar net andersom, wat je op de kaart ziet op de grond proberen te herkennen. Zweefvliegvelden zijn, als ze niet in gebruik zijn, moeilijk te vinden. Let dus vooral op dingen die je volgens de kaart daar in de buurt moet zien. Vaak ontdek je het eigenlijke landingsveld pas als je er vlak bij bent. Bestudeer bij een overlandvlucht naar een voor jou onbekend zweefvliegveld, altijd goed de kaart van dat gebied en vraag andere zweefvliegers naar markante herkenningspunten. Andere vliegvelden, vooral die met een verharde baan, zijn meestal goed te herkennen. Bekijk op de kaart aan welke kant van een stad je het veld moet zoeken. Op de vliegkaart staat de richting van de baan (banen) en de radiofrequentie. Als je van plan bent om daar een landing te gaan maken, meld je dan via de radio en vraag om landingsinformatie.

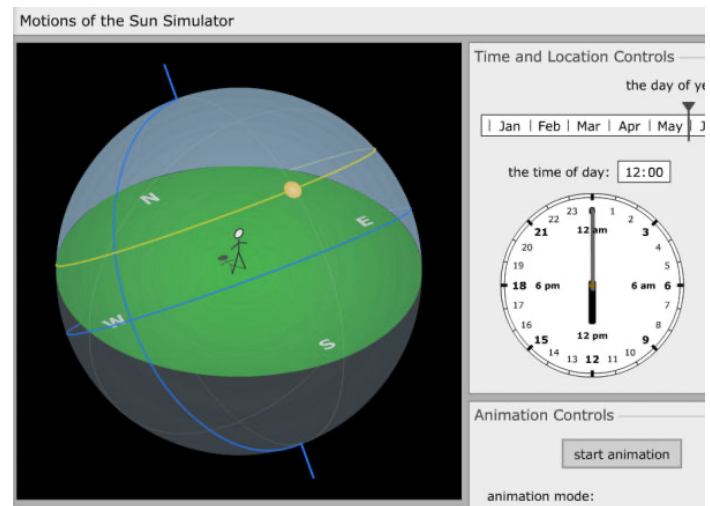
Wat te doen bij verdwalen

Mocht het voorkomen dat je tijdens het vliegen niet meer weet waar je zit, blijf dan gewoon op de voorgenomen vliegkoers doorvliegen. Let vooral op de herkenningspunten zoals autowegen, kanalen, rivieren, meren, steden. Je moet langs deze punten komen. Ga niet op je gevoel naar links of rechts vliegen om je positie weer terug te vinden, want daardoor wordt de kans kleiner dat je weer herkenbare punten vindt. Soms komt het voor dat je tijdens het draaien volledig het richtinggevoel kwijt bent. Zolang je draait heb je niets aan je bolkompas.



Plaats zon Om te voorkomen dat je volledig de verkeerde kant uit steekt kun je tijdens het vliegen van elk been rekening houden met de plaats van de zon. Je hebt dan steeds een aanwijzing of je ongeveer de goede kant uitsteekt. De zon staat

bij zomertijd in Nederland om ongeveer half twee op z'n hoogste punt. Dan staat de zon in het zuiden. De plaats waar je de zon ziet verschuift elk uur 15° aan de horizon. Om ongeveer half vijf staat de zon in het zuidwesten.



Op <http://astro.unl.edu/naap/motion3/animations/sunmotions.swf> staat een animatie waarop je kunt zien waar je op aarde op een bepaalde tijd en datum de zon ziet en welke kant de schaduw uitwijst. De animatie toont de zon om twaalf uur in het zuiden, voor Nederland moet je daar zomers (zomertijd) anderhalf uur bijtellen.

Windrichting Onthoud tijdens de vlucht ook steeds de windrichting en aan welke kant van de wolk het stijgen bij de vorige wolk zat. Je kunt de windrichting zien aan windmolens en rookpluimen. De windrichting heb je steeds nodig om zo snel mogelijk de thermiek bij een volgende wolk te vinden. Meestal zit het stijgen aan de wind-zon-zijde.

De windrichting en sterkte heb je ook nodig om je reissnelheid te schatten. Vlieg je sinds je laatste bekende punt een kwartier tegen de wind dan heb je veel minder afstand afgelegd dan met wind mee.

Hoe harder het waait hoe lager je totale reissnelheid. Bij een reissnelheid van 60 km/h leg je zonder wind 120 km af in 2 uur. Vlieg je vandaar terug dan ben je weer 2 uur onderweg. Je totale reistijd is dan 4 uur. Met 20 km/h tegenwind doe je over het eerste been van 120 km drie uur want je reissnelheid is nu 40 km/h (60 km/h - 20 km/h). Terug vlieg je met een reissnelheid van 80 km/h (60 km/h + 20 km/h) en dan doe je er anderhalf uur over. Je reistijd is dan 4 en een half uur.

9.5 Navigatie tijdens de vlucht

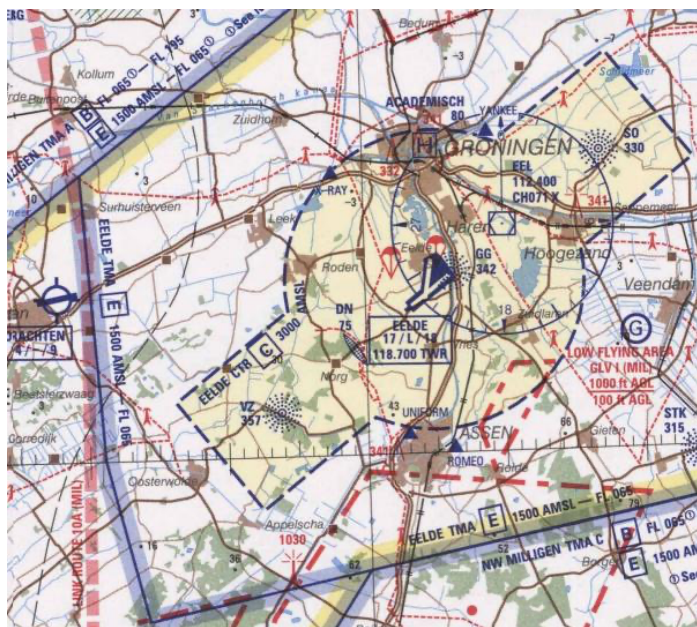
9.5 Navigatie tijdens de vlucht

9.5.1 Praktisch kaartgebruik

9.5.2 Gebruik van vluchtcomputers

9.5 NAVIGATIE TIJDENS DE VLUCHT

Voor overlandvluchten gebruik je een recente ICAO-kaart 1:500.000. Let goed op verboden gebieden. Wanneer je tijdens een wedstrijd maar heel even in de rand van een verboden gebied komt dan geldt dat als een buitenlanding. Die verboden gebieden staan namelijk niet voor niets op de kaart.



Op deze kaart zie je dat de Eelde TMA tot luchtruimklasse E behoort. Je mag er in zweefvliegen tot FL65, dus tot 1981 m. als de hoogtemeter is ingesteld op 1013. De Eelde CTR is voor zweefvliegers zonder RT altijd verboden gebied tot 3000 ft. Dat is 914 m boven zeeniveau. De wolkenbasis moet wel heel hoog gaan, wil je daar veilig overheen kunnen vliegen. Grote verkeers toestellen kun je in de lengte van de CTR verwachten. Kijk dus ook in die gebieden buiten de CTR extra uit. Verder zie je op de rand van de CTR vier driehoekjes staan met de woorden UNIFORM, ROMEO, YANKEE en X-RAY. Via die punten wordt VFR-verkeer via de toren naar het veld of juist vanaf het vliegveld geleid. Kijk daar extra goed uit.

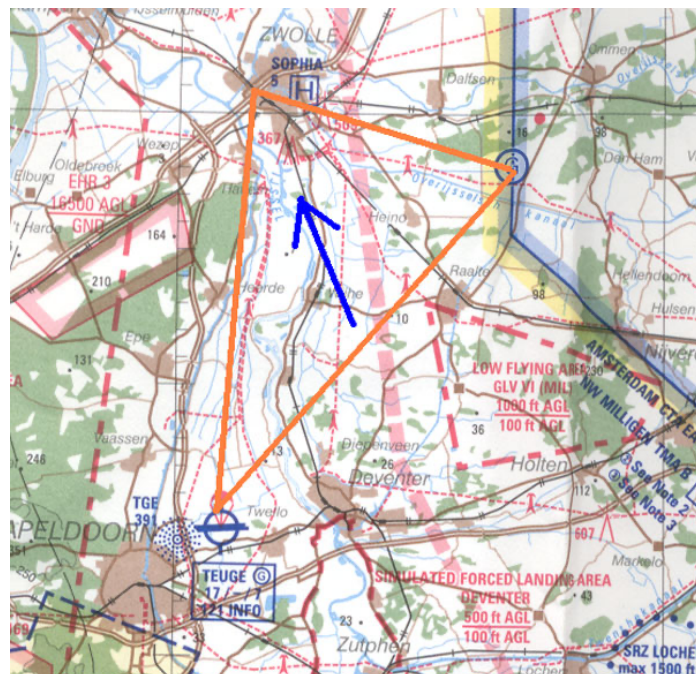
9.5.1 Praktisch kaartgebruik

Het uitzetten van de overlanddriehoek doe je met liniaal en potlood of nog gemakkelijker en duidelijker door heel smal zwart tape op de kaart te plakken. Dit tape met een breedte van ± 1 mm koop je in een elektronicazaak. Na de vlucht verwijder je dat weer zodat de kaart netjes blijft. Hieronder volgt een voorbeeld van een overland driehoek met de motorzwever vanaf Salland. We gaan uit van de volgende gegevens:

- 1 Salland -> Zwolle -> Teuge -> Salland
- 2 windrichting: 160°
- 3 windsterkte: 12 kn.
- 4 vliegsnelheid MZV 120 km/h
- 5 variatie 1° east

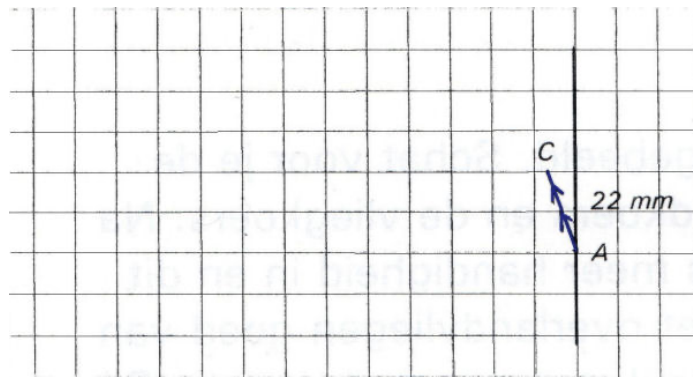
Na enig tekenwerk, of door één van de overlandcomputer-programma's te gebruiken, krijg je de volgende gegevens:

Koers	Drift	Var.	Vliegkoers	Afstand	Vliegtijd
Salland-> Zwolle					
280	-9	1°	273°	19 km	9 min.
Zwolle -> Teuge					
180	-4	1°	178°	29 km	18 min.
Teuge -> Salland					
37	9	1°	48°	32 km	15 min.
totaal				81 km	42 min.



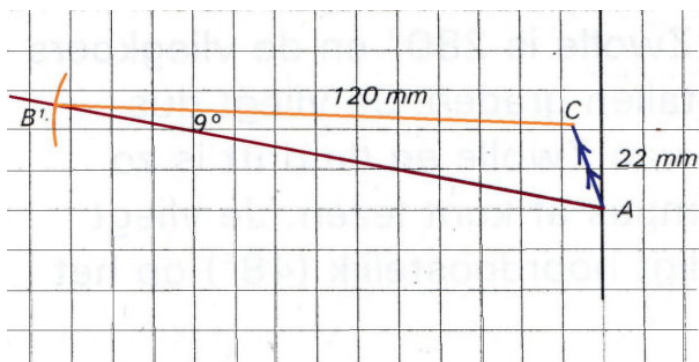
Winddriehoek

Een winddriehoek bereken je het snelst met een computerprogramma. Maar je moet het ook kunnen tekenen. Daarvoor gebruik je ruitjespapier (5 mm of 10 mm), een graden driehoek en een passer.

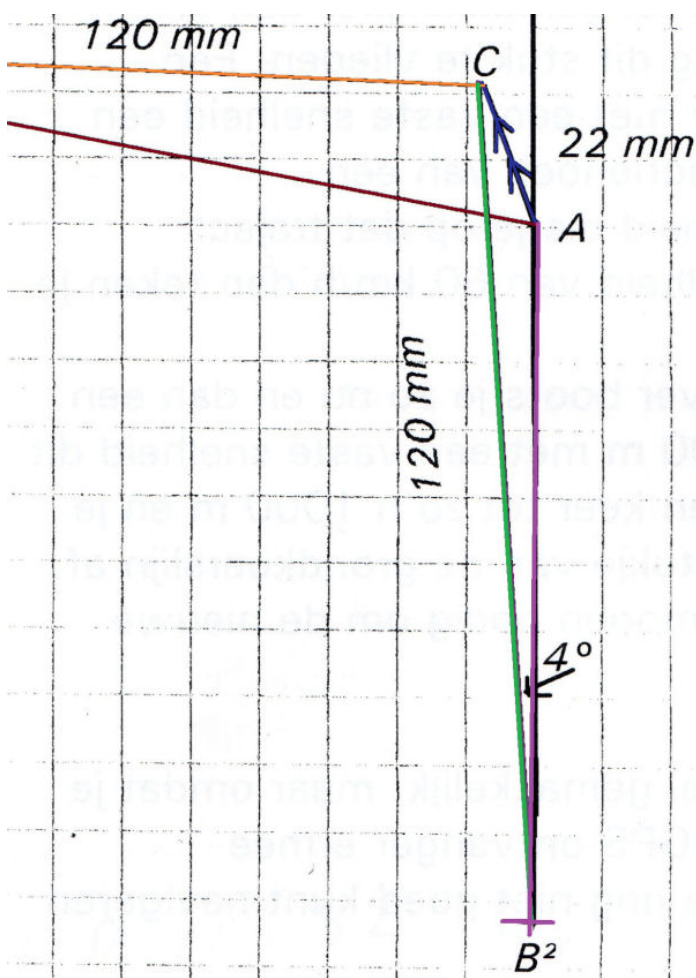


Zet op je papier eerst een lijn noord - zuid. Zet ergens op die lijn een punt (hier punt A). Zet nu de windrichting met een pijl erop. De wind komt uit richting 160° en waait dus naar $(160^\circ + 180^\circ) = 340^\circ$.

Zet nu richting 340° een lijn. De windsterkte is 12 knopen. Daar maak je km/h van $(12 \times 1,8 = 22 \text{ km/h})$. Voor elke km/h teken je op de lijn 1 mm. De lijn wordt dus 22 mm lang. Hier plaats je punt C.



Nu zet je een lijn met de grondkoers van 280° op de kaart. Je vliegt 120 km/h en ook hier neem je voor elke km/h 1 mm . Vanuit C cirkel je 120 mm naar de lijn van de grondkoers (punt B'). Verbind C met B' . De hoek (bij B') die je nu krijgt is de drift of opstuurhoek. Meet met de gradendriehoek de opstuurhoek (9°). Je waait richting punt C dus je moet de drift van 280° aftrekken. De vliegkoers wordt dan 271° min 1° variatie is 270° . De grondsnelheid kun je nu meten (lijn $AB' = 129,5 \text{ mm} = 129,5 \text{ km/h}$)



Je kunt dezelfde tekening ook gebruiken om de volgende benen uit te rekenen. Vanuit punt A zet je nu het traject Zwolle Teuge op het papier (A is nu dus Zwolle).

De grondkoers is 180° en ook hier vlieg je 120 km/h dus weer een lijn van 120 mm vanuit punt C. Je krijgt nu punt B^2 . Verbind je C met B^2 dan krijg je weer de opstuurhoek. Meet je AB^2 dan weet je de grondsnelheid (99 km/h). Op dezelfde manier kun je ook het traject Teuge Salland berekenen.

De koers leren te schatten

Op de ICAO-kaart zie je de route afgebeeld. Schat voor je de

berekeningen maakt steeds de grondkoers en de vliegkoers. Na een aantal keren krijg je daar steeds meer handigheid in en dit schatten komt je in de praktijk bij het overlandvliegen goed van pas. Zet midden in de driehoek een pijl met de windrichting. Bij een eventuele buitenlanding moet je de windrichting kennen. De grondkoers vanaf Salland naar Zwolle is 280° en de vliegkoers 271° . Een kompas geeft alleen tientallen graden. Je vliegt dus richting 27. Teuge ligt vrijwel zuid van Zwolle en de drift is zo klein dat je die toch niet op het kompas af kunt lezen. Je vliegt dus op het kompas 18 en Salland ligt noordoostelijk (48°) op het kompas 05.

Met de motorzwever navigeren is veel gemakkelijker dan al thermiekend met een zweefvliegtuig dit stuk te vliegen. Een motorzwever kan dankzij z'n motor met een vaste snelheid een vaste koers vliegen. Voor een winddriehoek van een zweefvliegtuig neem je de reissnelheid die je op dat traject verwacht. Verwacht je een reissnelheid van 60 km/h dan teken je een lijn van 60 mm . Op deze vlucht met een motorzwever boots je zo nu en dan een zweefvlucht na. Je gaat niet op 400 m met een vaste snelheid dit driehoekje vliegen, maar je klimt een keer tot zo'n 1000 m en je gaat opzettelijk zo nu en dan een stukje van de grondkoerslijn af. Dan heb je weer je inschattingsvermogen nodig om de nieuwe koers te bepalen.

Met een GPS-ontvanger wordt alles heel gemakkelijk, maar omdat je ook moet kunnen navigeren als de GPS-ontvanger er mee ophoudt, vlieg je hier zonder. Als je nog niet goed kunt navigeren moet je geen GPS gebruiken.

Tijdens het draaien in de thermiek heb je niets aan een bolkompas. Je zult echt niet de eerste zijn die de thermiekbol verlaat en aanvankelijk een totaal verkeerde koers vliegt en pas na een paar bochten weer op de juiste koers terecht komt. Onthoud daarom de plaats van de zon of markante punten aan de horizon op elk van de benen. Onthoud het volgende: Moet je naar een koers die rechts op de kompasroos staat, dan verleg je het zweefvliegtuig naar links en omgekeerd. Dit is even wennen. Door de draaifout van het kompas zie je pas, nadat je het vliegtuig weer horizontaal gelegd hebt, het resultaat van het verleggen.

Tijdens je eerste been zie je waarschijnlijk aan de rechterkant een spoorlijn en de Vecht en links hoogspanningsmasten. Wanneer je één van deze kenmerken ziet dan vergelijk je die met je koerslijn en bepaal je of je de vliegkoers moet bijstellen.

Op het tweede been verdraai de kaart zo, dat Teuge van je af ligt. Je ziet dus alles op de kaart op zijn kop. Dit is wennen, maar het blijkt na enig oefenen voor de meeste zweefvliegers toch makkelijker te zijn. Het navigeren op het tweede been lijkt, op de kaart gezien, niet moeilijk. Rechts moet de autoweg Zwolle Apeldoorn zichtbaar zijn en links de kronkelende IJssel. Aan de bochten in de IJssel kun je goed zien hoe ver je op het tweede been gevorderd bent. Ook Apeldoorn zal in de verte wel te zien zijn. Steden (vooral als ze in de zon liggen) zijn meestal al van verre zichtbaar, maar soms valt dit tegen en is zelfs een grote stad toch zeer slecht zichtbaar als die precies in de schaduw van een grote wolk ligt.

Boven vliegveld Teuge kan het druk in de lucht zijn. Soms worden er bovenwinds para's gedropt, er is een zweefvlieg- en een motorvliegcircuut. Houd hier rekening mee. Kijk extra goed uit, vlieg boven de 500 m en blijf op een behoorlijke afstand van het centrum van het veld verwijderd.

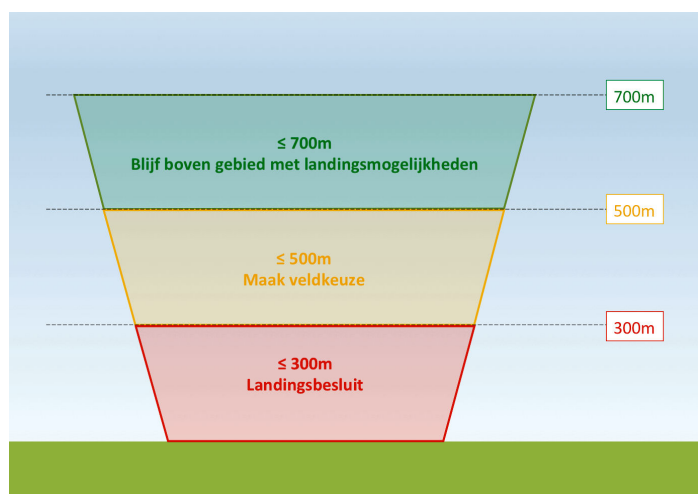
Voor de vlucht heb je de kaartkoers, de opstuurhoek en de vliegkoers berekend. Bij het berekenen van de opstuurhoek ga je uit van de te verwachten reissnelheid op dat betreffende been. In de praktijk is de vliegkoers nooit precies in te schatten.

Controleer tijdens het vliegen of je een grotere of kleinere opstuurhoek aan moet houden. De 1 op zestig regel kan je daarbij helpen. De 1 op 60 regel houdt in dat wanneer je tijdens een overland na 60 km, 1 km naast je koers zit, dat je dan 1 graad in de andere richting moet corrigeren. Dan vlieg je weer parallel aan je oorspronkelijke kaartkoers. Om terug te keren naar je kaartkoers moet je 2 graden corrigeren. Dat betekent dus ook dat wanneer je na 30 km vliegen 3 km naast je koers zit, dat je dan een koersafwijking van 6° hebt. Om terug te keren naar je oorspronkelijke kaartkoers moet je dan 12° corrigeren.

Tijdens het zweefvliegen volg je zelden exact de vliegkoers, maar houd je rekening met de cumuluswolken die je links en rechts daarvan ziet. Wanneer je de keus hebt tussen links en rechts dan kies je de wolken die aan kant liggen waar de wind vandaan komt. Bij wind van rechts kies je dus het pad dat via de rechter wolken gaat.

- Zoek vooral naar wolken die zo dicht mogelijk op je koers liggen en vooral aan de windzijde.
- Je mag zo'n 10° tot 30° afwijken om wolken te volgen. Liggen ze verder dan 30° van je vliegkoers verwijderd, dan zal alleen een wolkenstraat nog winst in reissnelheid opleveren.
- Thermiekbellen tussen 45° en 90° van je koerslijn pak je alleen als het niet anders kan, omdat je bij het aanhouden van de koerslijn er onder uitzakt.
- Terugvliegen levert haast altijd verlies op.
- Als je zowel links als rechts van je vliegkoers keus hebt: neem dan de bellen die aan de windzijde liggen.

Beslissingstrechter Wanneer je lager komt te zitten, houd je dan aan de beslissingstrechter.



Boven 700 m thermieken

Boven de trechter gebruik je al je aandacht om nieuwe thermiek te zoeken. Hoe lager je komt hoe meer je de aandacht moet verplaatsen van thermieken naar het zoeken van een geschikt landingsgebied.

700 m geschikt gebied

Vlieg je in het bovenste stuk van de trechter, dan zet je koers naar een gebied met mogelijke geschikte landingsvelden. Je blijft naar thermiek zoeken, maar er moeten wel geschikte landingsvelden beschikbaar zijn, dus niet meer midden boven steden blijven vliegen! In deze fase moet je vaststellen:

- 1 de windrichting
- 2 de windsterkte
- 3 welke geschikte landingsvelden zijn bereikbaar

500 m veldkeuze

In dit deel van de trechter is je zoekruimte naar thermiek, net zoals wanneer je op het vliegveld van de lier afkomt, beperkt. Je neemt nu eerst de volgende beslissingen:

- landingsveld kiezen
- het landingscircuit bepalen

300 m landingsbesluit

Vind je geen nieuwe bel en zak je naar 300 m dan neem je definitief het besluit om te landen. Je gebruikt al je aandacht om een goede landing te maken en let niet meer op mogelijke thermiek. Kies de beste van de mogelijke velden en zorg ervoor dat je dit veld niet meer uit het oog verliest. Dus:

- A landingsbesluit
- B het circuit vliegen

9.5.2 Gebruik van vluchtcomputers

Vroeger werd voor wedstrijdvluchten en voor een prestatie voor een zweefvliegbrevet een barograaf voor de hoogte en een fototoestel voor het fotograferen van de keerpunten gebruikt. Tegenwoordig worden vluchtcomputers gebruikt. Een vluchtcomputer registreert de GNSS-positie en hoogte (GNSS staat voor Global Navigation Satellite System). De hoogtes en de posities worden tijdens de vlucht in een log-bestand opgeslagen. De interval waarmee geregistreerd wordt, is meestal instelbaar, bijvoorbeeld om de 4 seconden. Na afloop van een vlucht kan de vlucht geanalyseerd worden en kan het bestand opgestuurd worden voor aanvraag van een vliegbrevet.

Bij wedstrijden en prestatievluchten mogen voor de registratie van de vlucht alleen die vluchtcomputers worden gebruikt die toegelaten zijn door de IGC (International Gliding Commission).

Na de vlucht moet de vluchtcomputer op de juiste manier worden gestopt, anders kan hij niet goed uitgelezen worden.



De eerste vluchtrecorders waren nog vrij eenvoudig. De vlucht werd gelogd en er konden opdrachten in worden gezet. De GNSS-gegevens van de vluchtrecorder kunnen ook gebruikt worden voor een navigatie-computer met een moving mapsysteem. In zo'n programma kun je de geplande overland zetten.



Het navigeren wordt daardoor veel eenvoudiger. De vliegkaart wordt daardoor tijdens de vlucht veel minder gebruikt en je kunt meer tijd besteden aan het naar buiten kijken en de beste thermiek zoeken.

9.6 GPS

9.6. GPS

9.6.1 Werkingen principes van het GPS-systeem

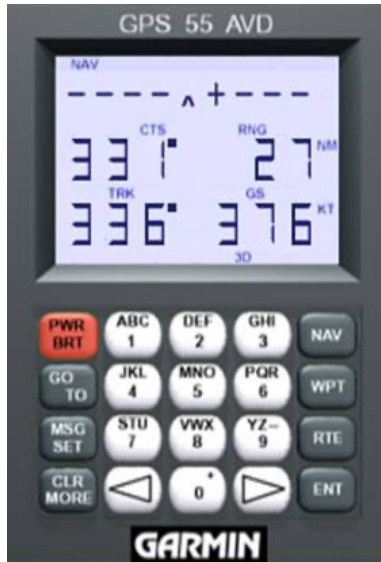
9.6.2 Gebruik van GPS

9.6 GPS

Een GPS vertelt je waar je bent. Navigatiesystemen gebruiken die positiebepaling en met behulp van een digitale kaart wijzen ze de richting aan van plaatsen waarvan de locatie in het geheugen van de computer bekend is.

Bij zweefvliegnavigatie is een GPS niet meer weg te denken.

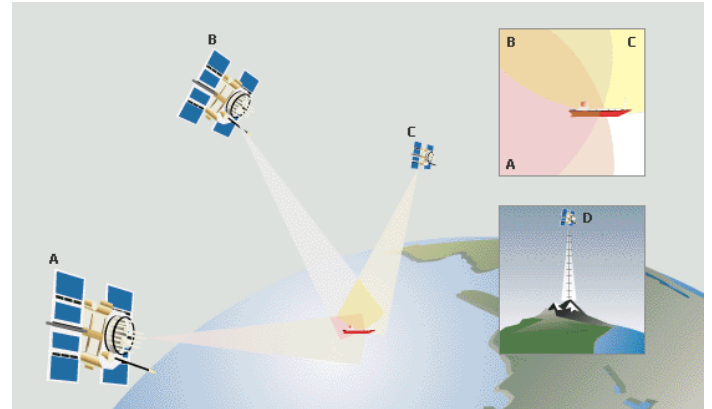
Naar het kompas kijken, steeds de vinger op de kaart houden en constant berekeningen maken, al die handelingen worden nu voor je uitgevoerd.



Zweefvliegers kennen al jaren voor de komst van de Tom Tom de enorme voordelen van een GPS. Eén van de eerste GPS-en was de Garmin 55. Een geweldige hulp bij het overlandvliegen. Momenteel verkoopt Garmin veel betere, goedkopere en kleinere GPS-apparaten. Je kunt ze zelfs als horloge krijgen. GPS betekent Global Positioning System. Dus wereldwijd positiebepaling systeem. Het systeem bestaat momenteel uit 24 operationele satellieten, plus enkele reserve, die in een baan om de aarde draaien.

9.6.1 Werkingen principes van het GPS-systeem

Die satellieten zenden gegevens uit waarmee jouw GPS ontvanger de positie van de satelliet kan vaststellen. Een GPS is dus een soort radio. Hij zoekt uit welke van de 24 satellieten hij kan ontvangen en aan de hand van het tijdssignaal rekent hij uit hoe ver hij van die satelliet verwijderd is. Zodra hij vier of meer satellieten ontvangt, weet de GPS-ontvanger waar hij zich op of boven de aarde bevindt.



De satellieten volgen allemaal een andere baan om de aarde op een hoogte van ongeveer 20.000 km. Wanneer je de afstand kent van jouw positie ten opzichte van drie bekende punten, dan kun je je eigen positie berekenen. Op deze afbeelding zie je de satellieten A, B en C. De GPS ontvanger, aan boord van het schip, meet hoelang het signaal onderweg is. Zo berekent hij de afstand tot deze drie satellieten. Bij drie satellieten kan de GPS de positie van het schip bepalen. Dat is namelijk het punt waar de drie cirkels elkaar kruisen. Er 4 satellieten nodig om een 3D positie te vinden en een zgn. tijdfout op te lossen. Dat is op de afbeelding weergegeven met satelliet D. Hoe meer satellieten een GPS ontvangt, hoe exacter de positiebepaling..



Sinds 1995 werkt dit systeem voor het Amerikaanse leger en kunnen ook de burgers er gebruik van maken. In het begin zond het Amerikaanse leger met opzet een fout in het signaal uit waardoor de GPS-ontvanger minder nauwkeurig was. Sinds 2002 is die fout er uit en is de GPS vrij nauwkeurig. In ieder geval nauwkeurig genoeg voor zweefvliegers.

De Russen hebben hun eigen systeem en dat noemen ze GLONASS. De Chinezen hebben BEIDOU ontwikkeld. Europa is

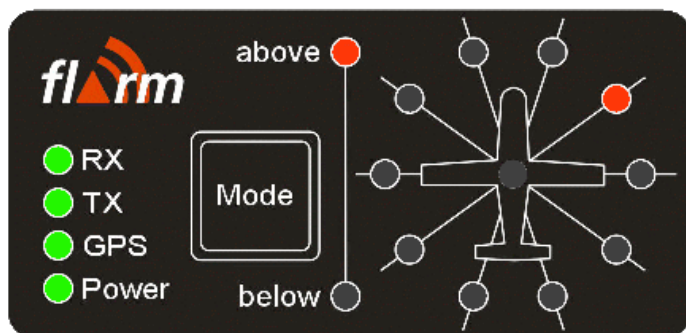
momenteel bezig om ook een eigen GNSS-systeem (Galileo) op te bouwen. Het moet in 2020 operationeel zijn met 30 satellieten.



9.6.2 Gebruik van GPS

Tegenwoordig kun je de GPS-positiebepaling koppelen aan een moving map-programma. See You en Winpilot maken hele fraaie. Maar ook een gratis programma zoals GPS-LOG of XCSOar vertellen je precies wat je wilt weten. Dit biedt grote voordelen. Je ziet in een oogopslag waar je je bevindt en de GPS waarschuwt je wanneer je verboden gebieden nadert. Daarnaast werken deze programma's als een logger. Ze maken namelijk een IGC-bestand, waardoor je later je vlucht nog een keer op de computer kunt analyseren.

Vroeger werden er bij wedstrijden keefoto's gemaakt. Met het maken van die foto's verloor je vaak veel hoogte en tijd. Met de GPS is dat verleden tijd. Veel zweefvliegers hebben er twee aan boord. Mocht de ene uitvallen dan logt de ander gewoon door. Voor de wedstrijd heb je dan een reserve log-bestand en tijdens het vliegen weet je dan dat de kans dat beide apparaten uitvallen wel heel erg klein is.



De ontwikkeling van de GPS gaat elk jaar verder. Sinds 2006 vliegen in Nederland de eerste zweefvliegtuigen met Flarm. Flarm waarschuwt voor andere zweefvliegtuigen of lichte motorvliegtuigen en voor obstakels in het landschap. Behalve een gevoelige GPS ontvanger heeft Flarm een kleine zender/ontvanger aan boord waarmee iedere seconde diens positiegegevens worden uitgezonden met een bereik van zo'n twee á drie kilometer.

Andere vliegtuigen die met een Flarm-systeem zijn uitgerust en binnen bereik zijn, berekenen aan de hand van de ontvangen signalen of er een gevaarlijke situatie ontstaat en zo ja dan waarschuwt Flarm optisch en akoestisch, zowel naar richting als naar afstand en ook naar hoogteverschil. Ook waarschuwt Flarm voor vaste objecten op de grond zoals kabels, masten, torens enzovoort.



Flarm kan ook weer gekoppeld worden aan een navigatieprogramma zoals See You. Dan heb je de hele navigatie op één scherm. Komt er een kist met flarm bij jou in de buurt dan geeft het een akoestische waarschuwing. Op het scherm verschijnt dan bovendien een mededeling zoals je hier op de afbeelding ziet.



Op deze S80-vario zijn de zweefvliegtuigen die een flarm hebben, binnen een straal van 2 km, zichtbaar.

Naar buiten kijken

Naar buiten kijken is en blijft de belangrijkste veiligheidsregel. Bestudeer de kaart voor de vlucht en niet tijdens de vlucht. Zorg ervoor dat je op de grond hebt uitgezocht hoe de vluchtcomputer of de elektronische variometer werkt. Zo'n S80 die je hierboven ziet, is een instrument met veel mogelijkheden. Het duurt wel even voor je daar op thuis bent. Verken zo'n instrument op de grond net zo lang tot je alles snel kunt vinden. Lang op de kaart kijken of tijdens de vlucht uitzoeken hoe de boordcomputer werkt, is vragen om moeilijkheden. Oefen op de grond hoe alles werkt. Hoe vind je met jouw vluchtcomputer het dichtstbijzijnde vliegveld, hoe zet je het geluid van de vario luider, enzovoort. LX-NAV levert een simulatorprogramma waarmee je thuis op de computer het instrument kunt verkennen. Wanneer je een overland goed hebt voorbereid en alles goed hebt ingesteld dan hoeft je tijdens de vlucht niet of nauwelijks aan de instrumenten te komen. Je vliegt veel veiliger en je geniet meer van je overland en het schitterende uitzicht.

9.7 GEBRUIK VAN ATS (AIR TRAFFIC SERVICE)

Flight Information Service is een Informatiedienst voor vliegtuigen in de vlucht. Zo heb je in Nederland DUTCH MIL Info en Amsterdam Information die VFR vliegers advies geven over zaken zoals het luchtverkeer, het weer en de status van je vliegplan. Bij een vlucht waarbij luchtverkeersleiding wordt gegeven dient er een vliegplan ingediend te worden. Een vliegplan is een door ICAO vastgesteld invulformulier waarop de vlieger aangeeft welke vlucht hij van plan is te gaan maken. Voor motorzweefvliegers is een vliegplan nodig voor het opstijgen van of het landen op een gecontroleerd luchtvaartterrein. Ook bij vluchten waarbij de motorzwever van het ene land naar het andere vliegt. Dit moet minstens 60 minuten voor vertrek worden ingediend. Een vliegplan wordt voor vertrek of tijdens de vlucht ingediend bij een luchtverkeersdienst. Zie 7.4 ICAO-vliegplan: <https://www.zweefvliegopleiding.nl/index.php/7-4-vliegplan>

Zweefvliegers vallen onder VFR-verkeer en vliegen meestal in ongecontroleerd luchtruim. Wanneer het verticale en horizontale zicht voldoende zijn en er ook voldoende afstand tot de wolken gehouden kan worden, gelden de Visual Meteorological Conditions (VMC) (zichtvliegomstandigheden) en kan gevlogen worden volgens de Visual Flight Rules (zichtvliegvoorschriften).

Een VFR-vlieger is zelf verantwoordelijk voor de separatie met ander vliegverkeer. Hier geldt het **See-and-Avoid-principe** (zien en ontwijken). In het luchtruim waar zweefvliegers mogen vliegen, komt IFR- en VFR-verkeer voor.

Het kan voor zweefvliegers wel handig zijn om DUTCH MIL op te roepen en dan bijvoorbeeld te vragen of een CTR actief is of niet. Wanneer een CTR niet actief is dan is het een RMZ-gebied met luchtruimklasse G en E waar je in mag komen als je uitluistert op de frequentie van bijvoorbeeld DUTCH MIL (Zie: Luchtvaartwetgeving en [dan bij 1.7](#)).

Een motorzwever die bijvoorbeeld van Drachten naar Teuge vliegt kan zich ook aanmelden bij DUTCH MIL Info. De verkeersleider van DUTCH MIL Information geeft altijd de QHN op voor je hoogtemeter. Hij of zij kan je een squawk-code opgeven, zodat ze je goed kunnen volgen. Op verzoek kan informatie gegeven worden over vliegverkeer dat je onderweg tegenkomt en ze kunnen tevens info over het weer geven.

Wanneer je in het bezit bent van een RT-bevoegdheid dan kun je tijdens de vlucht in Nederland weerupdates opvragen bij **DUTCH MIL Info** en **Amsterdam Information**.

Literatuur en colofon

LITERATUUR

- Theorie van het Zweefvliegen, KNVvL, Afdeling Zweefvliegen, http://www.civ.zweefportaal.nl/docs/theorie_van_het_zweefvliegen_h6_v4.pdf
- Navigatie van Liga van Vlaamse zweefvliegclubs: <http://www.lvzc.be/index.php/secretariaat/secretariaat/downloads/ato/instructie/470-5-navigatie-2014/file>
- http://www.pocketfms.com/AirspaceAVOID/NLAA_Tutorial_NL/index.asp
- http://www.pocketfms.com/AirspaceAVOID/Download/AIL_Web_NL.pdf
- http://www.ais-netherlands.nl/index_nl.html
- luchtvaartkaart Europa <https://maps.openaip.net>
- Luchtruim Terlet <https://dl.dropboxusercontent.com/u/35654093/LuchtruimTerlet.pdf>
- Zweefvliegen Elementaire Vliegopleiding, KNVvL, Afdeling Zweefvliegen, Vijfde druk 2018
- Zweefvliegen, Voortgezette Vliegopleiding, Dirk Corporaal, KNVvL, Afdeling Zweefvliegen, web versie 2020
- Eerst weten dan zweven, Vierde druk 1973

COLOFON

Tekst:	Dirk Corporaal, Stiens, laatste versie november 2025
Illustraties en vormgeving:	Dirk Corporaal, boek: Theorie van het zweefvliegen, Nico van der Bijl en het internet.
Copyright:	Dirk Corporaal

Behoudens uitzonderingen door de Wet gesteld mag zonder schriftelijke toestemming van de schrijver, illustrator of fotografen niets uit deze uitgave worden veelelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of anderszins.

Save exceptions stated by the Law no part of this publication may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or other means, without the prior written permission of the author, illustrator and photographers