

2. MENSELIJKE PRESTATIES



2 MENSELIJKE PRESTATIES EN BEPERKINGEN (versie december 2025)

Menselijke prestaties gaat over veilig zweefvliegen. EASA (European Aviation Safety Agency) schrijft voor dat elke zweefvlieger op de hoogte moet zijn van de luchtvaart fysiologie en psychologie. In de linker kolom zie je de stofomschrijving van EASA. In de rechter kolom zie je welke onderwerpen hier voor het vak menselijke prestaties beschreven worden.

2. HUMAN PERFORMANCE	2. Menselijke prestaties en beperkingen
2.1. HUMAN FACTORS: BASIC CONCEPTS	2.1 Menselijke factoren
	2.1.1 Menselijke factoren bij vliegtuigongelukken
	2.1.2 Afname aantal vliegongelukken
	2.1.3. Recente vliegervaring
	2.1.4 Risico inschatting
2.2. BASIC AVIATION PHYSIOLOGY AND HEALTH MAINTENANCE	2.2 Elementaire luchtvaart fysiologie
	2.2.1 De atmosfeer
	2.2.2 Zien en illusie
	2.2.3 Gehoor en evenwicht
	2.2.4 Luchtziekte en ruimtelijke desoriëntatie
	2.2.5 Vliegen en gezondheid
2.3. BASIC AVIATION PSYCHOLOGY	2.3. Elementaire luchtvaart psychologie
	2.3.1 Het menselijk informatieproces
	2.3.2 Het centrale besluitvormingskanaal
	2.3.3 Spanning en stress
	2.3.4 Inzicht en besluitvorming
2.4 USE OF OXYGEN	2.4 Gebruik van zuurstof

EASA heeft voor het zweefvliegen in een raamwerk aangegeven wat je moet kennen. Daarom ben ik hier voor het beschrijven van de leerstof uitgegaan van de [VW-leerdoelen van het vak human performance and limitations](#), voor zover die relevant voor het zweefvliegen zijn.

2.1 MENSELIJKE FACTOREN

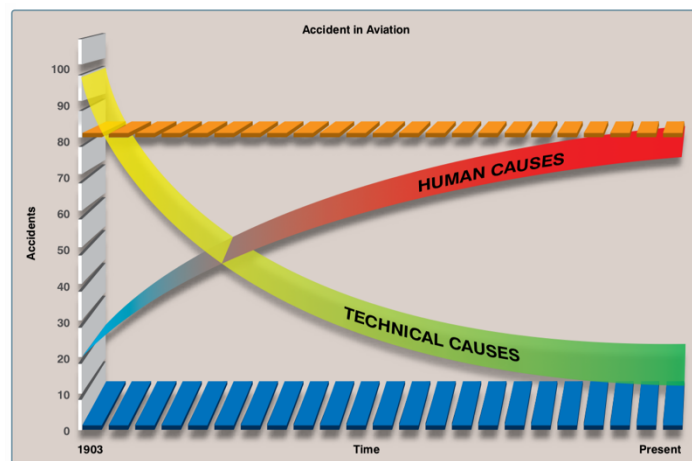
De mens wil vliegen als een vogel, maar ons lichaam is niet gebouwd om te vliegen. Wij presteren het beste bij de normale zwaartekracht en omstandigheden die in de buurt van de standaard atmosfeer liggen. Bij het vliegen krijgen we te maken met grote afwijkingen in zwaartekracht, luchtdruk, temperatuur en snelheid. Daar is ons lichaam niet aan gewend. Een zweefvlieger hoort te weten wat zijn lichaam kan en welke beperkingen het ondergaat bij het vliegen.

In deze paragraaf gaan we kijken naar:

- Menselijke factoren bij vliegtuigongelukken;
- Afname aantal vliegongelukken.

2.1.1 Menselijke factoren bij vliegtuigongelukken

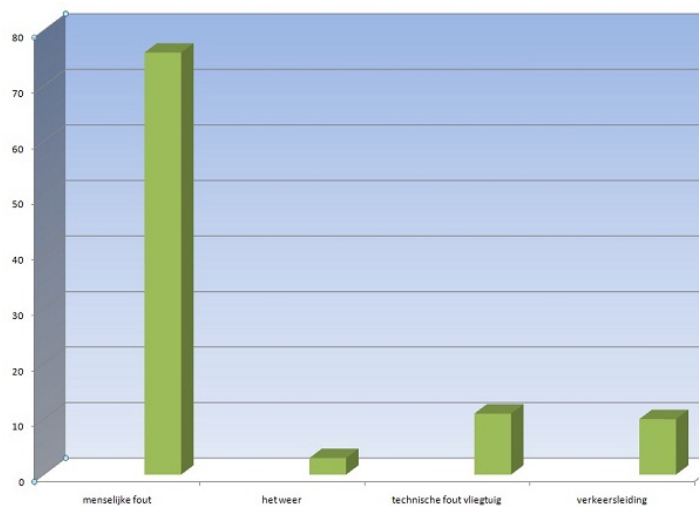
Om de noodzaak van het vak human performance aan te geven kijken we eerst even naar de statistieken van luchtvaartongelukken en daarna naar die van zweefvliegongelukken.



Afbeelding en bron: FAA-humanfactors

Historisch gezien is 20% van alle ongelukken te wijten aan een technische fout en 80% aan een menselijke vergissing.

Hieronder zie je de resultaten van een onderzoek naar 589 dodelijke ongelukken in de grote luchtvaart in de periode 1980 - 1996. In 88% van de ongelukken was de oorzaak een menselijke vergissing.



Bron: <http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP681.PDF>

Bij zweefvliegen was van het jaar 2000 t/m 2018 92% van de incidenten het gevolg van een menselijke fout.

1	Verkeerde landingsplanning	111
2	Fout in landingsprocedure	85
3	Checks niet goed	34
4	Fout in lierstartprocedure	28
5	Technisch mankement	20
6	Air proxy	16
7	Fout in sleepprocedure	7
8	Botsing	6
9	Besturing onmogelijk / bemoeilijkt	5
10	Terreingesteldheid	4
11	Onverwachte actie leerling	4
12	Oorzaak onbekend	4
13	Uitkijken	3
14	Onweer	2
15	Fout in startmiddel	2
16	Onbekend	1
17	Fout in instrumenten	1
18	Fout in bungeestartmethode	1
19	Fout in motorstartprocedure	1
20	Onjuiste interpretatie fluitsignaal	1
21	Flat spin	1
22	Foute reactie op overtrek	1
23	Hoofd door de kap door turbulentie	1
24	Air space violation	1
25	Ijs in carburateur	1
26	Fout in daalsleepprocedure	1
27	Accu	1
28	Motor stopt	1
29	Fout in startprocedure	1
30	Grondzwaai door zijwind	1
31	Zijwindlimiet overschreden	1
32	Piloot onwel	1
33	Eindtotaal	348

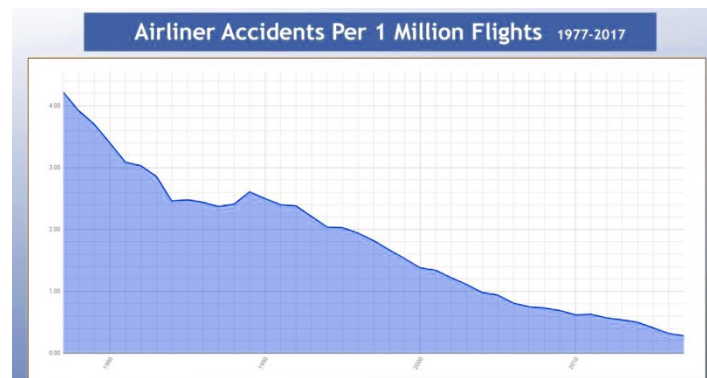
Bron: Incident-analyse CIV 2000 tm 2018

Meer dan 80% van alle ongelukken in de luchtvaart is te wijten aan menselijke fouten. Sinds 1970 wordt er studie verricht naar de menselijke factoren. Mede door

cursussen in human performance and limitations neemt wereldwijd het aantal ongelukken in de grote luchtvaart sterk af. Daarom is training in human performance and limitations een verplicht onderdeel van EASA.

2.1.2 Afname aantal vliegongelukken

In de westerse wereld (Europa, Noord-Amerika en Australië) verongelukt gemiddeld 1 vliegtuig per 1,6 miljoen vluchten. In de landen die zijn aangesloten bij de EASA (European Aviation Safety Agency) was die kans in 2005 kleiner dan één op de vier miljoen vluchten. Ook wereldwijd is er eens sterke afname te zien van het aantal vliegongelukken.



Bron: <https://aviation-safety.net/statistics/> Klik op de afbeelding voor een grotere afbeelding.

Zweefvliegongelukken

Hieronder zie je een overzicht van de zweefvliegongelukken in Nederland, per tien jaar over de periode 1960 t/m 2019.

jaar	licht	ernstig	dodelijk	starts
1960-'70	31	16	4	873991
1970-'80	36	19	5	1349739
1980-'90	22	17	14	1364991
1990 t/m 1999	19	7	5	1310118
2000 t/m 2009	20	12	9	1226548
2010 t/m 2019	13	10	4	1002000
totaal	141	74	41	7127387
	1,98	1,03	0,57	per 100.000

Bron: 1960 t/m 1995; Boek: Veilig Zweefvliegen KNNvL-Afdeling Zweefvliegen

Bron: 1996 t/m 2019 Commissie Instructie en Veiligheid van de KNNvL-Afdeling Zweefvliegen

In tegenstelling tot de grote luchtvaart (zwaarder dan 5,7 ton) is bij het zweefvliegen in Nederland niet zo'n opvallende daling van het aantal ongelukken te zien. Ongeveer één op 160.000 zweefvliegvluchten loopt fataal af. In 2009 is het vak human factors voor het zweefvliegbewijs ingevoerd. Het doel van dit vak is om het zweefvliegen veiliger te maken. Dat moet resulteren in minder zweefvliegongelukken.

Hoe veilig is zweefvliegen vergeleken met, fietsen, autorijden of een vlucht in een passagiersvliegtuig? Er is een kans van 1 op de miljoen dat je omkomt bij een vlucht van 5 uren met een passagiersvliegtuig. Voor autorijden en wandelen geldt een kans van 1 op de miljoen per 30 minuten en voor fietsen een kans van 1 op de miljoen per 5 minuten (bron: *Human Performance & Limitations Aviation Training Systems Nordin H.1 blz. 1-1*).

Ik heb die cijfers omgerekend naar een uur en dat levert de volgende tabel op.

Er is een kans op een ongeluk		
van 1 op	5 miljoen	voor 1 uur vliegen met een vliegtuig > 5,7 ton
van 1 op	500.000	voor 1 uur auto rijden of wandelen
van 1 op	80.000	voor 1 uur fietsen
van 1 op	50.000	voor 1 uur zweefvliegen

Bij zweefvliegen ben ik uitgegaan van 1 dodelijk ongeluk in Nederland op 160.000 starts. Er zijn ongeveer 4000 zweefvliegers en die maken per jaar ongeveer 120.000 starts. De gemiddelde vluchtduur in Nederland is ±20 minuten.

Een schip op het strand is een baken in zee, is een bekende uitdrukking. Een mens leert van zijn eigen en van andermans fouten. Het aantal ongelukken in de grote luchtvaart neemt jaarlijks af. Bepaalde regio's zoals Europa en Noord-Amerika hebben de laagste ongevallencijfers. Daar kunnen lessen uit getrokken worden. Het vak menselijke prestaties en beperkingen probeert bewustwording te creëren. Een zweefvlieger moet weten wat hij kan en waar z'n beperkingen liggen.

Hier volgt een onderverdeling van de zweefvliegongevallen naar de fase van de vlucht:

	20	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	totaal
taxiën		1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
start		5	5	5	3	0	5	3	2	4	5	2	3	2	2	2	6	6	5	3	3	71
vlucht		0	1	6	5	1	1	0	2	1	2	1	0	1	1	1	4	6	3	4	0	40
landin g		11	8	19	1	6	5	9	5	9	7	7	11	3	9	6	7	10	8	3	4	163
buitenlan ding		0	6	8	1	2	2	4	5	4	4	2	4	5	2	4	1	1	1	2	1	69
totaal		17	21	39	3	1	13	16	14	19	18	12	18	11	15	13	18	23	17	12	8	349

Overzicht periode 2000 t/m 2019 Bron: Database CIV 2019

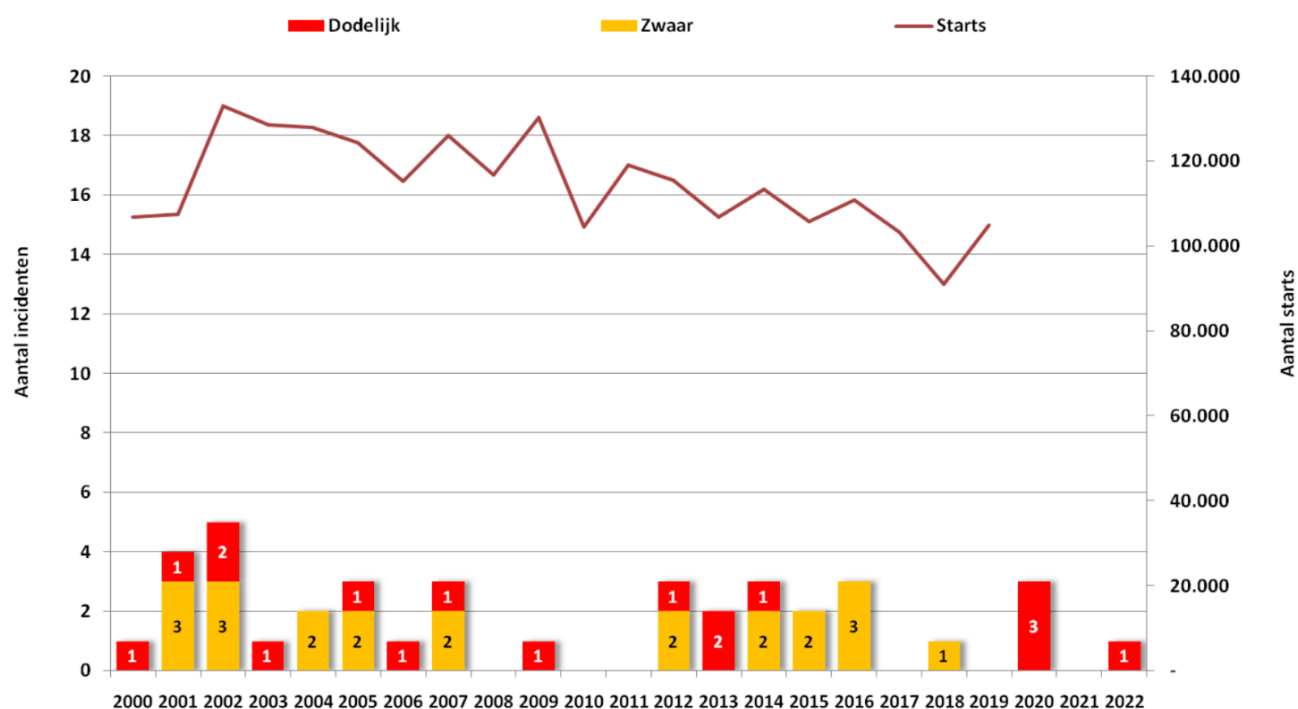
In de periode 2000 t/m 2019 vond 67% procent van de zweefvliegongevallen in Nederland vindt plaats bij een landing of een buitenlanding. Er waren 13 dodelijke ongevallen. Tijdens de start 4, bij de vrije vlucht 7 en bij de landing 2.

Uit een Duits onderzoek over 3168 zweefvliegongevallen over de periode 1973 - 1985 blijkt het volgende:

	Duitsland alle ongelukken	Nederland alle ongelukken	Duitsland dodelijke ongelukken	Nederland dodelijke ongevallen
startfase	16.6%	20%	19,20%	31%
vrije-vluchtfase	9.2%	12%	45,90%	54%
landingsfase	70.6%	67%	26,30%	15%
niet vastgesteld	3.6%		8.6%	

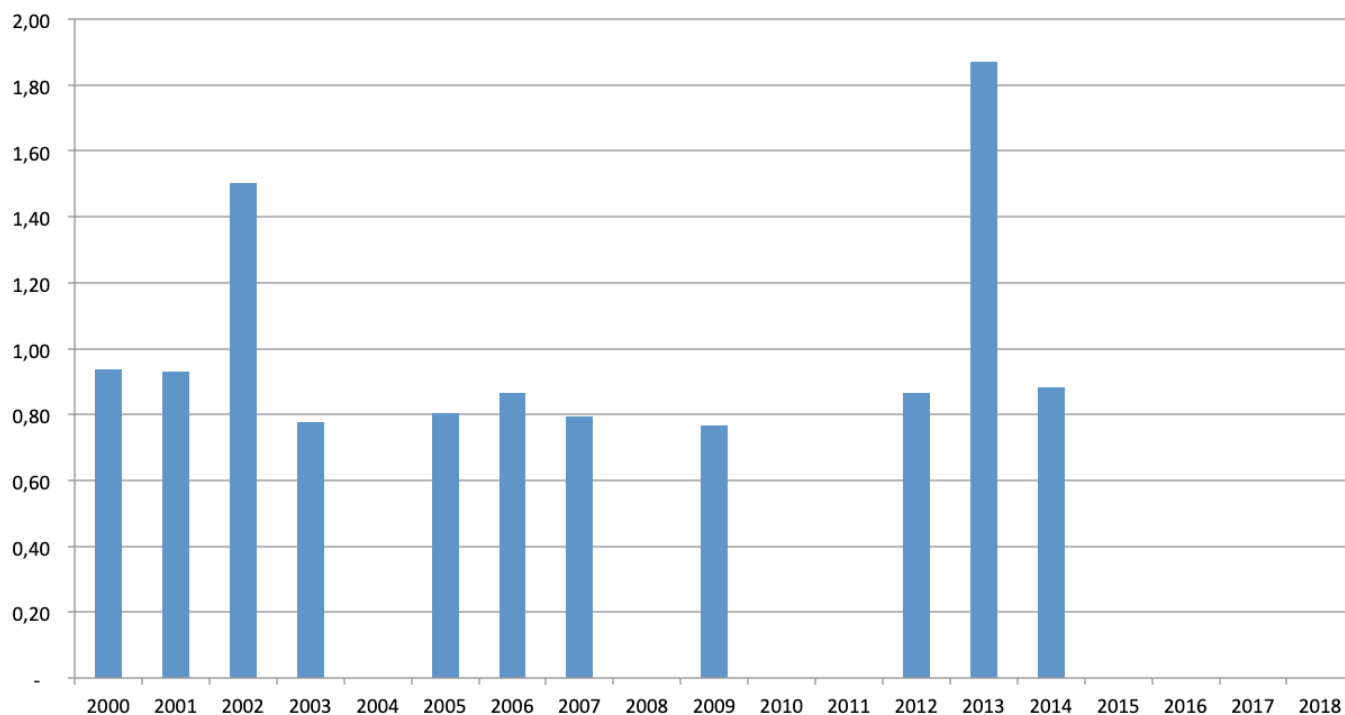
Wanneer je alle zweefvliegongelukken in Duitsland bekijkt naar de fase van de vlucht, dan komen de cijfers behoorlijk overeen met de Nederlandse. De meeste ongelukken (± 70%) gebeuren bij de landing en bijna de helft van alle dodelijke ongelukken ontstaat in de vrije-vluchtfase. Ga je verder kijken wat daar de grootste oorzaken van zijn, dan blijkt dat de helft het gevolg was van botsingen tijdens het thermieken of tijdens het hellingvliegen en dat de andere helft kwam door het onbestuurbaar raken van het vliegtuig, vooral door overtrekken.

Aantal incidenten per categorie letsel (NL, alleen dodelijk en zwaar) 2000 - 2022



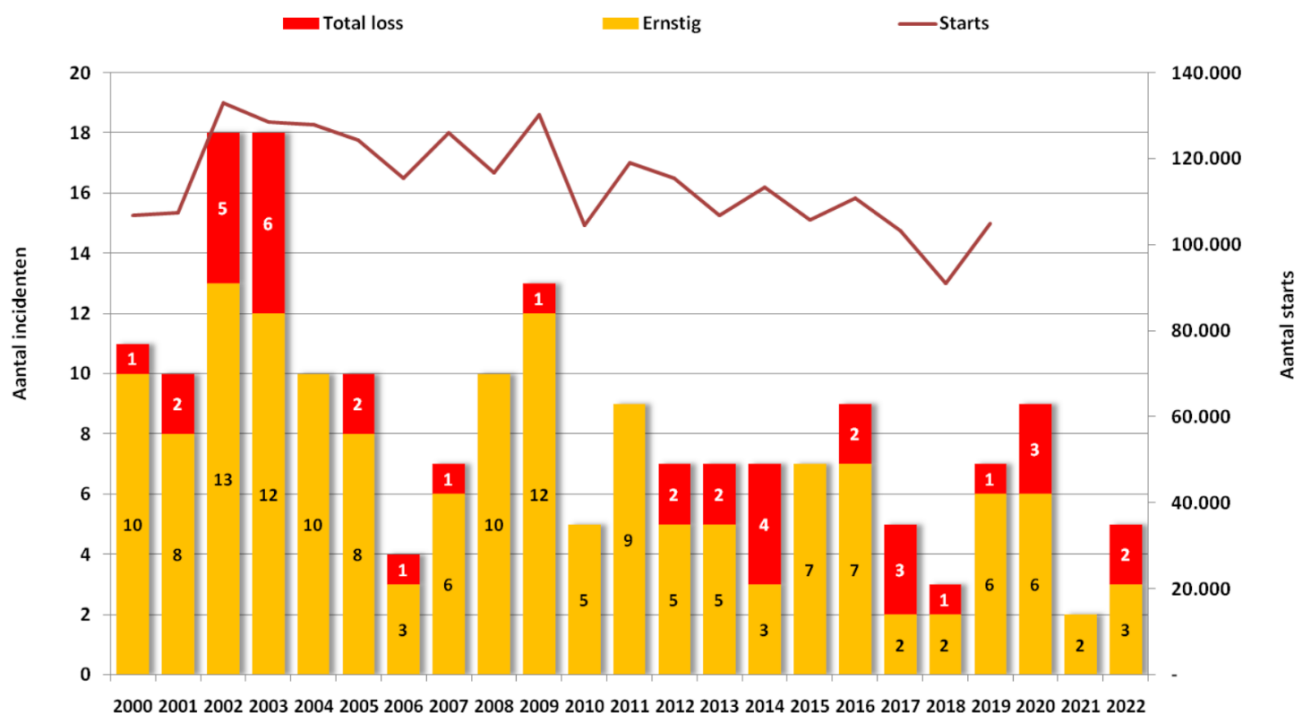
Overzicht aantal letsels periode 2000 t/m 2019 Bron: Incident-analyse CIV 2019

Aantallen dodelijke ongevallen per 100.000 starts (2000 - 2018)



Overzicht dodelijke ongevallen per 100.000 starts periode 2000 t/m 2018 Bron: Incident-analyse CIV 2018

Aantal incidenten per categorie schade (NL, alleen ernstig en total loss) 2000 - 2022



Overzicht schades periode 2000 t/m 2019 Bron: Incident-analyse CIV 2019

Lessen die je hier uit kunt trekken:

- Checks zijn belangrijk, neem er de tijd voor. Doe ze hardop en bewust.
- Vliegen of vallen! Leer je aan om continu voldoende snelheid te houden.
- Zien en gezien worden, daar gaat het om! Uitkijken is een must. Flarm verkleint het botsingsgevaar. Zorg voor een schone kap en schone bril.
- Nooit alles of niets! Zorg altijd voor meer dan één alternatief. Hanteer ruime marges bij finalglides en finishes.
- Houd je aan de regels voor het vliegen in de thermiek en verlaat de bel wanneer anderen zich daar niet aan houden. Spreek na de vlucht de ander aan op gevaarlijk vlieggedrag.
- Beoefen elke vlucht het doellanden en ga niet overland als het doellanden met dat type vliegtuig nog niet beheerst wordt.
- Pas bewust de snelheid in de landing aan i.v.m. eventuele turbulentie en harde wind. Noem bij de checks op downwind: 'Wind cross, extra landingssnelheid nodig op final', of 'Geen extra landingssnelheid nodig'.
- Maak nooit steile of schuivende bochten op lage hoogte!

2.1.3 Recente vliegervaring

Uit de statistieken blijkt dat zweefvliegen niet helemaal zonder risico is. Hoe veilig zweefvliegen is, hangt voor een groot deel van de zweefvlieger zelf af. Wie

verstandig omgaat met het zweefvliegtuig, goed uitkijkt, zich aan de regels houdt en ruim binnen de marges blijft, die loopt een heel gering risico. Nederland is binnen Europa het land met verhoudingsgewijs een laag aantal zweefvliegongelukken. Het ontbreken van bergen en veel aandacht voor veilig zweefvliegen hebben daar ongetwijfeld aan bijgedragen. Veilig vliegen heb je voor een groot deel zelf in de hand.

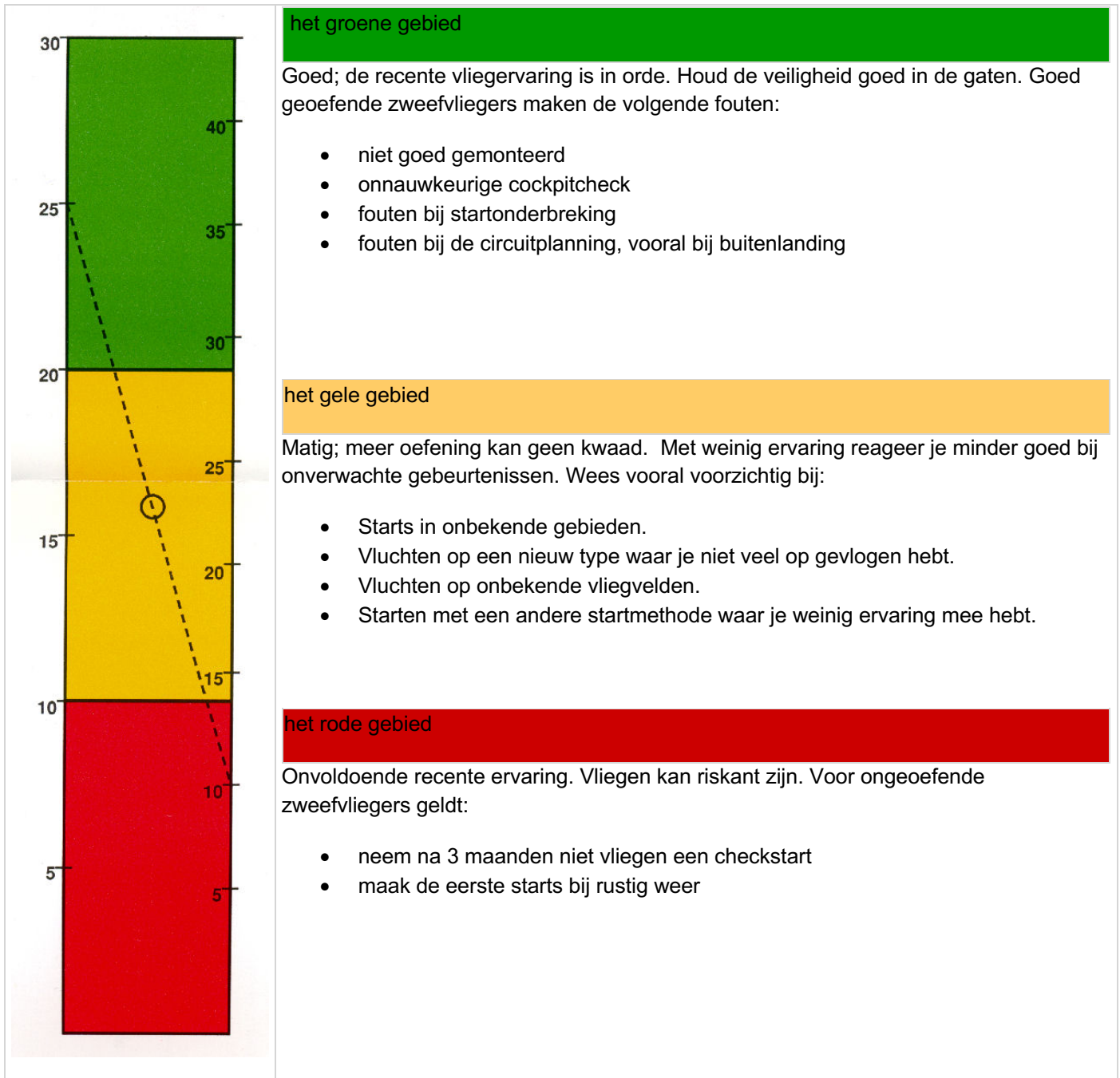
Baer Selen:

"Een topzweefvlieger is een zweefvlieger met topkwaliteiten, die hij gebruikt om nooit in omstandigheden te komen waarin zijn topkwaliteiten vereist zouden kunnen zijn".

Veilig zweefvliegen is in sterke mate afhankelijk van de clubcultuur. Een gezonde club ziet gevaarlijk vlieggedrag niet door de vingers en een veilige club houdt zich aan de afgesproken veiligheidsregels.

Met de hieronder afgebeelde trainingsbarometer kun je de recente vliegervaring bepalen. Door het punt te bepalen dat correspondeert met het aantal starts en het aantal uren dat je in de laatste 6 maanden gemaakt hebt, kun je zien in welk gebied jouw ervaring zit.

De trainingsbarometer Wanneer je het aantal starts en uren invult, dan kun je zien hoe goed je recente vliegervaring is.

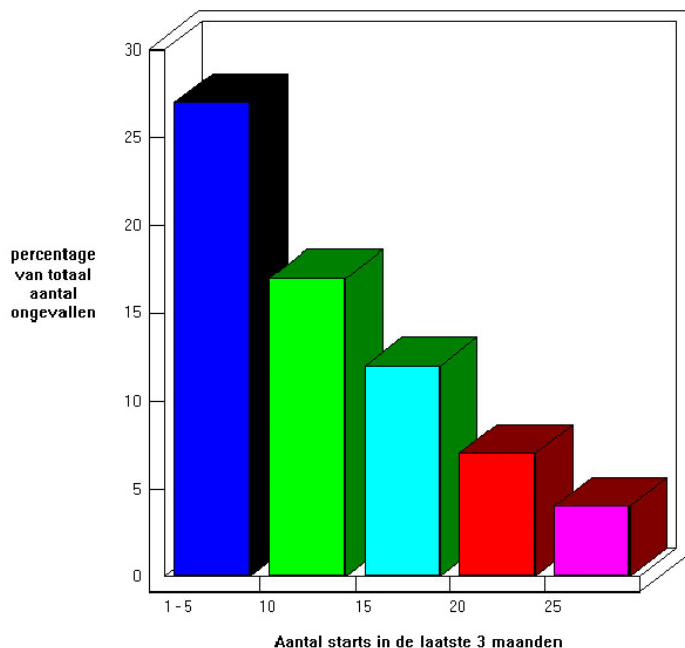


Recente ervaring verhoogt het nemen van snelle en juiste beslissingen in onverwachte omstandigheden. Wie weinig vliegt of een hele tijd niet gevlogen heeft, heeft een lage vliegstandaard. Wanneer je in het voorjaar, na een lange winterstop, weer begint te vliegen zul je merken dat pas na enige tientallen starts het oude vlieg niveau weer helemaal terug is. Maak na een periode van 3 maanden niet vliegen eerst een checkstart.

Bij veel clubs geldt dat solisten na een aantal starts weer een checkstart met een instructeur maken. De instructeur kijkt dan of je veilig vliegt en krijgt tegelijk een idee hoever je met je vliegopleiding gevorderd bent.

Pas je vliegen aan bij je vliegstandaard. Wanneer je hoort en ziet dat het door harde wind en turbulentie 'bumpy' in de landing is en je weet dat je vliegstandaard niet op peil is, maak dan eerst een checkstart. Ga pas overland wanneer je trainingsbarometer aangeeft dat je recente vliegervaring in orde is.

Uit deze Duitse grafiek is duidelijk te zien dat de meeste ongelukken veroorzaakt zijn door vliegers met weinig recente vliegervaring.



Bron: Flugsicherheitsmitteilungen 1/92. Analyse van alle zweefvliegongelukken in Duitsland van de laatste 15 jaar. Bij elk ongeluk werd gekeken naar het aantal starts van de vlieger in de laatste 90 dagen.

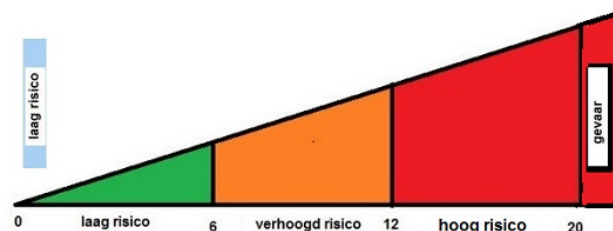
2.1.4 Risico inschatting

Om de kans op ongelukken heel laag te houden, moet je naar meer dingen kijken dan alleen de recente vliegervaring en de I'M SAFE-check (zie: 2.2.5 Vliegen en gezondheid). Maak voor de vlucht een risico inschatting. Vul deze lijst in en bepaal of je veilig aan jouw geplande overland vlucht kunt beginnen. Misschien blijkt hier uit dat je je plannen voor een overland beter kunt aanpassen naar een lokaal vluchtje, dan wel een vlucht in de tweezitter met een instructeur.

Slaap	1. Goed geslapen	0		
	2. Geen 8 uur geslapen	2		
	3. Slecht geslapen			4
Hoe voel je je	1. Ik voel me prima	0		
	2. Ik voel me niet geweldig	2		
	3. Ik voel me niet ziek maar ook niet echt helemaal fit			4
Het weer	1. Prima, rustig zweefvliegweer	0		
	2. Turbulent weer en/of behoorlijke crosswind		2	
	3. Zicht, bewolking of wind (crosswind) zijn net binnen de grenzen			4
Verloop van de dag	1 Prima, alles loopt op rolletjes.	0		
	2. Het loopt niet echt lekker.		2	
	3. Ik vergeet dingen, moet me haasten, enzovoort.			4
Soort vlucht	1. Gewoon korte vlucht op de club	0		

	2. Overland met een kist waar ik ervaring op heb		2	
	3. Overland met een kist waar ik nog weinig ervaring mee heb			4
Recente ervaring	1. Groene gebied	0		
	2. Gele gebied		2	
	3. Rode gebied			4
totaal				

Tel je totale score op. Hoe hoger de totale score, hoe meer risico je neemt.



Opmerking: Deze checklist van PHAK (zie literatuur, Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge Chapter 17) heb ik aangepast voor het zweefvliegen. De puntenverdeling is dus subjectief en discutabel.

Samenvatting:

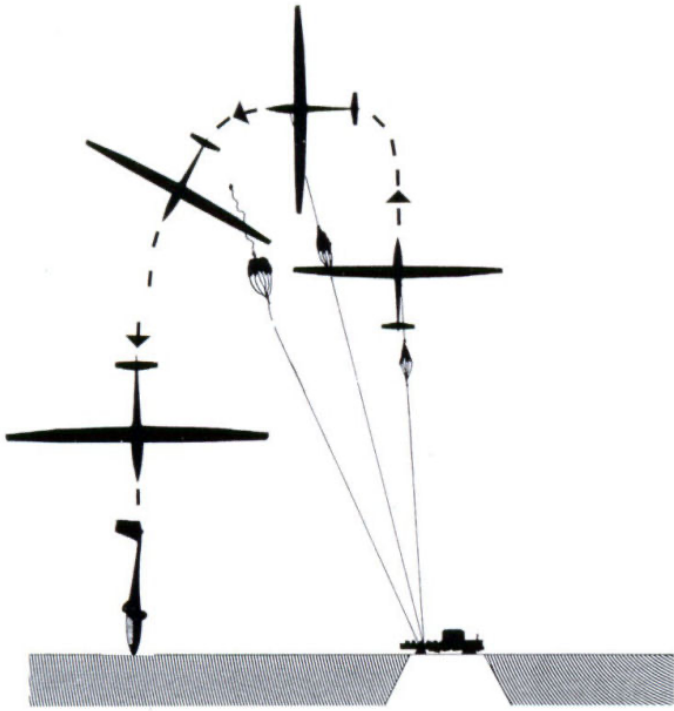
- Houd je aan de I'M SAFE-checklist;
- Zorg voor voldoende recente vliegervaring;
- Bepaal aan de hand van een risico-invullijst of je een tweezittervlucht met een instructeur, een lokale vlucht of een overlandvlucht kunt gaan maken.

Fliegerdenkmal op de Wasserkuppe

Duitsland heeft op de Wasserkuppe een monument voor de omgekomen zweefvliegers. Zo'n monument met namen zegt mij meer dan een grafiek met getallen. Ik ken de grote namen van Otto Liliental en Wolf Hirth waarop het monument van toepassing is. Helaas kan ik er ook namen aan toevoegen van mensen die ik goed gekend heb. Eén zweefvliegongeluk staat op mijn netvlies gebrand:

Het is 29 juli 2002. De FAC is met zomerkamp op zweefvliegveld Lüsse in Duitsland. Bijna elke dag schitterend mooi weer. Op 28 juli maak ik een vlucht van 450 km en op 30 juli één van 400 km. Die beide vluchten ben ik alweer voor een deel vergeten, maar de gebeurtenissen op 29 juli vergeet ik nooit weer. Lüsse is een groot veld en we vliegen daar met meerdere clubs op verschillende startplaatsen. Ik zie die dag twee dingen die ik nog nooit eerder gezien heb en ook nooit weer hoop te zien. Na een vlucht met een DBO-er loop ik terug naar de startplaats. Gewoontegetrouw scan ik, tijdens het teruglopen naar de startplaats, het luchtruim om te zien waar de solisten zitten. Niet ver van het veld draaien een paar van onze zweefvliegtuigen met anderen in een bel. Plotseling maakt een Duits zweefvliegtuig tijdens het

draaien in de thermiek een ongewilde vrille. Hij valt zo'n 100 m. Hij raakt niemand en alles loopt goed af. Tijdens de briefing voor de volgende vlucht zie ik dicht bij ons het loskomen van een thermiekbels met ronddraaiende stukjes gras, hooi en stof. Een omgekeerde draaikolk. Terwijl ik weer verder ga met de briefing stoot de DBO'er mij aan en roept: Kijk...! Ik zie op de andere startplaats een Duitser van een hoogte van 40 meter met de neus recht naar beneden vallen.



Nooit weer vergeet ik de klap..., de stilte erna.... en het gezicht van de man. Hij startte veel te steil, had misschien last van de loskomende thermiekbels, viel over een vleugel weg en was op slag dood. Wat moeten we doen om zulke ongelukken te voorkomen?

2.2 ELEMENTAIRE LUCHTVAART FYSIOLOGIE EN GEZONDHEID

Fysiologie is de wetenschap die de levensverrichtingen van organismen bestudeert. De fysiologie houdt zich bezig met de werking van de stofwisseling en de mechanismen ervan. Belangrijke onderwerpen binnen de fysiologie zijn:

- de werking van de nieren;
- de werking van het zenuwstelsel;
- de regulatie van het hart en de bloedsomloop;
- de longen, de ademhaling en de gasuitwisseling tussen longcapillairen en longblaasjes;
- de spijsvertering;
- de stofwisseling;
- de hormoonhuishouding;
- de homeostase (het in evenwicht zijn van alle functies in het lichaam, zoals temperatuur, zuurgraad, bloeddruk en ademhaling) en het vermogen van het lichaam dit evenwicht te behouden, ondanks omgevingsinvloeden.

Bij de medische keuring voor het vliegen bepaalt de keuringsarts of je lichamelijk en geestelijk geschikt bent om te vliegen. Om dit vast te stellen gaat de arts ongeveer als volgt te werk:

1. Urine onderzoek Direct na binnenkomst moet wat urine worden afgestaan en dat wordt o.a. onderzocht op suikerziekte.

2. Meten bloeddruk De bloeddruk wordt aan de bovenarm op de hoogte van het hart gemeten. Stel dat de bloeddruk 130/80 mm Hg is. Dat betekent dat de bovendruk 130 en de onderdruk 80 millimeter kwikdruk is. De bovendruk is dan gelijk aan de druk van een kolom van 130 mm kwik. De bovendruk is de maximale druk die wordt opgebouwd in de slagader bij het samentrekken van de linker hartkamer. De onderdruk is het minimum van de druk die optreedt tussen twee samentrekkingen van het hart in, als de linker hartkamer zich weer vult met bloed. Een bovendruk tussen 100 en 139 en een onderdruk tussen 60 en 89 wordt als normaal beschouwd. Wanneer de bloeddruk tijdens het medische onderzoek boven de 160/95 mm Hg blijft dan is er sprake van hoge bloeddruk en dan wordt je medical niet verlengd. Bij een bloeddrukwaarde lager dan 90/60 mm Hg is er sprake van lage bloeddruk. De bloeddruk wordt in rust gemeten. De bloeddruk kan namelijk in korte tijd snel veranderen. Bij zware arbeid of stress is een hogere bloeddruk normaal. 's Nachts daalt de bloeddruk met een waarde van 10 -20%. De bloeddruk neemt meestal toe met de leeftijd.

3. Bloedonderzoek / bloedarmoede / cholesterol Na het meten van de bloeddruk wordt een buisje met bloed afgenomen. Het hemoglobinegehalte wordt vastgesteld om te bepalen of er sprake is van bloedarmoede. Bij bloedarmoede is het vermogen van het bloed om zuurstof te transporteren verminderd, waardoor klachten als vermoeidheid en duizeligheid kunnen ontstaan. Bloedarmoede kan bijvoorbeeld een gevolg zijn van te weinig ijzer in het voedsel.

Voorbeelden van ijzerhoudend voedsel zijn: vlees, eigeel, vis, donkergroene bladgroenten, peulvruchten, noten, melk, tomaten en worteltjes.

4. Invullen van de verklaring omtrent ziektehistorie en invullen van het aantal starts en vliegreuen in het afgelopen jaar. Wil je meer weten over dit onderdeel van de keuring lees dan het convenant tussen de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat en de KNVvL inzake zweefvliegen. De LAPL medische eisen zijn te vinden [via deze link](#) (blz 41 tm 48).

5. Bepalen BMI Op de keuring wordt je gewicht en jouw lengte genoteerd. Dat is nodig om jouw BMI (Body Mass Index) te bepalen. BMI geeft de verhouding weer tussen je gewicht en de lengte van je lichaam. Ben je te dik of te dun? De BMI zegt iets over het risico dat je gewicht oplevert voor je gezondheid. Je kunt je BMI als volgt berekenen (G/L^2). Noteer je gewicht in kilo's en je lengte in meters. Deel je gewicht door je lengte in het kwadraat. Om te bekijken of jouw BMI goed is of beter kan, ga dan naar bijvoorbeeld de BMI-meter van de site van de hartstichting.

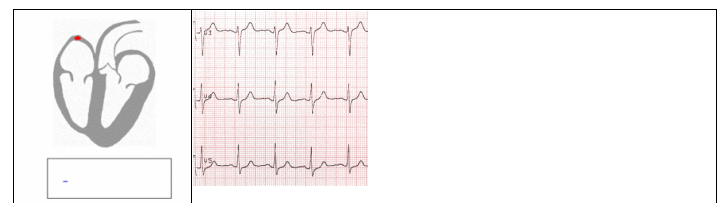
Zie: http://www.hartstichting.nl/gezond_leven/bmi_berekenen/

6. Meten longinhoud Op de keuring wordt je gevraagd om zo diep mogelijk in te ademen en daarna zo diep mogelijk uit te ademen in een slang. Een gezonde volwassene heeft een longinhoud van ± 6 liter. Bij normaal in- en uitademen gebruik je maar 0,3 liter. Bij heel diep in- en uitademen kun je ongeveer 4,8 liter maximaal inademen. Het lukt nooit om de longen helemaal leeg uit ademen. Er blijft altijd ongeveer 1,2 liter achter in de longen.

7. Oogtest Bij de oogtest wordt getest hoe scherp je (met en zonder bril) kunt zien. Het dragen van een bril, contactlenzen of een multifocale bril is toegestaan. Tevens wordt je **gezichtsveld** (dat wat we zien zonder ons hoofd of de ogen te bewegen) getest.

8. Gehoortest Bij de gehoortest krijg je een koptelefoon op en in de koptelefoon krijg je afwissend een hoge of een lage toon te horen. De toon wordt van zwak naar luider weergegeven. Zodra je de toon hoort moet je op een knop drukken. Wanneer je elk jaar naar dezelfde arts gaat dan kun je in je medisch dossier zien of je gehoor achteruit gaat en of dat afwijkend is voor je leeftijd.

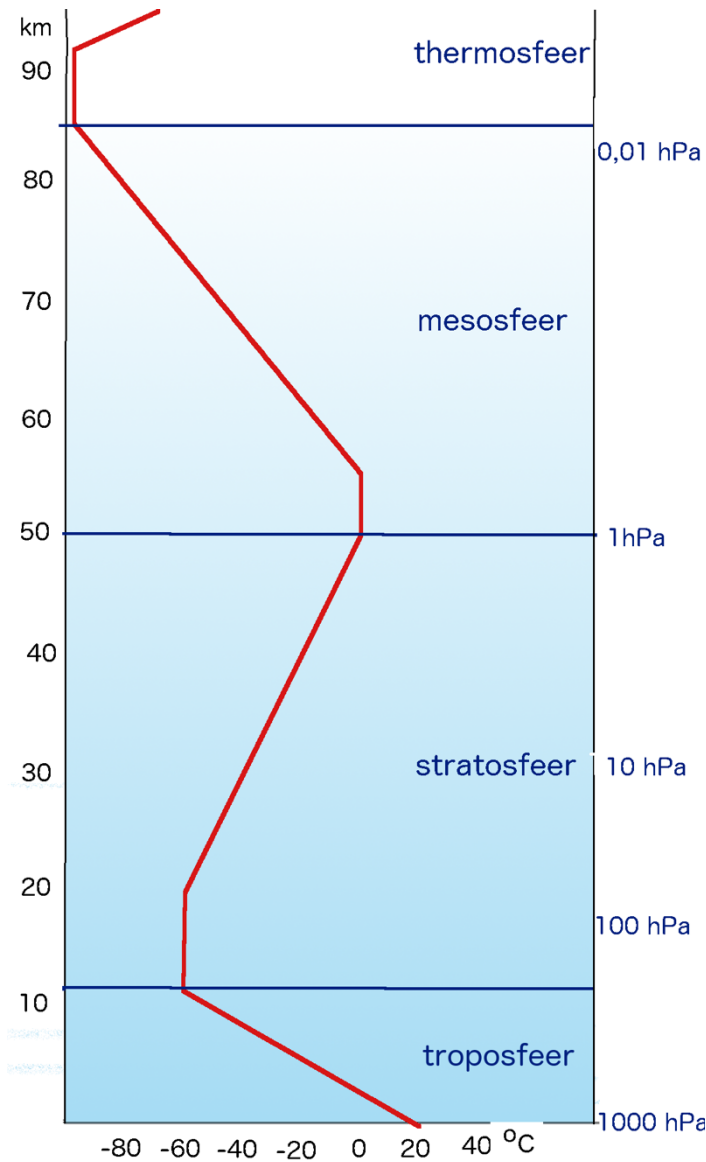
9. Electro Cardiogram Vervolgens wordt er een Electro Cardiogram in rust gemaakt. Een Electro Cardiogram is een registratie van de elektrische activiteit van de hartspier. De arts kan hier veel informatie uit halen om te beoordelen of het hart goed werkt.



10. Onderzoek door de arts Tenslotte word je door de (vlieger)arts onderzocht. Hij bekijkt de resultaten van het onderzoek en hij beslist of je medical vernieuwd wordt.

2.2.1 DE ATMOSFEER

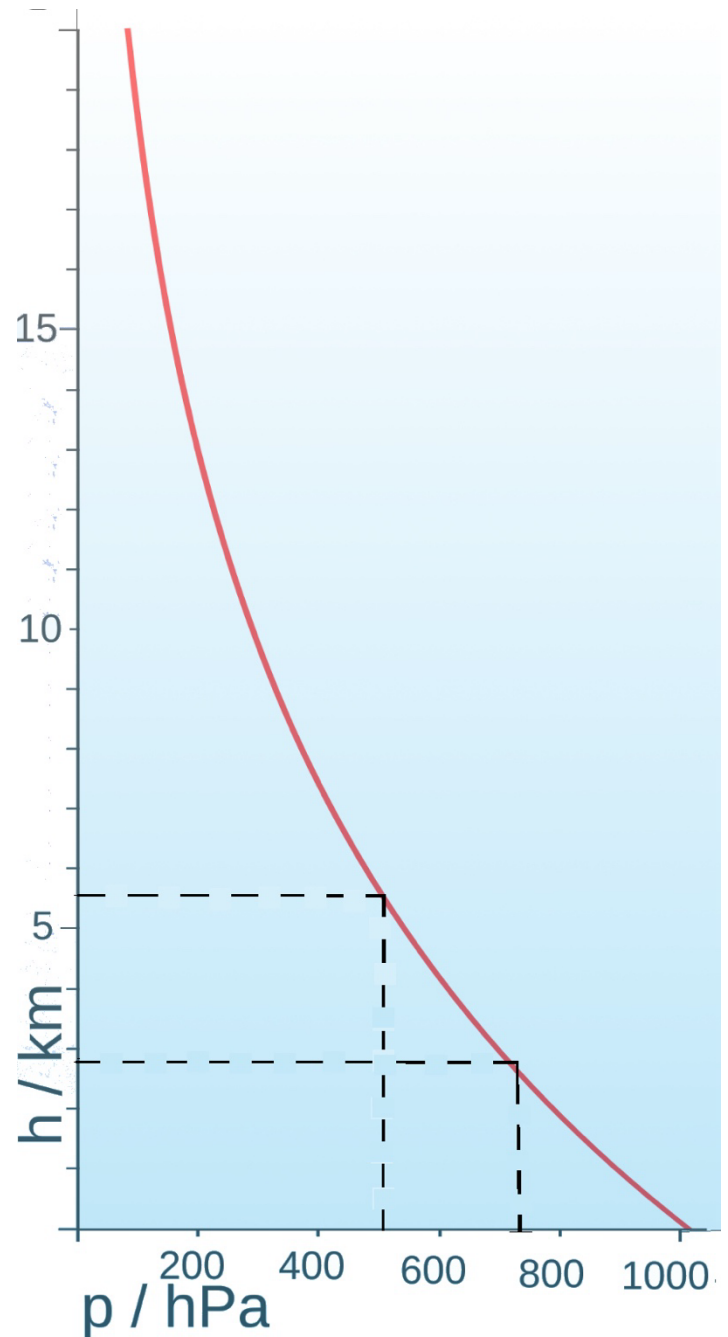
De atmosfeer of dampkring is de laag lucht om de aarde. De temperatuur van de atmosfeer varieert met de hoogte.



Op basis van het verloop van de temperatuur kun je de atmosfeer indelen in vier lagen:

- de troposfeer;
- de stratosfeer;
- de mesosfeer;
- en de thermosfeer.

Zweefvliegen speelt zich af in de troposfeer. In de troposfeer neemt de temperatuur met de hoogte af. In de stratosfeer neemt de temperatuur met de hoogte weer toe.



In tegenstelling tot de temperatuur neemt in de hele atmosfeer de luchtdruk met de hoogte af.

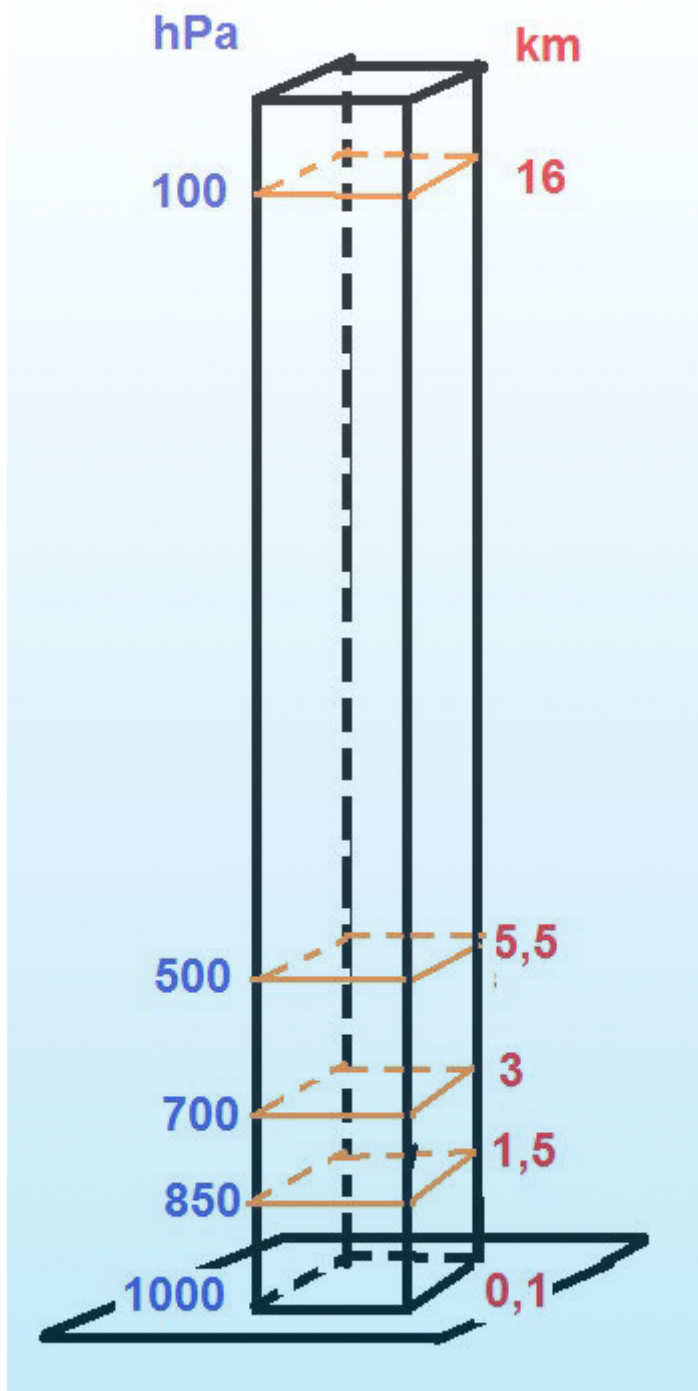
In de onderste paar duizend meter daalt de luchtdruk met de hoogte het snelst.

Op 2400 meter is de luchtdruk met een kwart gedaald.

Op 5500 meter is de druk gehalveerd.

Zweefvliegers vliegen in het onderste deel van de troposfeer. Daar daalt de luchtdruk met de hoogte het snelst.

In deze paragraaf over de atmosfeer gaat het vooral om de effecten van een lagere luchtdruk.



Op de grond is de luchtdruk ongeveer 1000 hPa. Op 16 km is de druk nog 100 hPa.

Lucht is een mengsel van gassen. De dampkring bestaat:

- voor 78% uit stikstof (N₂);
- voor 21% uit zuurstof (O₂); en
- voor 1% uit andere gassen zoals koolzuurgas (koolstofdioxide = CO₂) en waterdamp (H₂O).

Het percentage van elk gas in de lucht blijft bij stijgen vrijwel gelijk.

De druk van elk gas afzonderlijk in een gasmengsel wordt de partiële druk genoemd. Wanneer de totale

druk daalt, dan daalt ook de druk van de delen (parten).

Bij stijgen neemt de partiële druk van de verschillende gassen af.

Door daling van de partiële zuurstofdruk neemt het bloed moeilijker zuurstof op. Er zijn minder moleculen om in het bloed opgenomen te worden.

Op zeeniveau wordt de lucht samengeperst door de luchtkolom erboven. Bij het toenemen van de hoogte, daalt de luchtdruk door de afname van het gewicht van de luchtkolom erboven. De lucht wordt 'ijler' en bevat minder moleculen zuurstof. De gevolgen van een lage luchtdruk en de beperkingen die daardoor ontstaan moet een zweefvlieger kennen. Het gaat daarbij om:

- Zuurstofgebrek
- Barotrauma
- Decompressieziekte

Gassen gedragen zich volgens natuurkundige wetten. Voor de luchtvaart zijn drie gaswetten belangrijk.

Gaswet	Omschrijving	Betekenis voor het zweefvliegen
Dalton's wet	De totale druk van een gasmengsel is gelijk aan de som van de partiële drukken. Lucht is een mengsel van gassen. Wanneer we stijgen neemt de partiële druk van de verschillende gassen af.	Ontstaan van zuurstoftekort. Bij een daling van de partiële druk van zuurstof, neemt het bloed moeilijker zuurstof op.
Wet van Boyle	Voor een gas geldt: $pV = constant$. Hierin is p de druk en V het volume van het gas. Voor een hoeveelheid gas geldt, dat als de druk afneemt, dan neemt het volume toe.	Ontstaan barotrauma. De gassen in het lichaam, bijvoorbeeld in het oor, onze darmen of een tandholte, zetten uit bij het stijgen. Dit kan pijn veroorzaken.
Henry's wet	Bij constante temperatuur en bij verzadiging is de hoeveelheid opgelost gas in een vloeistof evenredig met de druk van dat gas in contact met die vloeistof. Een gas kan opgelost worden in een	Ontstaan van decompressieziekte. Bij heel snel stijgen in een vliegtuig ontsnappen er gasbelletjes uit het bloed. Er gebeurt hetzelfde als bij decompressieziekte bij duikers die te snel naar boven gaan. Decompressieziekte komt meestal niet voor onder 18.000 voet.

	vloeistof. Denk maar aan CO ₂ in frisdrank. Als de druk hoger wordt dan kan meer gas in de vloeistof opgenomen worden. Wanneer de druk verlaagd wordt, het losdraaien van de dop van de frisdrank, dan ontsnapt er gas uit de vloeistof.	
--	---	--

Wat is hypoxie?

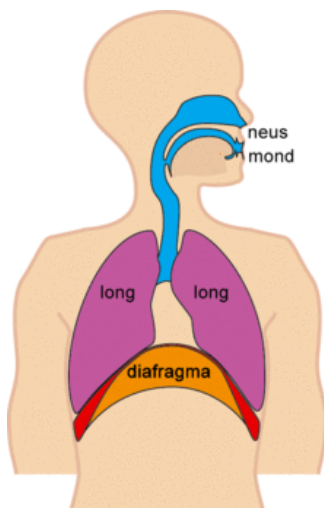
Hypoxie betekent zuurstofgebrek in het lichaam. Dit ontstaat o.a. wanneer zweefvliegers boven 3000 meter gaan vliegen en geen zuurstofinstallatie gebruiken. Bij het stijgen blijft het percentage van elk gas in de lucht gelijk, maar er zijn minder moleculen beschikbaar om opgenomen te worden in het bloed. Hypoxie kan ook ontstaan door bloedarmoede, longziekten, etc.

Welke percentages zuurstof, stikstof en andere gassen zijn in de troposfeer aanwezig?

De troposfeer is de onderste laag in de atmosfeer. Deze 11 km dikke laag bestaat voor 78% uit stikstof, 21% uit zuurstof en 1% uit andere gassen zoals koolzuurgas en waterdamp. De samenstelling van de lucht in de troposfeer blijft nagenoeg constant bij toenemende hoogte. De druk neemt af en dat betekent dat het aantal moleculen per ingeademde liter lucht kleiner is.

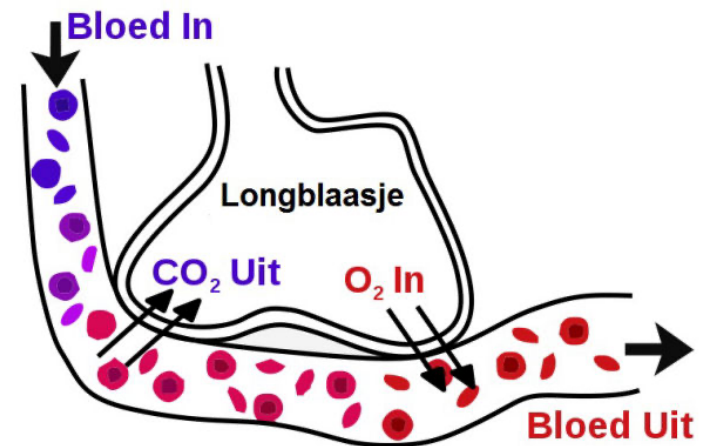
Welke gassen in de atmosfeer zijn belangrijk voor de menselijke ademhaling?

De mens ademt zuurstof in en ademt CO₂ (koolstofdioxide = koolzuurgas) uit. Normaal verbruik je ongeveer 300 ml zuurstof per minuut. In uitgeademde lucht zit ongeveer 5% CO₂ en nog 15% zuurstof. Bij sporten verbrandt je lichaam meer en is het zuurstofverbruik veel hoger.



Hoe is de opbouw van het ademhalingssysteem en wat zijn van de diverse elementen de specifieke functies?

De lucht komt via de mond of de neus en de longpijp in de longen. De neus filtert de lucht. In de longen wordt zuurstof gebonden aan de rode bloedlichaampjes. Dit gebeurt door het drukverschil voor zuurstof (partiële zuurstofdruk) in de longblaasjes en het bloed.



Hoe wordt zuurstof aan het weefsel afgegeven en hoe wordt kooldioxide uit het lichaam verwijderd?

De zuurstof in het bloed passeert in het longblaasje een hele dunne wand en komt zo in het bloed. De zuurstofmoleculen binden zich aan het hemoglobine. Via de bloedcirculatie komt de zuurstof in het hele lichaam en wordt daar gebruikt voor de stofwisseling. Bij verbranding komt CO₂ (koolstofdioxide) vrij. Dit komt via het bloed in de longen en verlaat daar het lichaam.

Wat is de functie van hemoglobine?

Hemoglobine is het rode, zuurstof- en koolstofdioxide transporterende eiwit in het bloed, dat zich bevindt in de rode bloedcellen. Hemoglobine vervoert zuurstof van de longen naar de rest van het lichaam. Zuurstofrijk bloed is helder rood van kleur. Zuurstofarm bloed is enigszins blauw. Bij zuurstoftekort is dit zichtbaar aan de blauwe kleur van de nagels en lippen. Zie verder: [2.4 Het gebruik van zuurstof](#)

Hyperventilatie en de rol van koolzuur in de beheersing en regeling van de ademhaling?

Ventilatie is een ander woord voor ademen. Bij hyperventilatie is de ademhaling sneller en dieper dan normaal. In de longen wordt CO₂ (koolzuurgas, koolstofdioxide) uitgeademd. Wanneer we zware arbeid verrichten, verbranden we meer zuurstof en ontstaat er meer CO₂. Het lichaam reageert hierop door de ademhaling te verdiepen en te versnellen. Daardoor wordt meer zuurstof opgenomen en meer CO₂ uitgeademd.

Wat bedoelen we met fysiologische en niet fysiologische hyperventilatie en welke betekenis heeft dit voor een veilige vluchtuitvoering?

- **Fysiologische hyperventilatie** is een gevolg van zuurstofgebrek. Wanneer er te weinig zuurstof in het bloed zit, ga je hyperventileren om het gehalte aan zuurstof te doen stijgen. Daardoor zal het gehalte aan koolstofdioxide dalen. Gebruik je boven de 3000 m zuurstof en heb je de symptomen van hyperventilatie, controleer dan je zuurstofinstallatie, komt er wel voldoende zuurstof uit. Daal naar een lagere hoogte. Om het hyperventileren te beëindigen moet het CO₂-gehalte weer stijgen.
- **Niet fysiologische hyperventilatie** heeft een psychologische oorzaak. Door spanning of angst adem je sneller terwijl je lichaam geen extra zuurstof nodig heeft. Hyperventilatie betekent dan dat je, bijvoorbeeld in rust, te veel ademt. De gasuitwisseling in de longen is dan hoger dan normaal bij die situatie. De zuurstofopname is al 98% en kan niet hoger maar door de hyperventilatie wordt de CO₂-graad van het bloed lager dan normaal en soms te laag. Vliegers die niet goed uitgerust zijn of met te veel stress te maken hebben lopen een verhoogd risico.

Wat zijn de tekenen en symptomen van hyperventilatie?

De symptomen lijken op die van zuurstofgebrek. Wie hyperventileert:

- ziet slechter;
- wordt duizelig;
- licht in het hoofd;
- heeft tintelende vingers;
- warme en koude sensaties;
- drukgevoel op de borst;
- onwillekeurige spiersamentrekkingen;
- raakt uiteindelijk bewusteloos.

Op welke manieren kunnen we hyperventilatie voorkomen?

Als er sprake is van fysiologisch hyperventileren dan is dat op dat moment nodig om voldoende zuurstof te krijgen. Dat moet je dus niet tegengaan.

Bij 'psychisch' hyperventileren is er geen zuurstoftekort of teveel aan kooldioxide. Het hyperventileren is niet nodig. Door dit hyperventileren wordt de zuurstofverzadiging niet hoger, die is al optimaal en wordt het CO₂-gehalte van het bloed lager dan normaal. Het bloed heeft een bepaalde CO₂-graad nodig en die mag niet te laag zijn. Bij niet-fysiologische hyperventilatie is de ademhaling vaak vrij oppervlakkig, waarbij niet voldoende wordt uitgeademd. De vlieger krijgt het gevoel dat hij niet genoeg lucht kan krijgen en daardoor neemt de paniek nog meer toe.

De beste manier om dit te voorkomen is door te proberen om gewoon rustig adem te halen. Probeer langzaam en dieper uit te ademen. Bij hardop praten word je gedwongen om rustiger adem te halen. Bij een ernstige mate van 'psychisch' hyperventilatie kun je even in een zakje ademen en zo een paar keer de uitgeademde lucht weer inademen. De uitgeademde lucht bevat nog voldoende zuurstof maar het CO₂-gehalte is hoger en daardoor zullen de longen minder CO₂ afgeven in de longen waardoor de normale situatie zich herstelt.

Wat is decompressieziekte en welke betekenis kan dit hebben voor een veilige vluchtuitvoering?

Bij heel snel stijgen, dus een grote daling van de luchtdruk in korte tijd, daalt ook de druk op en in ons lichaam. Daardoor kan door de afname van de druk stikstof in de vorm van gasbelletjes in ons bloed ontstaan, net zoals bij het losdraaien van de dop van een frisdrankfles. De druk daalt dan snel in de fles en je ziet de belletjes uit de vloeistof komen. Deze stikstofbelletjes veroorzaken decompressieziekte. Duikers kennen dit verschijnsel als decompressieziekte. Bij het zweefvliegen kan dit gebeuren als bij het vliegen in de golf te snel wordt gestegen naar een hoogte boven 6.000 meter.

Welke verschijningsvormen van decompressieziekte kennen we?

- Stikstofbelletjes in de huid ('Creeps') Symptomen: jeuk, een branderig gevoel, rode plekken;
- Stikstofbelletjes in pezen, banden en gewrichtskapsels ('Bends') Symptomen: toenemende pijn in de gewrichten, extreme vermoeidheid;
- Stikstofbelletjes in de hersenen en het ruggenmerg ('Staggers') Symptomen: bewusteloosheid, verlamming, gevoelloosheid (van de huid), gestoord zicht (wazig, dubbel), spraakstoornissen, stemmingsveranderingen, duizeligheid, doofheid;
- Stikstofbelletjes in het hart en de longen ('Chokes') Symptomen: ademhalingsproblemen, hoestaanvallen, bloed opgeven, pijn op de borst (vooral bij ademen), shock, bewusteloosheid, ademstilstand, hartstilstand.

De eerste symptomen van decompressieziekte is pijn in de gewrichten. Het buigen van armen, polsen en kniën doet zeer. Zodra één van deze symptomen van decompressieziekte waargenomen wordt, moet je snel dalen. Snel dalen voorkomt dat de belletjes zich verplaatsen naar bijvoorbeeld de hersenen. Het duurt lang voor de gasbelletjes helemaal uit het lichaam zijn verdwenen. Na zo'n vlucht moet je minimaal 24 uur niet vliegen.

Welke oorzaken van decompressieziekte bij het zweefvliegen zijn er?

In korte tijd heel snel stijgen naar grote hoogte. Dus grote drukafname in korte tijd. Duikers die een dag na het duiken gaan vliegen, kunnen ver onder de 6000 meter last krijgen van decompressieziekte. Voor

duikers geldt dat ze minimaal 24 uur moeten bijkomen voor ze gaan zweefvliegen.

Hoe kan decompressieziekte worden voorkomen?

Minder snel stijgen en zodra je een symptoom herkent, direct dalen.

Wat zijn de symptomen van decompressieziekte?

Het begint met pijn in de gewrichten, daarna neemt de pijn verder toe en als dit langer duurt dan kunnen armen en benen door de pijn niet meer gebruikt worden. Wanneer er ook belletjes in de longen ontstaan ontstaat er een benauwd gevoel.

Hoe kunnen de symptomen van decompressieziekte behandeld worden?

Minder snel stijgen en zodra je een symptoom herkent, direct dalen.

Wat zijn de symptomen van decompressieziekte?

Het begint met pijn in de gewrichten, daarna neemt de pijn verder toe en als dit langer duurt dan kunnen armen en benen door de pijn niet meer gebruikt worden. Wanneer er ook belletjes in de longen ontstaan ontstaat er een benauwd gevoel.

Hoe kunnen de symptomen van decompressieziekte behandeld worden?

Zo snel mogelijk dalen (dan neemt de luchtdruk weer toe) en minimaal 24 uur wachten voor er opnieuw gevlogen kan worden.

Hoe ziet het bloedvatenstelsel eruit?

Zuurstofarm bloed wordt door het hart naar de longen gepompt. Daar neemt het bloed zuurstof op en dit zuurstofrijke bloed wordt door het hart naar alle delen van het lichaam gepompt, waar de stofwisseling plaatsvindt

Wat is de taak van: aders, slagaders en haarvaten?

Het hart pompt het bloed via de slagaders naar alle delen van het lichaam. Via de aderen wordt het zuurstofarme bloed naar het hart vervoerd.

Wat zijn de functies van de hartslagaders en aders?

De functie van een slagader is om het zuurstofrijke bloed van het hart naar alle delen en organen van het lichaam te transporteren. De functie van de aders is om het zuurstofarme bloed terug naar het hart te voeren. Een mens heeft ongeveer 6 liter bloed, per minuut wordt er 5½ liter bloed door het lichaam rondgepompt. Per dag passeert ongeveer 8000 liter bloed het hart.

Wat zijn de systolische (bovendruk) en diastolische (onderdruk) bloeddruk en de gemiddelde waarde voor een volwassene in rust?

De normale bloeddruk van een jong en gezond persoon is 120/80 mm Hg. De bovendruk is de maximale druk die wordt opgebouwd in de slagader bij het samentrekken van de linker hartkamer. De onderdruk is het minimum van de druk die optreedt tussen twee samentrekkingen van het hart in, als de linker hartkamer zich weer vult met bloed. Stel dat de bloeddruk 130/80 mm Hg is, dan betekent dat dat de bovendruk 130 en de onderdruk 80 millimeter kwikdruk is. De bovendruk is dan gelijk aan de druk van een kolom van 130 mm kwik. Een bovendruk tussen 100 en 139 en een onderdruk tussen 60 en 89 wordt als normaal beschouwd.

Als de bloeddruk in rust hoger is dan 140 mmHg dan is er sprake van hoge bloeddruk. Je hebt dan een verhoogd risico op het krijgen van hart-en vaatziekten. Dus meer kans op een hartaanval of hersenbloeding.

Wat is de functie van de drukreceptoren in de bloedvaten van de hals?

De drukreceptoren in de hals bewaken de bloeddruk op het niveau van de hersenen. Bij een te lage bloeddruk wordt te weinig zuurstof naar bijvoorbeeld de hersenen getransporteerd. Een te hoge bloeddruk is schadelijk voor o.a. de bloedvaten. De drukreceptoren (baroreceptoren) meten voortdurend de bloeddruk en geven een signaal aan de hersenen als de bloeddruk te laag of te hoog is.

Hoe is de samenstelling van het bloed en wat is de functie van bloedplaatjes?

Het bloed bestaat uit: rode bloedcellen, witte bloedcellen, bloedplaatjes en bloedplasma. De rode bloedcellen bevatten hemoglobine en zijn voor het transport van zuurstof, de witte bloedcellen bestrijden bacteriën en virussen. De bloedplaatjes zijn voor het stollen van het bloed als er een wond is. Het bloedplasma vervoert bloedcellen, hormonen en vitaminen, zouten en voedingsstoffen.

Bloeddonoren geven per keer een halve liter bloed. Je geeft alleen bloed als je gezond bent en een gezond mens merkt nauwelijks dat hij bloed gegeven heeft. Wel is het mogelijk dat er iets eerder zuurstofgebrek optreedt bij vliegen op grote hoogte. Er wordt daarom geadviseerd om binnen 24 uur na het geven van bloed niet te vliegen.

Welke factoren bepalen de hartfrequentie (polsslag)?

Een normale hartslag zit tussen 60 en 80 slagen per minuut. De hartslagfrequentie wordt bepaald door de sinusknop in de rechter(hart) boezem. Bij sporten neemt de behoefte aan zuurstof e.d. toe en daar reageert het hart op door de hartslag te verhogen. Bij zuurstofgebrek gebeurt hetzelfde. Angst en stress

verhogen de hartslag. Ook alcohol en sommige medicijnen beïnvloeden de hartslag.

Met welke versnellingen heeft een zweefvlieger hoofdzakelijk te maken en wat betekent dit voor een veilige vluchtuitvoering?

- Met lineaire versnelling (een hogere snelheid zonder richting verandering).
- Met hoekversnelling (een versnelling door met gelijkblijvende snelheid een andere richting te kiezen).
- Met centripetale versnelling (het maken van een bocht). Bij een bocht van bijvoorbeeld 60° helling vindt een versnelling plaats in de richting van het centrum van de cirkel en bij een bocht van 60° ervaart je lichaam een kracht van 2G.

Een zweefvlieger heeft te maken met negatieve G-krachten (bijvoorbeeld bij sterk bijprikken na een kabelbreuk of bij een buitenwaartse looping) en met positieve G. Positieve G ervaar je bij het maken van een binnenwaartse looping of bijvoorbeeld bij het maken van steile bochten.

Welke effecten hebben versnellingen op de bloedsomloop en de bloeddruk?

- Bij negatieve G stroomt het bloed van de voeten naar het hoofd. In de hersenen en de ogen stijgt de bloeddruk (red out). De vlieger ziet een rode waas voor de ogen.
- Bij positieve G ondervind je een kracht van het hoofd naar de voeten. Het hart is gewend aan de normale zwaartekracht en het hart heeft nu veel meer moeite om het bloed tegen de verhoogde kracht in naar het hoofd te pompen. De bloedtoevoer naar de hersenen en de ogen vermindert of stagneert. De hersenen hebben een zuurstofvoorraad voor maar ongeveer 5 seconden. Wie langer dan 5 seconden wordt blootgesteld aan 5G verliest het bewustzijn.

Wat bedoelen we met “grey out, tunnel vision en blackout” en waar komt dat bij voor?

Ons lichaam is gewend aan 1G. De normale zwaartekracht. Tijdens steile bochten en loopings treden versnellingen op waardoor je meer dan 1G zwaartekracht op je lichaam ondervindt. Afhankelijk van de sterkte van de G-kracht en hoe lang je aan die kracht wordt blootgesteld krijg je de volgende symptomen:

G-kracht	symptoom bij ongetrainde vliegers
1 tot 2 g	Goed te verdragen
2 tot 3 g	Verkleining van het gezichtsveld, tunnelvisie
3 tot 4 g	Greyout (geen kleuren meer zien)
4 tot 5 g	Blackout (geheugenverlies)
5 tot 6 g	Bewusteloosheid (G-LOC g-induced loss of consciousness)

Bij positieve G krijg je dus achtereenvolgens last van tunnelvisie, greyout (geen kleuren meer zien), blackout en tenslotte bewusteloosheid.

Hoe kunnen we de tolerantie voor positieve versnellingen vergroten?

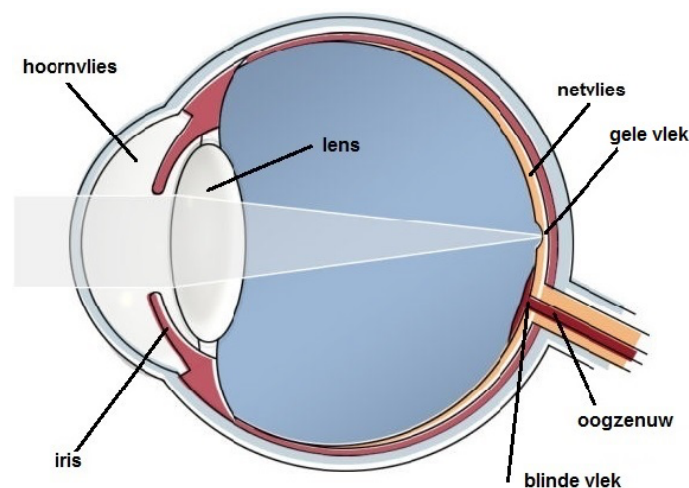
Zorgen voor een goede lichamelijke conditie. Vermoeidheid, alcoholgebruik en sommige medicijnen zorgen voor een verminderde g-tolerantie. Door een drukbroek kun je voorkomen dat het bloed naar de voeten loopt. De tolerantie voor positieve versnellingen kun je door training vergroten. In een centrifuge worden gevechtsvliegers en astronauten voorbereid op hoge-g-krachten.

2.2.2 ZIEN EN ILLUSIE

Van alle zintuigen is het gezicht het belangrijkste zintuig voor een zweefvlieger. Onze oriëntatie komt voor 90% van informatie die we via onze ogen verzamelen. Een vlieger moet de handleiding die bij het oog hoort kennen om te weten wanneer hij wel en wanneer hij niet op z'n ogen kan vertrouwen.

Anatomie van het oog

Het oog maakt gebruik van licht om een beeld door te geven aan de hersenen. Het oog lijkt op de lens van een fototoestel. De iris is het diafragma van het oog. Door samentrekking kan het de doorlaat-opening vergroten of verkleinen. Bij veel licht vernauwt de pupil en in het donker verwijdt ze.

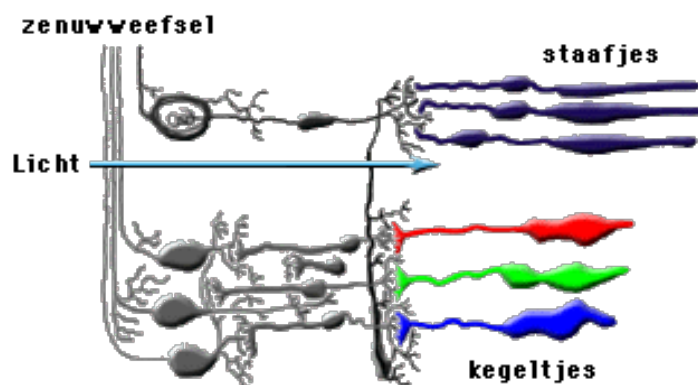


De ogen liggen beschermd in de oogkasholten van het hoofd. Door de oogspieren kunnen we de ogen draaien in de gewenste richting. Het oog bestaat o.a. uit de volgende onderdelen:

- Het hoornvlies: laat het licht door en zorgt met de lens voor een scherp beeld op het netvlies.
- De iris: het gekleurde gedeelte van het oog dat er voor zorgt dat er niet te veel of te weinig licht in het oog komt.
- De pupil: de opening in de iris die het licht doorlaat.

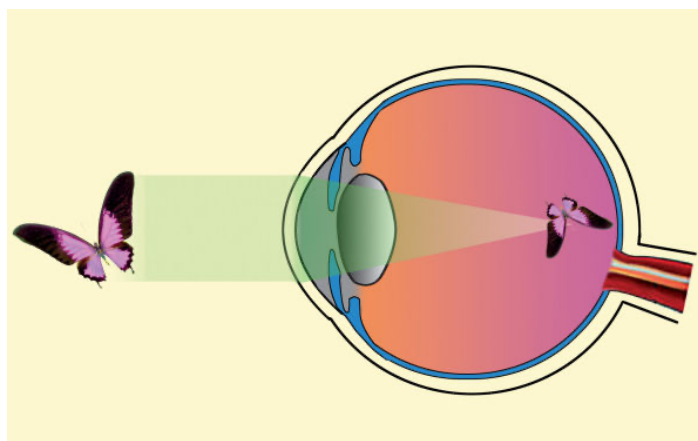
- De lens: deze bevindt zich achter de iris en de pupil en zorgt er met het hoornvlies voor dat er een scherp beeld op het netvlies geprojecteerd wordt.
- Het netvlies: bestaat uit zenuwcellen die staafjes en kegeltjes bevatten en die geven, als er licht op valt, signalen door aan de hersenen.
- Gele vlek: een gebied aan de achterkant van het netvlies waar zich alleen kegeltjes bevinden. De kegeltjes zijn zintuigcellen waarmee we kleuren waar kunnen nemen.
- De oogzenuw: dit is de verbinding tussen het oog en de hersenen. Het netvlies wordt door het licht dat in het oog valt geprikkeld en de oogzenuw geeft deze informatie door aan de hersenen en daar wordt er een beeld van gemaakt.
- Blinde vlek: de plaats waar de zenuwcellen samenkomen en via de oogzenuw naar de hersenen gaan. Op deze plek bevinden zich geen zenuwcellen en dat veroorzaakt op die plaats een blinde vlek.

Voor een duidelijke uitleg met mooie korte filmpjes zie: http://www.oogartsen.nl/oogartsen/het_oog/bouw_functie/ en klik dan op animatiefilm.



Kegeltjes en staafjes

Het netvlies bevat kegeltjes en staafjes. Met de kegeltjes zien we kleuren. Er zijn kegeltjes die gevoelig zijn voor rood, kegeltjes voor groen en kegeltjes voor blauw. Met de staafjes zien we zwart, grijs, en wit. De staafjes zijn gevoelig voor lijnen, hoeken, vlakken en beweging.



Wat we zien wordt door de lens van ons oog op de kop op het netvlies geprojecteerd. Onze hersenen verwerken die signalen en daar wordt er een beeld van gemaakt.

Wat is het verschil tussen monoculair and binoculair zien?

Binoculair zien is het zien met beide ogen. Elk oog stuurt een beeld naar de hersenen en daar wordt er één beeld van gemaakt. Bij monoculair zien wordt er met maar één oog gezien.

Wat wordt bedoeld met 'dieptezien' (depth perception) en de betekenis ervan voor de vluchtuitvoering?

Een mens heeft twee ogen. Die zitten net als bij jachtdieren naast elkaar. De ogen van een mens staan op een bepaalde afstand naast elkaar, waardoor we een voorwerp onder twee verschillende hoeken zien (**binoculair zien**). Voor afstanden verder weg dan 6 meter bepalen onze hersenen de diepte. Door ervaring weten we dat wat kleiner is, meestal verderaf moet zijn.

Illusie

Bij een illusie nemen we iets voor waar aan wat in werkelijkheid een onjuiste waarneming is. Soms zitten onze hersenen ernaast. Een modelzweefvliegtuig met een doorsnee van 3 meter zien we soms aan voor een zweefvliegtuig op veel grotere afstand. Een landingsbaan die smaller is dan we gewend zijn lijkt verder weg dan hij in werkelijkheid is. Wat we denken te zien, is niet altijd de werkelijkheid. Met onze zintuigen nemen we waar en we vertrouwen erop dat datgene dat we waarnemen de werkelijkheid is. Wanneer je op het station in de trein zit en je denkt dat de trein begint te rijden, dan schrik je soms ineens omdat niet jouw trein maar de trein naast je wegreed. De tweede keer schrikken we minder erg want we hebben dit verschijnsel al eerder meegemaakt. Zo moeten we ook bij het vliegen leren om er rekening mee te houden dat onze zintuigen soms een foutief signaal afgeven waar we niet foutief op moeten reageren.

Kleurenblindheid

Kleurenblindheid (kleurzwakte) betekent dat je de kleuren niet volledig kunt waarnemen. Het gaat meestal om rode en groene kleuren. In de meeste gevallen mag je met een lichte vorm van kleurenblindheid wel vliegen.

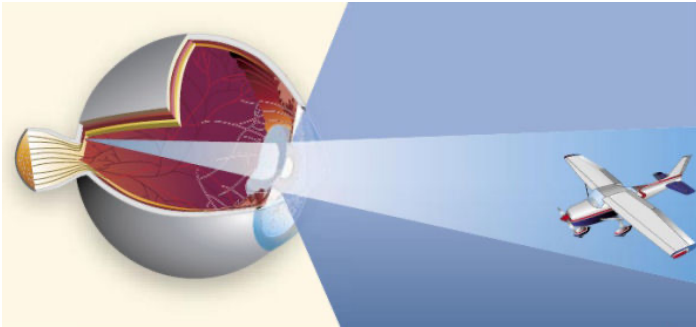
De verdeling van kegeltjes en staafjes over het netvlies en hun relevantie voor visuele perceptie

De gele vlek bevat vooral kegeltjes. Van de gele vlek naar de randen van het netvlies neemt het aantal kegeltjes af. Wanneer de staafjes tijdens het vliegen een bewegend voorwerp waarnemen, dan draaien we ons hoofd of de ogen om met de kegeltjes te bepalen

of het een vogel is die een thermiekbal aanwijst, of een vliegtuig waar we misschien voor uit moeten wijken.

Geef een omschrijving van de begrippen 'gezichtsscherpte', 'gezichtsveld', 'blikveld', 'perifeer zien', 'centraal zien', 'gele vlek' en 'blinde vlek' en hun functie.

De mens heeft de ogen van een roofdier. Onze ogen focussen het best in een klein gebied waar we naar kijken. In dat gebied zien we scherp. Met dat stukje kunnen we **centraal zien**. Het is maar een klein stukje van het totale **gezichtsveld** (dat wat we zien zonder ons hoofd of de ogen te bewegen).



Met **gezichtsscherpte** wordt bedoeld het vermogen van het oog om scherp en met fijne details te zien. Wij zien niet alles scherp. Zeker niet wat er aan de rand (**periferie**) van ons **blikveld** (dat wat we door onze ogen te bewegen kunnen zien) afspeelt. Alleen daar waar we onze blik op richten, dat zijn de voorwerpen die precies op **de gele vlek** vallen. Dat noemen we **centraal zien**. De gele vlek bevat immers vooral kegeltjes ($\pm 7.000.000$). Van de gele vlek naar de randen van het netvlies neemt het aantal kegeltjes af en staafjes toe. De kegeltjes hebben veel licht nodig. Bij veel licht is de lensopening klein en wordt het beeld geprojecteerd op de gele vlek. In het donker bij weinig licht is de lensopening groot en valt het licht op een groter deel van het netvlies. We zien dan geen kleuren meer en veel onscherper. Er zijn $\pm 100.000.000$ staafjes en die zijn 10.000 keer gevoeliger voor licht dan kegeltjes. Hiermee kunnen we in het donker zwart, grijs en wit zien.

De betekenis van de 'blinde vlek' voor het waarnemen van ander verkeer tijdens de vlucht.

De blinde vlek is de plaats waar de oogzenuw naar de hersenen gaat. Op die plek zien we niets.

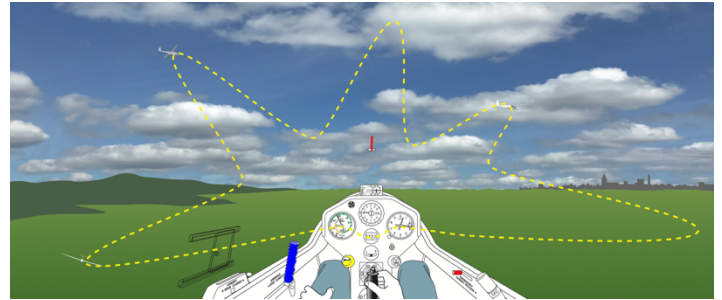


Wanneer je jouw recheroog sluit, met het linkeroog naar het kruisje kijkt en je hoofd op een bepaalde

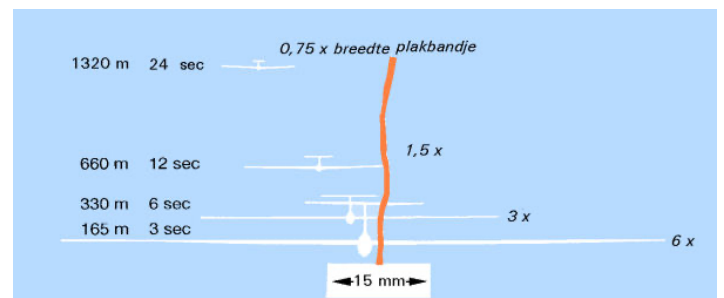
afstand (ongeveer 30 cm) van het scherm houdt, dan zie je het linker vliegtuig niet meer. Dat vliegtuig zit dan in de blinde vlek. Met twee ogen hebben we daar geen last van. Een voorwerp zit nooit tegelijk in de blinde vlek van beide ogen.

Welke techniek wordt aanbevolen om tijdens de vlucht de omgeving met het oog af te zoeken en waarom is die techniek de meest geëigende voor een veilige vluchtuitvoering?

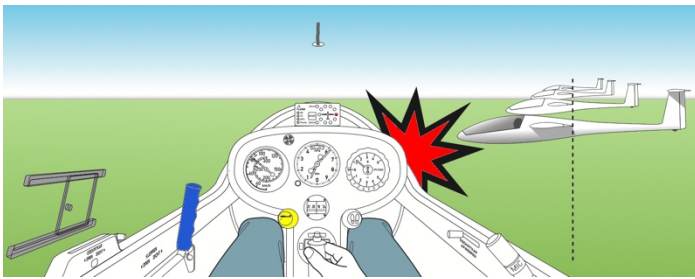
Uitkijken is veiligheidsregel nummer één. Altijd zoveel mogelijk naar buiten kijken is veel belangrijker dan de instrumenten langdurig in de gaten houden.



Je moet leren om alleen zo nu en dan even kort op de meters te kijken. Train je erin om de vliegtuigen om je heen in de gaten te houden en hun positie en vliegrichting te onthouden. Uitkijken moet je leren, net zo als je het starten en landen moet leren. Het speelt de belangrijkste rol bij alle zweefvlieg oefeningen. Je zet bijvoorbeeld pas een bocht in nadat je goed om je heen gekeken hebt. Let vooral op vliegtuigen die op dezelfde hoogte vliegen en op je af komen. Vliegtuigen in deze situatie zie je slecht en zijn verraderlijk snel dichtbij. Wanneer het lijkt dat een vliegtuig niet horizontaal of verticaal beweegt, maar wel groter wordt, moet je zo snel mogelijk uitwijken. Denk vooruit en ga zo vroeg mogelijk naar rechts en houd er rekening mee dat de ander jou misschien niet ziet.

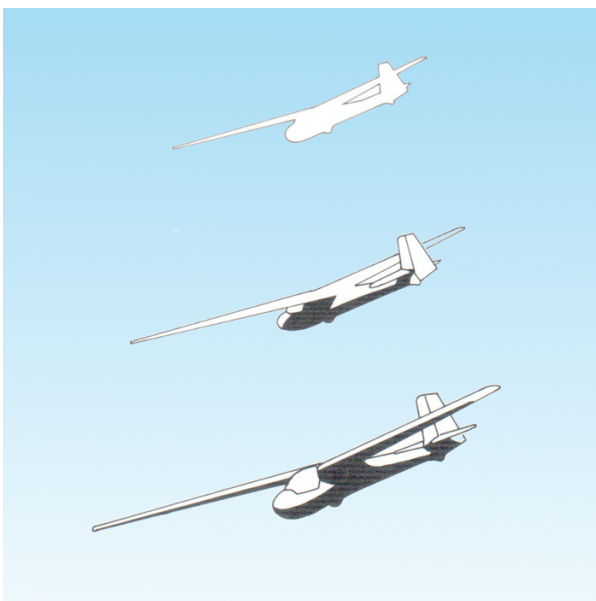


Frontale nadering van twee zweefvliegtuigen met elk een snelheid van 100 km/h is een naderingssnelheid van 55,5 m/s. Schijnbare grootte geprojecteerd op de op 1 meter van het oog verwijderde cockpitkap in vergelijking met het 15 mm brede plakbandje voor de wollen draad (veronderstelde spanwijdte 15 m).



Elk vliegtuig waarvan de positie in de kap niet verandert, maar waarvan de omvang wel toeneemt, bevindt zich op een botsingskoers met jou. Het oog kan beter bewegende voorwerpen waarnemen dan voorwerpen die op dezelfde plaats in de kap blijven.

Houd rekening met de achtergrond waartegen je een vliegtuig kunt verwachten. Een wit zweefvliegtuig met een wolk als achtergrond valt niet op.



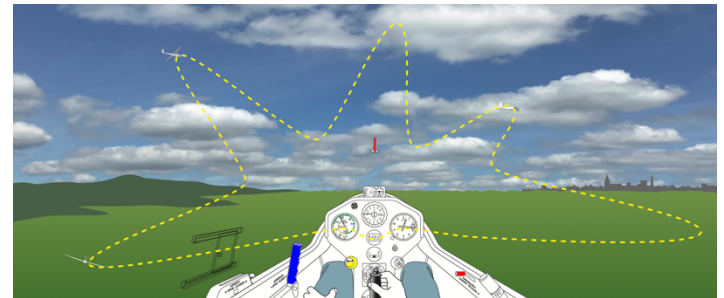
Vooraf bij slecht zicht moet je tegen de zon in erg goed uitkijken. Het is vaak moeilijk te zien of een zweefvliegtuig van je af vliegt of juist naar je toe komt. De silhouetten zijn dan vrijwel gelijk. Ook bij helder weer zijn, door de vele details op de horizon, juist die zweefvliegtuigen die zich op gelijke hoogte bevinden vaak moeilijk te onderscheiden! Ontwikkel een scanmethode waarbij je in alle richtingen een paar tellen bewust kijkt.

Accommodatie

Accommodatie is het focussen op een voorwerp. Het oog kan door middel van de oogspieren de lens boller en platter maken en daardoor de brandpuntsafstand van de lens variëren. Dit is nodig om iets dicht bij te zien, bijvoorbeeld de instrumenten lezen en iets in de verte te zien. Normaal heeft je oog zo'n 2 seconden nodig om na een blik op het instrumentenbord weer scherp te stellen op oneindig. Bij jonge mensen gaat dit sneller en bij ouderen langzamer. Wanneer je vermoeid bent, duurt dit langer.

Welke omstandigheden leiden tot 'lege ruimte bijziendheid' (empty field myopia)?

Houd er rekening mee dat bij slecht zicht het oog op instrumentenbordafstand gefocust kan blijven. Als er weinig is waar het oog scherp op kan stellen dan spreken we van 'leegveldbijziendheid'. In dat geval focust het oog op ongeveer $\frac{1}{2}$ meter voor de kap. Je kijkt maar feitelijk zie je niets. De vlieger heeft niet door dat dit gebeurt. Richt daarom de blik eerst even op de grond. Verandering stimuleert de ogen. Zo'n scanmethode kan er dan zoals hieronder afgebeeld uitzien. De blik van de vlieger gaat van de ene vleugel in de richting van de andere vleugel en vervolgens via de instrumenten weer naar de andere kant.



Nog een paar tips voor bevordering van de vliegveiligheid:

- Zorg voor de vlucht voor een schone kap (en eventueel een schone bril). Open de luchtschuif om de kap schoon te blazen zodra je merkt dat die beslaat. Start ook na een regenbui niet met een natte en beslagen cockpitkap.
- Zorg voor een goede vluchtvoorbereiding zodat je tijdens de vlucht zo veel mogelijk naar buiten kunt kijken.
- Houd rekening met de dode hoeken van het vliegtuig (achter, onder en tijdens een bocht het gebied achter de hoge vleugel).

Het adaptatiemechanisme van het oog en het compenseren voor omstandigheden met weinig licht.

Je kunt het oog enigszins vergelijken met een fotoestel. De lens moet ingesteld worden op afstand en bij minder licht moet de lens verder open om voldoende licht op te vangen. Het adaptatiemechanisme wil zeggen dat het oog zich aanpast aan licht of donker. Wanneer er minder licht in het oog valt, dan passen de staafjes en kegeltjes zich aan. De staafjes zijn echter veel gevoeliger voor licht. De drempelwaarde voor kegeltjes, de hoeveelheid licht waarbij kegeltjes nog iets kunnen waarnemen, ligt bij kegeltjes veel hoger. 's Nachts zie je niets meer met de kegeltjes maar nog wel met de staafjes.

Hoeveel tijd heeft het oog nodig om te adapteren aan het donker?

Donkeradaptatie gebeurt geleidelijk en wordt pas volledig na ongeveer 30 minuten. Op dat ogenblik zijn de staafjes 10 miljoen maal gevoeliger geworden. Omgekeerd, van donker naar licht past het oog zich

aan in ongeveer 10 seconden.

Het effect van zuurstofgebrek en roken op nachtzien

Zuurstofgebrek leidt tot eerder zwart-wit zien. Bij het maken van meerdere loopings achterelkaar waarbij het bloed naar de benen stroomt, schakelen de kegeltjes als eerste uit. Je ziet dan alleen nog met de staafjes. Dus zwart wit. Roken vermindert de opname van zuurstof in het bloed. Je hebt eerder zuurstofgebrek dan een niet-roker. Wanneer we vanuit het licht in een donkere ruimte komen dan moeten de ogen wennen aan het donker. Bij een niet-roker gaat dit sneller.

Factoren die de gezichtsscherpte kunnen verminderen

Roken, overmatig alcoholgebruik, sommige medicijnen, zuurstofgebrek, slecht dieet, bepaalde oogziektes en slechte algemene gezondheid verminderen de gezichtsscherpte.

De beperkingen van nachtzien

Wanneer de ogen volledig aan het duister gewend zijn, dan zijn de staafjes 10.000 keer gevoeliger voor licht dan de kegeltjes. Omdat de staafjes rondom de gele vlek zitten zie je weinig in het centrum van je blikveld. Door de ogen te bewegen voorkom je zo'n nachtblinde vlek.

De betekenis van de begrippen: verziendheid, bijziendheid, staar en glaucoom:

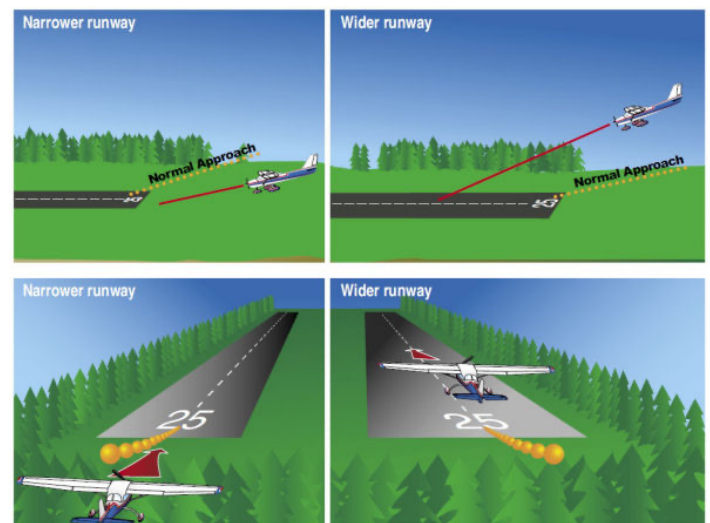
- **verziendheid** - bij verziendheid kun je in de verte scherp zien maar dichtbij niet.
- **bijziendheid** - bij bijziendheid kun je dichtbij scherp zien maar in de verte niet.
- **staar** - bij staar vormt zich een waas in de lens, vertroebeling van de lens waardoor je niet meer scherp ziet.
- **glaucoom** - bij glaucoom is de druk van de vloeistof in het oog te hoog wat tot schade van het netvlies leidt. Bij een tijdig signaleren van glaucoom kan het met medicijnen of een operatie behandeld worden.

Naderings- en landingsillusies, het gevaar en manieren om deze problemen het hoofd te bieden dan wel te vermijden

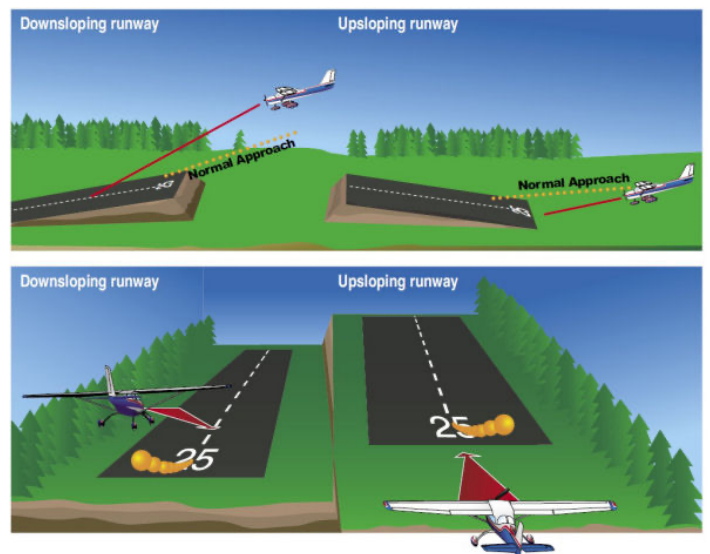
Bij een landing schatten we voortdurend onze hoogte en de afstand tot het landingsveld in. Wat we zien wordt in onze hersenen vergeleken met datgene dat we al vele malen gezien hebben. Wanneer het landingsveld afwijkt van het veld dat we gewend zijn dan kan dat tot landingsillusies leiden waardoor we te hoog of te laag het veld naderen.

Bij een smal landingsveld hebben we de illusie dat we te hoog zitten, het veld ziet er immers smal uit. We

hebben de neiging om dit te corrigeren door lager te gaan zitten. Met als risico dat we te laag voor het het veld komen en het landingsveld (bijvoorbeeld bij harde tegenwind) niet halen.



Bij een landingsveld dat breder is dan we gewend zijn, hebben we de illusie dat we te laag zitten. Dit kan leiden tot een te hoge nadering en een landing verder op het landingsveld. Bij eventuele rugwind kan dit er voor zorgen dat het veld te kort is.



Bron afbeeldingen: PHAK; Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge (zie literatuur)

Bij een landing op een landingsveld dat afloopt, lopen we het risico dat we te hoog binnen komen. In combinatie met eventuele rugwind kan het landingsveld dan te kort zijn. Bij een landingsveld dat helling opwaarts ligt lopen we het risico dat we te laag binnen komen en te laag zitten om objecten voor het veld te ontwijken.

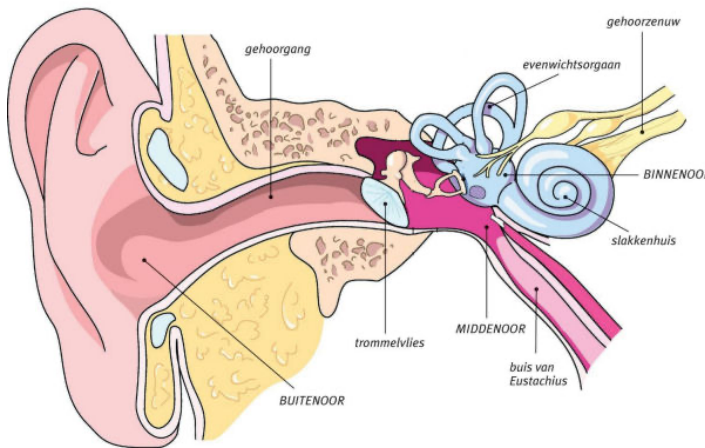
Oculogravische illusies en de daarmee gepaard gaande risico's voor de vluchtuitvoering.

Wanneer je heel lang naar een lichtbron buiten het vliegtuig kijkt, dan lijkt het of het licht gaat bewegen; dit verschijnsel wordt

een *oculogravische* zinsbegoocheling, of autokinese genoemd.

2.2.3 GEHOOR EN EVENWICHT

Geluid is lucht die trilt. Een geluidsbron veroorzaakt kleine wisselingen in luchtdruk die zich als een geluidsgolf door de lucht voortbewegen. Een ouderwetse wekker onder een luchtledige glazen stolp zie je rinkelen, maar je hoort niets. Wanneer je lucht in de stolp laat stromen, hoor je de wekker. Geluid plant zich alleen voort als er lucht is.



De anatomie van het menselijk oor

Geluid bestaat uit luchttrillingen. Die trillingen worden opgevangen door de oorschelp. Via de gehoorgang wordt het trommelvlies in trilling gebracht in dezelfde frequentie van de geluidsgolf. Die trillingen worden via de gehoorbeentjes overgebracht naar het slakkenhuis. In het slakkenhuis bevinden zich de zenuwcellen, die de trillingen omzetten in zenuwprikkels. Deze zenuwprikkels gaan via de gehoorzenuw naar de hersenen, waar ze omgezet worden in geluiden.

Oorzaken van gehoorverlies

Geluid ontstaat door snelle luchtdrukwisselingen. Als die luchtdrukverschillen heel erg groot zijn, kan schade in het oor optreden. Bij korte blootstelling aan te veel geluid zal het gehoor zich meestal herstellen, maar bij langdurige blootstelling aan te veel lawaai ontstaat blijvende gehoorschade.

Te veel geluid tijdens de vlucht vergroot de kans op hoge bloeddruk, concentratieverlies, vermoeidheid en de kans op ongelukken neemt toe omdat men de waarschuwingssignalen niet hoort, elkaar niet goed begrijpt of de radio niet duidelijk verstaat.

De geluidsstrekte van een normaal gesprek is ± 60 decibel. Luide muziek uit een radio is ± 90 decibel. Druk autoverkeer 100 decibel en een opstijgend straalvliegtuig 140. Wie langdurig blootgesteld wordt aan meer dan 85 dB loopt schade aan zijn gehoor op. Luide knallen en langdurig te luide geluiden leiden

tot Noise Induced Hearing Loss (gehoorverlies door lawaai). Bij het ouder worden neemt het gehoor ook af.

Effectieve middelen tegen gehoorbeschadiging in de luchtvaart

Probeer zoveel mogelijk harde geluiden te vermijden en stel je niet langdurig bloot aan geluid van 85 dB of meer. Gebruik, bijvoorbeeld in disco's, oordoppen. Gebruik oorbeschermers op de tractor bij het kabelrijden. In de motorzwever heb je een goede headset nodig.

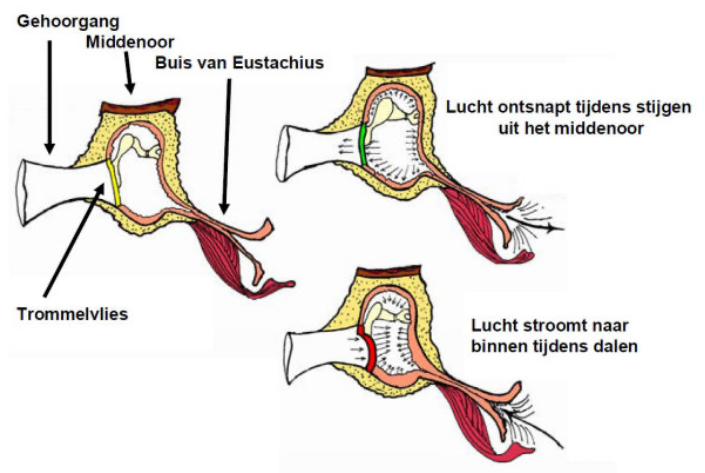
In de Arbowet schrijft de overheid voor:

- Bij blootstelling aan een dagelijkse dosis boven de 80 dB(A) moet de werkgever gehoorbeschermers beschikbaar stellen;
- Bij dagelijkse blootstelling aan een dosis boven de 85 dB(A) zijn werknemers verplicht om gehoorbeschermers te dragen.

Welke rol speelt de buis van Eustachius in het vereffenen van de druk tussen het middenoor en de buitenwereld?

Het middenoor is een met lucht gevulde ruimte. Via de buis van Eustachius, die uitkomt in de neuskeelholte, staat deze ruimte in verbinding met de buitenlucht. Door deze verbinding kan de lucht aan de binnenkant en aan de buitenkant van het trommelvlies gelijk blijven.

De middenoorholte wordt door het trommelvlies afgesloten van de buitenlucht. Drukverschillen bij stijgen en dalen worden normaal vereffend door de buis van Eustachius bij elk oor. De ruimte in het middenoor (trommelholte) bevat lucht en deze lucht zet uit als de druk buiten het oor daalt.



De buis van Eustachius zorgt ervoor dat wanneer we stijgen en in een omgeving met een lagere druk komen dat dan lucht uit het middenoor via de buis van Eustachius ontsnapt naar de keelholte. Bij dalen moet er lucht via de keelholte naar het middenoor. Dit noemen we klaren en kan bevorderd worden door slikken, gapen of de neus dichtknijpen, de mond te

sluiten en proberen uit te ademen met gesloten mond en neus. Zie: <https://youtu.be/B-vOLURN1Ms>

De effecten die verkoudheid of griep kunnen hebben op de drukvereffening

Bij verkoudheid, zere keel of griep lukt het niet om het drukverschil tussen binnenoor en buiten te vereffenen. Bij stijgen ontsnapt er soms nog wel lucht, maar bij dalen lukt het niet om te klaren (lucht via de buis van Eustachius in het oor te laten stromen). Dit leidt tot tijdelijke doofheid. Als het drukverschil groot is, leidt dit tot hevige pijn en soms tot het knappen van het gehoorvlies. Wanneer één oor wel klaart en het andere niet, ontstaat een heftig draaigevoel. Bij verkoudheid geldt daarom: Niet vliegen!

Welke externe prikkels kunnen de verschillende delen van het binnenoor waarnemen?

Het binnenoor kan geluidsgolven waarnemen. In het binnenoor ligt ook het evenwichtsorgaan. Daarmee kunnen we versnelling en vertraging waarnemen en we kunnen de draairichting bepalen.

Het verschil tussen de functie van het evenwichtsorgaan en die van het slakkenhuis

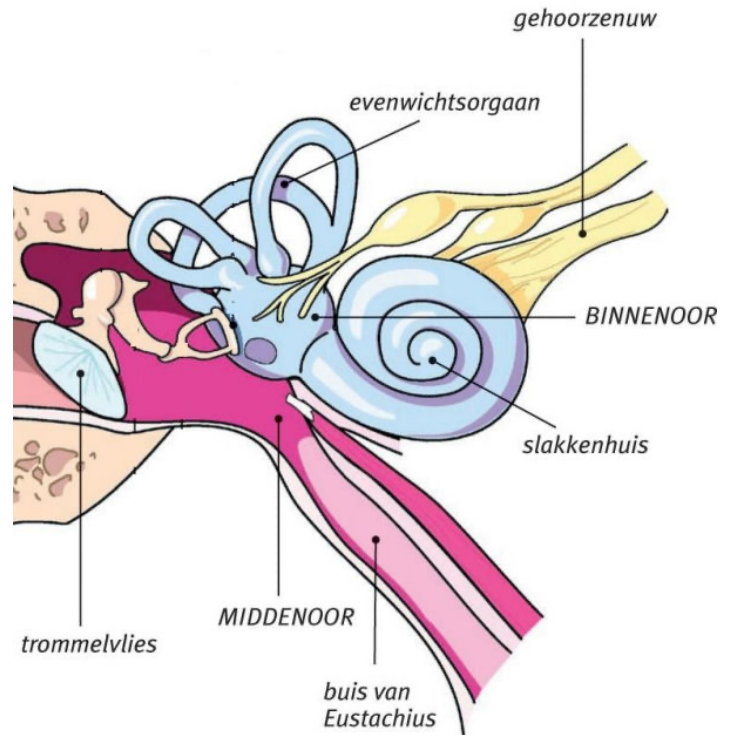
In het slakkenhuis worden de trillingen doorgegeven aan de gehoorzenuw. Het evenwichtsorgaan geeft informatie over bewegen, versnellen of vertragen door aan de hersenen.

De bestanddelen van het evenwichtsorgaan

In het binnenoor bevindt zich het evenwichtsorgaan. Het evenwichtsorgaan, het vestibulaire systeem, zorgt samen met de ogen en het spiergevoel voor onze positiebepaling ten opzichte van de horizon.

We houden ons zelf in evenwicht door een samenwerking van de ogen, het evenwichtsorgaan en het spier- en gewrichtsgevoel (proprioceptie). Tijdens het vliegen krijgen we te maken met horizontale-, verticale- en middelpuntzoekende versnellingen. Bij het maken van versnellingen treden er verhoogde g-krachten op. Het waarnemen van die versnellingen doen we met ons evenwichtsorgaan en met het gevoel van die krachten op ons hele lichaam. Bij het aanvliegen van thermiek worden we in de stoel gedrukt. Bij het maken van een bocht gaat het bewegen van armen en benen zwaarder. Bij bijprikken na de lierstart wordt de kracht op het lichaam even minder en dit merken we direct met ons "seat of the pants" gevoel. Dit gevoel waarschuwt ons dat er een verandering plaatsvindt.

Bij het vliegen zijn de ogen het belangrijkste voor het bepalen van de positie van het vliegtuig in de ruimte. In het donker hebben we niets aan de ogen. Met de ogen dicht kunnen we wel al tastend lopen, maar met de ogen dicht kunnen we niet vliegen.

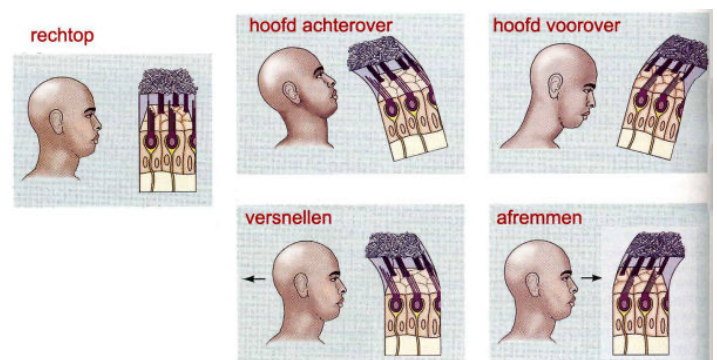


Het evenwichtsorgaan bestaat uit drie half cirkelvormige kanalen die haaks op de drie assen staan met daaronder 2 bolvormige uitstulpingen waarin zich de otolietorganen bevinden. De otolietorganen registreren versnelling en vertraging in het horizontale vlak (naar links en naar rechts gaan) en in het verticale vlak (omhoog en omlaag).

Hoe worden de halfcirkelvormige kanalen gestimuleerd?

De kanalen zijn gevuld met een vloeistof (endolymfe) en een gedeelte met fijne haartjes. Bij een beweging, door verandering van de stand van het lichaam, begint de vloeistof te stromen en dit wordt door de haartjes doorgegeven aan de hersenen.

Hoe worden de otolieten gestimuleerd?



De otolietorganen registreren versnelling en vertraging. Bij een versnelling of een vertraging begint de vloeistof in die organen te stromen. De haartjes in de otolietorganen registreren dit en geven dat door aan de hersenen. Een versnelling geeft hetzelfde gevoel als wanneer je het hoofd achterover doet.

2.2.4 LUCHTZIEKTE EN RUIMTELIJKE DESORIËNTATIE

Als passagier heb ik een keer een aantal kunstvluchtoefeningen achter elkaar vanaf 1000 m hoogte meegemaakt. Na een aantal vrilleslagen, loopings, hoge bochten e.d. raakte ik gedesoriënteerd. Na de vlucht ben ik een paar uur misselijk geweest. De volgende dag heb ik opnieuw zo'n kunstvlucht gemaakt, maar nu stuurde ik zelf, wist ik steeds de positie van het vliegtuig en was er niets aan de hand.

Luchtziekte ontstaat, net als zeeziekte, door een ongebruikelijke manier van bewegen. De informatie die ons lichaam krijgt van de ogen, de evenwichtsorganen en het gevoel kloppen niet met wat we gewend zijn. Dit veroorzaakt misselijkheid. Door gewenning hebben vliegers geen last meer van de bekende vliegbewegingen, maar stappen ze dan een keer bij iemand in als passagier die vliegbewegingen maakt die ze niet verwachten en waarbij ze hun oriëntatie kwijtraken, dan zijn de symptomen van luchtziekte weer aanwezig.

Ruimtelijke desoriëntatie wil zeggen dat je niet meer weet, of niet door hebt, hoe de stand van het vliegtuig ten opzichte van de horizon is en welke kant het uit beweegt. Wat je ziet en wat je evenwichtsorgaan laat voelen klopt niet. Je wordt luchtziek. Je voelt je maag, wordt misselijk, bleek om het gezicht, je krijgt koud zweet op het gezicht en soms moet je zelfs overgeven.

Beginnende zweefvliegers hebben vaak last van luchtziekte. Daarom wordt er bij de eerste starts heel beheerst gevlogen en bij eventuele thermiek wordt heel vlak gedraaid. Na een paar vluchten verdwijnt bij de meeste mensen het gevoel van luchtziekte. Het lichaam went aan de bewegingen van de kist.

Om luchtziekte tegen te gaan, moet je vaker gaan vliegen, de bewegingen van het hoofd beperken, geen snelle bewegingen met het hoofd maken, naar een punt in de verte kijken en zeker 24 uur voor de vlucht geen alcohol gebruiken. Wie te veel gedronken heeft, krijgt een hoog alcoholpercentage in het bloed. Daardoor komt er alcohol in de vloeistof die in de halfcirkelvormige kanalen van het oor zit. Alcohol is lichter dan water en dat geeft een licht gevoel in het hoofd. Het voelt alsof je draait. De effecten van alcohol zijn dagen later nog aanwezig.

De wisselwerking tussen zien, evenwicht, proprioceptie (het gevoel van 'the seat of the pants') en gehoor bij het verkrijgen van ruimtelijke oriëntatie tijdens het vliegen

Voor gewoon rechtop lopen en voor het bepalen van de stand van het zweefvliegtuig in de lucht, gebruikt het lichaam 3 systemen:

1. De **ogen**, het **visuele systeem**. Met de ogen bepalen we de positie van het zweefvliegtuig ten opzichte van de horizon.

2. Het **evenwichtsorgaan** in het oor, het **vestibulaire systeem**. Organen in het binnenste van het oor die het lichaam in balans houden.
3. Het **gevoel**, het **somatosensorische systeem**. Het gevoel van 'the seat of the pants' - De zenuwen in de huid, de spieren en de gewrichten, bepalen samen met het gehoor en het gevoel van de zwaartekracht onze positie.

Al deze informatie komt bij elkaar in de hersenen en daar krijgen we als we, met twee benen op de grond staan, een duidelijk beeld hoe en waarheen ons lichaam beweegt.

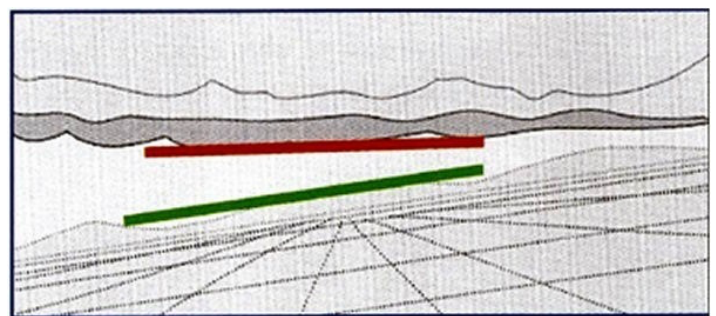
Ons lichaam is niet gemaakt om te vliegen. Het lichaam kan geen onderscheid maken tussen versnellingskrachten als gevolg van de zwaartekracht en versnellingskrachten als een gevolg van het manoeuvreren van het vliegtuig. Daardoor kan het lichaam verkeerde informatie geven over de beweging die het vliegtuig maakt. Zodra de invoer van de 3 systemen niet meer matchen, niet meer geheel correct is, of tegenstrijdig is, is er sprake van ruimtelijke desoriëntatie. Veel dodelijke ongevallen in de luchtvaart ontstaan door desoriëntatie als gevolg van vliegen bij slecht zicht.

Hoe kan ruimtelijke desoriëntatie ontstaan door incongruentie (niet overeenstemmen) van zintuiglijke waarneming en informatieverwerking?

Wat je ziet en wat je evenwichtsorgaan laat voelen, dat klopt niet. Er is geen juiste match tussen de drie systemen die voor het evenwicht zorgen.

Het visuele systeem

Bij vliegen maken we, om ons te oriënteren, voor 90% gebruik van onze ogen. Soms krijgen onze hersenen tegengestelde of foutieve informatie en dan ontstaat ruimtelijke desoriëntatie.



Een wolk die aan een kant lager is, kan er voor zorgen dat we, zonder dat we het in de gaten hebben, niet meer horizontaal vliegen, maar evenwijdig aan de wolk.

Buitenlanden in een veld dat niet horizontaal ligt, maar dwars op de landingsrichting oploopt, kan er voor zorgen dat we de helling als horizon gebruiken en feitelijk met dwarshelling vliegen.

Het somatosensorische systeem

Het vermogen om min of meer aan te voelen hoe ons lichaam zich in de ruimte bevindt. Het somatosensorische systeem zendt signalen uit de huid, gewrichten en spieren naar de hersenen en die worden daar geïnterpreteerd in relatie tot de normale zwaartekracht van de aarde. Het gevoel in ons achterste ('**the seat of the pants**') vertelt ons, vaak al voor de variometer, dat we een thermiekbels binnenvliegen. Zo kunnen we op de medische keuring met de ogen dicht onze wijsvinger naar de neus brengen. Wanneer we een wolk in vliegen hebben we niets aan dit systeem en geeft het ons zelfs foutieve informatie. Vertrouw dus nooit op je gevoel bij slecht zicht. Nog beter, ga nooit zonder zicht of met heel slecht zicht vliegen. In de flarden van een wolk vliegen of erin vliegen, levert niet alleen botsingsgevaar op maar ook de kans dat je er gedesoriënteerd uit komt. Respecteer de beperkingen van je lichaam.

Het vestibulaire systeem

Het vestibulaire systeem (de drie halfcirkelvormige kanalen met vloeistof) in onze beide oren, registreert beweging en bepaalt mede onze oriëntatie in de ruimte. Zo lang we zicht op de horizon hebben en daardoor de positie van het vliegtuig in de ruimte kunnen bepalen, helpt het vestibulaire systeem ons om rollen, draaien of stampen te herkennen. Zonder zicht kan het lichaam de positie van het vliegtuig niet bepalen en geeft ons gevoel foutieve informatie.

Het begrip 'ruimtelijke desoriëntatie'

Wanneer onze zintuigen tijdens het vliegen verkeerde of tegengestelde informatie aan ons geven, ontstaat ruimtelijke desoriëntatie. Bij vestibulaire illusie wordt de verkeerde informatie door het evenwichtsorgaan veroorzaakt.

Vormen van desoriëntatie

Er wordt onderscheidt gemaakt in twee vormen van desoriëntatie. Type 1: de vlieger heeft niet door dat wat hij waarneemt niet overeenkomt met de werkelijkheid. Type 2: De vlieger heeft het wel door.

Vestibulaire illusies gerelateerd aan mogelijke problemen tijdens de vlucht en de zich daarbij voordoende risico's

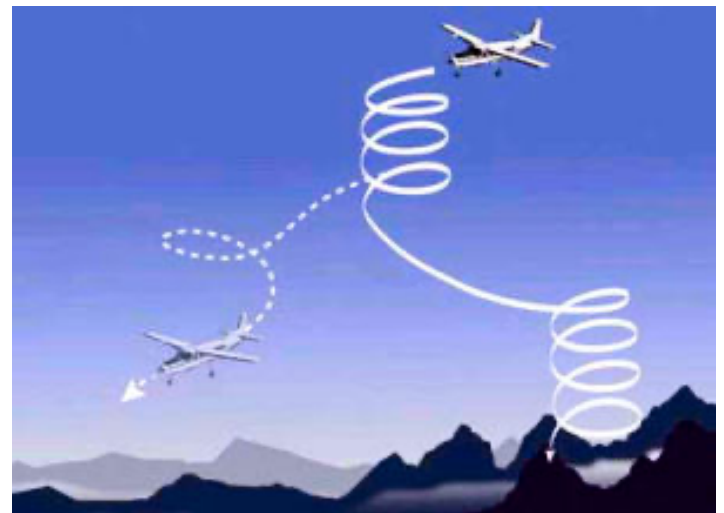
Wanneer je met de ogen dicht op een draaistoel wordt rondgedraaid, dan voel je dat het draaien begint. Na een poosje draaien met dezelfde draaisnelheid voel je niet meer dat je draait. Wordt de draaiing gestopt dan heb je het gevoel (de illusie) dat je draait.

Voorbeelden van vestibulaire illusies zoals coriolis-, somatogyrale, somatogravis, en versnellingsillusies alsmede de inversie-illusie en de 'leans'

Coriolis-illusie Deze draai-illusie ontstaat als een piloot al een tijdje een bocht maakt. De vloeistof in het oor is dan weer tot rust gekomen. Wanneer hij nu plotseling zijn hoofd draait en bijvoorbeeld iets opzoekt in het zijvakje van het zweefvliegtuig, kan de vloeistof in beweging komen en dit geeft de vlieger de indruk dat het toestel in een andere richting beweegt terwijl dat in werkelijkheid niet zo is. Door jezelf aan te leren om geen snelle draaibewegingen met het hoofd te maken, kun je dit voorkomen.

Bij de oefening vrille heeft het geen enkel nut om een aantal slagen draaiend naar beneden te gaan. Een kwartslag is voor de oefening al voldoende. Het gaat er bij de oefening om, om de situatie vlak voor de vrille te herkennen en zodra de vrille wordt ingezet deze veilig te beëindigen.

Kerkhof spiraal (graveyard spiral) Eén keer heb ik iemand een oefening vrille in een B4 zien maken. De B4 staat erom bekend dat je er heel goed vrilles mee kunt oefenen. De solist maakte een aantal draaiingen achter elkaar. Op zo'n 300 meter beëindigde hij de draaiing. Het toestel kwam even in gewone horizontale vlucht en viel direct weer in een vrille. Op 100 meter boven de grond werd die vrille gelukkig beëindigd.



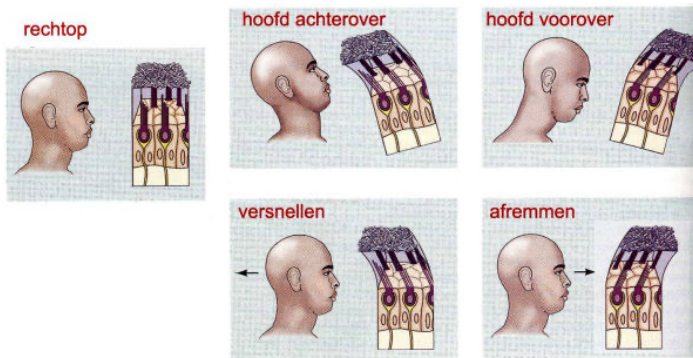
Tijdens het draaien komt het stromen van de endolymfe weer tot stilstand. Door het stoppen van de draaibeweging komt het stromen weer op gang en de piloot heeft het gevoel dat het draaien nog niet gestopt is. Het vliegtuig draait niet meer maar de vlieger heeft de illusie dat het draait. Wanneer je door roeruitslagen probeert om dit gevoel van draaien te stoppen, dan kun je in een vrille over de andere vleugel vallen. Dit heet de graveyard spiral, de kerkhofspiraal. Deze naam is niet helemaal correct want het is meestal geen spiraalduik maar een vrille.

Na dit voorval heeft de club besloten om de oefening vrille alleen nog maar boven de 500 meter te oefenen.

Het oefenen van de vrille en de spiraalduik is niet iets om bang voor te worden. Integendeel. Door dit geregeld te oefenen, weet je dat je moet vertrouwen op je ogen en niet moet reageren op wat je voelt. Dit maakt direct ook duidelijk dat je deze oefeningen

alleen bij goed zicht met een duidelijke horizon moet doen.

Somatogravische illusies worden ook wel stijg- en daalillusies genoemd. Het bepalen van de positie van het vliegtuig in de ruimte doen we vooral met onze ogen en in mindere mate met ons evenwichtsorgaan. De otolietorganen in het evenwichtsorgaan registreren versnelling en vertraging. Bij een versnelling of een vertraging begint de vloeistof in die organen te stromen. De haarcellen in de otolietorganen registreren dit en geven dat door aan de hersenen.



Een versnelling geeft hetzelfde gevoel als wanneer we het hoofd achterover doen. Bij het versnellen tijdens het begin van een lierstart ervaart de vlieger een gevoel alsof hij achterover valt en heeft de illusie dat de neus van het zweefvliegtuig omhoog komt. Zijn ervaring en zijn ogen zorgen ervoor dat hij niet verkeerd op dit gevoel reageert. Tijdens een kabelbreuk in die fase van de start zal het vliegtuig snelheid verminderen. De vlieger ervaart met zijn evenwichtsorgaan dat hij naar voren valt, heeft de illusie dat de neus van het toestel valt. Ook nu moet hij op zijn ogen en snelheidsmeter vertrouwen, want anders trekt hij de neus omhoog en volgt er een overtrokken situatie.

Het gevoel van helling terwijl je horizontaal vliegt (somatogyrale-illusie)

Dit kan ontstaan als je vrij lang een bocht maakt. De vloeistof in je oor komt tijdens het maken van die bocht weer tot rust. Wanneer je daarna het toestel weer horizontaal legt, dan komt de vloeistof weer in beweging en heb je het gevoel dat je niet horizontaal vliegt. Door één blik naar de horizon weet je dit gevoel na een paar keer vliegen al te onderdrukken. Bij slecht zicht of vliegen in de flarden van een wolk raak je gedesoriënteerd en geef je helling terwijl dat niet moet.

Tegenleunen (leans)

Dit kan ontstaan wanneer we lang op de kaart kijken en onbewust ondertussen een heel flauwe rolbeweging maken. Zo'n flauwe rolbeweging brengt de vloeistof in de half cirkelvormige kanalen in ons oor niet in beweging. De rolbeweging blijft onder de waarnemingsdrempel. Wanneer je dan naar buiten kijkt, de rolbeweging constateert en snel weer corrigeert, dan komt de vloeistof wel in beweging en

ervaar je dat als rollen. Wanneer de vleugels weer horizontaal op de horizon zijn, dan heeft de vlieger het gevoel dat hij daar tegenin moet leunen.

Inversie illusie (op de kop illusie)

Wanneer je na een lange lierstart snel bijdrukt naar normale vliegtoestand (neus iets onder horizon) dan kun je het gevoel hebben dat je op de kop draait. Inversie illusie. Wanneer de vlieger gevoelig is voor negatieve g-krachten dan kan dit tot paniek leiden. Zie: [negatieve g](#). Ook hier geldt weer dat veel oefenen leidt tot juist reageren op wat we zien en voelen.

De illusies van proprioceptieve input (Seat-of-the-Pants-Sense) gerelateerd aan mogelijke problemen tijdens de vlucht en de zich daarbij voordoende risico's

Proprioceptie is een feedback mechanisme, gevoed door gespecialiseerde zenuwuiteinden in huid en spieren, dat informatie levert voor het sturen van bewegingen. Het somatosensorische systeem zendt signalen uit de huid, gewrichten en spieren naar de hersenen en die worden daar geïnterpreteerd in relatie tot de normale zwaartekracht van de aarde. Het gevoel in ons achterste vertelt ons vaak al voor de variometer dat we een thermiekbek binnen vliegen.

Waarom is proprioceptieve input volkomen onbetrouwbaar als zicht op de grond ontbreekt?

We bepalen vooral met de ogen (zicht op de horizon) de positie en de beweging van het vliegtuig. Zolang we zicht op de horizon hebben kunnen we proprioceptieve input goed verwerken. Bij geen zicht geven ze ons misleidende informatie.

Het begrip flicker-vertigo (lichtflitsduizeligheid) en hoe het voorkomen kan worden

Reflectie van lichtflitsen in het gezicht. Een lichte flikkering van 4 tot 20 keer per seconde kan leiden tot misselijkheid, braken en heel soms tot bewusteloosheid.

Visuele problemen die zich kunnen voordoen bij knipperende lichten (strobe-lights, anti-collision lights, etc.)

Leer een scanmethode aan waarbij je niet constant in dezelfde richting kijkt. Vermijd het langdurig kijken naar knipperende lichten.

Maatregelen ter voorkoming en/of ondervanging van ruimtelijke desoriëntatie en/of vertigo tijdens het vliegen

Een vlieger moet leren om tijdens het vliegen het luchtruim te scannen met zijn ogen en niet snelle draaibewegingen met het hoofd te maken. Tijdens het begin van de lierstart (tijdens het accelereren) kijk je naar de horizon om het zweefvliegtuig horizontaal te houden. Een snelle draai met het hoofd om te zien of

de tip van de vleugel hoog genoeg boven het gras staat, kan tijdens het versnellen een draai-illusie veroorzaken. In de tweezitter kun je met een instructeur oefeningen doen om ruimtelijke desoriëntatie te ervaren.

Luchtziekte en de symptomen

Luchtziekte wordt veroorzaakt door (onnatuurlijke) bewegingen van het vliegtuig waardoor je je misselijk kunt gaan voelen. Symptomen kunnen zijn: hoofdpijn, bleke huidskleur, zweten, braken, vermoeidheid.

Maatregelen om luchtziekte te voorkomen en/of de verschijnselen te verminderen

- **Naar de horizon kijken** De eerste vluchten wanneer iemand nog moet wennen aan het zweefvliegen wordt heel rustig en alleen met flauwe bochten gevlogen. Het helpt om een leerling of passagier naar de horizon te laten kijken. Wijs op dingen in de verte en vraag niet de aandacht voor iets dat vlak onder het vliegtuig op de grond te zien is.
- **Beperk hoofdbewegingen** Natuurlijk moet je je hoofd bewegen om goed uit te kijken, maar probeer tijdens het begin van een lierstart of bij het maken van bochten geen snelle draaibewegingen met het hoofd te maken. Wanneer je van de vliegkaart opkijkt, het hoofd draait om naar buiten te kijken dan kan dat een sterke draaisensatie veroorzaken.
- **Oefenen helpt** Vliegers wennen vrij snel aan de bewegingen van het vliegtuig en ervaren dan helemaal geen luchtziekte meer.
- **Medicijnen** Middelen tegen reisziekte helpen passagiers ook tegen luchtziekte. Deze middelen mogen niet door vliegers gebruikt worden omdat de bijwerkingen, sufheid en slaperigheid, je ongeschikt maken om een vliegtuig te besturen.

2.2.5 VLIEGEN EN GEZONDHEID

Een gezonde geest in een gezond lichaam is een oude Griekse wijsheid. Wie zich fit voelt en lekker in zijn vel zit, vliegt beter, is alerter en reageert sneller. Je fit voelen bereik je door: een juist gewicht, minimaal drie keer per week 20 minuten sporten, zorgen voor weinig stress en goede nachtrust, gezond eten, niet roken en matig zijn met alcohol.

Tijdens de medische keuring wordt gecontroleerd of je in staat bent om veilig te kunnen vliegen. Zo'n keuring geldt meestal voor jaren, maar dat zegt niet of je elke dag geschikt bent om te vliegen. Dat bepaal je zelf op de vliegday. Ben je fit to fly of is het verstandiger om die dag iets anders te gaan doen.

De I'M SAFE check

I	Illness	Bij verkoudheid e.d. niet vliegen.
M	Medicine	Niet vliegen bij gebruik van medicijnen die de v
S	Stress	Wanneer je gestrest bent, vlieg je niet ontspann
A	Alcohol	Minimaal tien uur voor de vlucht geen alcoholho
F	Fatigue	Bij vermoeidheid reageer je niet meer alert. Rus
E	Eating	Onvoldoende eten en drinken veroorzaakt conc

Vliegen als je je fit voelt

Een dagje zweefvliegen in een prettige sfeer kan heel ontspannend zijn en is dan een uitstekend middel om stress te voorkomen. Meestal kom je helemaal los van de dagelijkse problemen op het werk en slaap je na een dag zweefvliegen als een blok. Zweefvliegen kan tot op hoge leeftijd worden gedaan, maar voor elke leeftijd geldt dat je alleen moet gaan vliegen als je je fit voelt. Vermoeidheid, stress en ziekte beïnvloeden het concentratie- en kijkvermogen. Wanneer een van de onderdelen van de I'M SAFE-check op jou van toepassing is, moet je helaas het vliegen die dag overslaan. Bij twijfel geldt: niet vliegen!

Ziekte

Wie ziek is gaat niet naar zijn werk en wil helemaal niet gaan zweefvliegen. Ziekte bij de I'M SAFE CHECK gaat meer over aandoeningen waarbij je nog wel naar je werk gaat, maar niet moet gaan vliegen.

- **Verkoudheid** Bij verkoudheid en hooikoorts zijn de slijmvliezen in de neus-keelholte opgezwollen. Bij verkoudheid en hooikoorts lukt het niet om het drukverschil tussen binnenoer en buiten te vereffenen (klaren). Bij stijgen ontsnapt er soms nog wel lucht, maar bij dalen lukt het niet om te klaren (lucht via de buis van Eustachius in het oor laten stromen). Dit leidt tot tijdelijke doofheid. Als het drukverschil groot is, leidt dit tot hevige pijn en soms tot het knappen van het gehoorvlies. Wanneer één oor wel klaart en het andere niet, ontstaat een heftig draaigevoel. Bij verkoudheid geldt daarom: Niet vliegen!
- **Maagdarmaandoeningen** Bij maagdarmaandoeningen krijg je een versnelde passage van voedsel en opeenhoping van gassen. Bij het stijgen in de thermiek kom je in een omgeving met een lagere druk. De gassen in je buik zetten nog meer uit. Dit kan leiden tot buikkrampen, misselijkheid, braken en diarree. Dat maakt je ongeschikt om een zweefvliegtuig te besturen.
- **Medicijnen** Medicijnen tegen griep, verkoudheid en hooikoorts, geven aan dat je ziek bent. En bij ziek zijn geldt de I'M SAFE-check. Slaapmiddelen, kalmeringsmiddelen en anti-histamine, hebben een versuffende invloed en mogen niet gebruikt worden. Na 8 tot 15 uur is de helft van de dosering nog in het lichaam aanwezig en kan er nog niet gevlogen worden. Elk medicijn heeft een werking en een bijwerking. Medicijnen zoals aspirine die vrij verkrijgbaar zijn, onderdrukken tijdelijk de

kwaal en geven je het gevoel dat je kunt gaan vliegen, maar ze pakken de oorzaak niet aan. Na een verdoving bij de tandarts moet je 48 uur wachten met solo vliegen. Bij twijfel geldt niet vliegen of een arts om advies vragen.

Alcohol en drugs

"Eight hours between the bottle and the throttle", is een oude RAF-regel die vroeger gold bij zeer matig drankgebruik. Voor alcoholgebruik geldt volgens de Nederlandse wet tenminste 10 uur zonder alcoholgebruik voorafgaande aan de vlucht en ten hoogste 0,2 milligram alcohol per milliliter bloed (= 0,2 promille). Na een lokale verdoving (tandarts) mag je 12 uur niet vliegen en na een ruggenprik of algehele verdoving mag je 48 uur niet vliegen.. Voor RAF- en Nederlandse F16-vliegers geldt dat ze 24 uur voor de vlucht geen alcohol mogen hebben gebruikt. Alcohol vermindert het concentratievermogen. Het denkvermogen, waarnemingsvermogen en het geheugen nemen af. Je kunt minder goed je aandacht verdelen. Je hebt meer last van stress, je bent gevoeliger voor zuurstofgebrek en je kunt minder goed tegen hoge g-krachten. Bovendien onderschat je risico's.

Wie na alcoholgebruik in de auto stapt is strafbaar met een alcoholpromillage van 0,5 of hoger in het bloed. Bij het vliegen moet het percentage lager zijn dan 0,2 promille. Vanwaar dit verschil? Een standaardglas wijn of bier zorgt voor een alcoholgehalte van 0,2 promille in het bloed. Eén glas is dus al teveel. Op een hoogte van 2000 meter heeft één pilsje, door de lagere zuurstofdruk, het effect van drie. Na een avondje gezellig doorzakken is de volgende ochtend nog niet alle alcohol uit het hele lichaam verdwenen. De effecten van de kater worden tijdens het vliegen door de lagere zuurstofdruk en het bewegen van het vliegtuig alleen maar erger en dat is vragen om problemen.

Het gebruik van softdrugs heeft invloed op de vliegprestaties. De reactiesnelheid en het beoordelingsvermogen worden er negatief door beïnvloed. Ook hier geldt weer dat een afname van de zuurstofdruk met toenemende hoogte een versterkende invloed op de nawerking van drugs heeft. De reacties op en de nawerkingstijd van drugs verschillen van persoon tot persoon en zijn mede afhankelijk van het feit of iemand een geregeld of een incidenteel gebruiker is. Het gebruik van softdrugs en harddrugs is onverenigbaar met zweefvliegen. Zie het "General Aviation protocol Alcohol-, Drugs- en Medicijngebruik": http://www.civ.zweefportaal.nl/main/articles.php?article_id=35

Ook slaaptabletten e.d. beïnvloeden het waarnemingsvermogen en de reactiesnelheid. Het kan wel enige dagen duren voordat een eenvoudig slaaptabletje geheel is uitgewerkt. Na een algehele verdoving dien je de eerste 48 uur niet te vliegen. Na het gebruik van kalmerende middelen en middelen om de bloeddruk te verlagen of zware pijnstillers moet je minstens 7 dagen wachten en pas

na overleg met je keuringsarts mag je daarna weer vliegen.

Eten en drinken

De enorme invloed van goed voedsel en voldoende vocht op de lichaamsconditie is bij duursporters al lang bekend. Wie op een zweefvliegtag onvoldoende drinkt en ook niet eet moet niet raar opkijken als de lichaamsmotor slecht begint te lopen. Marathonlopers drinken elke vijf kilometer minstens een halve bidon water, ongeacht of ze dorst hebben of niet. Tour de France-fietzers die onvoldoende eten en drinken tijdens het fietsen, scoren niet alleen die dag slecht, maar ook de daarop volgende dagen. Drink en eet voldoende tijdens een zweefvliegtag. Het lichaam heeft per dag ongeveer 2,4 liter vocht nodig. Dit geldt voor iemand die geen zwaar lichamelijk werk doet bij kamertemperatuur. Op een zonnige dag is 2 liter vocht te weinig en moet je zo'n vier liter drinken (gedurende de hele dag en niet 's avonds aan de bar). Tijdens een lange overlandvlucht moet je in conditie blijven en jezelf aanwennen om voor, tijdens en na de vlucht geregeld iets te drinken en voldoende te eten. Neem elk kwartier een paar slokken, ook als je nog geen dorst hebt.



Bron: http://www.civ.zweefportaal.nl/docs/medische_zakenbeta.pdf

Drink je te weinig, dan ontstaat er een vochtverlies van 1 - 5% van het lichaamsgewicht. Onder normale omstandigheden zou daardoor een dorstgevoel ontstaan, maar door de liggende houding in het zweefvliegtuig treedt dit dorstgevoel niet zo snel op. Wat door het vochtverlies wel optreedt is een gevoel van vermoeidheid, van misselijkheid en stijging van temperatuur. Dit werkt vooral in je nadeel wanneer je tijdens een overland laag komt te zitten. Op geringe hoogte neemt de temperatuur van de lucht snel toe en ook een dreigende buitenlanding kan voor zweedruppels zorgen.

Normaal heeft een mens 100 ml vocht per uur nodig. Bij warm weer en transpireren is dit aanmerkelijk hoger. Bij toenemende uitdroging kan onder andere hoofdpijn, duizeligheid en benauwdheid ontstaan. Door voor en tijdens de vlucht geregeld en voldoende te drinken en te eten blijf je veel langer in conditie. Regel

ook de afvoer van het vocht. Gebruik iets voor urineopvang. Een bidon, uribag (thuiszorgwinkel), plascondoom, pamber voor een volwassene of plastic zak (diepvrieszakjes), zijn beproefde methoden.

Welke rol speelt regelmatige lichaamsbeweging bij het verkleinen van de kans op hartproblemen?

Je kunt de kans op hartproblemen verkleinen door

- te stoppen met roken;
- geregeld te bewegen;
- af te vallen bij overgewicht;
- te zorgen voor ontspanning;
- gezond te eten (wees matig met vet, zout en zoet, en eet veel fruit en groente);
- niet meer dan twee glazen alcohol per dag te drinken.

Waarom kunnen te lage en te hoge bloeddruk leiden tot verlies van de medische geschiktheid om te vliegen?

Te hoge bloeddruk kan leiden tot hersenbloedingen en bij te lage bloeddruk is de kans op flauwvallen groter.

De effecten van zwaarlijvigheid op decompressieziekte

Decompressieziekte (het ontstaan van gasbelletjes in het lichaam) ontstaat door te snel te stijgen naar hoogten boven 6.000 meter. Daar zullen zweefvliegers niet vaak aan blootgesteld worden.

Decompressieziekte kan ook ontstaan na diepzeeduiken. Wie vlak na zo'n duik gaat zweefvliegen loopt wel het risico al op lagere hoogte daar last van te krijgen. Zwaarlijvigheid verhoogt de kans op decompressieziekte.

Maatregelen om problemen ten gevolge van drukverschillen tijdens het vliegen te voorkomen dan wel te verhelpen

Niet snel naar grote hoogte stijgen zonder drukpak of drukcabine. Bij problemen direct dalen.

De belangrijkste oorzaken van verstoringen van de maag en het spijsverteringskanaal, de effecten die dat kan hebben tijdens het vliegen, alsmede voorzorgsmaatregelen om deze problemen te voorkomen.

Door het eten van bedorven voedsel of het drinken van besmet drinkwater ontstaan maag en darmklachten. Je krijgt last van diarree en ophoping van gassen in de darmen. Bij het stijgen in de thermiek kom je in een omgeving met een lagere druk. De gassen in je buik zetten nog meer uit. Dit kan leiden tot buikkrampen, misselijkheid, braken en diarree. Bij verstoring van het maag en spijsverteringskanaal moet je niet gaan vliegen. Om het ontstaan van die klachten tijdens het vliegen te voorkomen moet je zorgen voor schoon drinkwater.

De schadelijke effecten van tabaksgebruik op: - Het ademhalingssysteem - Hart en bloedvaten - De mogelijkheid om hypoxie en g-krachten het hoofd te bieden - Nachtzien

Dat roken slecht is dat weet iedereen. Bij zweefvliegers heeft het extra consequenties. Je krijgt al op veel lagere hoogte last van zuurstofgebrek. Je kunt slechter tegen positieve en negatieve g-krachten en je ziet slechter in het donker.

De negatieve effecten die cafeïne kan hebben, zowel in koffie als in andere cafeïnehoudende dranken

Cafeïne kan hartkloppingen veroorzaken. Voor piloten geldt: maximaal drie koppen cafeïne houdende drank per dag.

De effecten van alcohol in combinatie met drugs of medicijnen

Alcohol in combinatie met drugs en medicijnen versterken elkaars bijeffecten. Dus nog meer redenen om in die gevallen niet te gaan vliegen.

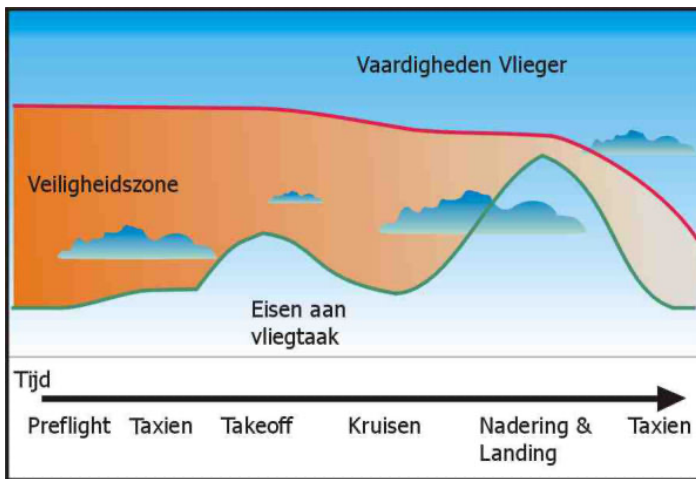
Oorzaken van oververmoeidheid en de effecten die het heeft op de vliegvaardigheid.

Vermoeidheid ontstaat na zware lichamelijke arbeid, een nacht niet goed geslapen, te lang doorgewerkt enzovoort. Na een nacht goed slapen is die vermoeidheid verdwenen. Oververmoeidheid ontstaat na een hele tijd slecht slapen, te hard werken, onregelmatige werk- en rusttijden, stress enzovoort. Je bent eerder geïrriteerd en kunt je minder goed concentreren. Bloeddruk en hartslag zijn hoger dan normaal.

Verschillen tussen de verschijnselen en de oorzaken van tijdelijke en chronische oververmoeidheid, en manieren om beide te lijf te gaan

De symptomen van oververmoeidheid verdwijnen niet na een nacht goed slapen. Je moet langer rust nemen voor je weer gaat vliegen.

Hieronder zie je een grafiek van Graeber met daarop het prestatieniveau en de reservecapaciteit van een vlieger. Gedurende de vlucht neemt de vermoeidheid toe. Zeventig procent van alle ongelukken ontstaan tijdens de landing. Op dat moment is de vliegtaak hoog en de reservecapaciteit laag. De vlieger die bij het instappen al oververmoeid is, loopt bij de landing een te groot risico.



Bron

afbeelding: http://www.civ.zweefportaal.nl/docs/medisc/he_zakenbeta.pdf

Factoren die oververmoeidheid kunnen voorkomen en/of verhelpen

Gezond eten en drinken, een optimaal gewicht, weinig stress en voldoende nachtrust, niet roken en matig met alcoholgebruik.

2.3 ELEMENTAIRE LUCHTVAART PSYCHOLOGIE

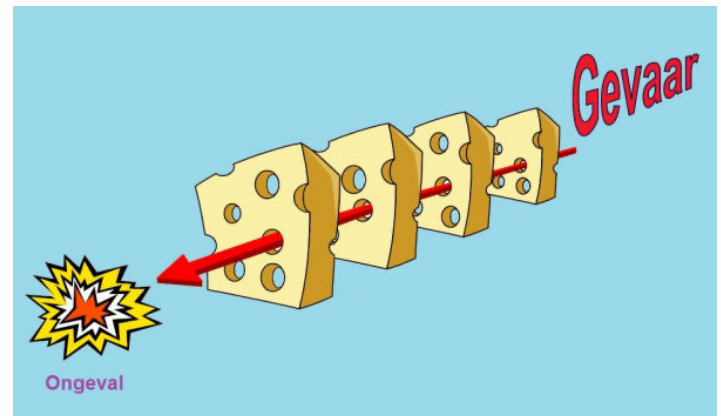
De psychologie bestudeert wat de mens denkt en doet. Het doel ervan is het verwerven van kennis omtrent het doen en laten van mensen in gewone en bijzondere omstandigheden. Welke bewuste of onbewuste motieven, emoties en gedachten brengt een mens tot bepaalde handelingen. Bij luchtvaart psychologie gaat het om het verzamelen van kennis en het leveren van advies op het gebied van het menselijk gedrag in de luchtvaart. Wat zijn de menselijke factoren bij een ongeluk? Hoe komen vergissingen tot stand en wat moet je doen om ze te voorkomen?

In 2009 is het vak human performance bij het zweefvliegen ingevoerd. Human performance bestudeert wat de mens kan, waar zijn beperkingen liggen en waardoor het soms fout gaat. We bestuderen de menselijke fouten om ze te voorkomen. Het doel is om het aantal ongelukken terug te brengen.

Wanneer leiden vergissingen tot ongelukken?

We hebben al gezien dat ons oog ons kan bedriegen, dat het evenwichtsorgaan soms foute informatie geeft en dat bij vermoeidheid we minder alert zijn. Gelukkig leiden lang niet alle vergissingen tot ongelukken. Ongelukken zijn meestal het gevolg van een samenloop van een aantal fouten. Ze zijn het gevolg van een hele keten vergissingen. Uit onderzoek blijkt dat één vergissing zelden tot een ongeluk leidt. Meestal is er sprake van een hele keten van oorzaken. Zo ontstaat een situatie die wel het Zwitsers gatenkaasmodel genoemd wordt (het James Reason-model). Alleen wanneer alle gaten (vergingingen en

fouten) op een rij komen te staan, leidt dit tot een ongeval. Veel ongelukken ontstaan na een keten van drie of vier menselijke vergissingen. Was één daarvan niet gebeurd dan had het ongeval niet plaatsgevonden.



Van ongevallen kun je leren. Je ontdekt dan de gaten in het systeem waar het ongeval nog voorkomen had kunnen worden. Je kunt ook veel leren van bijna-ongevallen en van technische fouten aan zweefvliegtuigen die worden ontdekt bij het onderhoud. Voor de veiligheid is het funest als iemand een fout maakt en uit schaamte daarover niets meldt. In een club moet een open cultuur zijn voor het bespreekbaar maken van fouten met het doel om er van te leren. Dat moet gewaardeerd worden en niet worden bestraft. Alleen zo kunnen we de veiligheid verbeteren en voorkomen dat soortgelijke gevallen zich weer voor doen. Dat is ook het doel van het bespreken van voorvallen bij 'Het Breukstukje' in het blad Thermiek.

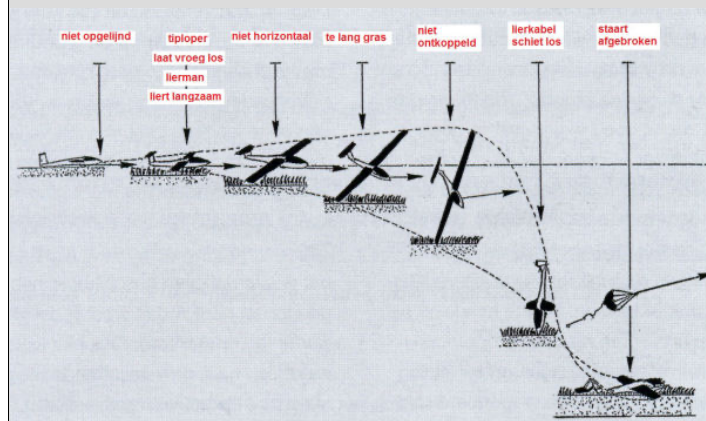
De les van de Herald of Free Enterprise

De Herald of Free Enterprise was een Britse veerboot die in 1987, vlak na vertrek uit de haven van Zeebrugge, kapseisde. De ramp had 193 doden tot gevolg.

Zie: http://nl.wikipedia.org/wiki/Herald_of_Free_Enterprise en zie [instructie zweefvliegen H.3 Het opleiden 3-71](#). Dit ongeluk heeft een aantal kenmerken die typerend zijn voor veel andere ongelukken. Analyse van de ramp leert dat er sprake was van een hele keten van vergissingen en fouten die uiteindelijk leidde tot het ongeval. Door een menselijke vergissing bleef de boegdeur open staan, er was haast om weer op het juiste tijdschema te komen, er werd te snel de haven uitgevaren waardoor de boeg dieper kwam te liggen dan normaal, de ballasttanks waren nog niet leeg waardoor het schip ook dieper lag en er was sprake van alcoholgebruik. Het wegvaren met een open boegdeur had niet tot een ongeluk hoeven te leiden als er met normale snelheid gevaren was, of als de ballasttanks wel al helemaal leeg waren geweest. Op dat moment stonden alle gaten van het voorbeeld van de gatenkaas in elkaars verlengde en kon het ongeluk plaatsvinden. Het doel van het bestuderen van menselijke vergissingen is om ze te voorkomen. Wanneer we weten hoe ze ontstaan kunnen we leren ze te voorkomen.

Bij het bestuderen van zweefvliegongelukken kom je vaak zo'n keten tegen. Het volgende ongeluk kom je geregeld in de verslagen tegen.

Op een mooie zweefvliegday blijkt dat het gras eigenlijk te lang is, maar de instructeur kan het niet over zijn hart krijgen om zo'n mooie dag het vliegen te cancellen. De dag daarvoor werd ook van deze plaats gestart en toen ging alles goed. Het starten gaat de hele dag goed maar 's middags draait de wind en die staat dan enigszins cross. Een zweefvliegtuig staat niet netjes opgelijnd en bij het starten zal hij dus een bocht gaan maken waardoor een tip loper komt. De vlieger ziet dat wel maar denkt, ach dat los ik tijdens de start wel op. De lierman trekt wat langzaam op en de tip loper laat wat vroeg los. De vlieger merkt te laat dat één vleugel de grond raakt en dit is het resultaat.



een startkar lopen altijd zweefvliegers of passagiers rond. Met de startkar voor de vliegtuigen loop je het risico dat iemand voor de startende kisten komt. Op Salland hebben ze een

afzetting met een rood-wit lint bij de startkar. Dit voorkomt dat mensen onbedoeld het startterrein oplopen.

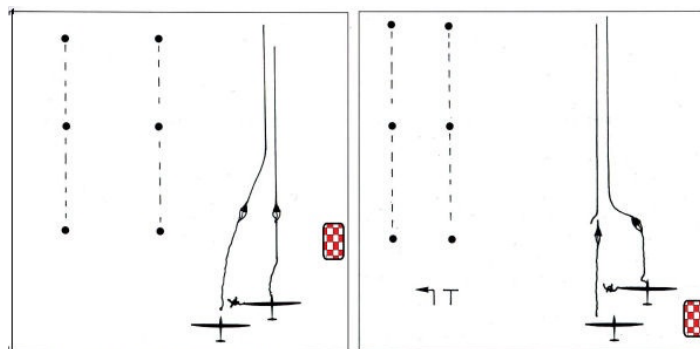
- De chutes mogen nooit in het verlengde van een zweefvliegtuigtip lopen. Het vliegtuig moet vrij zonder risico dat de tip achter de chute haakt en de kabel mee neemt - kunnen starten.
- De kabel die nog niet gebruikt wordt, hoort los van de chute te zijn. Als de lierman de verkeerde kabel inliert is er het risico dat de kabel iemand meesleurt.
- Het startterrein moet 50 m breed zijn. Op het linker plaatje is er te weinig ruimte tussen startterrein en het landingsveld.
- Links ontbreekt de landings T.

Hoe consequent is de club in het naleven van de veiligheidsregels? In de buurt van startende kisten behoort alleen de vlieger en de aanhaker te zijn. Even en praatje maken met de zweefvlieger die al in de kist klaar zit om te starten is leuk, maar het bevordert de veiligheid niet. De vlieger moet zich concentreren op zijn vlucht. Hij moet de checklist zorgvuldig uitvoeren.

Starten terwijl je niet gecheckt hebt of de kleppen in de lock zitten, loopt meestal goed af, maar niet altijd. Wordt de vlieger onderbroken dan begint hij opnieuw met zijn checklist..

Het onderbreken van de reeks verkeerde beslissingen wordt groter naarmate er bij de zweefvliegvereniging aandacht besteed wordt aan o.a.:

- Een goede clubcultuur met betrekking tot vliegveiligheid;
- Het gebruik van veilige vliegtuigtypen;
- Goede naleving van de regels en de voorgeschreven procedures;
- Goede uitvoering van onderhoud aan het vliegtuig en de startmiddelen;
- Goede opleiding en training van de zweefvliegers;
- Goede veiligheidsopvatting van de piloot.



Hopelijk zie je direct welke afbeelding veiligheidsfouten laat zien en welke afbeelding laat zien hoe het hoort. Welke fouten constateer je? Het zijn er vijf, zoek alle vijf eens op. Wanneer binnen de club de aandacht voor de veiligheid vermindert dan kun je op de startplaats één of meer van de volgende fouten zien:

- De startkar moet naast of achter de startende kisten staan. Staat de kar ervoor dan zou een uitbrekend zweefvliegtuig de kar kunnen raken. Bij

Denk vooruit! Na een regenbui worden de vleugels en de kap schoongemaakt voor er weer gestart wordt. Hoe zorgvuldig gebeurt dit, want als de lierman een beetje vlot wegliert, dan vliegen de druppels snel van de vleugels en voordat je boven ontkoppelt hebt is de beslagen kap allang weer schoongebleden. Dat klopt, maar denk altijd een paar stappen vooruit. Wat als..... Wat als de kabel op 30 meter knapt. Dan moet je bijprikken met een beslagen kap en dat vergroot de kans op desoriëntatie. De vleugels hebben een verslechterd profiel. Je ziet de grond en obstakels niet duidelijk. De kans op brokken is dan ineens groot.

Denk bij het starten ook altijd even vooruit. Wat doe ik als de kabel op lage hoogte breekt? Waar zet ik dan de kist neer? Kijk voor de start waar genoeg ruimte is.

Preventie trainingen De veiligheid in de grote luchtvaart in Europa zit nu op een hoog niveau. Slechts één op de 4 miljoen vluchten binnen de EU loopt fataal af. De piloten in Europa krijgen een uitgebreide training in het voorkomen van ongelukken.

Ik ben een keer mee geweest naar een sim-oefening van KLM-piloten. Vier keer per jaar krijgen ze een simulator-oefening van een hele dag. De keer dat ik mee mocht, werden de noodsituaties cockpitbrand en windshear in de praktijk getraind. Terwijl de gezagvoerder en de piloot met de vlucht bezig waren, kwam er opeens rook onder het instrumentenbord te voorschijn. Direct werden de zuurstofmaskers opgezet en werd er volgens een checklist gewerkt om de brand te bestrijden. Bij de oefening windshear werd er

ge oefend wat er gebeurt als bij onweer vlak voor de landing de wind ineens 180° draait.



Tijdens een zomerkamp van de FAC in Duitsland op het zweefvliegveld Oerlinghausen, zag ik dat daar een opfriscursus aan instructeurs gegeven werd. Ze kregen elke dag theorielessen en daarna praktijkoefeningen. Terwijl het heerlijk thermisch weer was en wij schitterende vluchten maakten, deden zij de hele dag niets anders dan oefeningen kabelbreuk. Op alle mogelijke hoogten werd de zweezitter eraf getrokken. Beroepspiloten moeten geregeld noodsituaties oefenen, net zoals die Duitse instructeurs op die opfriscursus. Waarom doen ze dat? Men is er achter gekomen dat je door oefening kunt leren om juiste beslissingen te nemen en foute gewoontes achterwege te laten.

Ook heeft men in kaart gebracht welke houdingen gevaarlijk zijn en moeten worden veranderd.

The Five Hazardous

1. **Attitudes Anti-Authority: "Don't tell me."** This attitude is found in people who do not like anyone telling them what to do. In a sense, they are saying, "No one can tell me what to do." They may be resentful of having someone tell them what to do, or may regard rules, regulations, and procedures as silly or unnecessary. However, it is always your prerogative to question authority if you feel it is in error.
2. **Impulsivity: "Do it quickly."** This is the attitude of people who frequently feel the need to do something, anything, immediately. They do not stop to think about what they are about to do; they do not select the best alternative, and they do the first thing that comes to mind.
3. **Invulnerability: "It won't happen to me."** Many people falsely believe that accidents happen to others, but never to them. They know accidents can happen, and they know that anyone can be affected. However, they never really feel or believe that they will be personally involved. Pilots who think this way are more likely to take chances and increase risk.
4. **Macho: "I can do it."** Pilots who are always trying to prove that they are better than anyone else think, "I can do it—I'll show them." Pilots with this type of attitude will try to prove themselves by taking risks in order to impress others. While this pattern is thought to

be a male characteristic, women are equally susceptible.

5. **Resignation: "What's the use?"** Pilots who think, "What's the use?" do not see themselves as being able to make a great deal of difference in what happens to them. When things go well, the pilot is apt to think that it is good luck. When things go badly, the pilot may feel that someone is out to get me, or attribute it to bad luck. The pilot will leave the action to others, for better or worse. Sometimes, such pilots will even go along with unreasonable requests just to be a "nice guy."

Ben je je bewust van een riskante houding dan kun je hem ombuigen naar een goede houding:

Houding	Symptoom	Remedie
Anti-autoritair	Je kunt me wat.	Houd je wel aan de regels, die zijn door jarenlange ervaring ontstaan.
Impulsief	Doe snel iets.	Eerst denken, dan doen. Haast leidt tot fouten maken.
Onkwetsbaarheid	Dat overkomt mij niet.	Het kan iedereen overkomen. Steek je kop niet in het zand.
Macho	Kijk eens wat ik durf	Zoek de grenzen niet op! Een goede zweefvlieger probeert juist niet in omstandigheden te komen waarin hij al zijn vaardigheden nodig heeft om zich daar uit te redden.
Berusting	Het maakt toch niet uit.	Berust niet in de situatie. Je hebt jouw veiligheid zelf in de hand.

Riskante houdingen zorgen ervoor dat iemand meer risico neemt tijdens het vliegen. Zeker als er sprake is van twee of meer van die riskante houdingen. Bij een onderzoek onder piloten waarvan de helft bij een ongeval betrokken was, kwamen de volgende kenmerken naar boven van piloten die vatbaar zijn voor ongevallen. Zij:

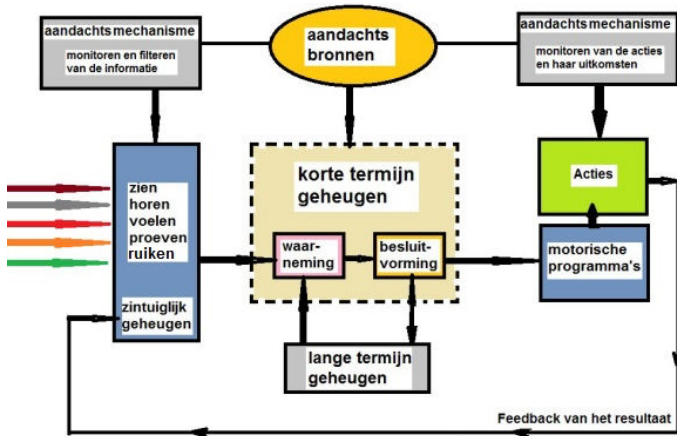
1. minachten regels;
2. overtreden ook vaak de verkeersregels;
3. behoren vaak tot de groep die graag spanning en avontuur zoekt;
4. reageren meer impulsief dan weldoordacht;
5. hebben minachting voor informatie van bijvoorbeeld verkeersleiders of instructeurs.

De piloten die nooit bij een ongeval betrokken waren, bleken meer kennis van veiligheid te hebben. Ze werden beschouwd als ijverig en als mensen die goed kunnen samenwerken.

2.3.1 HET MENSELIJK INFORMATIEPROCES

Onze zintuigen (zien, horen, proeven, ruiken en tasten) leveren ons continu informatie. Het menselijk informatieproces gaat over hoe wij die informatie verwerken. Het omvat de processen van aandacht, waarnemen, redeneren, besluitvorming en uitvoering van acties. Het gaat ook over gevoelens, emoties, bedoelingen en motivatie. Al die dingen samen bepalen ons handelen.

Hoe ziet de menselijke informatieverwerking er in een eenvoudig schema uit?



Hierboven zie je een model van het menselijk informatieproces. Het proces begint met de waarnemingen van onze zintuigen en het opslaan daarvan in het zintuiglijk geheugen. Het aandachtsmechanisme (waar we wel en niet aandacht voor hebben) filtert de informatie en bepaalt wat doorgaat naar de volgende stap: de bewuste waarneming (perceptie). Wanneer we veel aandacht nodig hebben voor het buitenlandingscircuit dan horen we ondertussen niet goed wat er over de radio gezegd wordt.

Het korte termijn geheugen (het werkgeheugen) is het centrale procesgedeelte van onze hersenen. De centrale besluitvorming verwerkt de waarneming en wordt daarbij gesteund door het lange termijn geheugen (onze harde schijf). Motorische programma's zijn motorische vaardigheden en opgeslagen gevolgen van acties op grond waarvan we een besluit of plan uitvoeren. Een ervaren zweefvlieger doet veel dingen op de automatische piloot. Dat kost hem weinig aandacht. Een DBO'er moet zich stapje voor stapje deze automatisen nog eigen maken. Eerst bovenin leren vliegen, later het starten en pas, als dat beheerst wordt, beginnen met landen.

Onze acties (daden) hebben gevolgen die we waarnemen door ons aandachtsmechanisme. Via de feedbacklijn komt het gevolg bij de zintuigen, we nemen de gevolgen waar en ondernemen daar weer een nieuwe actie op.

Er wordt op drie plaatsen informatie opgeslagen. In het zintuiglijke geheugen (een paar seconden), het korte

termijn geheugen (10 tot 15 seconden) en het lange termijn geheugen. We vergeten veel, maar onthouden dat wat nuttig is om te overleven. Wanneer je een paar duizend landingen gemaakt hebt, dan onthoud je altijd die keren dat het niet helemaal goed ging.

Er komt heel veel informatie van buiten op ons af, maar onze aandacht is beperkt. We kunnen niet overal tegelijk aandacht voor hebben en niet alles opslaan. We kunnen eigenlijk maar één ding goed doen en hebben moeite met meerdere dingen tegelijk. Goed geconcentreerd thermieken als je laag zit en ondertussen mogelijke landingsterreinen in de gaten houden, gaat niet samen met een gesprek voeren over de radio. Of je thermiekt slechter of je hebt je hoofd niet goed bij het radiogesprek.

Waarom zijn waarnemingen subjectief en welke factoren beïnvloeden de waarnemingen?

Twee personen die hetzelfde meemaken, nemen niet hetzelfde waar. Wat we zien, horen en voelen, koppelen we aan wat we eerder hebben meegemaakt. We filteren de informatie op datgene wat we volgens ons brein op dat moment nodig hebben. Iemand anders kan een andere selectie van de informatie maken. Een ervaren zweefvlieger ziet eerder thermiekende vogels, een wolk die stijgen geeft of een vliegveld in de verte, dan een onervaren zweefvlieger. Wanneer we vliegen dan kunnen we niet alle gesprekken op de radio volgen, maar noemt iemand ons callsign dan spitsen we de oren. We zien wat we willen zien en horen wat we willen horen.

De bestanddelen van het centrale zenuwstelsel

We verdelen het zenuwstelsel in:

1. het centrale zenuwstelsel
2. het perifere zenuwstelsel

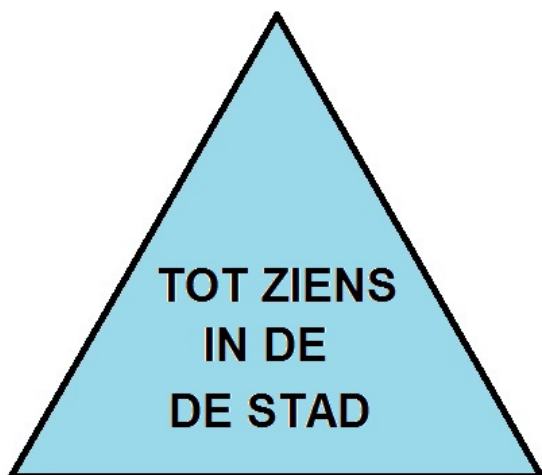
Met het centrale zenuwstelsel bedoelen we de hersenen en het ruggenmerg. De zenuwen verbinden het centrale zenuwstelsel met alle delen van het lichaam. Het perifere zenuwstelsel bevat de zenuwcellen die van en naar het ruggenmerg en de hersenen lopen.

Hoe nemen we waar en welke verband is er tussen zintuigprikkeling, drempelwaarde, gevoeligheid en adaptatie?

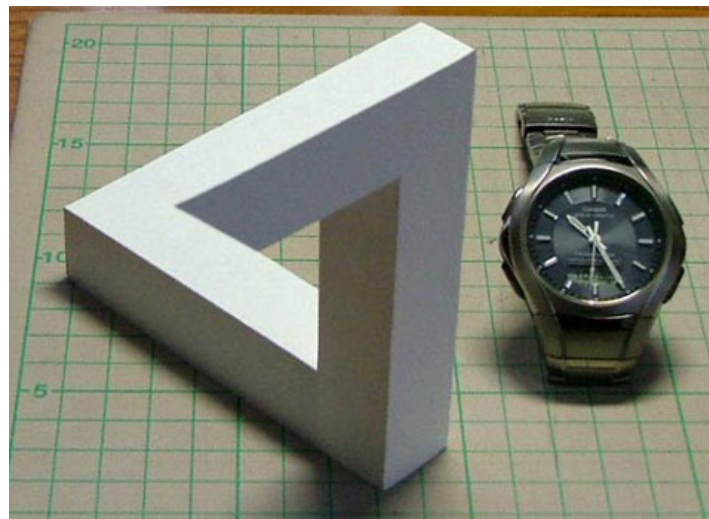
We nemen waar met onze zintuigen. We nemen alleen datgene waar wat over een bepaalde drempel komt. We kunnen niet alles zien. We zien slechter dan een kat. We horen veel minder dan een hond. We horen geen hele hoge tonen en een horloge dat tikt, is in een stille omgeving op 6 meter nog net te horen.

Welke fundamentele illusies van gewaarwording moet je kennen?

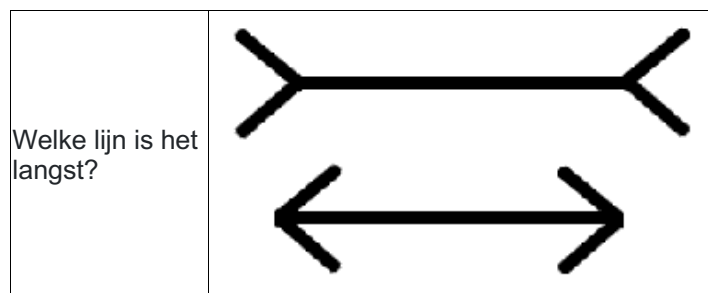
We zien wat we willen zien. Wat we zien koppelen we aan wat we eerder gezien hebben. Kijk even naar deze driehoek.



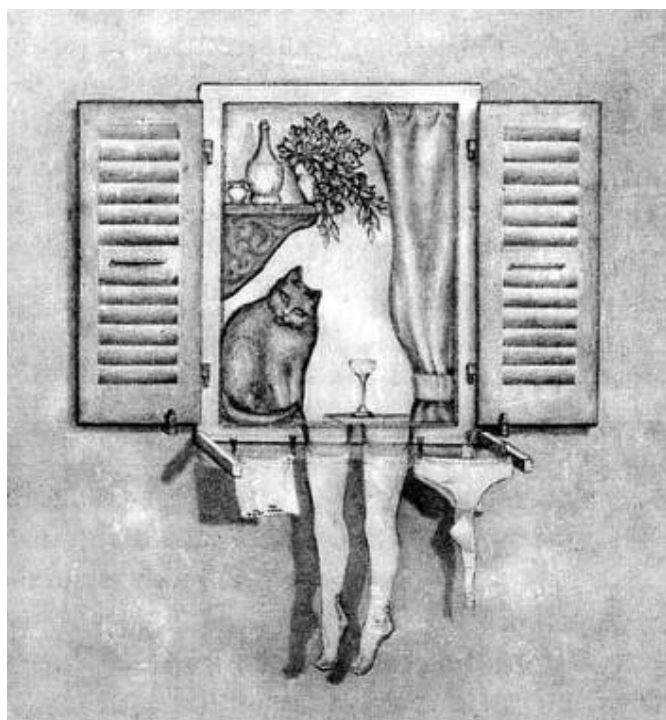
Wat zie je hierboven? Op het internet vind je nog veel meer voorbeelden van visuele illusies.



Lees het nu eens woord voor woord. De kans is groot dat je de eerste keer niet door had dat er een fout in staat. Wat we zien komt in het korte termijn geheugen (werkgeheugen) waar het wordt vergeleken met dat wat in het lange termijn geheugen zit. We hebben dit regeltje al eerder gezien. Het tweede woordje *de* werd er uitgefilterd omdat het niet nodig is.



Misschien moet je ze even meten?



2.3.2 HET CENTRALE BESLUITVORMINGSKANAAL

Bij zweefvliegen leer je om de juiste besluiten te nemen. Een landing moet in één keer goed zijn, want je krijgt geen kans om een go-around te maken. Je moet besluitvaardig handelen. Tijdens de vlucht nemen we veel besluiten. De meeste nemen we onbewust. We zien en voelen dat we een tip of de neus laten zakken en corrigeren dit automatisch. Een ervaren zweefvlieger thermiekt automatisch en kan ondertussen zijn aandacht gebruiken om het luchtruim te scannen en te bepalen welke route hij onder de wolken door zal gaan volgen.

Het centrale besluitvormingskanaal is de plaats waar we uit een aantal alternatieven keuzes maken. Wij houden steeds een aantal doelen voor ogen. Bij thermieken houden we de veiligheid in de gaten, we willen vliegen en niet vallen en kiezen voor voldoende snelheid. We willen zo snel mogelijk stijgen en kiezen voor optimale klimsnelheid. We willen geen botsing en kiezen voor voortdurend scannen van de omgeving waar we vliegen. Al deze zaken kunnen we leren en de ervaringen slaan we op in het lange termijn geheugen.

Soms maken we fouten. Het centrale besluitvormingskanaal neemt niet altijd de juiste beslissingen. Het is belangrijk om te weten waardoor dat komt.

Wat bedoelen we in de luchtvaart met 'situational awareness'?

Om de juiste beslissingen te nemen is het belangrijk dat de vlieger over situational awareness (omgevingsbewustzijn) beschikt. Hij moet met zijn gedachten bij het vliegen zijn en niet bij problemen op zijn werk. Hij moet weten waar en hoe hoog hij zich bevindt, welke kant hij uit moet, wie er bij hem in de buurt vliegen, waar de wind vandaan komt en met welke kracht, wat zijn snelheid is en de mate waarin hij stijgt of daalt. Bij het nemen van beslissingen moet hij snel keuzes kunnen maken. Wat moet eerst en wat kan even wachten. Bij een juiste situational awareness gaat het er dus om dat je je bewust bent van de situatie waarin je je bevindt. Dat je weet wat er binnen en buiten het vliegtuig gebeurt en dat je vooruit denkt.

De waarde van 'situational awareness' voor de vliegveiligheid

Situational awareness is een van de belangrijkste voorwaarden voor een veilige vlucht. Er zijn veel ongelukken gebeurt doordat de vlieger niet goed op de hoogte was wat er precies binnen of buiten het vliegtuig gebeurde.

Situational awareness kun je bevorderen door een goede vluchtvoorbereiding. Bestudeer voor de vlucht nauwkeurig de kaart en het luchtruim. Zorg ervoor dat je fit bent en fit blijft. Wie fit is, is veel alerter. Dus voldoende eten en drinken mee. Maak voor de vlucht

de kap en je bril schoon. Zorg ervoor dat je de checks nauwkeurig hebt gedaan. Dat je op de hoogte bent van het actuele weerbericht, van eventuele notams, enzovoort. Door een goede voorbereiding kun je de aandacht bij het vliegen houden. Als je tijdens de vlucht een kaart moet omvouwen, of nog een route in je vluchtcomputer moet programmeren, dan gaat dat niet samen met een goede situational awareness.

Factoren die een juiste 'situational awareness' in de weg staan

Bij onvoldoende situational awareness is iemands beeld van wat binnen of buiten het vliegtuig gebeurt niet in overeenstemming met de werkelijkheid. Hij heeft geen goed overzicht, denkt niet voldoende vooruit, is niet waakzaam, de concentratie is laag en hij merkt mogelijk gevaren later dan normaal op. Dat verhoogt de kans op het maken van fouten en het nemen van verkeerde beslissingen. Een onjuiste situational awareness kan ontstaan door stress, vermoeidheid, een slecht werkende radio en een te hoge werkdruk.

2.3.3 SPANNING EN STRESS

Iedereen die voor het eerst solo gaat vliegen is gespannen. Voor een examenvlucht, een overland of een wedstrijd is gespannen zijn heel normaal. Gespannen zijn is een vorm van stress en een korte tijd enige stress is natuurlijk en verhoogt de prestatie. Je bent alerter en reageert sneller. Het lichaam reageert op stress door het afgeven van chemische hormonen zoals adrenaline. Het bloedsuikergehalte, de hartslag, de ademhaling, de bloeddruk en het transpireren worden hoger dan normaal. De stofwisseling neemt toe door meer energie te leveren aan de spieren.

Wat bedoelen we met 'stress' en waarom is stress een natuurlijke menselijke reactie?

Stress is een gevoel van druk of spanning, veroorzaakt door invloeden van buitenaf. Het menselijk lichaam reageert op veranderende omstandigheden. Bij gevaar moet het lichaam snel voorbereid worden, zodat er direct gehandeld kan worden om te overleven. Het lichaam is in verhoogde staat van paraatheid. Meestal worden de prestaties beter als de stress groeit, maar er is een omslagpunt. De stress kan ook te groot worden en werkt dan negatief. De vlieger is dan niet meer in staat om snel effectieve besluiten te nemen. Daardoor neemt de kans op vergissingen toe en is de vlieger niet meer geschikt om te vliegen.

Wat bedoelen we met fight or flight en welke drie fasen van de fysiologische respons op stress zijn er?

1. De **alarmreactie**. Wie tijdens het hardlopen ineens een blaffende hond opmerkt, krijgt een schrikreactie. Het lichaam geeft adrenaline af. Je kunt ineens harder lopen en merkt even niets van vermoeidheid. Dit vlucht- of vechtdrag behoort

bij het overlevingsmechanisme van de mens en met zulke stress kan een mens goed omgaan.

2. **Verzet.** In deze fase verzetten we ons tegen de stressor(s). We proberen de stress onder controle te krijgen. Bijvoorbeeld door ontspanningsoefeningen.
3. **Uitputting.** Deze fase ontstaat als we er niet in slagen om de stress onder controle te krijgen. Als de stress te lang aanhoudt dan raakt het lichaam uitgeput. Dit leidt bijvoorbeeld tot verhoogde bloeddruk, hoofdpijn of tot een burn-out.

Welke verschillende soorten stress kennen we en wat zijn de verschillen?

Naast plotselinge stress kennen we ook chronische stress. Met chronische stress bedoelen we langdurige stress waardoor het functioneren afneemt. Door problemen thuis of op het werk reageren we niet meer alert, slapen niet goed, zijn niet fit en dus niet geschikt om te vliegen.

Wat zijn belangrijke oorzaken van stress (stressoren)?

We onderscheiden drie soorten stressoren.

1. **De fysieke omstandigheden** Stress die ontstaat door de omgeving waarin iemand zich bevindt, zoals extreme temperatuur, lawaai, licht, relatieve vochtigheid, veranderingen in luchtdruk en zuurstoftekort.
2. **De fysiologische omstandigheden** Lichamelijke stress, vermoeidheid, slaapttekort, te veel roken, niet goed gegeten, kortom niet fit voelen en
3. **Psychologische omstandigheden** Psychische stress, problemen op het werk of bijvoorbeeld een echtscheiding.

Welke factoren hebben invloed op de mate waarin iemand met stress kan omgaan?

Stress kun je niet helemaal voorkomen. Je kunt wel leren om er mee te leven. Verander dingen die je kunt veranderen en vermijd stressvolle situaties. Een goede gezondheid maakt je stressbestendig. Leer ook om te ontspannen. Sporten, wandelen, fietsen enzovoort.

Wat zijn psychologische en fysiologische gevolgen van teveel stress?

- **Psychologische gevolgen** Te veel stress heeft effecten op het gedrag. Geïrriteerd raken, verwardheid, agressief worden, depressief worden, concentratiestoornissen, beperkt waarnemingsvermogen, verminderd korte termijn geheugen, passief worden, tunnelvisie.
- **Fysiologische gevolgen** Te veel stress heeft lichamelijke gevolgen: versnelde hartslag, hoge bloeddruk, sneller ademen, gespannen spieren.

Stress is cumulatief en niet perse situatie gebonden

Stress stapelt zich op. Stress door problemen thuis staat niet los van stress door problemen op het werk. Wie problemen heeft, niet goed meer slaapt, onvoldoende rust krijgt of neemt, dan stapelt de stress zich op en bereikt een niveau waarbij de vlieger niet meer geschikt is om te vliegen.

Wat wordt in de luchtvaart bedoeld met de term 'paraat-zijn' (arousal)?

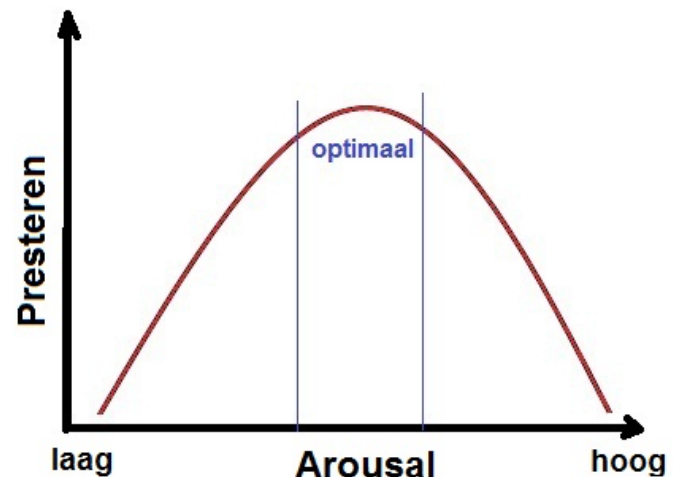
Veiligheidsbewustzijn; dat we ons bewust zijn wat er gebeurt tijdens de vlucht.

Wat is het verband tussen arousal en presteren?

Stress kan ook positief zijn, het lichaam komt daardoor in een verhoogde staat van waakzaamheid. Arousal is waakzaamheid, alertheid, de toestand waarin de zintuigen van iemand openstaan voor invloeden van buitenaf. Dit zorgt voor extra waakzaamheid. We kunnen daardoor sneller reageren. Tijdens het vliegen moet je alert blijven. Niet wegdromen. Zeker bij het starten en landen moet de alertheid optimaal zijn. Te veel stress heeft een negatief effect op ons presteren.

Grafische representatie van het verband tussen arousal en presteren

De effecten van stress op het presteren. De grafiek hieronder laat zien dat je beter presteert als er gedurende korte tijd sprake is van een zekere spanning. De alertheid is dan groter. Maar de stress kan ook te hoog worden en werkt dan negatief.



De grafiek laat zien dat te veel of te weinig arousal (alertheid) niet optimaal is.

Als de alertheid heel laag is vallen we bijna in slaap. Het prestatieniveau ligt dan heel laag.

De hoogste staat van arousal is paniek. Dat is niet bevorderlijk voor de prestaties.

Het verband tussen vermoeidheid, stress en presteren

Vermoeidheid beïnvloedt onze prestaties negatief en draagt sterk bij aan het maken van fouten. We zijn minder goed bij de les, nemen slechter waar, zijn minder alert, gevoeliger voor illusies en minder goed gemotiveerd. De kans op vergissingen is groter. Onder invloed van stress wordt de neiging groter om zaken over te slaan, om een verkeerde keuze te maken in wat eerst moet en wat even kan wachten. De kans op fouten neemt toe.

Effecten van chronische stress op het menselijke systeem

Minder trek in eten, gevoel van vermoeidheid, vaker verkouden, vaker ziek, minder zin in seks, vaker last van pijn. Chronische stress kan leiden tot een burn-out. Hoe langer de chronische stress aanhoudt, hoe langer het duurt voor je weer helemaal fit bent.

Het effect van acute stress op het menselijke systeem

Hartslag en bloeddruk nemen toe. De bloedsuikerspiegel van het bloed stijgt. Na een nacht goed slapen zijn de symptomen van de stress volledig verdwenen.

Het verband tussen stress en bezorgdheid/angst (anxiety)

Angst is een slechte raadgever. Angst leidt tot tunnelvisie. Angst en reeds aanwezige stress versterken elkaar.

De effecten van bezorgdheid/angst op de menselijke prestaties

Angst zorgt ervoor dat we niet optimaal presteren. Als we ons hart horen kloppen en we de situatie helemaal niet leuk vinden dan leidt dat gemakkelijk tot een te hoge werkdruk. Angst leidt tot tunnelvisie.

Symptomen van ongezonde stress en strategieën om deze het hoofd te bieden

Symptomen: Negatieve gedachten over jezelf, huilbuien, nerveuze gewoonten, een verhoogd aantal kleine ongelukjes, te snel of murmelend spreken, constant moe, zwak voelen, te veel koffie drinken, meer roken, meer drinken, enzovoort.

Aanpak: Meer ontspannen, gezonder gaan leven, take a brake. Ga ontspannen zitten. Haal rustig adem. Helpt dit niet voldoende, houd een stressdagboek bij. Noteer waardoor er stress ontstond en hoe je daarop reageerde. Je leert dan welke situaties stress veroorzaken en je kunt je daar op voorbereiden. Door een vlucht goed voor te bereiden kun je ook stress verminderen. Probeer positief te denken. Denk in oplossingen.

Typische fysiologische en psychologische symptomen van menselijke overbelasting

Hoofdpijn, slechter zien, hogere hartslag, verhoogde ademhaling, droge mond, verkramping, zweten, koude handen en voeten, beetje misselijk, gespannen spieren, vaker dan anders het toilet opzoeken.

Effecten van stress op de persoonlijkheid

Door stress kan iemand veranderen. Agressiever worden, niet meer zonder alcohol kunnen.

Strategieën om met stressoren en een teveel aan stress om te gaan

Zodra je merkt dat je last van ongezonde stress hebt, moet je hier aan werken. Probeer stress te voorkomen. Piekeren helpt niet. Zoek uit wat de oorzaak is. Kun je daar iets aan doen? Als je iets niet kunt veranderen probeer dan het te laten rusten. Voorkomen is beter dan genezen. Gezonder leven, zorgen voor regelmaat en voldoende nachtrust, weinig drinken, gas terug nemen. Een betere planning maken. Vermijd koffie en andere stimulerende middelen.

Wat wordt bedoeld met symptoombestrijding en welke gevolgen kan dat hebben?

Symptoombestrijding: Te veel alcohol, meer roken, te veel eten, gebruik drugs en medicijnen zijn niet effectieve stressbestrijders. Medicijnen zoals het gebruik van slaappillen bestrijden wel de slapeloosheid maar lossen geen oorzaken op. Alle pillen hebben bijwerkingen. Je kunt afhankelijk worden van slaappillen.

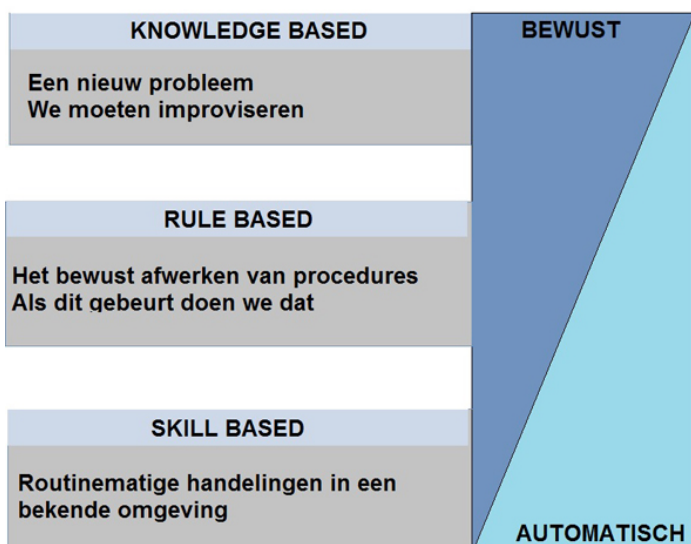
2.3.4 INZICHT EN BESLUITVORMING

De meeste besluiten die we nemen en de meeste handelingen die we doen hebben we al duizenden keren gedaan. We doen ze vrijwel automatisch en dat vergt nauwelijks onze aandacht. In nieuwe situaties of als zich problemen voor doen moeten we bewust denken, dan hebben we al onze aandacht en creativiteit nodig om een juiste beslissing te nemen. Een mens neemt besluiten op verschillende niveaus. Een veel gebruikt model om beslissingen op de verschillende niveaus weer te geven is het SRK-model van Rasmussen. Rasmussen onderscheidt drie prestatieniveaus:

1. **Skill-based level** Skill based gedrag is gebaseerd op bekwaamheden die automatisch en routinematig worden uitgevoerd. Sturen bij het fietsen gaat ongemerkt. Het zweefvliegtuig horizontaal en met de neus net onder de horizon houden doen we automatisch zonder dat we daar bewust aandacht voor hoeven te hebben. We kunnen ondertussen onze aandacht gebruiken voor andere taken. Dingen die we al heel vaak gedaan hebben, doen we zonder er bij na te denken. Deze handelingen worden onderbroken door controles. Wanneer bij zo'n controle blijkt dat

we een fout gemaakt hebben, gaan we naar het ruled-based niveau.

2. **Rule-based level** Het regelniveau. Het bewust afwerken van procedures. Als het stoplicht op oranje springt moet je bewust de regels toepassen. Kun je nog doorrijden of moet je stoppen. Je moet even je aandacht erbij hebben om de auto voor het stoplicht en achter jouw voorganger tot stilstand te brengen. Als de lierkabel breekt doen we wat we al vele malen geoefend hebben. Bijprikken, ontkoppelen, kleppen checken en voldoende vliegsnelheid aannemen.
3. **Knowledge-based level** Creatief denken en dit omzetten in daden. Als zich tijdens de vlucht een nieuw probleem voordoet dan moeten we een nieuwe oplossing bedenken. Stel dat tijdens de vlucht één remklep uit de vleugel komt omdat hij niet goed aangesloten is. We moeten dan die situatie analyseren. Wat is er aan de hand, welke gevolgen kan dat hebben en welke oplossingen zijn er.



Om zweefvliegen te leren begin je op het niveau van Knowledge-Based. Alles is nieuw en er zijn nog geen routines. De instructeur moet je niet teveel tegelijk laten doen, want dan ontstaat er overload. Na een aantal lessen schuiven veel handelingen door naar het niveau van Rule-Based. Je doet al een heleboel automatisch. Alleen dat wat nieuw is bijvoorbeeld het laatste stukje van het leren landen, vergt nog bewust alle aandacht. Wie al lang kan zweefvliegen doet heel veel dingen op Skill-Based niveau.

Zo ontstaan er ook fouten op deze niveaus.

Niveau	Fouten
Skill Based	Een zweefvlieger heeft zichzelf aangeleerd om bij het starten van de turbo eerst het wiel uit te doen. Mocht de motor niet aanslaan dan kan hij zo landen. Na een vlucht waarin hij de motor gebruikt heeft vergeet hij het wiel weer in te doen. Op downwind doet hij de downwindchecks. Wind cross,

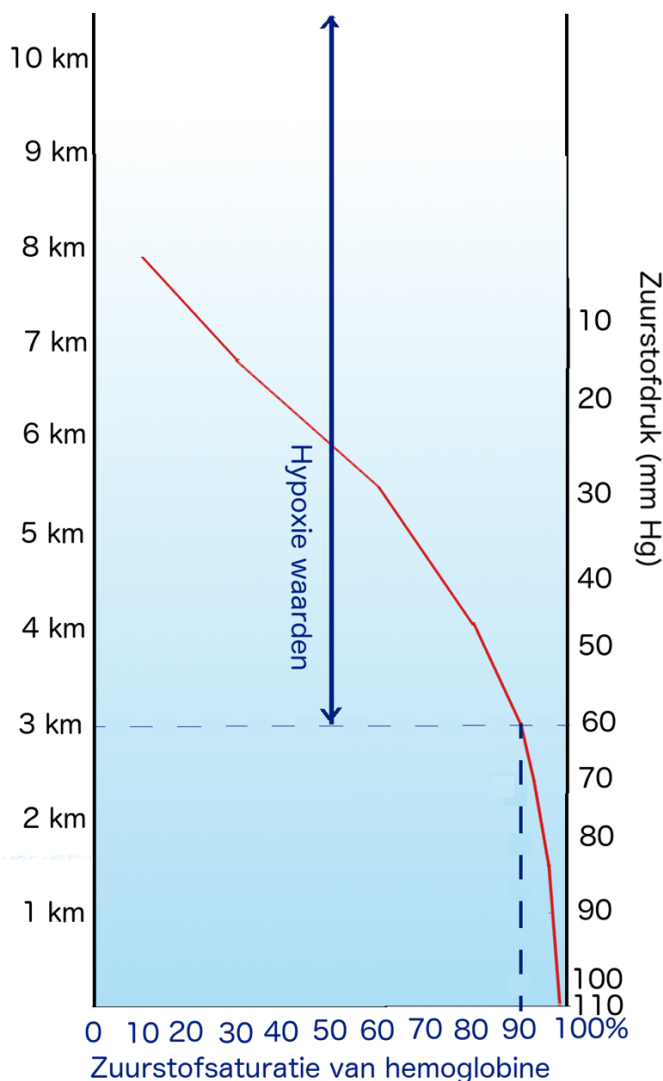
	wiel uit, water geloosd, snelheid op de gele dot. Ondertussen meldt een andere kist zich in het circuit. De zweefvlieger heeft niet door dat hij het wiel ingedaan heeft in plaats van uit en hij landt met het wiel in op de verharde baan. Een paar jaar geleden reed ik meestal in onze benzine auto, maar omdat ik naar een landelijk vergadering moest nam ik de diesel. Tijdens het tanken dacht ik aan de vergadering. Na het tanken, bij het ophangen van de slang, zocht ik het nummer van de tank en constateer dat het te betalen bedrag te hoog is voor diesel. Ik heb benzine in plaats van diesel getankt. Skill based fouten ontstaan vooral als je afgeleid wordt.
Ruled Based	Het toepassen van de verkeerde regel of het uitvoeren van de verkeerde procedure.
Knowledge-based Level	Als je bij een probleem denkt dat je weet wat de oorzaak is, dan kan het gebeuren dat je alleen maar oog hebt voor informatie die dat idee bevestigt. Informatie die daar strijdig mee is negeer je. Tijdens een wedstrijd heb je een plan gemaakt hoe je jouw finalglide gaat vliegen. Je zit boven het glijpad en je hebt te weinig oog voor de naderende onweersbui. Je besluit door te zetten in plaats van uit te wijken en voor de bui veilig buiten te landen.

Vermoeidheid en stress vergroten de kans op fouten. Dit geldt vooral voor het ruled based en knowledge based niveau. Wie vaste procedures, zoals bewust uitvoeren van de downwindchecks, oefening kabelbreuk, vrille e.d. zo vaak oefent dat het een automatisme wordt en het op skill based niveau uitgevoerd wordt, die vergroot de kans aanzienlijk dat hij die handelingen ook goed uitvoert als zich onverwacht een kabelbreuk of vrille voordoet.

2.4 HET GEBRUIK VAN ZUURSTOF

Wat is de invloed van toenemende hoogte op de zuurstofverzadiging van hemoglobine?

Zuurstof wordt gebonden aan het molecuul hemoglobine in de rode bloedlichaampjes. Saturatie staat voor het percentage hemoglobine wat zuurstof aan zich heeft gebonden. Op zeeniveau is de zuurstofsaturatie van het bloed 98%. Bij toenemende hoogte neemt de druk af en wordt het moeilijker voor het bloed om zuurstof te koppelen aan het hemoglobine molecuul. De zuurstofverzadiging daalt. Het lichaam probeert het zuurstoftekort in de hersenen te verminderen door een diepere ademhaling en een hogere hartslag. Het lichaam stuurt meer bloed naar het hart en de hersenen en minder naar bijvoorbeeld de darmen. Komen we met een zweefvliegtuig boven een hoogte van 10.000 ft, dan is de luchtdruk zover gedaald dat het lichaam het zuurstoftekort niet meer voldoende kan compenseren. De zuurstofverzadiging komt onder de 90% en dan spreken we van zuurstoftekort (hypoxie). Het zuurstoftekort wordt ernstiger als we verder stijgen of langer boven de 10.000 ft verblijven.



In de tekening zie je, ter illustratie, het effect van de hoogte op de zuurstofsaturatie van hemoglobine. Bij een zuurstofsaturatie tussen 90 en 98% kan de mens

normaal functioneren. Aan de rechterkant zie je de partiële zuurstofdruk in de longen. De lucht bevat op zeeniveau 21% zuurstof. De partiële zuurstofdruk is ± 210 hPa en dat is ± 160 mm Hg (kwikdruk). Tijdens het inademen vermengt die lucht zich met water en met CO_2 wat in de longen aanwezig is. Daarom is de zuurstofdruk daar ongeveer 103 mm Hg. De zuurstofdruk neemt met de hoogte af. Hoe lager de partiële zuurstofdruk, des te moeilijker neemt het bloed zuurstof op.

Wat is de gemiddelde ademhalingsfrequentie van een volwassene in rust?

Per minuut haalt een volwassen mens in rust ongeveer twaalf tot zestien keer adem. In rust wordt ongeveer een halve liter lucht per keer ingeademd. Bij hardlopen kan dit wel oplopen tot 4 liter per keer.

Wat zijn de effecten van toenemende hoogte op de totale druk en op de partiële druk van de diverse atmosferische gassen?

Met de hoogte neemt de druk af. Op een hoogte van 5,5 km is de luchtdruk gehalveerd. Per 100 meter neemt de luchtdruk in de onderste lagen af met 12,5 hPa. Op een hoogte van 2500 m is de luchtdruk ongeveer een kwart lager dan op zeeniveau.

Wat is hypoxie en wat betekent dat voor een veilige vluchtuitvoering?

Hypoxie is zuurstoftekort. Boven 3000 m (boven zeeniveau) wordt met zuurstof gevlogen. Wanneer we gaan vliegen komen we in een omgeving met een lagere luchtdruk. Dit heeft gevolgen voor ons lichaam. Het drukverschil tussen longblaasjes en bloed neemt af. Het bloed neemt moeilijker zuurstof op.

Hoe kan een gezonde volwassene zuurstof tekort compenseren voor een hoogte tot plus minus 4000 meter?

Ons lichaam compenseert dat door intensiever te ademen en een snellere hartslag. Boven ± 3000 meter kan het lichaam dit niet meer compenseren en treedt zuurstoftekort op. Hypoxie geeft een euforisch gevoel. De vlieger merkt niet dat hij gevaarlijk bezig is. Het gebruik van alcohol en medicijnen versterken de symptomen van zuurstofgebrek. Rokers hebben al op lagere hoogte last van hypoxie.

Wat bedoelen we met de term 'Time of Useful Consciousness' (TUC)?

De tijd dat je nog in staat bent om naar een lagere hoogte te gaan. Stel je vliegt op 6000 meter en je zuurstofapparaat weigert, dan moet je zo snel mogelijk dalen naar een hoogte onder de 3000 meter. Doe je dat niet tijdig dan raak je buiten bewustzijn. De gemiddelde TUC voor een gezonde volwassene op 6000 meter is ongeveer 30 minuten.

Gemiddelde tijd van bruikbaar bewustzijn (TUC) zonder extra zuurstof

hoogte	tijd (TUC)
6000 meter	30 minuten of langer
6700 meter	5 tot 10 minuten
7600 meter	3 tot 5 minuten
8500 meter	2 ½ tot 3 minuten
9000 meter	1 tot 2 minuten

Wat zijn voor mensen de fysiologische beperkingen op grotere hoogten (boven 10 000 ft)?

Het bloed neemt moeilijker zuurstof op. Dit compenseert het lichaam door dieper en sneller adem te halen. De zuurstofsaturatie van hemoglobine is op zeeniveau 98%. Op een hoogte van 10.000 ft is de zuurstofsaturatie van een gezonde zweefvlieger gedaald naar 90%. Bij een zuurstofsaturatie tussen 90 en 98% kan een mens normaal functioneren. Bij een zuurstofsaturatie onder de 90% is er sprake van zuurstoftekort.

Waarom is het onveilig te vliegen boven 10.000-12.000 ft zonder aanvullende zuurstof?

Boven de 10.000 ft hebben we te maken met hypoxie waarden. Het percentage van de zuurstofsaturatie is lager dan 90%. Om de zuurstofsaturatie te verhogen moet het zuurstofpercentage van de ingeademde lucht hoger worden dan 21%. Wanneer een zweefvliegvlucht uitgevoerd wordt op een hoogte dat er kans is op zuurstoftekort dan is de vlieger wettelijk verplicht om zuurstof mee te nemen.

In de tabel hieronder kun je zien hoe hoog het zuurstofpercentage van de ingeademde lucht dan moet zijn.

hoogte	luchtdruk	% zuurstof
0,00 m	760 mmHg	21%
1.524,00 m	632 mmHg	25%
3.048,00 m	532 mmHg	31%
4.572,00 m	429 mmHg	40%
6.096,00 m	329 mmHg	49%

Waarom hebben levende weefsels zuurstof nodig?

Levend weefsel heeft continu zuurstof en voedingsstoffen nodig om in leven te blijven. Zonder zuurstof kan er geen stofwisseling plaatsvinden.

Welke (minimaal) drie situaties kunnen tijdens een vlucht tot zuurstofgebrek leiden?

Vliegen zonder zuurstofinstallatie boven 10.000 ft, een niet goed werkende of defecte zuurstofinstallatie en bij drukcabines een lek in het druksysteem waardoor een te lage druk ontstaat. Boven 10.000 ft heb je extra zuurstof d.m.v een zuurstofinstallatie nodig. Hoe hoger je komt hoe hoger het percentage zuurstof dat aan de

ingeademde lucht moet worden toegevoegd. Bij 33.000 ft moet 100% zuurstof worden ingeademd. Op een hoogte van 40.000 ft heb je een drukcabine of een drukpak nodig.

Welke factoren bepalen de mate van zuurstofgebrek?

1. Tijd. Hoe langer je op een hoogte met een tekort aan zuurstof verblijft, hoe fataler.
2. Inspanning. Hoe meer je beweegt en je inspant hoe meer zuurstof het lichaam nodig heeft. Bij een tekort wordt het tekort snel groter.
3. Temperatuur (koude). Hoe kouder het op grote hoogte in een zweefvliegtuig is, hoe meer energie je verbruikt om warm te blijven.
4. Roken, alcohol en sommige medicijnen. Zuurstofgebrek treedt al op een lagere hoogte op bij rokers, bij alcoholgebruik, bij mensen met bloedarmoede en in sommige gevallen bij medicijngebruik.

Welke voorzorgsmaatregelen dient een vlieger te nemen na het doneren van bloed?

Bloeddonoren geven per keer een halve liter bloed. Dat is ongeveer 10% van de hoeveelheid bloed die een mens heeft. Hier merk je in de regel niets van. Mogelijk kun je bij het vliegen iets eerder last krijgen van zuurstoftekort. Het advies is om de eerste 24 uur erna niet te vliegen.

Wat zijn de tekenen en symptomen van zuurstofgebrek?

- blauwe verkleuring van de nagels en de lippen
- euforisch gevoel
- hoofdpijn
- duizelig worden
- misselijkheid
- afname gezichtsvermogen
- tintelende vingers en tenen
- dieper ademen
- slechtere reactietijd
- niet goed besluiten kunnen nemen.

De vlieger reageert niet meer juist op de aanwijzingen van de instrumenten. Het gedrag lijkt op iemand die dronken is. Het kan zijn dat hij zelf weinig merkt van de symptomen die hierboven genoemd worden. Roken en het gebruik van alcohol versterken de symptomen. Vliegers met bloedarmoede krijgen op lagere hoogte last van zuurstofgebrek.

Met welke manieren kun je zuurstofgebrek voorkomen?

- Lager gaan vliegen.
- Een zuurstofinstallatie gebruiken.
- Gezond leven, want hypoxie treedt bij de ene mens op een lagere hoogte op dan bij een ander. De grens van 3000 m voor het gebruik van zuurstof geldt voor iemand die goedgekeurd is, gezond leeft, dus een optimaal gewicht heeft, voldoende beweegt, niet rookt, matig is met het

gebruik van alcohol, zorgt voor weinig stress en goede nachtrust.

Hyperventilatie en de rol van koolzuur in de beheersing en regeling van de ademhaling?

Ventilatie is een ander woord voor ademen. Bij hyperventilatie is de ademhaling sneller en dieper dan normaal. In de longen wordt CO₂ (koolzuurgas, koolstofdioxide) uitgedemd. Wanneer we zware arbeid verrichten, verbranden we meer zuurstof en ontstaat er meer CO₂. Het lichaam reageert hierop door de ademhaling te verdiepen en te versnellen. Daardoor wordt meer zuurstof opgenomen en meer CO₂ uitgedemd.

Hoe dien je een zuurstofinstallatie te gebruiken?

Boven 3000 m (boven zeeniveau) wordt met zuurstof gevlogen. Voor de start controleer je of de kraan van de fles open staat en het systeem lekvrij is. Zorg ervoor dat slangen niet afgekneld worden en dat je de inhoud van je fles in de gaten houdt. Een goed werkende zuurstofinstallatie is van levensbelang (moet gekeurd zijn). Mocht de installatie op zo'n 7000 m het opgeven dan volgt na tien minuten bewusteloosheid. Bij hapering van de zuurstofinstallatie is er maar een remedie: zo snel mogelijk naar beneden! Hartkloppingen, een euforisch gevoel, blauwe nagels en niet meer goed uit de woorden kunnen komen zijn signalen dat de installatie niet goed werkt. Breek bij één van deze symptomen de vlucht direct af.

Zorg ervoor dat de zuurstofinstallatie goed schoon, vetvrij en droog is als je hem gaat gebruiken. Hij moet gevuld zijn met zuurstof die geschikt is voor vliegen. Vocht in het systeem kan door de lage temperatuur op grote hoogte bevriezen, waardoor de apparatuur niet meer goed functioneert. Reinig de leidingen en het mondstuk van de zuurstofinstallatie met alcohol (70%). Olie of vet dat in contact komt met zuurstof kan ontbranden. Wanneer je vet op je lippen of huid smeert en daarna zuurstof gebruikt ontstaan er brandwonden.

De bij het zweefvliegen meest gebruikte zuurstofregelaars kennen 2 standen; 2 of 4 liter zuurstof per minuut. Dit is het zgn. constantflowsysteem. Tussen 3000 en 5000 m moet je 2 liter per minuut gebruiken en tussen 5000 en 7000 m zet je hem op 4 liter per minuut. Voor vluchten boven 8000 m is zo'n zuurstofinstallatie niet geschikt: je dient dan een 'on demand' zuurstofapparaat te gebruiken.

De druk in een volle zuurstoffles is zo'n 150 bar. Een fles van 4 liter kan dan 600 l zuurstof leveren. Bij een gebruik van 2 liter per minuut kan daar maximaal 5 uur mee gevlogen worden. Bij een gebruik van 4 liter per minuut maximaal 2,5 uur.

LITERATUUR

De meeste zweefvliegers hebben nooit examen in human performance hoeven te doen. Sinds 2009 is het pas een examenvak. Toch komt de stof voor dit vak niet zomaar uit de lucht vallen. In de boekjes EVO en VVO staan hoofdstukken over veilig zweefvliegen, daar vind je de kern al. Het boek 'Veilig Zweefvliegen' bevat de basiskennis eigenlijk al heel lang. Het is een goede zaak dat human performance & limitations nu een examenvak is geworden. Dat geeft een extra aansporing om hier ruim aandacht aan te besteden. Willen we het zweefvliegen veiliger maken, dan valt hier winst te halen.

Zweefvliegen is een sport die veilig uitgevoerd kan worden. Wie z'n gezonde verstand gebruikt, z'n beperkingen kent en zich aan de regels houdt, die loopt een gering risico. Al vijftig jaar lang is één op de 160.000 vluchten fataal. Bij de grote luchtvaart en in het verkeer is het aantal slachtoffers in diezelfde periode meer dan gehalveerd. Bij het zweefvliegen is geen daling te zien. Veiligere zweefvliegtuigen, aandacht voor menselijke prestaties & beperkingen en training van noodsituaties kunnen voor een sterke daling zorgen.

Het stuk menselijke prestaties dat ik hier geschreven heb, is voor de theoriecursus op de zweefvliegclubs. Wie zich er echt in wil verdiepen moet bij de bronnen van de gebruikte literatuur zijn. Schrijvers die zich beroepshalve al jaren met dit onderwerp bezighouden. Ik wens je veel succes met het examen, mooie vluchten en allemaal veilige landingen.

Gebruikte literatuur:

1. Het boek Human Factors op de site van de CIV (Commissie Instructie en Veiligheid van de KNNvL-Afdeling Zweefvliegen):

- 1 [Inleiding](#);
- 2: [Pilot error](#);
- 3: [CRM](#);
- 4: [Organisatorische factoren](#);
- 5: [Ergonomie](#)
- 6: [Medisch](#).

Ik heb vooral gebruik gemaakt van het uitstekende hoofdstuk 6. De andere hoofdstukken sluiten minder goed aan bij de indeling van EASA en de leerdoelen van IVW.

2. PHAK; Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge. Dit uitstekende boek kun je gratis downloaden.

[Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge FAA-H-8083-25A -- Single PDF](#) (PDF, 109.22 MB) (To download, right-click and "Save Target As...")

3. Human Performance & Limitations van Aviation Training Systems. KLM flight academy

4. Instructie Zweefvliegen, van Bruno Zijp
Zie: <http://www.zweefvliegopleiding.nl/index.php/boek-instructie-zweefvliegen>

5. Veilig Zweefvliegen, KNVvL-Afdeling Zweefvliegen

6. Luchtvaart fysiologie en psychologie, van Bas Vrijhof.

7. [Veilig zweefvliegen, KNVvL, Afdeling Zweefvliegen](#)
[ISBN 90-800222-4-1](#)

© Dirk Corporaal, laatste december 2025