

Drone-cursus-boek





Categorie Open - A1/A3

Online theoriemodule

Je kijkt naar boven en je ziet een grote leegte. Toch vinden er in Nederland alleen al honderdduizenden burgerluchtvaart vliegtuigbewegingen per jaar plaats vanuit slechts enkele luchthavens. Tel daarbij op de politie- en traumahelikopters, zweefvliegtuigen, ballonvaarders, deltavliegers, privévliegtoegen en natuurlijk de reguliere modelvliegers op de grond. En dan hebben we het nog niet eens over de militaire luchtvaart gehad. Boven ons hoofd is er dus heel duidelijk een onzichtbare infrastructuur voor luchtverkeer.

Net als voor het gewone verkeer op de weg, bestaan er allerlei regels voor het gebruik van het luchtruim boven ons hoofd. De veiligheid staat daarbij centraal. Het kan soms overdreven lijken, al die regeltjes. En het is ook best ingewikkeld. Maar bedenk dan dat waar je op de weg bij pech doorgaans de auto langs de kant zet, een luchtvaartuig altijd naar beneden valt met alle gevolgen van dien voor eventuele inzittenden en mensen op de grond. De Europese luchtvaartregels zorgen ervoor dat alle gebruikers van ons luchtruim hun plaats krijgen, kennen en weten hoe ze zich dienen te gedragen tijdens een vlucht daarbinnen.

Alleen op die manier is een veilig samengaan van de bestaande luchtvaart en drones mogelijk. Dit zorgt niet alleen voor de noodzakelijke veiligheid, maar geeft ook gelegenheid aan groei en aan allerlei spannende ontwikkelingen die komen gaan. Denk daarbij aan volledig automatisch of autonoom vliegende drones die pakketjes afleveren, dronetaxi's, drone-ambulances maar ook drones die de ramen van jouw huis komen wassen. In de bouw, het waterbeheer, de filmindustrie en bij hulpdiensten wordt de drone al dagelijks ingezet, om maar enkele voorbeelden te noemen.

Omdat de drone nog niet zo lang populair is onder zowel hobbyisten als professionele gebruikers, en dus relatief nieuw is in ons luchtruim, worden de regels stapsgewijs aangepast aan de situatie van vandaag en morgen. Een grote stap is die van nationale regelgeving naar Europese regelgeving (31 december 2020). Dit betekent dat we in Europa afspraken hebben gemaakt over de regels die gelden voor het vliegen met drones in alle samenwerkende Europese landen. De organisatie die binnen Europa verantwoordelijk is voor het verstrekken van alle droneregels aan alle landen heet European Aviation Safety Agency (EASA), oftewel het Europees Luchtvaart Veiligheidsagentschap.

Het voordeel van Europese regels is dat je, op enkele uitzonderingen na, overal weet wat je wel en niet mag doen met je drone en dat een eventueel verplicht certificaat in alle Europese landen geldig is. Voor bedrijven is het fijn dat ze nu in heel Europa kunnen vliegen met drones onder dezelfde regels en dat ze niet in elk land aan aparte eisen hoeven te voldoen. Hierdoor zullen de ontwikkelingen rondom drones nog verder versnellen.

Door de snelle toename van het aantal drones in de lucht wordt het steeds belangrijker dat iedereen ook daadwerkelijk weet wat de regels zijn. De veiligheid van ons luchtruim kan alleen gewaarborgd worden als wij er allemaal aan meewerken. Door kennis te nemen van de vastgestelde regelgeving en door veiligheid centraal te stellen bij elke dronevlucht, maken wij hiermee een begin.

NOTE

De wetgever schrijft voor dat wij moeten nagaan dat de kandidaat de theorie A1/A3 tot zich neemt, vóórdat het examen wordt gemaakt. Dit doen wij door de theorie in hoofdstukken (en paragrafen) aan te bieden in combinatie met testvragen en voortgang daarin te monitoren. Pas nadat alle hoofdstukken zijn doorgenomen en testvragen gemaakt, zal het examen worden vrijgegeven. U kunt uw voortgang zien in de rechter kantlijn.



Voordat je in een ander land gaat vliegen is het jouw verantwoordelijkheid op de hoogte te zijn van eventuele verschillen in de regels. Weliswaar zijn er weinig uitzonderingen, er zijn ook veel zaken die altijd alleen voor een bepaald land gelden, zoals de zones waar je wel en niet mag vliegen. Daarnaast moet je ook weten welke instanties er over het luchtruim gaan, wie er allemaal handhaaft en wat landelijke alarm- en hulpdienst telefoonnummers zijn. Vergeet ook niet het beleid van luchtvaartmaatschappijen te controleren als je met het vliegtuig reist. Voor het vervoer van accu's in vliegtuigen gelden namelijk altijd speciale voorschriften. Buiten de EU zijn in sommige landen drones in het geheel niet welkom.

Jouw certificaat is geldig in de volgende Europese landen:

België	Bulgarije	Cyprus	Denemarken
Duitsland	Estland	Finland	Frankrijk
Griekenland	Hongarije	Ierland	Italië
Kroatië	Letland	Liechtenstein	Litouwen
Luxemburg	Malta	Nederland	Noorwegen
Oostenrijk	Polen	Portugal	Roemenië
Slovenië	Slowakije	Spanje	Tsjechië
IJsland	Zweden	Zwitserland	

Volgens de Europese dronereggeving is ieder dronepiloot verplicht om bepaalde basiskennis te hebben en een examen af te leggen waarbij deze kennis getoetst wordt. Deze cursus bevat alle benodigde informatie om aan die eisen te voldoen.

In deze cursus is een verschil gemaakt tussen examen-informatie die je dient te weten voor je examen (alles in gewone tekst, foto's en illustraties), extra informatie waarvan wij menen dat het handig of verstandig is om het te weten (blauw) en lokale informatie die over de Nederlandse situatie gaat (oranje). Als voorbeeld hier drie stukken tekst ter herkenning:

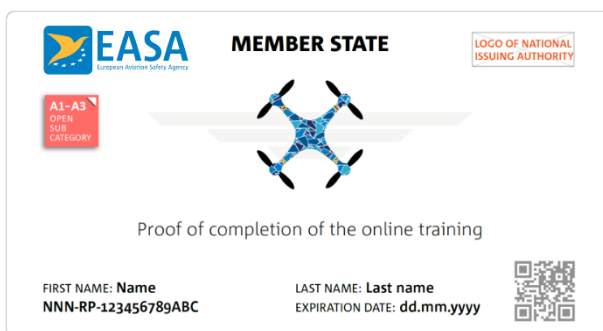
Deze informatie geldt voor je examen.

Extra informatie

Deze informatie is handig of verstandig te weten.

Nederland

Deze informatie is belangrijk voor als ik in Nederland vlieg.



De Europese droneregels maken geen verschil tussen professionele en hobby-vliegers. In de meeste gevallen is echter wel een certificaat verplicht. Doorgaans bestaat dit uit een online cursus en examen. Hoe hoger het risico van de vlucht, des te meer cursussen en examens je dient te volgen. Zowel klassikale examens als praktijk vlieglessen en examens kunnen daar deel van uitmaken.

Deze cursus is bedoeld om het EASA A1/A3 Categorie Open examen met certificaat te behalen en is volledig online.

Slaag je voor het examen dan kan je jouw certificaat aanvragen!

Certificaat van voltooiing online training.

BELANGRIJK: als er websites genoemd worden of andere informatie die niet in deze cursus opgenomen is maar wel belangrijk zijn, staat er (**support**) achter de desbetreffende verwijzing. Dit betekent dat je op de websitepagina www.dutchdroneacademy.com/support de betreffende informatie of verwijzing kan terugvinden. Deze support pagina is altijd up-to-date.

Bedenk wel dat als je van drone verandert, of compleet andere dingen wil gaan doen met je drone dan voorheen, de kans groot is dat je een ander certificaat nodig hebt. Dit kan je altijd checken via www.dronewijzer.nl.

Een van de zaken waar je bekend mee dient te zijn is hoe een drone genoemd wordt in officiële berichten. Bijvoorbeeld als de overheid nieuwe regels bekendmaakt over het gebruik van drones. Naast de term drone, die overigens wereldwijd ongeveer hetzelfde betekent, spreken wij in Europa ook van UA en UAS. Dat staat voor Unmanned Aircraft en Unmanned Aircraft System en betekent in het Nederlands: Onbemand Luchtvaartuig en Onbemand Luchtvaartuigstelsel. Kortom, er zijn geen mensen in de cockpit van het luchtvaartuig om deze te besturen. Een UA of UAS wordt per definitie op afstand vanaf de grond bestuurd.

UA en UAS

Een UA is feitelijk alleen de drone, terwijl een UAS een drone is inclusief alles wat direct met de vlucht te maken heeft zoals een zender, een grondstation (een computer op de grond die de drone bestuurt) maar ook de data (informatie) die bijvoorbeeld vanaf de drone naar de computer beneden gestuurd wordt. Simpel gezegd is een UA alleen de drone en een UAS een groter geheel aan onderdelen die meestal door een professionele dronepiloot gebruikt wordt bij een dronevlucht. Over die vlucht gesproken; in de professionele wereld, maar ook in officiële berichten, wordt een vlucht met een drone meestal een drone-operatie genoemd en de organisatie die verantwoordelijk is voor het uitvoeren van de dronevlucht de drone-operator.

Piloot en Operator

Vlieg je hobbymatig met een kleine drone, dan is de dronepiloot ook de drone-operator. Bij professionele vluchten, waarbij er een dronepiloot wordt ingehuurd door een bedrijf dat de drone vliegklus heeft aangenomen, wordt het bedrijf de drone-operator genoemd en diegene die de drone vliegt de piloot. Officieel heet deze dan de Piloot op Afstand (Remote Pilot). Veel zaken worden dus anders benoemd, afhankelijk van het soort dronevlucht. Dat verschil zit hem meestal in het hobbymatig of professioneel vliegen met drones. Organisaties die actief zijn in een specifieke branche gebruiken (en ontwikkelen) een eigen taal, passend bij die branche. Zoals eerder aangegeven, is er echter geen verschil in EASA drone-regels voor deze twee verschillende manieren van vliegen. Hoe iemand die met een drone vliegt genoemd wordt, is dus afhankelijk van de aard en het niveau van de vlucht én welke taal er gebruikt wordt.

Waarnemer en Observer

Dan zijn er nog de mensen die betrokken zijn bij de dronevlucht. Je zal veel gemak en een sterke vermindering van risico's ervaren als je iemand inzet die het luchtruim waarbinnen je gaat vliegen en de ruimte rondom de opstijg- en landingsplaats voor je in de gaten houdt. Maar ook verder weg is informatie die van belang kan zijn terwijl jij je focust op de drone en dat ene shot wat je wilt maken. Denk dan aan een naderende traumahelikopter, een zwerm vogels of een donkere onweersbui die jouw kant op drijft. Deze persoon heet de waarnemer of de observer. Tot slot kan het zijn dat de camera of andere sensor die aan jouw drone is bevestigd apart bediend kan worden. Dit zijn dan meestal de wat duurdere systemen waarbij de camera door een tweede zender bediend kan worden. Iemand die de camera bedient noemen we de camera-operator. Wat onder je drone vastzit maar niet tot de drone zelf behoort noemen we de payload (vracht). Dat is doorgaans dus een camera maar kan eigenlijk van alles zijn. Voor camera-operator en payload zijn geen Nederlandse woorden gangbaar. Je zou kunnen zeggen dat deze twee termen Nederlandse termen zijn geworden.

Terminologie samengevat

Onderstaande termen zijn allemaal goed:

- drone / UA (unmanned aircraft)
- drone met zender en/of andere onderdelen / UAS (unmanned aircraft system)
- dronevlucht / drone-operatie
- dronepiloot / piloot op afstand / drone-operator / remote pilot
- waarnemer / observer
- cameraman / -vrouw / camera-operator (gebruiken we ook in het Nederlands)

- lading / payload (gebruiken we ook in het Nederlands)

Tot slot is het goed te weten dat de standaardtaal binnen de luchtvaart in de westerse wereld Engels is. Veel luchtvaarttermen die wij in het Nederlands hebben overgenomen zijn van origine Engels. Het is dan ook een groot voordeel als je al enigszins Engels spreekt. In deze Europese opleiding gebruiken wij doorgaans Nederlandse termen. Maar als de Engelse term in de praktijk meer gebruikt wordt, gebruiken wij de Engelse term met de Nederlandse term tussen haakjes erachter.

Voorbeelden:

Specific Category (Categorie Specifiek)

De Engelse term wordt overal gebruikt voor de aanduiding van deze EASA dronecategorie.

Payload (lading, vracht)

De payload zit onder je drone en is doorgaans een camera. Meestal wordt de Engelse term gebruikt.

Wij wensen je veel succes, plezier en veilige dronevluchten toe.

Met hartelijke groet,

Team Dutch Drone Academy

Vragen over deze cursus kan je stellen via openA1A3@dutchdroneacademy.com. Wij streven ernaar om binnen 48 uur een reactie te geven.

Bedankt dat je voor ons gekozen hebt!

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbepalingen

Online theoriemodule EASA Categorie Open - A1/A3

De onbemande luchtvaart valt onder uitgebreide wet- en regelgeving. Een deel daarvan is specifiek gericht op het werken met drones, terwijl andere regels verwijzen naar de wetgeving voor de bemande luchtvaart. Het geheel aan regels is vrij complex en soms verwarrend. Je moet het echter bestuderen zodat je precies weet wanneer, waar en hoe je veilig kunt werken met een drone.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbepalingen

1.1. Inleiding

De onbemande luchtvaart valt onder uitgebreide wet- en regelgeving. Een deel daarvan is specifiek gericht op het werken met drones, terwijl andere regels verwijzen naar de wetgeving voor de bemande luchtvaart. Het geheel aan regels is vrij complex en soms verwarrend. Je moet het echter bestuderen zodat je precies weet wanneer, waar en hoe je veilig kunt werken met een drone.

Vlieg je hobbymatig met een kleine drone, dan is de dronepiloot ook de drone-operator. Bij professionele vluchten, waarbij er een dronepiloot wordt ingehuurd door een bedrijf dat de drone vliegklus heeft aangenomen, wordt het bedrijf de drone-operator genoemd en diegene die de drone vliegt de piloot. Officieel heet deze dan de Piloot op Afstand (Remote Pilot). Veel zaken worden dus anders benoemd, afhankelijk van het soort dronevlucht. Dat verschil zit hem meestal in het hobbymatig of professioneel vliegen met drones. De taal is ook anders binnen een professionele drone-operatie. Zoals eerder aangegeven, is er echter geen verschil in EASA drone-regels voor deze twee verschillende manieren van vliegen. Hoe iemand die met een drone vliegt genoemd wordt, is dus afhankelijk van de aard en het niveau van de vlucht én welke taal er gebruikt wordt. Deze termen zijn allemaal goed:

dronepiloot / piloot op afstand / drone-operator / remote pilot

Dan zijn er nog de mensen die betrokken zijn bij de dronevlucht. Je zal veel gemak en een sterke vermindering van risico's ervaren als je iemand inzet die het luchtruim waarbinnen je gaat vliegen en de ruimte rondom de opstijg- en landingsplaats voor je in de gaten houdt. Maar ook verder weg is informatie die van belang kan zijn terwijl jij je focust op de drone en dat ene shot wat je wilt maken. Denk dan aan een naderende traumahelikopter, een zwerm vogels of een donkere onweersbui die jouw kant op drijft. Deze persoon heet de waarnemer of de observer.

Tot slot kan het zijn dat de camera of andere sensor die aan jouw drone is bevestigd apart bediend kan worden. Dit zijn dan meestal de wat duurdere systemen waarbij de camera door een tweede zender bediend kan worden. Iemand die de camera bedient noemen we de camera-operator. Wat onder je drone vastzit maar niet tot de drone zelf behoort noemen we de payload (vracht). Dat is doorgaans dus een camera maar kan eigenlijk van alles zijn. Voor camera-operator en payload zijn geen Nederlandse woorden gangbaar. Je zou kunnen zeggen dat deze twee termen Nederlandse termen zijn geworden. Dus:

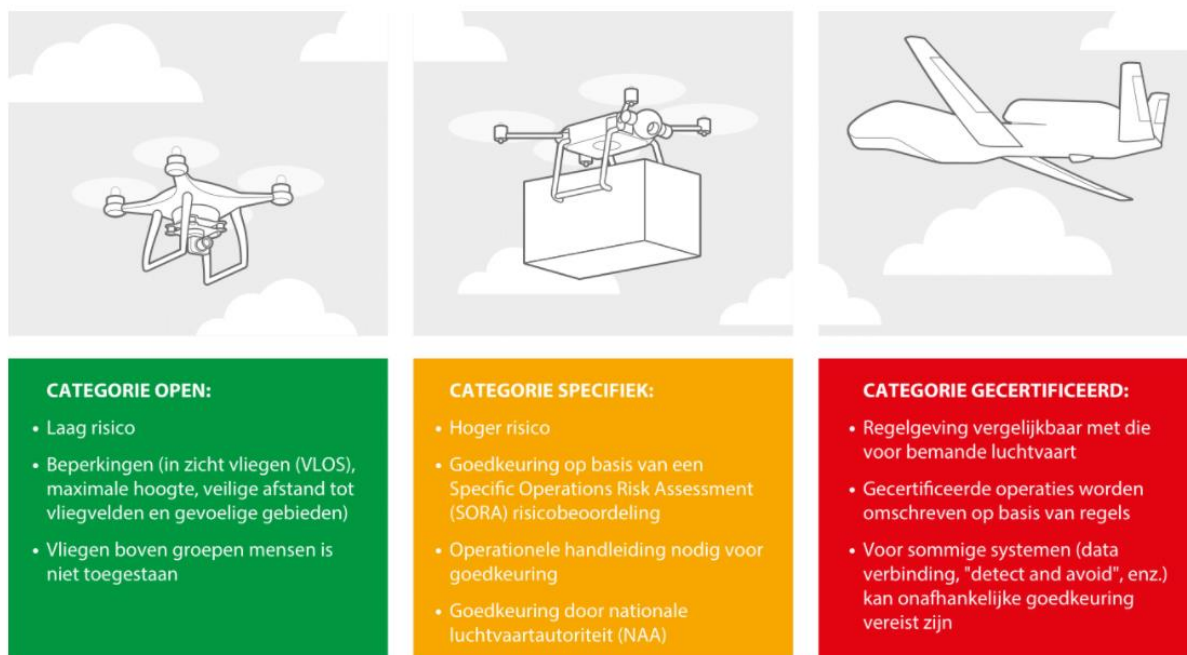
waarnemer / observer

cameraman / -vrouw / camera-operator (gebruiken we ook in het Nederlands)

lading / payload (gebruiken we ook in het Nederlands)

Als je wilt vliegen met een drone met een massa (gewicht) van 250 gram of meer, dan heb je een certificaat nodig. In de EASA regelgeving zijn drie hoofdcategorieën vastgesteld. De verschillen in

categorieën en daaraan verbonden opleidingsvereisten hebben direct te maken met de risico's die per categorie aan de orde zijn. De drie hoofdcategorieën zijn:



Figuur 1.1 - EASA categorieën.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbepalingen

1.2. Regelgeving - algemeen

Er is zowel nationale als internationale regelgeving over UA's en die verandert regelmatig. Verschillende documenten gebruiken verschillende termen en afkortingen voor onbemande luchtvaartuigen:

Tabel 1 - afkortingen, benamingen en betekenissen.

Afkorting	Term
-	Drone
UA	Unmanned Aircraft - onbemand luchtvaartuig - drone
UAS	Unmanned Aircraft System - onbemand luchtvaartuigstelsel (= luchtvaartuig + zender + grondstation, enz.)
RPA	Remotely Piloted Aircraft - op afstand bestuurd luchtvaartuig
RPAS	Remotely Piloted Aircraft System - op afstand bestuurd luchtvaartuigstelsel (= luchtvaartuig + zender + grondstation, enz.)
UAV	Unmanned Aerial Vehicle - onbemand luchtvaartuig (deze term wordt niet meer gebruikt in de huidige regelgeving)

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.3. Organisaties

Internationale organisatie: ICAO

De International Civil Aviation Organization (ICAO, Internationale Burgerluchtvaart Organisatie) is de belangrijkste bron van regels voor de algemene luchtvaart. Ook EASA, verantwoordelijk voor de Europese regels voor drones, neemt adviezen over van ICAO.



Supranationale organisatie: EASA

Op basis van de ICAO regels maakt EASA regels die gelden binnen alle lidstaten (aangesloten landen) van de Europese Unie. Zo ontstaat er een Europa waarbinnen alle landen gelijke regels hanteren voor het vliegen met drones. LET OP: per land kunnen er uitzonderingen zijn. Ook dienen landen zelf aan te geven waar wel en niet gevlogen mag worden met drone

Nederland

Op www.dronewijzer.nl staat de lijst van landen en een link naar de website waar je de betreffende regels kan vinden. Deze verschijnt nadat je de dronewijzer hebt gestart op de tweede pagina.

Onder de genoemde basisregels mogen alle dronepiloten vliegen door het gehele EU luchtruim, met in het algemeen dezelfde rechten en plichten. Natuurlijk moet je wel in het bezit zijn van het benodigde certificaat.



National Aviation Authority (NAA) en andere nationale organisaties

Elk land heeft een National Aviation Authority (NAA, vertaald: nationale luchtvaartautoriteit) of een Civil Aviation Authority (CAA, vertaald: burgerluchtvaartautoriteit). Deze stelt regels op gebaseerd op de normen van ICAO of EASA, voor landen binnen de EU.



Inspectie Leefomgeving en Transport
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Nederland

Voor dronepiloten in Nederland is de Inspectie Leefomgeving en Transport (IL&T), onderdeel van de nationale luchtvaartautoriteit, de belangrijkste organisatie. Dit is de inspectiedienst van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Hun hoofdtaak is het toezicht houden op de luchtvaartsector en het verzekeren dat alle activiteiten in het Nederlandse luchtruim in overeenstemming met de regels worden uitgevoerd. IL&T verstrekt ook informatie over luchtvaartregels, en op hun website (**support**) vind je veel nuttige en belangrijke informatie. We raden je aan om deze website regelmatig te bezoeken om te zien of er veranderingen of nieuwe regels zijn.



Nederland

Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) beheert het burgerluchtruim (het Nederlands luchtruim is ingedeeld in een gedeelte voor burgers en een gedeelte voor militairen). LVNL bepaalt en controleert de positie van vliegtuigen in het toegewezen luchtruim met radar en communiceert met de piloten via (een speciale) radio om botsingen te voorkomen. LVNL levert ook informatie en andere ondersteuning aan piloten en andere belanghebbenden. LVNL verzorgt ook de officiële luchtvaartkaarten en belangrijke informatie van, over en voor alle gebruikers in ons luchtruim. Dit helpt piloten om over alle informatie te beschikken die relevant is voor het luchtruim waarin ze vliegen. Ze onderhouden ook een website, AIS the Netherlands, met luchtvaartinformatie (**support**).



Extra informatie

Het Belgische Bestuur van de Luchtvaart (Belgian Civil Aviation Authority, BCAA) maakt deel uit van de federale overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer. Deze omvat het onderdeel Skeyes dat luchtvaartinformatie en informatie over het weer aanbiedt. De Belgian Civil Drone Council is in 2019 opgericht door het Directoraat-generaal Algemene luchtvaart en de luchtverkeersgeleiding (Skeyes), om samenwerking en kennisuitwisseling te ondersteunen in de Belgische dronesector



DFS Deutsche Flugsicherung

Extra informatie

De Deutsche Flugsicherung (DFS) is verantwoordelijk voor het burgerluchtruim in Duitsland. Hun afdeling luchtvaartinformatie verstrekt alle belangrijke luchtvaartinformatie van, voor en over gebruikers van het luchtruim en verzorgt tevens de officiële luchtvaartkaarten voor Duitsland en Europa. Hun Control Centre heeft het grootste radarleidingscentrum in Europa, gevestigd in Langen.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.4. EASA regelgeving

EASA heeft regels opgesteld voor het gebruik van drones in het Europese luchtruim in de vorm van verordeningen (overheidsbesluit op Europees niveau). Deze verordeningen hebben nummers, te weten: EU 2019/945 en EU 2019/947.

Via www.dutchdroneacademy.com/support tref je links aan naar deze Engelse teksten. Uiteraard bevindt alle informatie uit deze verordeningen die relevant is voor jouw certificaat zich in deze cursus.

Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen vliegen voor je werk of je hobby. Iedereen die een drone wil gebruiken moet aan de gestelde eisen voldoen. Volgens de EASA regelgeving zijn er met name twee dingen heel belangrijk om het gebruik van drones veiliger te maken, namelijk:

1. Dat we apparatuur (drones en bijkomende zaken) gebruiken die gebouwd is volgens de Europese veiligheidsnormen (en over een CE-markering beschikt).
2. Een inschatting van wat er allemaal mis zou kunnen gaan (risicobeoordeling), waarbij rekening wordt gehouden met de gevaren tijdens de vlucht én de vereiste vaardigheden van de dronepiloot.

1.4.1. Acceptable means of compliance

Extra informatie

Acceptable means of Compliance (afkorting: AMC, vrij vertaald: aanvaardbare wijzen om aan de regels te voldoen) is een EASA-document dat de belangrijkste punten van de nieuwe droneregels, de eerder genoemde verordeningen EU 2019/945 en 2019/947, bespreekt en nader toelicht. Deze AMC beschrijft wat een dronepiloot en/of drone-operator moeten doen om veilig te vliegen én te voldoen aan de wettelijke eisen, op basis van de verschillende EASA dronecategorieën die we genoemd hebben (**support**).

Het Guidance material (afkorting: GM, vrij vertaald: informatie met aanwijzingen) kan je

helpen de regels beter te begrijpen. Het geeft ook een duidelijke uitleg van de categorieën en subcategorieën waaronder je kunt vliegen ([support](#)).

De EASA regelgeving omvat regels voor alle soorten dronevluchten die je maar kan bedenken. In deze publicatie beperken we ons echter tot de details van de Open Category A1/A3, die hierna wordt besproken. Het is een goed idee om zelf de regelgeving te lezen. Die bevat veel verwijzingen naar andere artikelen en regelgeving. Dat kan verwarrend zijn, omdat je tegelijk naar meerdere documenten moet kijken. Maar als je wat tijd besteedt aan het doorlezen ervan, zul je de structuur waarschijnlijk aardig begrijpen.

1.4.2. Regels tijdens de overgangsperiode (tot 1 januari 2023)

Extra informatie

Het ontwikkelen van luchtvaartregels kost meestal veel tijd omdat de veiligheid in het spel is. Dat geldt ook voor de EASA regelgeving. Omdat de dronesector moet kunnen blijven functioneren gedurende de periode waarin we van landelijke regels overgaan naar andere, Europese regels, zijn er overgangsbepalingen bedacht. Deze zijn ook opgenomen in de EASA regelgeving.

Tussen 1 januari 2021 en 1 januari 2023 zijn de speciale overgangsregels van kracht. De overgangsregels gelden tijdens de overgangsperiode, zodat de huidige en nieuwe dronepiloten bijvoorbeeld nog kunnen vliegen met drones zonder CE-markering. De details van deze speciale overgangsregels staan in zijn geheel in [verordening EU 2019/947 \(support\)](#).

Met de introductie van de nieuwe Europese drone regels zijn er ook classificaties ingevoerd voor drones. Alle drones die op de markt komen, moeten zijn voorzien van een CE-klasse markering. De verplichte CE- markering die op elk verkocht product zit, is uitgebreid met verschillende klassen voor drones, namelijk C0 tot en met C6. Voor drone-operaties in de EASA Categorie Open worden drones met klasse C0 tot en met C4 gebruikt. C5 en C6 drones worden gebruikt in de EASA Categorie Specifiek.

De technische eisen voor de verschillende klassen zijn gedefinieerd in de EASA regelgeving. Op dit moment zijn er nog geen drones op de markt die een CE-markering hebben. Het is ook niet mogelijk om een klasse toe te wijzen aan reeds bestaande drones.

Om piloten in staat te stellen tijdens de overgangsperiode (31 december 2020 tot en met 31 december 2022) te blijven vliegen met hun bestaande (legacy) drones zijn regels opgesteld. De algemene regels voor elke subcategorie zijn nog steeds van toepassing, maar met een paar verschillen:

- Met een drone tot 250 gram mag je vliegen in de Open subcategorie A1
- Drones tussen 250 en 500 gram mogen in A1 vliegen met een kennistest
- Met een drone tot 2 kilogram mag je vliegen in de Open subcategorie A2. Extra voorwaarde is wel dat je minstens 50 meter afstand houdt van personen
- Drones die zwaarder zijn dan 2 kilogram (maar niet zwaarder dan 25 kilogram) vallen in de Open subcategorie A3

Na 31 december 2022 kun je met een drone onder de 250 gram zonder CE-klasse label blijven vliegen in de EASA subcategorie Open A1, en als de drone meer dan 250 gram en minder dan 25 kilogram weegt in de EASA subcategorie Open A3.

Tabel 1.4.2 – Voorbeelden

Voorbeelden			
Drone	MTOM	Voor 1 januari 2023	Na 1 januari 2023
DJI Mavic Mini 2	249 g	A1	A1
Parrot Anafi	320 g	A1	A3
DJI Mavic Air 2	570 g	A2	A3
DJI Mavic 2 Pro/Zoom	907/905 g	A2	A3
DJI Phantom 4	1380 g	A2	A3
DJI Inspire 2	4250 g	A3	A3

Tabel 1.4.3 - Overgangsregeling

CE klasse	MTOM	Subcategorie	Beperkingen	Exploitant registratie	Eisen aan de Piloot
Geen (legacy)	< 250 g	A1	Niet over groepen mensen vliegen **	Alleen als de drone een camera heeft ***	Geen vliegbewijs vereist, wél bekend zijn met de gebruiksaanwijzing van de drone
C0					
Geen (legacy)					
C0	Speelgoed drones * < 250 g	A1	Geen minimum leeftijd	Nee	Geen vliegbewijs nodig
Geen (legacy)	< 500 g		Niet boven niet-betrokken personen vliegen	Ja	A1/A3 vliegbewijs
C1	< 900 g				
Geen (legacy)	< 2 kg	A2	Minimale horizontale afstand van 50 meter tot mensen	Ja	A2 vliegbewijs
C2	< 4 kg		Minimale horizontale afstand van 50 meter tot mensen, of tot 5 meter afstand met de lagesnelheidsmodus (tripod) actief		
Geen (legacy)	< 25 kg	A3	Minstens 150 meter van woon-, handels-, industrie- of recreatiezones én in een gebied waar je redelijkerwijs mag verwachten dat er geen mensen aanwezig zijn	Ja	A1/A3 vliegbewijs
C3					
C4					
* Speelgoed drones zijn ontworpen en bedoeld als speelgoed voor kinderen jonger dan 14 jaar. Speelgoed moet voldoen aan Richtlijn 2009/48/EG inzake de veiligheid van speelgoed. De overeenstemming van de drone met die richtlijn is opgenomen in de betreffende EU conformiteitsverklaring. <i>Richtlijn 2009/48/EG: Deze richtlijn is van toepassing op producten die, al dan niet uitsluitend, ontworpen of bestemd zijn om door kinderen jonger dan 14 jaar bij het spelen te worden gebruikt (speelgoed genoemd).</i>					
** Een groep mensen (assembly of persons) is een samenkomst waarbij de mensen niet direct weg kunnen vanwege het aantal aanwezigen.					
*** Exploitanten van onbemande luchtvaartuigen moeten zich registreren als ze een drone gebruiken die voorzien is van een sensor die in staat is persoonlijke data vast te leggen (foto camera, video camera, infrarood camera, enz.).					

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.5. Aeronautical Information Service (AIS) – luchtvaartinformatiedienst

Extra informatie

De luchtvaartinformatiedienst, ook wel AIS genoemd (Aeronautical Information Service), is voorgeschreven door het eerder genoemde ICAO en een verplichte service voor elk land. Deze moet de veiligheid, regelmaat en efficiëntie van internationale luchtnavigatie waarborgen. Verkeerde, verouderde of foute informatie kan tot ongelukken leiden. Elk land moet ook een Aeronautical Information Publication (AIP) en updates uitgeven. Dus in het kort:

- De officiële luchtvaartinformatieverstrekende dienst heet AIS
- Wat deze dienst aan algemene informatie verstrekt heet AIP
- Wat piloten onderweg aan actuele informatie moeten weten heet NOTAM (Notice to Airmen)

De luchtverkeersleiding (Air Traffic Control Services) voorziet in een luchtvaartinformatiedienst, de Aeronautical Information Service (AIS), die meestal het volgende omvat:

- Aeronautical Information Publications (AIP)
- Aeronautical Information Circulars (AIC)
- Aeronautical Information Regulation and Control information (AIRAC)
- NOTAMs (Notices to Airmen)

Je moet nagaan welke informatie de NAA in jouw land uitgeeft. Op de EASA website ([support](#)) kun je alle lidstaten en de websites van de luchtvaartinformatiediensten opzoeken.

Nederland

In Nederland wordt deze dienst verzorgd door de LVNL. De meeste informatie staat op hun website.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbepelingen

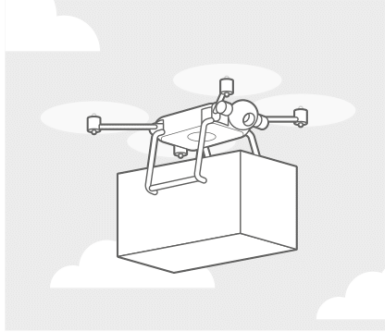
1.6. EASA categorieën

De EASA droneregels zijn opgedeeld in drie categorieën met elk hun eigen risiconiveau:



CATEGORIE OPEN:

- Laag risico
- Beperkingen (in zicht vliegen (VLOS), maximale hoogte, veilige afstand tot vliegvelden en gevoelige gebieden)
- Vliegen boven groepen mensen is niet toegestaan



CATEGORIE SPECIFIEK:

- Hoger risico
- Goedkeuring op basis van een Specific Operations Risk Assessment (SORA) risicobeoordeling
- Operationele handleiding nodig voor goedkeuring
- Goedkeuring door nationale luchtvaartautoriteit (NAA)



CATEGORIE GECERTIFICEERD:

- Regelgeving vergelijkbaar met die voor bemande luchtvaart
- Gecertificeerde operaties worden omschreven op basis van regels
- Voor sommige systemen (data verbinding, "detect and avoid", enz.) kan onafhankelijke goedkeuring vereist zijn

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbepelingen

1.6. EASA categorieën

1.6.1. Open Category (A, Categorie Open)

Onder deze categorie kunnen drones tot 25 kilogram worden ingezet voor vluchten met een laag risico. Onder bepaalde voorwaarden kunnen dronepiloten een vlucht maken zonder over een certificaat te beschikken. De drone mag niet hoger vliegen dan 120 meter boven de grond en de piloot moet de drone altijd in het zicht houden (Visual Line of Sight, afgekort: VLOS) en de drone op veilige afstand van mensen houden. Deze categorie is onderverdeeld in 3 subcategorieën:



Subcategory	Drone						Restrictions		Operator/Pilot		
	Class	MTOM	Max height	Max speed	Physical serial number, electronic ID, and geo-awareness	Physical markings	Operational restrictions	Distance from people	Operator registration required	Remote pilot competence	
A1	Privately built	< 250 g	* ≤ 120 m	19 m/s (68 km/h)	NO	N/A	If a follow-me mode is active (DJI active track) maximum 50 m from pilot and 50 m height	not be conducted over open-air assembly of persons	**NO	familiarised with the UAS	
	C0	< 250 g			NO	0					CE
	C1	< 900 g			YES	1					CE
A2	C2	< 4 kg		None, but must be equipped with low speed mode of 3 m/s (11 km/h)	YES	2	CE	not flown over uninvolving persons; 30 m from uninvolving persons, or 5 m with low speed mode enabled	YES	certificate of remote pilot competency-online test, additional theory test, declaration of practical self-training	
	C2	< 4 kg		None	NO	N/A	N/A	150 m from residential, commercial, industrial or recreational areas.			in an area where the remote pilot reasonably expects that no uninvolving person will be endangered
A3	Privately built	< 25 kg			NO	N/A	N/A				
	C3		YES		3	CE					
C4	NO		4	CE							

Een zelfgebouwde drone (privately built) is een drone die gemonteerd of vervaardigd is voor eigen gebruik door de bouwer. Het is geen drone gemonteerd op basis van een set onderdelen die door de fabrikant op de markt wordt gebracht als een complete set, klaar voor montage.

* Als de vlucht (deels) wordt uitgevoerd op korte afstand van een vast object dat hoger dan 105 meter is, mag de maximale vlieghoogte worden vergroot tot 15 meter boven de hoogte van het object, voor het gedeelte van de vlucht op korte afstand daarvan én op verzoek van degene die verantwoordelijk is voor dat object. Bij een C0 klasse drone moet de maximaal bereikbare hoogte boven de opstijglocatie beperkt zijn tot 120 meter. Dan is deze uitzondering dus niet van toepassing.

Het bewust zijn van de plaats van jouw drone in het luchtruim en de daar geldende beperkingen, 'geo-awareness' genaamd, is een functie die op basis van door elk Europees land verstrekte gegevens, een mogelijke inbreuk op die beperkingen (van het luchtruim waar gevlogen wordt) opmerkt en de dronepilot waarschuwt, zodat deze direct kan optreden om inbreuk te voorkomen.

De 'volg mij' modus (follow-me mode) is een vluchtmodus waarin de drone de piloot daarvan constant blijft volgen, binnen een vooraf bepaalde straal.

Een groep mensen (assembly of persons) is een samenkomst waarbij de mensen niet direct weg kunnen vanwege het aantal aanwezigen.

** Dronegebruikers dienen zich te registreren indien zij gebruik maken van een drone die is voorzien van een sensor die persoonlijke gegevens kan registreren van anderen (fotocamera, videocamera, infraroodcamera, enz.).

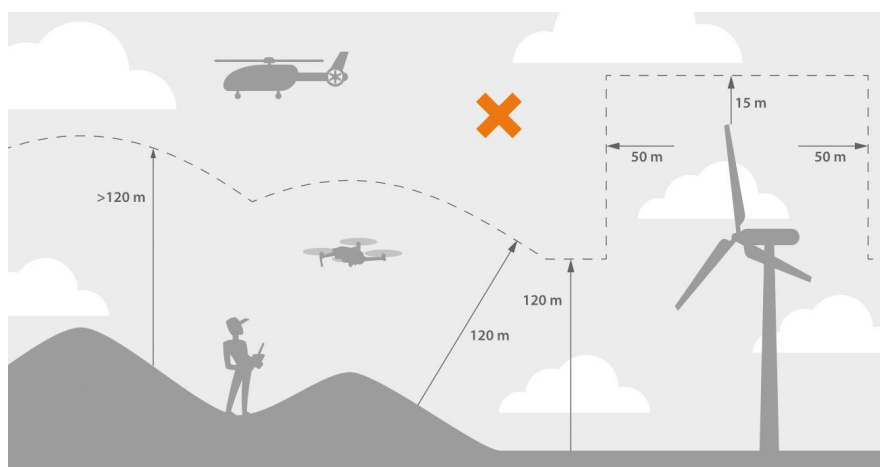
Figuur 1.2 - subcategorieën.

Hoogte, afstand en mensen

Je dient op veel dingen te letten als je gaat vliegen met een drone. Sta er van te voren bij stil hoe hoog je mag vliegen, hoe ver weg, en hoe dicht bij andere mensen bijvoorbeeld.

Alle dronevluchten mogen niet hoger dan 120 meter boven de grond zijn. De meeste drones meten de hoogte boven het punt waarvan ze zijn opgestegen. Soms moet je rekening houden met veranderingen in de hoogte van het grondoppervlak, zoals heuvels of bergen. Voorbeeld: Als je bovenop een puntige berg staat en daar 120 meter hoog vliegt met jouw drone, dan kan je geen enkele kant op. Andersom is natuurlijk geen probleem. Als de grond omhoog loopt en je vliegt rechtdoor, wordt je vlieghoogte automatisch alleen maar kleiner.

De maximale vlieghoogte kan met 15 meter worden vergroot als je horizontaal binnen 50 meter vliegt van een gebouw dat hoger is dan 105 meter. Je dient dan wel toestemming te hebben verkregen van degene die verantwoordelijk is voor dat gebouw. In de wettekst wordt hier niet gesproken over een 'gebouw' maar over een 'kunstmatig obstakel'. Het kan dus ook een civiel kunstwerk of een windmolen zijn bijvoorbeeld. En met een civiel kunstwerk worden grote bouwwerken binnen de infrastructuur bedoeld, zoals bruggen en tunnels.



Figuur 1.3 - hoogte en afstanden vanaf de grond.

Je mag nooit over groepen mensen vliegen. Met een groep mensen wordt hier bedoeld een samenkomst van mensen waarbij men niet weg kan lopen door de dichtheid van de groep.

Extra informatie

Voorbeeld

Om te bepalen of je over een groep mensen mag vliegen, zou je je bijvoorbeeld het volgende kunnen afvragen: stel, jouw drone heeft een mankement waardoor die heel onvoorspelbaar begint te vliegen. Je wilt de drone zo snel mogelijk landen. Je vliegt boven een grote groep mensen. Jij of iemand van je team moet de mensen zo snel mogelijk gaan waarschuwen. Vraag jezelf dan af:

- kan iedereen op tijd gewaarschuwd worden, kunnen ze je wel horen?
- kunnen mensen wegrennen of staan er beperkingen (hekken) rondom de groep?

Als mensen gewaarschuwd zijn, zullen ze weg willen rennen en tegelijkertijd ook naar boven willen kijken om te zien waar de drone is. De volgende vraag is dus ook relevant:

- kunnen mensen, terwijl ze af en toe naar boven zullen kijken, wegrennen vanuit het midden van de groep zonder over elkaar te gaan struikelen?

De minimale afstand tot personen bij het vliegen hangt af van de subcategorie en klasse van de drone:

- Met een drone die minder dan 250 gram weegt mag je over mensen heen vliegen die niets met de dronevlucht te maken hebben. Je mag echter nooit over groepen mensen heen vliegen;
- Met een drone gemarkeerd als klasse C1 mag je alleen vliegen op plaatsen waar je redelijkerwijs kunt verwachten dat je niet over mensen heen vliegt en nooit over groepen mensen. Als je per ongeluk toch over mensen heen zou vliegen, dan moet je daar op een veilige manier zo snel mogelijk mee stoppen
- Je mag niet vliegen boven mensen die niets met de dronevlucht te maken hebben en je dient een veilige, horizontale afstand aan te houden van ten minste 30 meter tot hen. Je mag die horizontale veiligheidsafstand tot mensen verminderen tot minimaal 5 meter als je een drone hebt met actieve lagesnelheidsmodus (een functie die de snelheid beperkt tot maximaal 3 meter per seconde)
- Vluchten moeten uitgevoerd worden op minstens 150 meter van woon-, handels-, industrie- of recreatiezones én in een gebied waar je redelijkerwijs mag verwachten dat er geen mensen aanwezig zijn die niets met de dronevlucht te maken hebben. Uiteraard dien je er zorg voor te dragen dat niemand binnen het gebied waar je vliegt in gevaar gebracht kan worden.

NOTE

Dit zijn de regels die gelden voor het vliegen met drones die zijn voorzien van een CE-markering (C0-C4). Als je drone niet beschikt over een dergelijk CE-markering, dan moet je de regels volgen die gelden tijdens de overgangperiode.

Afstand tot wegen en spoorlijnen

Het is verboden met een onbemand luchtvaartuig vluchten uit te voeren binnen een horizontale afstand van 150 meter van objecten of gebieden die onderdeel uitmaken van vitale infrastructuur zoals:

- Het hoogspanningsnetwerk voor landelijke en regionale transport en distributie van elektriciteit
- Productielocaties voor de drinkwatervoorziening
- Innamepunten in oppervlaktewater voor de bereiding van drinkwater

Veiligheid

Om zo veilig mogelijk te vliegen is het belangrijk de afstand tussen jouw drone en andere mensen en objecten (gebouwen, windmolens, kunstwerken zoals bruggen etc.) zo groot mogelijk te houden. Het feit dat je dichterbij 'mag' vliegen betekent natuurlijk niet dat je dat ook moet doen.

Het is zeer belangrijk extra voorzichtig te zijn als je werkt in de buurt van mensen die niets met de dronevlucht te maken hebben. Dat is omdat ze zich mogelijk niet bewust zijn van de gevaren, de drone misschien helemaal niet eens zien, of omdat ze juist nieuwsgierig zijn en te dicht bij de drone komen. Er is ook het risico op een botsing met mensen als die ineens snel in een onverwachte richting bewegen. Als je met een zwaardere drone vliegt, moet je een grotere afstand aanhouden omdat een dergelijke drone minder goed manoeuvreerbaar is en een veel groter risico oplevert (met alle gevolgen van dien) als er iets misgaat.

Als je eerst het gehele gebied waar je gaat vliegen aandachtig inspecteert, kun je goed beoordelen hoe dicht bij anderen je veilig kunt vliegen. Je dient specifiek te kijken naar:

- a. Mensen en openbare gebieden (waar iedereen in en uit kan lopen)
- b. Dieren
- c. Gebouwen en andere bouwwerken (zoals hoogspanningsmasten, windmolens en dergelijke)
- d. Voertuigen (zowel op de weg, het fietspad als op het water)
- e. Andere gebruikers van het luchtruim

Extra informatie

Voorbeeld

Je vliegt met je drone buiten de bebouwde kom. Je bent klaar met je vliegoperatie en vliegt terug naar je start- en landingsplek om te landen. Plotseling komen er door de bosjes naast je twee grote honden aanrennen vanuit het naastgelegen hondenuitlaatgebied. Blijkbaar komen ze af op het hoge geluid van de drone, dat mensen grotendeels niet kunnen horen. De drone schiet bijna in de failsafe mode (gaat dan automatisch landen), de honden staan eronder te blaffen en de eigenaar van de honden staat inmiddels bijna naast je en kijkt niet vrolijk... HOE VOORKOM JE DEZE SITUATIE?

Uiteraard kunnen er ook andere zaken van belang zijn, zoals de weersverwachting. Als je bezig bent met je dronevlucht, kan het zijn dat je een regenbui niet ziet naderen. Dan is het fijn dat je al weet wat de weersverwachting op jouw plek is. Dit soort dingen dien jij ter plaatse te bepalen en het liefst waar mogelijk van tevoren, want elke vlucht is anders!

Geldigheidsduur van certificaten

Om te verzekeren dat je als piloot veilig blijft vliegen, moet je je certifica(a)t(en) om de paar jaar vernieuwen. De Europese regels voor drones zijn continu in ontwikkeling. Nieuwe regels kunnen jouw mogelijkheden uitbreiden of juist meer beperken. Zowel het EASA Open Category A1/A3 certificaat als het EASA Open Category A2 certificaat hebben een geldigheidsduur van vijf jaar.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.6. EASA categorieën

1.6.1. Subcategorie A1

Subcategorie A1 is bedoeld voor kleine, lichte drones en is de makkelijkste optie om onder de EASA regelgeving te gaan vliegen. Beschikt jouw drone over een camera, dan dien je je altijd als de piloot ervan te registreren bij de Dienst Wegverkeer (RDW) ([support](#)). Als je drone minder dan 250 gram weegt kun je zonder certificaat vliegen. Als je slaagt voor het A1 examen kun je werken met drones van minder dan 900 gram. De meeste drones voor consumenten vallen in deze gewichtsklasse. Omdat het risico daarbij het laagste is kun je met vrij weinig beperkingen vliegen. Je moet echter de volgende voorwaarden in acht nemen:

Drone onder 250 gram:

- De drone moet gemarkeerd zijn als klasse C0, of een zelfbouw drone zijn en een maximumsnelheid van 19 meter per seconde hebben;
- Je mag vliegen over niet-betrokken personen, maar nooit over bijeenkomsten van mensen;
- Als de 'follow me' modus actief is, mag de drone nooit meer dan 50 meter van de piloot, en niet hoger dan 50 meter vliegen;
- De piloot moet bekend zijn met de instructies van de fabrikant van de drone zoals aangegeven in de gebruiksaanwijzing.

Drone onder 900 gram:

- De drone moet gemarkeerd zijn als klasse C1;
- Niet vliegen over bijeenkomsten van mensen en je dient er redelijkerwijs vanuit te kunnen gaan dat je niet zal vliegen over mensen die niets met de dronevlucht te maken hebben (niet-betrokkenen);
- De piloot moet bekend zijn met de instructies van de fabrikant van de drone, zoals aangegeven in de gebruiksaanwijzing;
- De piloot moet over een certificaat beschikken dat bevestigt dat hij/zij een online training heeft voltooid met goed gevolg (inclusief online examen).



Certificaat van voltooiing van online training:

- Online training voltooien
- Online examen behalen

Om te verduidelijken wat er door EASA bedoeld wordt met sommige teksten, lichten wij hier twee belangrijke passages uit de bovenstaande tekst specifiek toe:

'Bijeenkomsten van mensen' betekent een bijeenkomst waarbij de mensen niet snel weg kunnen lopen door de dichtheid van de groep.

'Niet-betrokken personen' betekent personen die niet zijn betrokken bij de dronevlucht, of die niet bekend zijn met de aanwijzingen en veiligheidsmaatregelen genomen door de dronepiloot of organisatie die de dronepiloot heeft ingezet.

Figuur ter illustratie. DJI Mavic Pro, 734 gram.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.6. EASA categorieën

1.6.1. Subcategorie A2

Om iets zwaardere drones te vliegen moet je aan meer eisen voldoen omdat de risico's toenemen. Simpel gezegd is het gewoon nóg een cursus en nóg een examen, dat volgt op de A1/A3 cursus met examens die je nu aan het doen bent. Naast het tweede examen dien je te verklaren dat je over voldoende vaardigheden beschikt om veilig met je drone te kunnen vliegen. Deze 'verklaring van zelfopleiding' kan je zelf opstellen en ondertekenen. Je kan hem ook downloaden samen met een 'instructie voor zelfopleiding' in combinatie met een set professionele checklists, logboeken en een blanco operationeel vluchtplan in de winkel waar je deze cursus hebt gekocht.



De Open Category A2 voorwaarden zijn:

- De drone moet gemarkeerd zijn als klasse C2;
- Niet dichterbij dan 30 meter vliegen van mensen die niets met de dronevlucht te maken hebben;
- Tot 5 meter van niet bij de vlucht betrokken personen vliegen bij gebruik van een actieve lagesnelheidsmodus (maximaal 3 m/s) en alleen na het beoordelen van de omgeving op:
 - Weersomstandigheden
 - Prestaties van de drone
 - Afscheiding van het gebied waar je over vliegt;
- De piloot moet bekend zijn met de instructies van de fabrikant van de drone, zoals aangegeven in de gebruiksaanwijzing;
- De piloot moet over een A2 Open Category certificaat beschikken.

Bekwaamheidscertificaat voor piloten op afstand:

- Online training voltooien
- Online A1/A3 examen halen
- Verklaren dat je de praktische zelfopleiding voltooid hebt
- Een aanvullend A2 examen halen

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.6. EASA categorieën

1.6.1. Subcategorie A3

Deze subcategorie biedt veel mogelijkheden. Je kunt met verschillende drones werken, ook die je zelf hebt gebouwd, zolang ze minder dan 25 kilogram wegen. De beperking is echter dat je alleen kunt vliegen buiten bebouwde gebieden, waar je ook niet kunt verwachten dat er nog mensen in de buurt zijn.

De Open Category A3 voorwaarden zijn:



- Je moet de vlucht uitvoeren in een gebied waar je redelijkerwijs kunt aannemen dat er geen gevaar is voor mensen die niets met de dronevlucht te maken hebben;
- Je moet de vlucht uitvoeren op een veilige (horizontale) afstand van minstens 150 meter van woon-, handels-,

industrie- of recreatiezones;

- De piloot moet bekend zijn met de instructies van de fabrikant van de drone, zoals aangegeven in de gebruiksaanwijzing;
- De vlucht moet uitgevoerd worden met een drone die:
 - Door een particulier (geen professional/bedrijf) gebouwd is en minder dan 25 kilogram totaalgewicht weegt, klaar om te vliegen
 - Is gemarkeerd als klasse C2, C3 of C4 (deze markering zal ingevoerd zijn en gelden voor alle drones na de overgangperiode naar de nieuwe Europese regels);
- De piloot moet over een A3 Open Category certificaat beschikken.

Figuur ter illustratie. DJI S1.000, MTOM: 11 kg.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.6. EASA categorieën

1.6.2. *Specific Category (B, Categorie Specifiek)*

Extra informatie

Onder de Specific Category (categorie B) vallen dronevluchten met een hoger risico die afzonderlijke goedkeuring van de NAA vereisen. Bijvoorbeeld vliegen buiten je zichtveld of nabij een vliegveld. De drone-operator (op dit niveau spreek je niet meer van een dronepiloot maar van de organisatie die verantwoordelijk is voor de drone-operatie, de drone-operator) dient een risicobeoordeling uit te voeren in overeenstemming met de Specific Operations Risk Assessment (SORA) of een andere methode die geaccepteerd wordt door de NAA.

In deze categorie speelt de SORA-methode een belangrijke rol. Deze methode bestaat uit meerdere onderdelen, gericht op de analyse van risico's en het definiëren van noodzakelijke maatregelen om die risico's te mitigeren (af te zwakken/af te wenden). Daar gaan we nu niet verder op in, je hoeft er ook niets over te weten voor je A1 of A3 certificaat.

Er zullen standaardscenario's (STS genoemd, vastgestelde manieren waarop je een bepaald type dronevlucht mag uitvoeren) door de luchtvaartautoriteiten worden opgesteld om de processen voor toestemming van drone-operaties te versnellen en te vergemakkelijken.

In deze hogere categorie zijn BVLOS (Beyond Visual Line of Sight) vluchten toegestaan. In tegenstelling tot VLOS vluchten, binnen direct zicht van de piloot, gaan BVLOS vluchten buiten direct zicht. Onder BVLOS kan een drone over veel grotere afstanden vliegen. Dit soort vluchten vereist een UTM systeem. Unmanned Aircraft System Traffic Management (UTM) is een apart luchtverkeersleidingssysteem voor drone-operaties. UTM vult de normale luchtverkeersleiding (Air Traffic Management, ATM) aan. Het doel van een UTM systeem is dat drones veilig en efficiënt kunnen integreren in het laaggelegen luchtruim.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.6. EASA categorieën

1.6.3. *Certified Category (C, Categorie Gecertificeerd)*

Extra informatie

Categorie C (Gecertificeerd) is de categorie met het hoogste risico. In deze categorie worden dezelfde eisen gesteld aan de mensen, machines en organisatie als in de bemande luchtvaart. Alle operaties die niet onder categorie A of categorie B vallen, worden in deze categorie ingedeeld.






Het eerder genoemde UTM, dat al in ontwikkeling is, zal drones in alle categorieën voorzien van tal van digitale protocollen en dataverbindingen. Hierdoor ontstaat er een systeem, of netwerk, waarbinnen onbemande luchtvaartuigen volledig automatisch en autonoom kunnen vliegen. Denk bijvoorbeeld aan drones die er uitzien als vliegtuigen, maar dus zonder bemanning en ramen rondvliegen voor logistieke distributie. Of denk aan luchttaxi's voor personenvervoer.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbepeningen

1.7. Drone / UAS klassen

Alle drones waarmee in de open categorie wordt gevlogen, met uitzondering van zelfgebouwde drones, moeten in één van vijf klassen vallen: C0, C1, C2, C3 of C4. Er zijn verschillende vereisten en beperkingen voor elke klasse. Voor elke klasse dient te worden meegeleverd: een gebruikershandleiding, een informatieblad van EASA over de betreffende beperkingen en verplichtingen onder Europese dronewetgeving.

Alle droneklassen moeten ook gecertificeerd zijn voor veilig gebruik op de Europese markt (CE- markering) en vergezeld worden van een conformiteitsverklaring. Dat is geen probleem voor de meeste grotere fabrikanten. Hun producten zijn meestal al gecertificeerd en de vereiste documentatie is beschikbaar. Maar je moet er wel rekening mee houden als je een drone gaat kopen.

Klasse	Maximale gewicht (MTOM)	Besturingssysteem	Maximale snelheid	Fysiek serienummer, registratienummer, en geobewustzijnsysteem	Fysieke markering
C0	< 250 g	Maximale hoogte beperkt tot 120 m	19 m/s (68 km/h)	NEE	
C1	< 900 g			JA	
C2	< 4 kg	*Maximale hoogte selecteerbaar	Geen, maar moet uitgerust zijn met een lagesnelheidsmodus beperkt tot 3 m/s (11 km/h)	JA	
C3	< 25 kg		Geen	JA	
C4		Geen automatische besturingsmodi		NEE	

*Is de limiet van de drone zelf, maar je moet er nog steeds voor zorgen dat je de maximale hoogte van jouw vergunning niet overschrijd

Figuur 1.4 - drone klassen.

Na 1 januari 2023 mag met UAs worden gevlogen die niet beschikken over een CE-markering, onder de volgende voorwaarden in de Categorie Open:

- in subcategorie A1, op voorwaarde dat het UA een maximaal startgewicht (MTOM) heeft van minder dan 250 g, inclusief payload
- in subcategorie A3, op voorwaarde dat het UA een maximaal startgewicht (MTOM) heeft van minder dan 25 kg, inclusief brandstof en payload.

1.7.1. Door particulieren gebouwde drones

Als je in de open categorie vliegt mag je een zelfgebouwde drone gebruiken. Je moet je natuurlijk wel aan de regels houden van de subcategorie waaronder je vliegt en de drone mag alleen door de bouwer ervan worden gevlogen. Een kant-en-klaar pakket met onderdelen dat je zelf in elkaar moet zetten om er een drone van te maken wordt overigens niet gezien als een zelfgebouwde drone. Zolang de drone niet op de markt wordt gebracht, hoeft deze geen klasse-verklaring of CE-markering te hebben.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.8. Dronepiloten en UAS exploitanten

We hebben het er al eerder over gehad. Er is geen verschil voor de EASA wetgeving tussen een hobbyist dronepiloot en een professional. Toch noemen we in deze cursus, die gericht is op de 'instap' A1/A3 Categorie Open, hobbyisten simpelweg dronepiloten. Professionele dronepiloten, vliegend voor eigen rekening en risico, noemen we een drone-operator (de piloot is dan óók de operator). Vlieg je als piloot in dienst of opdracht van een organisatie, met de drone van die organisatie, dan ben jij de piloot en is de organisatie de drone-operator.

Volgens EASA is iedereen die met een drone vliegt een drone-operator (exploitant, uitbater, operator). Of je nu een groot bedrijf met meerdere drones hebt, of dat je een piloot bent met maar één drone, je moet dus weten wat de verantwoordelijkheden zijn van een drone-operator.

Hoe een opdracht ook tot stand is gekomen, als piloot ben je altijd zélf verantwoordelijk voor de vluchtuitvoering. Zowel voor, tijdens als na de vliegoperatie. De piloot schat de risico's in en neemt de beslissingen. Daarom is 'good airmanship' ook zo belangrijk. Daar komen we later nog uitgebreid op terug.

Als je onder de open categorie vliegt, ben je in de meeste gevallen zowel de drone-operator (exploitant) als de piloot en heb je de verderop in deze paragraaf beschreven verantwoordelijkheden van beiden dus.

1.8.1. Registratie

In de meeste gevallen is registratie als drone-operator (exploitant) vereist als je met een drone vliegt. De exacte procedure verschilt per land, maar volgens EASA moet deze het volgende omvatten:

- Volledige naam en geboortedatum
- Adres
- E-mailadres en telefoonnummer
- Nummer van de verzekeringspolis
- Bij rechtspersonen de volgende verklaring: "Alle personeelsleden die rechtstreeks betrokken zijn bij de vluchtuitvoeringen zijn bevoegd om hun taken uit te voeren en alleen piloten met een passend vaardigheidsniveau voeren vluchten uit met de UAS."

Zoals eerder aangegeven spreken we dus in plaats van over een 'drone' van een UA en UAS, zodra het in een officiële context wordt vermeld. Het laatste punt van de vorige opsomming is hier een goed voorbeeld van.

Nederland

In Nederland registreert de RDW de UAS operators. De RDW is tevens verantwoordelijk voor de uitgifte van de A1/A3 en A2 vliegbewijzen in de Categorie Open. Na een succesvolle afronding van de cursus, krijg je van ons een persoonlijke en unieke RDW-url, zodat je daarmee bij de RDW je vliegbewijs kunt verkrijgen.

1.8.2. Verantwoordelijkheden voor de Operator

De drone-operator moet het volgende doen:

- Procedures ontwikkelen voor alle voorkomende vluchten;
- Zich van het juiste gebruik van de radio-apparatuur verzekeren;
- Voor elke vlucht een piloot aanwijzen;
- Zich ervan verzekeren dat aangewezen piloten over de juiste, geldige certificaten beschikken;
- Updaten van de no-fly zones in het UAS;
- Zich ervan verzekeren dat de drone de juiste CE markering en certificaten heeft.

Bij een drone-operatie in subcategorie A2 of A3: zich ervan verzekeren dat alle betrokken personen in het werkgebied geïnformeerd zijn over de dronevlucht en bijbehorende risico's ervan en hun deelname en acceptatie duidelijk hebben bevestigd.

1.8.3. Verantwoordelijkheden van de Piloot op Afstand

De hele vlucht wordt van begin tot eind beheerst door de piloot. In de meeste gevallen bedient de piloot het grondstation en vliegt deze de drone. In sommige gevallen geeft de piloot aanwijzingen aan een ander lid van het team dat het grondstation bedient. De piloot geeft ook aanwijzingen aan de payload-operator en de waarnemer(s).

Voor de vlucht:

- Zorg dat je het vereiste vaardigheidscertificaat hebt;
- Het controleren van aanvullende informatie ten aanzien van de no-fly zone(s) in relatie tot de operatie;
- Controleer de omgeving op obstakels;
- Controleer de omgeving op niet-betrokken personen;
- Controleer of de drone in staat is de bedoelde vlucht veilig uit te voeren en controleer indien van toepassing of de voorziening voor identificatie op afstand actief en up-to-date is;
- Indien er een extra payload (lading/vracht) aan boord is, verzeker jezelf er dan van dat de maximale startmassa (MTOM, Maximum Take Off Mass) niet wordt overschreden.

Gedurende de vlucht:

- Niet verkeren onder invloed van psychoactieve stoffen (drugs) of alcohol, of niet in staat zijn het werk te doen wegens letsel, vermoeidheid, medicijngebruik, ziekte of een andere oorzaak;
- De drone altijd in zicht (VLOS) houden, en direct landen als de drone risico oplevert voor andere luchtvaartuigen, mensen, dieren, het milieu, gebouwen of goederen;
- Je houden aan luchtruim- en no-fly zone-beperkingen;
- Altijd volledige beheersing over de drone hebben;
- De drone bedienen in overeenstemming met de aanwijzingen van de fabrikant;
- Indien van toepassing: je houden aan de procedures van de drone-operator;
- Bij nachtvluchten: jezelf ervan verzekeren dat er een groen knipperlicht actief is op de drone.

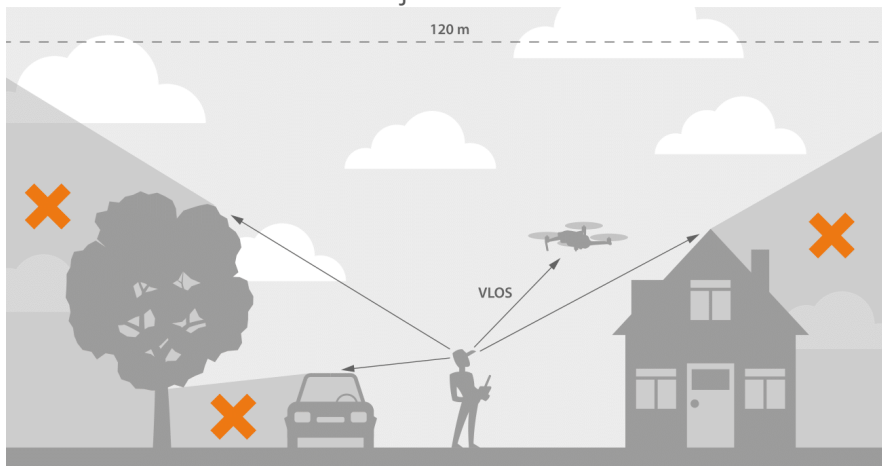
Gedurende de vlucht mogen piloten en operators van een drone niet dicht bij of binnen gebieden vliegen waar hulpdiensten bezig zijn, tenzij deze diensten hiervoor toestemming hebben gegeven.

Voor VLOS (Visual Line of Sight, vertaald: binnen het gezichtsveld) vluchten mag de piloot worden ondersteund door een waarnemer. In dat geval moeten er afspraken zijn voor een duidelijke en effectieve communicatie tussen de piloot en de waarnemer van de drone.

1.8.4. Vliegen binnen zichtafstand / VLOS (Visual Line Of Sight) bereik

De maximumafstand tussen de drone en de piloot hangt af van de afmetingen van de drone en de omgevingsomstandigheden (zoals het zicht en de aanwezigheid van hoge obstakels).

De piloot moet de drone op een afstand houden waarbij de drone altijd goed zichtbaar is en de afstand tussen de drone en obstakels ingeschat kan worden. Als de vlucht wordt uitgevoerd op een plaats zonder obstakels en de piloot onbeperkt zicht heeft tot aan de horizon, dan mag de drone worden gevlogen tot op een afstand waarbij deze nog goed zichtbaar is. Als er obstakels zijn moet de afstand verminderd worden, zodat de piloot de



afstand van de drone tot obstakels kan beoordelen. Bovendien moet de drone dusdanig laag vliegen dat deze als het ware wordt afgeschermd door het obstakel. Dit omdat de bemande luchtvaart normaal altijd hoger vliegt dan obstakels.

Figuur 1.5 - Visual Line Of Sight (VLOS).

1.8.5. Afbreken van de vlucht

De dronepiloot moet zich altijd goed bewust zijn van de omgeving. Dit noemen we in de luchtvaart 'situational awareness'. Het is een van de belangrijkste voorwaarden om veilig te kunnen vliegen. Een goede 'situational awareness' (bewustwording van je omgeving) krijg je als je:

1. Weet waar je op moet letten;
2. Goed oplet voor, tijdens en na de vlucht;
3. Begrijpt wat je ziet en wat het voor de dronevlucht kan betekenen;
4. Met alles wat je weet tot een besluit komt dat de veiligheid ten goede komt.

Omdat een drone meestal klein is kunnen piloten van laagvliegende vliegtuigen en helikopters de drone mogelijk niet zien. Bovendien heeft een vliegtuig doorgaans een veel hogere snelheid dan een drone en kan deze, mede daardoor, minder snel uitwijken. Daarom heeft de piloot van een drone de volledige verantwoordelijkheid voor het voorkomen van botsingen.

Als de dronepiloot een ander luchtvaartuig of bijvoorbeeld een parachute in het gebied ziet, moet deze direct voorrang verlenen en de drone op een veilige afstand houden. In de meeste gevallen is de beste en veiligste beslissing de drone onmiddellijk te landen.

Meer zaken die te maken hebben met 'situational awareness' naast ander luchtverkeer zijn bijvoorbeeld:

- Het weer
- De fitheid van jezelf en jouw collega's
- De toegankelijkheid van de opstijg- en landingsplek voor anderen
- De staat van het onderhoud van je drone
- Dichtbij staande zendmasten
- Migrerende vogels
- Hoe vol je accu nog is tijdens de vlucht
- Elkaar begrijpen als je met een team vliegt

1.8.6. Inzet van hulpdiensten

De inzet van hulpdiensten betekent dat er wordt opgetreden naar aanleiding van een gevaarlijk of onverwacht voorval, zoals een ongeval.

Als er hulpdiensten worden ingezet waar jij met je drone vliegt, moet de vlucht direct worden gestopt, tenzij deze hulpdiensten specifiek toestemming hebben gegeven om door te mogen vliegen. In andere gevallen moet er een veilige afstand worden aangehouden tussen de drone en het werkgebied van de hulpdiensten, zodat de drone het werk van deze diensten niet stoort of in gevaar brengt. De dronepiloot moet vooral voorzichtig zijn dat mogelijke ondersteuning vanuit de lucht (traumahelikopter) niet wordt gehinderd en dat de privacy van de betrokkenen bij het ongeval gerespecteerd wordt.

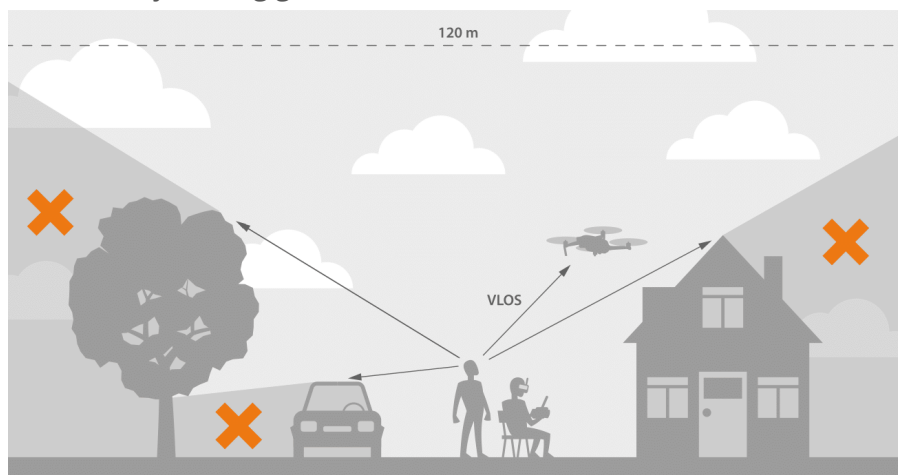
1.8.7. First Person View (FPV)

Een dronepiloot mag worden ondersteund door een waarnemer die helpt om de drone op afstand van obstakels te houden. De waarnemer moet zich naast de piloot bevinden om de

piloot te waarschuwen zodat de vereiste afstand tussen de drone en eventuele obstakels, waaronder ander luchtverkeer, verzekerd is.

Waarnemers moeten worden ingezet als de piloot de vlucht uitvoert via 'First Person View' (FPV). Denk hierbij niet alleen aan een videoscherm op de grond waarop beelden vanuit de drone-camera te zien zijn, maar ook aan droneracers die middels een FPV-bril met hoge snelheid rondvliegen. Het beeld is dan niet het doel (opname) maar een middel om de drone te kunnen besturen. Hierbij wordt de drone dus bestuurd met behulp van een zichtsysteem dat in verbinding staat met een vaste camera op de drone. Die camera staat dan meestal schuin omhoog, omdat de drone naar voren kantelt tijdens het vliegen, waardoor het zicht dan uiteindelijk recht vooruit wordt. Ook bij gebruik van FPV is de Piloot op Afstand volledig verantwoordelijk voor een veilige uitvoering van de vlucht.

Omdat de waarnemer naast de Piloot op Afstand staat, en geen visuele hulpmiddelen zoals een verrekijker mag gebruiken, is de waarnemer niet bedoeld om de vliegafstand tussen de



drone en de piloot te vergroten. Dus ook met een waarnemer dien je binnen VLOS (zichtbereik) te vliegen. Een uitzondering kan echter gemaakt worden in noodsituaties.

Figuur 1.6 - FPV met een waarnemer.

Voorbeeld: als de piloot een noodlanding op grotere afstand moet maken en de verrekijker de waarnemer kan helpen deze landing veilig uit te voeren.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.9. Luchtverkeersregels

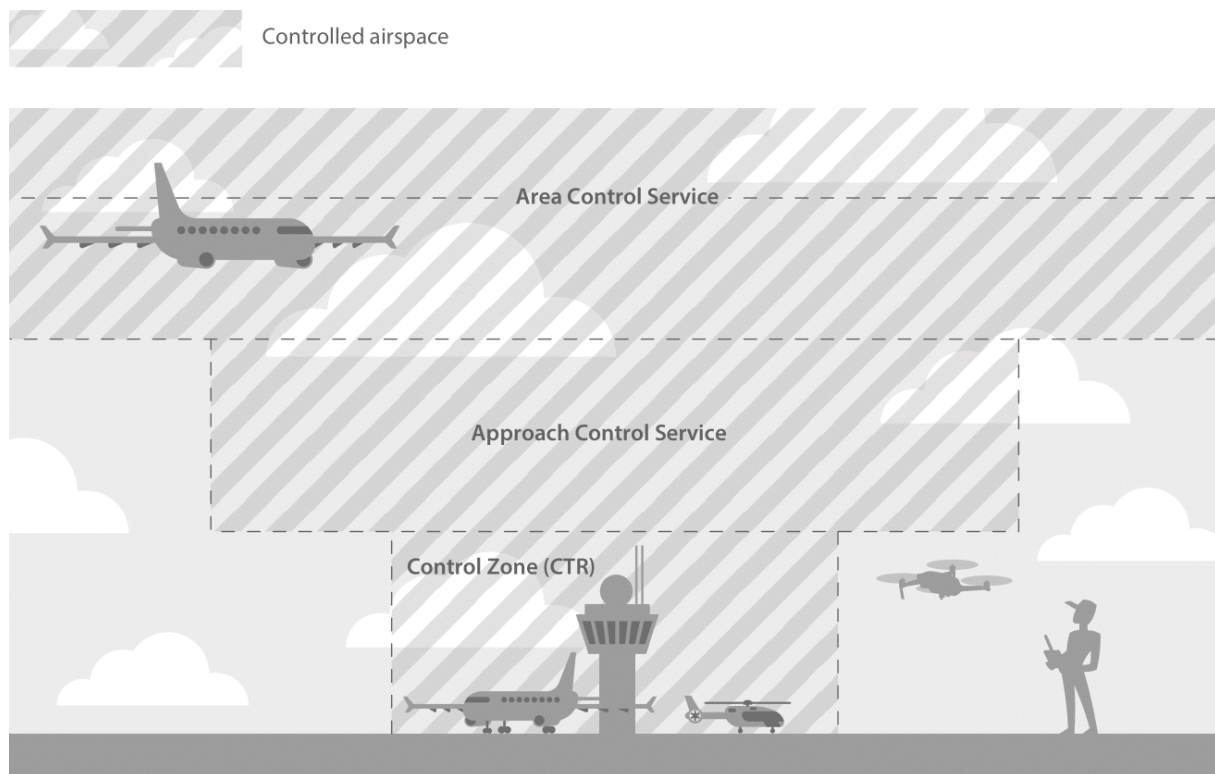
De luchtverkeersregels voor een drone zijn eigenlijk heel eenvoudig:

- Een drone moet altijd voorrang geven aan al het andere verkeer in de lucht;
- Als twee drones elkaar kruisen in de lucht moet de drone die de andere drone aan de rechterkant heeft, voorrang verlenen;
- Als twee drones in een rechte lijn op elkaar af vliegen, moeten beide piloten naar rechts afbuigen. Rechts betekent dat de vliegrichting naar rechts afgebogen wordt, welke kant de voorkant/camera van de drone ook op staat;
- Andere drones moeten voorrang geven aan een drone die gaat landen.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.10. Indeling van het luchtruim

Het luchtruim is onderverdeeld in meerdere zones. Het is niet simpel uit te leggen maar wel erg belangrijk. Sommige zones worden gecontroleerd door de luchtverkeersleiding (Air Traffic Control, ATC). Andere niet. Dit hangt steeds af van de 'klasse' van het luchtruim. Die 'klassen' worden aangegeven door een hoofdletter, bijvoorbeeld: luchtruim klasse G. Je moet de plaatselijke regelgeving kennen om te weten in welke klassen luchtruim je mag vliegen, want dit verschilt per land. En niet in alle landen betekenen dezelfde letters dezelfde klassen luchtruim. Meestal is er een kaart met no-fly zones voor drones. Deze geeft aan waar je niet mag vliegen, of waar er aanvullende beperkingen (hoogte, afstand, enz.) zijn ([support](#)).

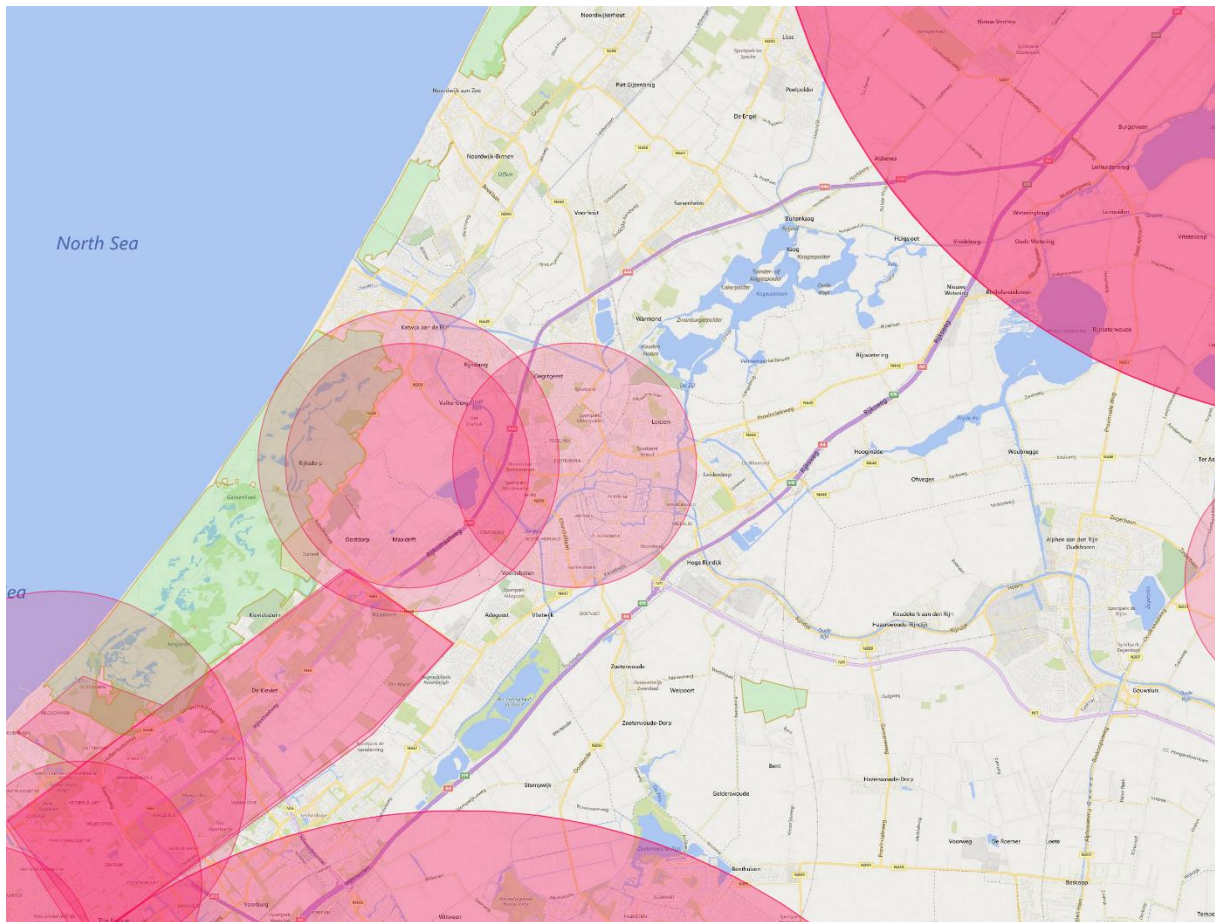


Figuur 1.7 - De indeling van het luchtruim.

Voorbeelden van verschillende type zones:

- Aerodromes (vertaald: verzamelnaam voor alle soorten vliegvelden): luchthavens, kleine vliegvelden, heliports en bijvoorbeeld vliegclubs;
- Controlled Traffic Region (CTR, vertaald: gecontroleerd luchtruim): het luchtruim rond grote luchthavens waarbij een verkeersstoren het verkeer regelt ('controleert');
- Militaire oefengebieden: meestal voor oefeningen met helikopters, dus vaak laagvliegend verkeer;
- Laagvliegzones en -routes: gebieden waar militaire en andere luchtvaartuigen veel lager dan normaal mogen vliegen;

- Verboden gebieden (prohibited areas);
- Gelimiteerde/bepaalde gebieden (restricted areas);
- Gevaarlijke gebieden (dangerous areas).



Figuur 1.8 - Een voorbeeld van no-fly zones.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.11. Natuurgebieden

Er is wetgeving ter bescherming van alle planten en dieren die in Europa voorkomen. Zij zijn dankzij het Europees wettelijke kader Natura 2000 in veel gebieden ook beschermd tegen lawaaihinder. Sommige zeer gevoelige gebieden zijn op luchtvaartkaarten aangegeven door een groen gestreepte omlijning. Maar de meeste natuurgebieden zijn niet op deze manier aangegeven. Daarvoor dien je op de Natura 2000 kaart te kijken ([support](#)). Als je met een drone in een dergelijk gebied wilt vliegen heb je toestemming van de lokale overheid nodig op provinciaal niveau. Het is dus geen advies. Het is verboden om zonder toestemming in Natura 2000 gebieden te vliegen.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.12. Dagvluchten en nachtvluchten

Binnen de Categorie Open is het -in Nederland- verboden 's nachts te vliegen met een drone. Om te bepalen wanneer je nog wél met je drone mag vliegen, zijn er afspraken gemaakt. De

tijd dat de zon 'op' is, noemen we in de luchtvaart de Uniform Daylight Period (UDP). Die begint 15 minuten voor zonsopgang en eindigt 15 minuten na zonsondergang. Dat is dus de periode waarbinnen je mag vliegen met een drone. Je kunt deze tijden vinden op de AIS website ([support](#)).

Als je een UDP-tabel gebruikt waarop alle zonsopgangs- en zonsondergangstijden van het hele jaar staan vermeld, is het zeer belangrijk te controleren of de vermelde tijd wel overeenstemt met de werkelijke tijd. Dat klinkt wat vreemd, maar denk hierbij aan het verschil tussen zomertijd en wintertijd en de tijd op jouw plek op de wereld.

In de luchtvaart gebruiken we vaak de term UTC, ook bekend als Zulu Time. Het is de internationaal afgesproken 'werkelijke' tijd die gekoppeld is aan een atoomklok en waar alle andere klokken op gelijkgezet worden. Van die UTC worden weer zones ingedeeld in de wereld die je misschien bekend zullen voorkomen. Je moet ze vaak kiezen als je een elektrisch apparaat met een klok erin voor het eerst aanzet bijvoorbeeld. Onze zone is de 'Central European Time' (CET, vertaald: centrale Europese tijd), die is 1 uur later dan UTC. Dit staat los van de afwijking voor winter- en zomertijd. Het voorgaande is van belang omdat vliegen buiten de daglichtperiode vaak strafbaar is en het onnodige risico's met zich meebrengt. Onthoud dit:

- In de wintertijd periode is CET (Central European Time) 1 uur later dan UTC
- In de zomertijd periode is CET 2 uur later dan UTC

Met betrekking tot UDP (de daglichttijden zoals eerder besproken) kun je de volgende afkortingen tegenkomen:

SR = Sunrise (zonsopgang)

SS = Sunset (zonsondergang)

Meestal zijn nachtvluchten verboden. In hogere EASA categorieën, vanaf Categorie Specifiek, mag dit wel onder bepaalde omstandigheden. In de regelgeving van de CAA van het land waar je wilt gaan vliegen kun je opzoeken onder welke voorwaarden en waar nachtvluchten zijn toegestaan. Als je luchtvaartinformatietijden opzoekt moet je altijd controleren wat ze gebruiken: LT (Local Time, plaatselijke tijd), UTC, CET, of CET zomertijd.

Nederland

In Nederland is het niet toegestaan buiten de UDP te vliegen in de Categorie Open.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.13. Ongevallen en incidenten

De luchtvaart is een van de veiligste sectoren ter wereld. De reden hiervoor is dat men binnen deze sector goed omgaat met ongevallen. Je moet zowel ongevallen als incidenten (gebeurtenissen die gemakkelijk tot een ongeval hadden kunnen leiden) melden ([support](#)). Zo kunnen overheden en alle andere bij de luchtvaart betrokken organisaties er iets van leren. Het kan ook helpen om technische problemen met een bepaald model drone of accu te herkennen.

De veiligheid in de luchtvaart heeft als een van de voornaamste pijlers het uitnodigen tot 'open zijn' over dingen die verkeerd gingen, los van wiens schuld het nou eigenlijk was.

Ernstige overtreding van de wet- of regelgeving kan natuurlijk leiden tot strafvervolging of boetes. Maar veiligheidsonderzoek is altijd strikt gescheiden van het onderzoek naar wie er schuld heeft. Dit is om mensen aan te moedigen open en eerlijk te zijn bij het veiligheidsonderzoek.

1.13.1. Definities en taalgebruik rondom ongevallen

Zoals al vaker aangegeven is veiligheid het belangrijkste thema in de luchtvaart. Sommigen ontdekken dat pas na een eerste ongeval. Anderen trekken daar weer lering uit. Dat kan alleen als ongevallen en incidenten dus gemeld worden en de gehele luchtvaartwereld meewerkt aan de openheid daarover, zonder daarbij de schuldvraag te stellen. Omdat het praten over ongevallen in de luchtvaart zo belangrijk is, is het ook belangrijk dat we elkaar goed begrijpen. Daarom is de betekenis van enkele belangrijke woorden die met veiligheid te maken hebben vastgelegd in belangrijke Europese documenten.

Luchtvaartongevallen en -incidenten worden gedefinieerd in EU verordening 996/2010. Deze teksten zijn erg formeel geschreven maar vanwege het belang ervan hebben wij ze alleen voor je vertaald en zo gelaten. De betekenis gaat anders mogelijk deels verloren. Vergeet niet dat met UA de drone bedoeld wordt en met operator meestal de dronepiloot. Deze omschrijvingen zijn bedoeld voor de gehele luchtvaart. Dus soms wordt er gesproken over verbrandingsmotoren. Dat is natuurlijk normaal gesproken bij kleine drones niet van toepassing.

De voor dronevliegers belangrijkste definities op een rij:

Ongeval

Een met het gebruik van een UA verband houdend voorval tussen het tijdstip waarop het luchtvaartuig klaar is om zich in beweging te zetten met het oog op het uitvoeren van een vlucht tot het tijdstip waarop het tot stilstand komt na het beëindigen van een vlucht en de hoofdaandrijving is stopgezet, waarbij een persoon dodelijk of ernstig werd verwond als gevolg van directe aanraking met een onderdeel van de UA, inclusief onderdelen die van de UA zijn losgeraakt, of directe blootstelling aan de uitlaatstroom van de motoren.

Ernstig incident

Een voorval in omstandigheden die zeer waarschijnlijk tot een ongeval zouden hebben geleid dat verband houdt met het gebruik van een luchtvaartuig en dat, in het geval van een UA plaatsvindt tussen het tijdstip waarop het luchtvaartuig klaar is om zich in beweging te zetten met het oog op het uitvoeren van een vlucht tot het tijdstip waarop het tot stilstand komt na het beëindigen van een vlucht en de hoofdaandrijving is stopgezet.

Incident

- A. Een voorval, met uitzondering van een ongeval, dat verband houdt met de activiteiten van een luchtvaartuig en dat de veilige exploitatie van dat luchtvaartuig in gevaar brengt of kan brengen;
- B. Een voorval dat leidt tot schade of een structureel defect aan de UA waardoor afbreuk wordt gedaan aan zijn sterkte, prestaties of vliegeigenschappen, en die normaliter ingrijpende herstelwerkzaamheden of vervanging van het getroffen onderdeel noodzakelijk zouden maken, behalve wanneer het gaat om motorstoring of motorschade welke beperkt is tot de motor, de kap of

onderdelen daarvan; of schade beperkt tot de propellers, vleugeltips, antennes, banden, remmen, stroomlijnkappen, of kleine deuken of gaten in de vliegtuighuid;

- C. Een voorval waardoor het luchtvaartuig vermist wordt of volledig onbereikbaar is.

1.13.2. Melden van ongevallen en incidenten

Je moet ongevallen en ernstige incidenten melden op basis van EU verordening 376/2014. De AIS in je land voorziet in de contactgegevens voor het melden van ongevallen en incidenten ([support](#))

Nederland

In Nederland doe je dat met het meldformulier op de IL&T website (rubriek: Luchtvaart; soort: Voorval general aviation). Als een ongeval leidt tot letsel of de dood moet je eerst de hulpdiensten bellen op 112. Daarna moet je de Onderzoeksraad voor de Veiligheid (afkorting: OVV en in het Engels: Dutch Safety Board) bellen op 0800 - 6353 688 ([support](#)).

Voorbeelden van gebeurtenissen die moeten worden gemeld:

- Letsel aan personen (medewerkers van de exploitant of derden) door contact met de UA
- Botsing of bijna-botsing met een ander luchtvaartuig (bemand of onbemand)
- Noodlandingen en voorzorgslandingen
- Verlies van de UA (fly away), ook als deze weer wordt teruggevonden
- Tijdelijk of permanent verlies van controle over de UA
- Landing buiten de veiligheidszone, dicht bij niet-betrokken personen, gebouwen, obstakels, wegen, boten, voertuigen, enz.
- Aanvaring met of aanval door vogel(s)
- Problemen met accu's, brandstof of olie
- Uitval van de piloot door ziekte/onwel worden tijdens de vlucht
- IMSAFE incidenten (worden later in hoofdstuk 2 besproken)
- Problemen tijdens de vlucht die de vliegveiligheid beïnvloeden
- Schade aan de UA of schade aan eigendommen van derden als gevolg van contact met de UA
- Technische storingen die van invloed zijn op de vliegeigenschappen van de UA
- Vuur of rookontwikkeling aan boord van de UA of in het grondstation
- Tijdelijk of permanent verlies van de Command and Control (C2) verbinding
- Doelbewuste schending door de Piloot op Afstand van de regels, met het oog op de veiligheid

1.13.3. Onderzoek

Een ernstig ongeval of incident met een drone kan leiden tot twee verschillende onderzoeken:

- Een veiligheidsonderzoek door de Onderzoeksraad voor de Veiligheid, om de onderliggende oorzaken te bepalen zodat de luchtvaartsector daarvan kan leren.

Informatie die je verschaft voor dit onderzoek kan niet voor een strafrechtelijk onderzoek worden gebruikt;

- Een strafrechtelijk onderzoek door de Luchtvaartpolitie of andere overheidsinstantie, om te bepalen of je een misdrijf hebt begaan dat tot strafrechtelijke vervolging moet leiden. Dit onderzoek is geheel gescheiden van het onderzoek door de Onderzoeksraad voor de Veiligheid.

1.13.4. AIRPROX

Bij een AIRPROX (air proximity incident) kwamen jouw drone en een ander luchtvaartuig (drone of ander luchtvaartuig) zo dicht bij elkaar dat er een risico was op een ongeval. Dit moet worden gemeld met een speciaal AIRPROX formulier.

Nederland

Dit formulier kun je vinden op de website van de IL&T ([support](#)).

1.13.5. Just Culture (het leren van fouten op de eerste plaats)

In de luchtvaart richten we ons op 'Just Culture', oftewel een cultuur van redelijkheid en billijkheid. Dat betekent dat piloten en anderen fouten kunnen melden zonder risico van vervolging. Het belang te weten wat er fout ging weegt op zo'n moment zwaarder dan iemand te straffen. Daarom kan de informatie die je geeft aan de Onderzoeksraad voor de Veiligheid niet tegen je worden gebruikt bij een eventuele strafvervolging. Maar het expres of onverantwoordelijk veroorzaken van schade of letsel is onacceptabel. Het 'Just Culture' concept kent dus wel z'n grenzen en wordt beschreven in diverse EU verordeningen en in nationale wetgeving ([support](#)).

De officiële definitie van Just Culture (EU verordening 691/2010) is:

"Cultuur van billijkheid: een cultuur waarbij 'front line-operators' of anderen niet worden gestraft voor acties, nalatigheden of beslissingen van hen die in overeenstemming zijn met hun ervaring en training, maar waarbij grove nalatigheid, opzettelijke overtredingen en destructieve acties niet worden getolereerd."

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.14. Airmanship en veiligheid in de luchtvaart

De Piloot op Afstand is direct verantwoordelijk voor de drone en is de eindbesliser tijdens de vlucht. Dat betekent dat hij/zij verantwoordelijk is voor een veilige uitvoering van de volledige vlucht.

1.14.1. Airmanship

Een goede, professionele piloot richt zich op 'airmanship', vrij vertaald betekent dit 'goed vliegerschap'. Maar het is meer dan dat. Het is een houding ten opzichte van alles wat met het vliegen te maken heeft. Een goede piloot beoordeelt de situatie altijd zorgvuldig voor, tijdens en na de vlucht. De veiligheid in de lucht en op de grond heeft altijd zijn/haar prioriteit. Daarvoor moet een piloot drie belangrijke eigenschappen hebben:

1. Hij of zij heeft goede vaardigheden opgebouwd door theorie- maar bovenal praktijktraining;
2. Hij of zij bouwt praktijkervaring op waarbij evaluatie en reflectie een vaste waarde zijn;
3. Hij of zij volgt de veranderingen in de sector om volgens de laatste normen te kunnen handelen.

Goede planning en voorbereiding

Een dronepiloot dient een goede vliegvaardigheid na te streven en vluchten naar beste kunnen uit te voeren. De planning voorafgaand aan een vlucht is daarom bijzonder belangrijk. Op dit niveau komen daar de volgende zaken bij kijken:

- Het verzamelen van informatie voor de geplande vlucht zoals weersverwachting, luchtruim eigenschappen en obstakels en risico's op de vlieglocatie zelf;
- Het kennen van de beperkingen van de drone waarmee gevlogen wordt;
- De belangrijkste: het kennen van de eigen beperkingen.

Kort gezegd omvat airmanship het constant goed nadenken over het vliegen en de opgedane ervaringen en vaardigheden om de vlucht zo veilig mogelijk uit te voeren. Tenslotte omvat airmanship een goed bewustzijn van de omstandigheden (het eerder genoemde 'situational awareness'), dat gebaseerd is op zelfkennis en kennis van de drone, de omgeving, het team en alle risico's.

Gevaar voor mensen

Het vliegen met een drone kan mens en dier ernstig verwonden, leiden tot schade aan spullen en andere luchtvaartuigen hinderen. Alle regels en beperkingen zijn gericht op het garanderen van de menselijke veiligheid. Omdat het risico per vlucht verschilt, is het belangrijk deze goed te plannen, zodat deze een minimale bedreiging vormt voor mensen op de grond. De EASA Categorie 'Open' is verdeeld in drie subcategorieën op basis van het risico in verband met het gewicht, de snelheid en het soort gebruik van de drone.

Subcategorie	Beschrijving	Drone klasse	MTOM
A1 Boven mensen	Boven mensen, maar niet boven groepen mensen	C0	< 250 g
		C1	< 900 g
A2 In de nabijheid van mensen	Op een veilige afstand van niet-betrokken mensen (1:1 regel)	C2	< 4 kg
A3 Ver weg van mensen	Op een veilige afstand van de bebouwde kom (150 m)	C3	< 25 kg
		C4	

Tabel 1.9 - minimale afstanden tot personen.

Gevaar voor andere luchtvaartuigen

Een drone kan heel hoog vliegen, onder ideale omstandigheden zelfs boven de 3 km. Daarom vormen ze een bedreiging voor de algemene luchtvaart. De maximale hoogte in de

EASA regels is er dan ook niet voor niets. Zonder speciale reden en officiële toestemming is het niet toegestaan boven de maximale hoogte te vliegen.

Een drone is niet groot. Als een drone de romp van een stilstaand vliegtuig raakt zal dat waarschijnlijk alleen tot lichte schade leiden. Maar denk eens aan de snelheid in de lucht. Kleine voorwerpen op hoge snelheid kunnen ook ernstige schade veroorzaken, vooral aan kwetsbare delen zoals een voorruit of propeller. Als een drone in een vliegtuigmotor komt, kan dit leiden tot grote schade met ernstige gevolgen. Die motor kan verwoest worden, met miljoenen euro's schade.

De piloot van een vliegtuig kan kleine drones heel moeilijk zien en ze zijn onzichtbaar voor de radar aan boord. Zorg dus dat je altijd veilig vliegt. Vlieg niet hoger dan toegestaan, en blijf op een veilige afstand van alle andere gebruikers van het luchtruim.

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.15. Privacy en gegevensbescherming

Met een drone kom je al snel op plekken waar fotografie een inbreuk vormt op de privacy van anderen. Voorbeelden: het filmen van iemand in zijn huis of tuin, of foto's nemen van iemand op privéterrein.

Er zijn veel regels rondom privacy. Sinds 2018 moeten alle EU lidstaten zich ook houden aan de Algemene verordening gegevensbescherming (AVG), ook bekend als de General Data Protection Regulation (GDPR).

Nederland

Deze verordening heeft directe werking in Nederland en is verder geïmplementeerd door de Uitvoeringswet Algemene verordening gegevensbescherming (UAVG).

De AVG geeft mensen meer rechten op het gebied van privacy. Als je informatie (foto's of video's) van iemand publiceert (op internet, bijvoorbeeld via social media), moet je in veel gevallen eerst hun toestemming krijgen. Je moet ook toestemming van de betrokkene hebben voor het verwerken van hun persoonlijke gegevens zoals naam, adres, telefoonnummer, enz. Men kan deze toestemming altijd intrekken en eisen dat hun persoonlijke gegevens worden gewist uit je database en administratie en ook bij eventuele andere organisaties waar je de gegevens weer aan hebt doorgegeven. Dit staat bekend als het 'recht op vergetelheid' (right to erasure). Als je bijvoorbeeld een foto op sociale media publiceert waarin iemand duidelijk herkenbaar is, dan kan die persoon eisen dat je die foto wist. Uitzondering is de openbare ruimte waar iedereen zich vrij in kan bewegen. Zolang het niet een portretfoto is, zal je daarmee niet veel problemen ondervinden.

De AVG is bedoeld voor het beschermen van persoonlijke gegevens. Je dient die gegevens van anderen ook goed te bewaren en te beveiligen. Daarnaast moet je altijd kunnen laten zien welke gegevens je van iemand bewaart. Als je gegevens verliest of je hebt het idee dat er iemand anders mee aan de haal is gegaan, moet je dit tevens melden ([support](#)).

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.16. Verzekering

Er wordt binnen de nieuwe Europese droneregels geen verschil meer gemaakt tussen hobbymatig en beroepsmatig gebruik van drones. Maar bij het verzekeren van je dronevluchten geldt er wél een verschil.

Professionals dienen in elk geval een aparte drone aansprakelijkheidsverzekering te hebben. Casco verzekeren is optioneel. Hobbyisten kunnen volstaan met een wettelijke aansprakelijkheidsverzekering (WA). Meestal heb je die al. Het is goed even de polis te checken of dronevluchten onder de dekking vallen. Soms staat 'modelvliegen' genoemd in de polis. Vraag in dat geval na of 'dronevliegen' daar ook onder valt.

LET OP: vlieg je met een drone van 20 kilo of méér, dan is toch een professionele, aparte droneverzekering verplicht.

Volstaat een gewone aansprakelijkheidsverzekering niet, dan moet de verzekering in overeenstemming zijn met verordening EU 785/2004. Dat biedt bijvoorbeeld dekking voor onder andere aansprakelijkheid van derden, kaping en oorlogshandelingen.

Extra informatie

De meeste verzekeringspolissen beperken het dekkinggebied, bijvoorbeeld alleen tot je eigen land. Bij sommige polissen kun je een extra (back-up) drone op dezelfde polis zetten zonder extra kosten. Sommige verzekeringen eisen een bepaald aantal vliegreuren ervaring voordat je dekking kunt krijgen. Om de beste dekking en prijs te krijgen is het verstandig je huiswerk te doen en voorwaarden van meerdere verzekeringsmaatschappijen te vergelijken voordat je een polis afsluit. Je kan ook bij je eigen verzekeraar informeren als je al een aansprakelijkheidsverzekering hebt.

LET OP: als je opties op je drone monteert, zoals een ander lensje op je camera of een set 'prop guards', kun je wel eens boven het gewicht uitkomen dat voor jouw categorie en drone geldt. Bij een aanhouding wordt de drone gewogen zoals hij vloog. Dat kan niet alleen een boete opleveren, maar bij een ongeluk kan de verzekering ook claimen dat je niet legaal gevlogen hebt. Dan is er dus ook geen dekking!

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.17. Veiligheid

Elke vlucht brengt risico's met zich mee, voor mensen op de grond en in de lucht. Bij een defect kan een drone neerstorten op iemand op de grond, de accu kan in brand raken op een moeilijk te bereiken plaats, of je kunt de controle verliezen over je drone die dan ongewild in de richting van een luchthaven, windmolen of drukke snelweg vliegt. Naast de specifieke risico's van elke vlucht zijn er algemene regels om de veiligheid van mensen op de grond en andere gebruikers van het luchtruim te verzekeren. Deze algemene regels hangen af van het gewicht van je drone en worden beschreven voor de verschillende subcategorieën (A1, A2 en A3).

Er zijn ook gebieden waar je helemaal niet mag vliegen met een drone. Dat is meestal het geval rond gevoelige plekken zoals ziekenhuizen, openbare manifestaties, gevangenissen, industrieterreinen, overheidsgebouwen, havens, natuurgebieden of openbaar vervoer

infrastructuur. In sommige landen zijn er ook andere verboden gebieden, dus je moet altijd de plaatselijke regels nagaan. Er zijn ook enkele goede hulpmiddelen om te bepalen of je ergens mag vliegen, zoals de officiële aeronautische kaart van elk land en verschillende app's die specifieke informatie verstrekken over lokale gebieden.

Nederland

Voor Nederland hebben we deze kaarten, bronnen van informatie en enkele handige Apps voor je op een rijtje gezet (**support**).

Luchtvaartregelgeving en luchtruimbeperingen

1.18. Gevaarlijke goederen

'Gevaarlijke goederen' zijn artikelen of stoffen die bij een incident of ongeval een gevaar kunnen vormen voor de gezondheid, de veiligheid, eigendommen of het milieu, en die als vracht worden meegenomen door een drone. Denk hierbij aan bijvoorbeeld:

- a. Explosieven
- b. Gassen
- c. Ontvlambare vloeistoffen
- d. Ontvlambare vaste stoffen
- e. Oxiderende middelen en organische peroxiden
- f. Giftige en besmettelijke stoffen
- g. Radioactieve stoffen
- h. Bijtende stoffen

Gevaarlijke goederen mogen alleen worden vervoerd door een drone in de 'Categorie Gecertificeerd'. Hetzelfde geldt voor het laten vallen van materialen.



Menselijke factoren (human factors)

Online theoriemodule EASA Categorie Open - A1/A3

Als dronepiloot ben je altijd eindverantwoordelijk en dus de belangrijkste persoon tijdens een vlucht. Alles hangt af van hoe goed jij functioneert. In dit hoofdstuk kijken we naar omstandigheden die van invloed zijn op jouw prestaties. Je gezichtsvermogen en gehoor moeten bijvoorbeeld goed genoeg zijn om de drone te kunnen volgen, de omgeving in de gaten te houden en te luisteren naar de andere teamleden.

Het uiteindelijke doel van een piloot is om zo goed mogelijk de operatie uit te voeren op een veilige manier, zowel voor medegebruikers van het luchtruim als voor de mensen op de grond. Naast goed airmanship zijn er tal van menselijke factoren die daarbij een rol spelen. De belangrijkste daarvan behandelen we in dit hoofdstuk.

Menselijke factoren (human factors)

2.1. Gezondheid

2.1.1. Algemene gezondheid

Je moet een goede algemene gezondheid hebben om met een drone te vliegen. Bij misselijkheid kun je bijvoorbeeld niet snel reageren op onverwachte gebeurtenissen. Als je heel moe of gestresst bent, heeft dit invloed op jouw reactievermogen en is de kans groter dat je een fout maakt. In die gevallen kan je beter niet met je drone gaan vliegen.

Zorg dat je goed slaapt, je vlucht goed voorbereidt en dat je op tijd op de plek waar je gaat vliegen aankomt, zodat je je niet hoeft te haasten. Dat komt niet alleen de veiligheid ten goede, je ervaart ook meer plezier en voldoening.

Voedselvergiftiging kan heel snel optreden. Als je net iets gegeten hebt voor de vlucht en je voelt je ineens niet goed, dan moet je de dronevlucht direct stoppen.

2.1.2. Pauzes om te eten en drinken

Als je de hele dag werkt zonder pauze om iets te eten, dan kan je bloedsuikergehalte te laag worden. Hierdoor kun je duizelig en onhandig worden. Hetzelfde kan gebeuren als je niet genoeg drinkt. Als je een dieet volgt of vast, voor persoonlijke of religieuze redenen, moet je stilstaan bij de invloed die dat heeft op jouw functioneren. Als je regelmatig pauzes neemt voorkom je stress en worden je vluchten effectiever en prettiger.

2.1.3. Medicijnen

Gebruik je medicijnen tijdens de dronevlucht? Lees dan altijd goed de bijsluiter. Sommige medicijnen op recept kunnen je slaperig maken. De bijsluiter geeft dan aan dat je geen machines mag bedienen of een auto mag besturen. In dat geval mag je ook geen drone vliegen.

Sommige vrij verkrijgbare (niet op recept) medicijnen hebben hetzelfde effect. Enkele voorbeelden: medicijnen tegen hooikoorts en allergieën (antihistaminica) en middelen tegen een verstopte neus (decongestiva), verkoudheid en koorts. Er zijn middelen tegen hooikoorts waarvan je niet slaperig wordt: vraag de drogist of apotheker om meer informatie.

Tabel 2.1 - Medicijnen en hun bijwerkingen

Medicijn	Mogelijke bijwerkingen
Antihistaminica (tegen hooikoorts en allergieën)	Slaperigheid en duizeligheid
Aspirine	Schommeling van de lichaamstemperatuur, invloed op de ademhaling, bloedverdunding
Slaappillen	Langere reactietijd, slechtere concentratie
Dieetpillen (bevatten vaak amfetamines)	Verminderd beoordelingsvermogen
Middelen tegen een verstopte neus (<u>decongestiva</u>)	Gespannen, trillende handen, hoofdpijn, versnelde hartslag
Hoestmiddelen (bevatten vaak antihistaminica of <u>decongestiva</u>)	Afhankelijk van de inhoud: zie hierboven
Middelen tegen bewegingsziekte (wagenziekte of zeeziekte)	Slaperigheid, duizeligheid, gezichtsstoornissen
Medicijnen tegen buikloop/diarree	Misselijkheid, slaperigheid, duizeligheid
Antacida (tegen brandend maagzuur)	Misselijkheid, overgeven
Antidepressiva, ADHD en epilepsie medicijnen	Verschillende bijwerkingen

Je moet vooral voorzichtig zijn met medicijnen die je niet eerder hebt gebruikt. Het is altijd het beste enkele dagen te wachten om te kijken of ze van invloed zijn op je vliegvaardigheid. Elk mens reageert anders op een medicijn.

2.1.4. Alcohol en drugs

Je dient er zeker van te zijn dat je vliegvaardigheid niet wordt verminderd door alcohol of drugs. Daarom dien je na het drinken van alcohol minstens 10 uur te wachten voordat je met een drone mag vliegen. Dat is een wettelijke eis. Maar 24 uur is veiliger, vooral als je veel hebt gedronken. Dat is ook de aanbeveling voor luchtvaartpiloten. Het maximaal toegelaten alcoholgehalte in je bloed of adem is bij het vliegen veel lager dan bij autorijden.

Tabel 2.2 - Maximaal toegelaten alcoholgehalte

	Alcoholgehalte Adem	Alcoholgehalte Bloed
Luchtvaart	90 microgram/l	0,2 milligram/ml
Autorijden (ervaren bestuurder)	220 microgram/l	0,5 milligram/ml

Menselijke factoren (human factors)

2.2. Gezichtsvermogen

Om veilig en efficiënt met een drone te vliegen dien je een goed gezichtsvermogen te hebben. Je moet weten hoe je ogen werken en wat van invloed kan zijn op je ogen, want als je de drone niet meer kunt zien vanwege een slecht gezichtsvermogen, is het geen VLOS vlucht meer. En de drone in het zicht hebben is een wettelijke eis.

2.2.1. Factoren die VLOS beïnvloeden

Meestal vlieg je de drone op basis van Visual Line of Sight (VLOS). De reden daarvoor is dat het altijd veiliger is als je de drone zelf kunt zien. Dan kun je sneller handelen om botsingen of gevaarlijke situaties te vermijden. Als je bijvoorbeeld vanuit een camera bevestigd aan de drone zou kijken, zie je slechts één kant van het luchtruim rondom de drone, de drone zelf zie je niet en dan er is altijd ook nog sprake van een kleine vertraging van het beeld zelf. Naast de fysiologische (lichamelijke) factoren die je gezichtsvermogen bepalen zijn er ook veel andere factoren die het visuele contact met de drone kunnen verminderen.

Voorbeelden:

- Objecten: bomen, hekken, voertuigen, gebouwen, enz. Objecten kunnen de zichtlijn tussen jou en de drone onderbreken. Dit kan gebeuren als je de drone achter het object langs laat vliegen, of als het object beweegt en tussen jou en de drone komt;
- Weer: mist, regen en hagel. Water in de lucht vermindert het zicht. Wind heeft hetzelfde effect door stof in de lucht te blazen. Wind is ook van invloed op je ogen, vooral bij hoge windsnelheid of als er stof in je ogen waait;
- Zon: direct of gereflecteerd zonlicht. Als je de ogen moet sluiten omdat er teveel licht is kun je de drone niet meer zien;
- Afleiding: lawaai, pratende mensen, beweging in de omgeving en nieuwsgierige omstanders. Als je ook maar kort ergens anders naar kijkt, kan het moeilijk zijn de drone weer terug te vinden in de lucht. Dat speelt vooral als je vliegt voor een achtergrond met dezelfde kleur als je drone.

2.2.2. Waarneming (het beoordelen van de positie van jouw drone)

Je waarneming van de omgeving omvat heel veel zichtbare en hoorbare zaken. Vaak betekenen ze los van elkaar niet veel belangrijks, maar als je alles wat je ziet en hoort samenbrengt, ontstaat er een driedimensionaal beeld van de omgeving. Dat beeld goed kunnen begrijpen en de risico's voor de door jou geplande dronevlucht daarin leren herkennen, maakt je een veel betere piloot.

Dieptewaarneming

Dieptewaarneming is het vermogen de afstand tussen jou en een object, in ons geval de drone, te bepalen. Subtiele veranderingen in afmeting, kleur, contrast en beweging zijn van invloed op de afstand die we waarnemen tot dingen.

Als je naar iets in je directe omgeving kijkt, is het meestal vrij makkelijk de afstand tussen datgene, jezelf en andere dingen binnen die omgeving in te schatten. Dat doe je op basis van hun onderlinge positie en al bekende afmeting. Voorbeeld: als je verderop een geparkeerde auto ziet staan, kun je zien dat deze achter meerdere andere auto's staat, omdat ze achter elkaar staan en elkaar grotendeels afdekken. Verder weet je ongeveer hoe groot de auto's en de wegmarkeringen zijn. Daardoor kun je, zonder er bewust bij na te denken, direct de afstand tot de auto goed inschatten. Maar zonder andere en bekende dingen in de buurt, wat bijna altijd het geval is als je een vliegende drone ziet, wordt dat ineens veel moeilijker.

Het zijdelings (links en rechts) schatten van afstanden is eenvoudiger. In dat geval kun je de achtergrond als referentie gebruiken. Zolang je de achtergrond tussen de drone en een object kunt zien, weet je dat ze niet kunnen botsen.

Het bepalen van de afstand tussen je vliegende drone en bijvoorbeeld een obstakel daarachter, is veel moeilijker. Dat komt doordat er weinig referenties zijn, alleen de afmeting van het obstakel, maar die kan heel moeilijk te bepalen zijn met het blote oog. Dit probleem kan verminderd worden door een waarnemer in te zetten, die zich bevindt tussen de drone en het obstakel. De waarnemer moet dan de afstand voor en achter de drone kunnen zien (tussen de piloot en de drone en tussen het obstakel en de drone) voor een goede inschatting.

Gelukkig zijn vele drones vandaag de dag voorzien van nabijheidssensoren die de drone direct stoppen, enkele meters voordat het mis kan gaan. Dat helpt bij het voorkomen van botsingen door een slechte inschatting van de diepte.

Snelheid

De snelheid waarmee een drone beweegt is heel moeilijk in te schatten. Je hebt een referentie (de grond of een achtergrond dichtbij) nodig als referentie om de snelheid te schatten. Maar zelfs dan blijft het moeilijk. Als je drone is voorzien van GPS kan het de snelheid ten opzichte van de grond bepalen en aan je weergeven, doorgaans via de bijbehorende app of zender. In sommige gevallen kun je een maximumsnelheid instellen zodat je drone niet sneller vliegt dan veilig of toegestaan is.

Hoogte

Net zoals bij afstand is het makkelijker de hoogte te bepalen als je de drone van de zijkant kunt zien. Dat wordt moeilijker als je met de drone boven je hoofd vliegt. Steeds direct omhoog kijken kan leiden tot evenwichtsverlies, verwardheid en duizeligheid.

Als je een drone dicht bij de horizon vliegt lijkt deze verder weg te zijn. Als je dan van de horizon weg beweegt lijkt de drone dichterbij te komen. Voorbeeld: als je de drone stil laat staan (hover) in lijn met de horizon en dan recht naar boven stijgt, lijkt het alsof de drone dichterbij komt.

Een hoogtemeter is de beste manier om de hoogte te bepalen. De meeste drones zijn daarmee uitgerust.

2.2.3 Nachtzicht

Bij weinig licht zie je de dingen minder scherp en kan je nauwelijks kleur zien, vooral op afstand. Dat is bekend als 'nachtzicht'. Als je van een lichte omgeving (binnen) naar een donkere omgeving (buiten) gaat, dan hebben je ogen tijd nodig om zich aan te passen. Dat kan meer dan een half uur duren, en het duurt langer naarmate je ouder wordt.

Menselijke factoren (human factors)

2.3. Vermoeidheid en stress

Een piloot dient alert en gefocust te zijn om zo goed mogelijk te kunnen reageren op een noodsituatie tijdens een vlucht. Een vermoeide piloot zal te langzaam reageren op onverwachte situaties. Vermoeidheid kan je dronevlucht op dezelfde manier beïnvloeden als stress:

- Je maakt meer fouten;
- Alles kost meer tijd;
- Het is moeilijker te concentreren;
- Het is moeilijker te reageren op onverwachte situaties;
- De kwaliteit van je vlucht vermindert.

Vermoeidheid die opeens toeslaat (acute vermoeidheid) kan veroorzaakt worden door te hard of te lang te werken, en door een slechte nachtrust tijdens de nacht(en) voor de vlucht. Je kunt acute vermoeidheid voorkomen door een vlucht goed te plannen, met voldoende pauzes en speling (tijd voor onverwachte situaties).

Vermoeidheid die zich over een langere periode opbouwt (chronische vermoeidheid) wordt meestal veroorzaakt door slecht slapen, te veel werk en te veel stress over een langere periode. Je kunt dit voorkomen door te verzekeren dat je voldoende nachtrust krijgt en door stress te voorkomen. Er is veel informatie over het verbeteren van je nachtrust, zoek daar vooral naar als je denkt dat je last hebt van chronische vermoeidheid!

Menselijke factoren (human factors)

2.4. IMSAFE

Voordat je aan de slag gaat moet je even een moment nemen om te bepalen of je veilig kunt vliegen. Dit staat bekend als een zelfbeoordeling (health self-assessment), gebaseerd op de IMSAFE (I am safe, vertaald: ik ben veilig, is het ezelsbruggetje dat hier gebruikt wordt voor de afkorting). Checklist:

Tabel 2.3 - IMSAFE checklist

	Check/controle	Voorbeeld
Ziekte (Illness)	Voel ik me ziek, kan dit van invloed zijn op mijn werk?	Je voelt je duizelig door een zware verkoudheid.
Medicijnen (Medication)	Neem ik medicijnen (op recept of vrij verkrijgbaar) die van invloed kunnen zijn op mijn werk?	Je voelt je slaperig door de pillen die je neemt.
Stress (Stress)	Heb ik last van stress die van invloed kan zijn op mijn werk?	Je bent erg gespannen omdat je een uur in de file zat en te laat aankwam op de locatie.
Alcohol (Alcohol)	Wanneer heb ik voor het laatst gedronken? Hoeveel?	Je ging gisteravond naar een feest, je moet in de ochtend met een UA vliegen, je laatste drankje was minder dan 10 uur geleden.
Vermoeidheid (Fatigue)	Ben ik helder/wakker genoeg om te vliegen.	Je slaapt al een week slecht.
Emoties (Emotion)	Maak ik me druk over iets, kan dat van invloed zijn op mijn werk?	Je hebt net fikse ruzie gehad met de klant of een collega.
Eten (Eating)	Heb ik honger, kan dit van invloed zijn op mijn werk?	Je hebt het ontbijt overgeslagen omdat je je moest haasten om naar de locatie te gaan.

Als je niet door de IMSAFE checklist komt dan is het veiliger de vlucht uit te stellen. Als piloot op afstand is het belangrijk dat je je eigen beperkingen kent, en weet wanneer het niet veilig is om aan de slag te gaan.

Menselijke factoren (human factors)

2.5. Situational Awareness

Om een drone veilig te kunnen vliegen moet je je goed bewust zijn van de omgeving en de situatie waarin jij je bevindt. In de luchtvaart noemt men dit 'situational awareness', een belangrijk onderdeel van goed airmanship dat we eerder al behandelden. Het gaat om de combinatie waarnemen, begrijpen en beslissen. Situational awareness betekent dat je voortdurend alles van belang in de vluchtomgeving waarneemt en dat je op de juiste manier reageert op onwenselijke situaties die zouden kunnen gaan ontstaan. Ga na welke elementen actie vereisen en hoe je met ze omgaat. Bij het vliegen met een drone bestaat situational awareness uit:

- Observeren van de afstand tussen de drone en omringende obstakels;
- Luisteren naar en begrijpen van de informatie van andere teamleden;
- Monitoren van de status van je drone;
- Uitkijken naar ander luchtverkeer;
- Prioriteiten stellen en waakzaam zijn;
- Je bewust zijn van veranderende weersomstandigheden;
- Je team op de hoogte houden van wat er in je omgaat;
- Anticiperen op mensen die mogelijk in je werkterrein komen.

Situational awareness is het begrijpen van al deze informatie, weten of alles naar wens is, en het nemen van de nodige maatregelen om de veiligheid te waarborgen.

Algemene kennis over je drone

Online theoriemodule EASA Categorie Open - A1/A3

De natuurkundige principes van het vliegen zijn vrij ingewikkeld maar helpen je te begrijpen hoe een drone kan vliegen. In dit hoofdstuk lees je hoe draagkracht (lift) wordt opgewekt en hoe je de krachten kunt beïnvloeden om je luchtvaartuig te beheersen.

Algemene kennis over je drone

3.1. De natuurkundige wetten van beweging

Extra informatie

Je hoeft deze wetten niet te kennen om het A1/A3 examen te behalen maar ze zijn wel nuttige achtergrondinformatie. Als je een drone ziet vliegen, zijn onderstaande principes in werking.

De eerste wet van Newton: traagheid

Elk voorwerp dat beweegt handhaaft die beweging, tenzij er een externe kracht op wordt uitgeoefend.

De tweede wet van Newton: versnelling

De versnelling van een voorwerp als gevolg van een kracht is recht evenredig met de grootte van die kracht, in dezelfde richting als die kracht, en omgekeerd evenredig met de massa van het voorwerp.

De derde wet van Newton: actie en reactie

Bij elke actie is er een gelijke, tegengesteld gerichte actie.

Principe van Bernoulli (vloeistofdynamica, ook toepasbaar bij gassen)

Een toename in de snelheid van een gas gaat gepaard met een vermindering van de druk.

Koppel

Koppel is de draaikracht van een voorwerp rond een as. Dit is bijzonder belangrijk bij vliegtuigmotoren. Deze leveren draaikracht en, volgens de derde wet van Newton, dus ook reactie-energie. Vanwege deze reactie-energie heb je een staartrotor (rotor met tegengesteld koppel) nodig op een helikopter. Anders zou de helikopter rondjes gaan draaien rond zijn as.

Algemene kennis over je drone

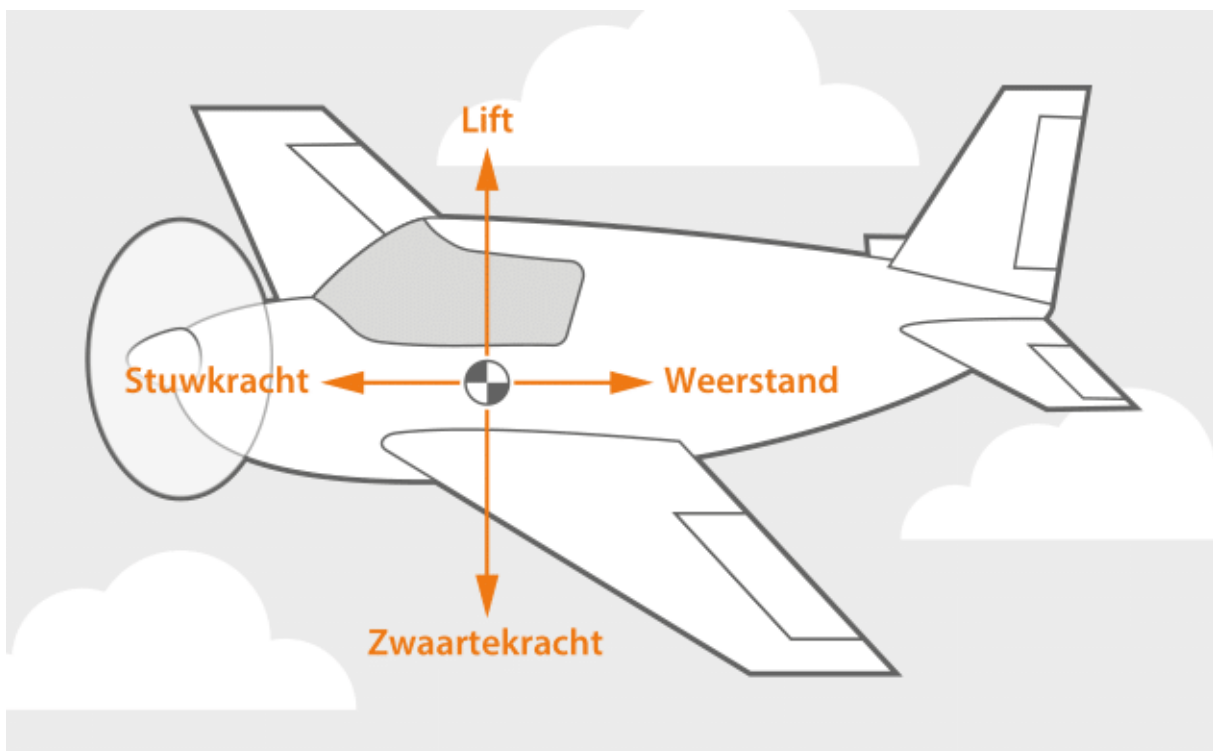
3.2. De vier krachten bij het vliegen

Elk luchtvaartuig, of het nu een vaste vleugel vliegtuig, helikopter of raket is, ondervindt vier krachten:

- Voortstuwingskracht die het naar voren duwt
- Draagkracht die het naar boven duwt
- Weerstandskracht die het naar achteren trekt
- Zwaartekracht die het naar beneden trekt

Stuurvlakken, zoals het hoogteroer en de rolroeren, beïnvloeden de richting van deze krachten bij een vliegtuig. Het zijn de lange, dunne bewegende delen aan het achtereind van een vleugel. Hiermee kan de piloot een vliegtuig besturen.

Alle krachten duwen of trekken in een bepaalde richting. Daarnaast kent een kracht twee belangrijke eigenschappen, te weten 1: de grootte (sterkte) van de kracht en 2: de richting waarin de kracht duwt of trekt. We kijken eerst naar vliegtuigen met vaste vleugels. Dat is het makkelijkst uit te leggen. Andere luchtvaartuigen, zoals heteluchtballonnen of helikopters gebruiken dezelfde basisprincipes, maar op een andere manier.

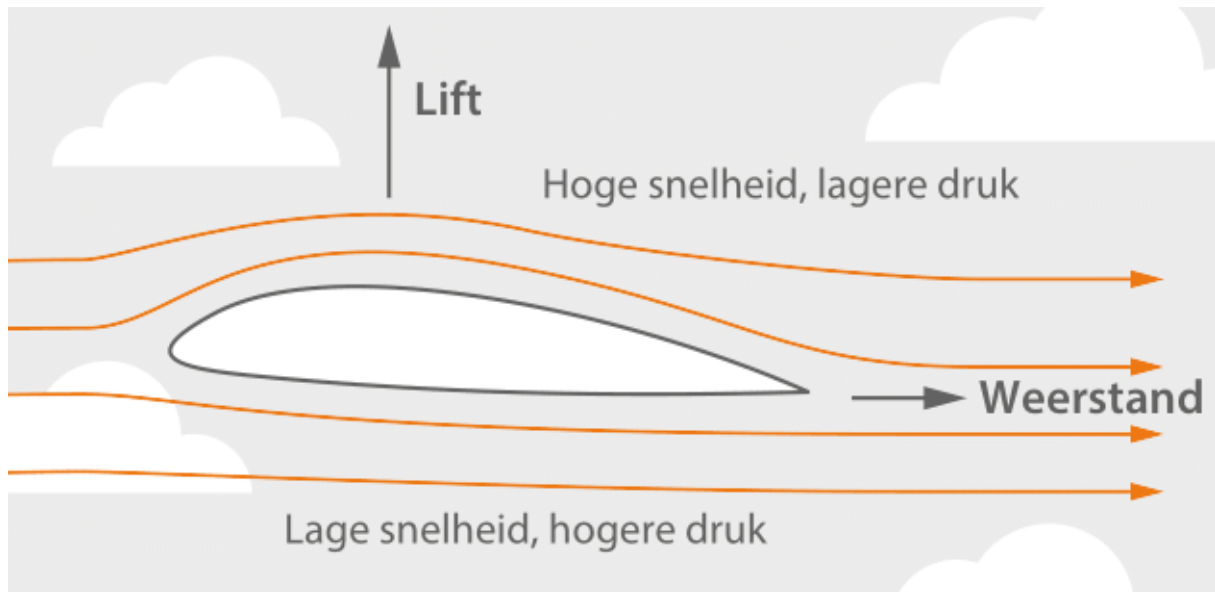


Figuur 3.1 - de vier krachten op een vliegtuig

3.2.1. Draagkracht (duwt naar boven)

De draagkracht is een aerodynamische kracht, die wordt opgewekt door de lucht die over de vleugels van het vliegtuig stroomt.

Een vleugelprofiel (aerofoil) is zo gevormd dat de lucht die over de bovenkant van de vleugel stroomt sneller moet bewegen dan aan de onderkant ervan. Deze snellere luchtstroom leidt tot een lagere luchtdruk aan de bovenkant van de vleugel, en de langzamere luchtstroom onder de vleugel leidt tot een hogere luchtdruk aan de onderkant. Hierdoor duwt de lucht aan de onderkant de vleugel naar de lagere druk toe, naar boven, en levert zo draagkracht.



Figuur 3.2 - vleugelprofiel (aerofoil).

3.2.2. Weerstandskracht (trekt naar achteren)

De weerstandskracht werkt de beweging van het vliegtuig door de lucht tegen. Deze kracht werkt in dezelfde richting en parallel aan de luchtstroom over het vliegtuig.

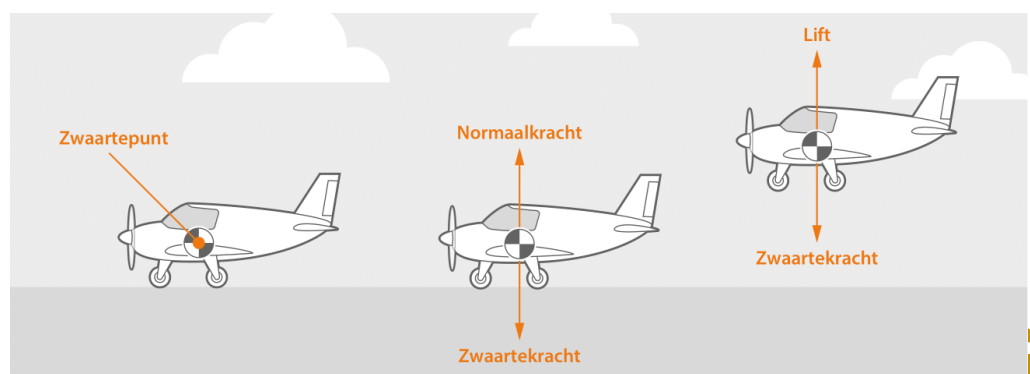
3.2.3. Zwaartekracht (trekt naar beneden)

De zwaartekracht (veroorzaakt door het gewicht) werkt in een rechte verticale lijn, door het midden van de aarde naar een denkbeeldig centraal punt in het vliegtuig, het zwaartepunt.

Als het vliegtuig op de grond staat, wordt het gewicht ervan gebalanceerd door de reactiekracht van de grond, via de wielen, maar gedurende de vlucht moet het gewicht worden

gebalanceerd door een andere kracht, de draagkracht.

Figuur 3.3 - gewicht en draagkracht, op de grond en in de lucht.



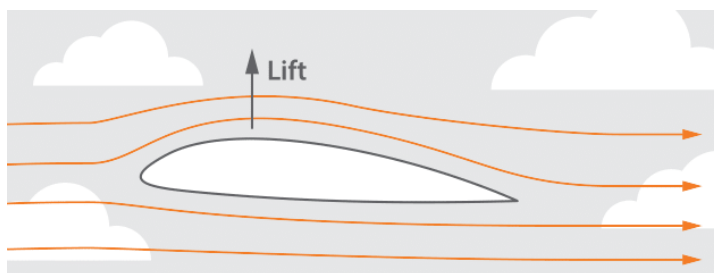
3.2.4. Voortstuwingskracht (duwt naar voren)

De voortstuwingskracht is de kracht tegenovergesteld aan de weerstandskracht, die het vliegtuig door de lucht stuwt. De voortstuwingskracht wordt geleverd door de combinatie van een propeller en een motor, of door straalmotoren.

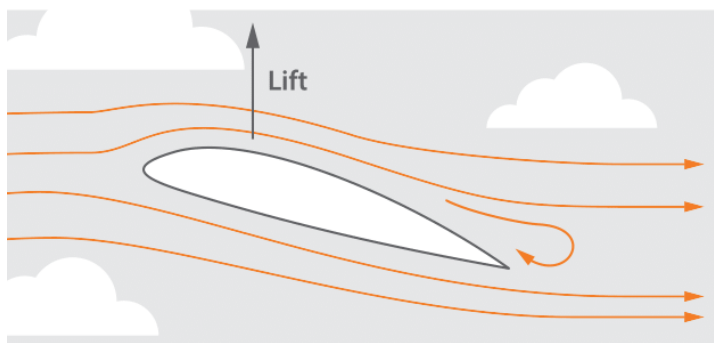
Algemene kennis over je drone

3.3. Overtrekken (stall)

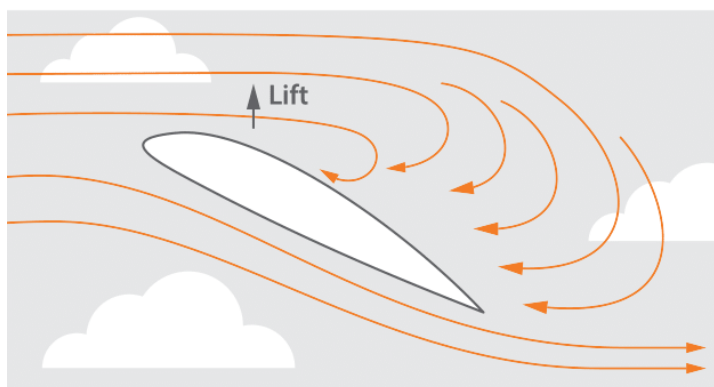
De invalshoek is de hoek tussen de koorde (de lijn tussen de neus- en staartpunt van de vleugel) van de vleugel en de luchtstroom. Bij een kleine invalshoek is de luchtstroom gelijkmatig en leidt deze tot een gemiddelde draagkracht.



Als de invalshoek groter wordt, neemt de draagkracht toe, en bereikt een maximum.

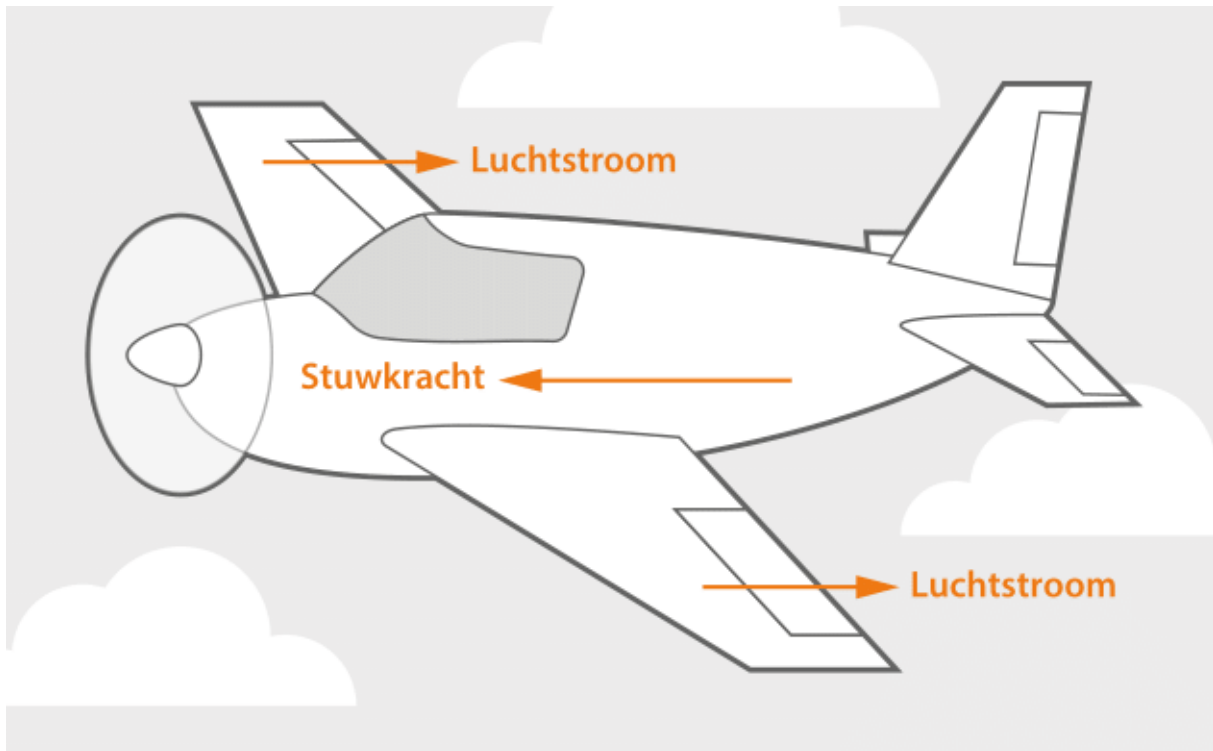


Daarna begint de luchtstroom los te laten van de vleugel. Dit loslaten begint bij de achterrand van de vleugel.



Als de luchtstroom geheel loslaat van de vleugel, treedt er overtrekken (stall) op, en verdwijnt de draagkracht plotseling.

Figuur 3.4 - overtrekken (stall).



Figuur 3.5 - voortstuwingskracht en luchtstroom.

Algemene kennis over je drone

3.4. Omgevingsomstandigheden en prestaties

De wind en de luchtdichtheid zijn de belangrijkste factoren die de prestaties beïnvloeden. Als je in te sterke wind vliegt kan je drone worden weggeblazen, of tegen een obstakel worden geblazen. Ook kan je drone omslaan bij het landen. De wind is doorgaans niet met het blote oog waarneembaar. Daarom is het van belang hierover van te voren informatie in te winnen. Op je vlieglocatie kan je ook kijken naar de bewegingen van het gras, bomen en vlaggen, om een indicatie van de windkracht te krijgen. Bedenk ook dat dicht rondom gebouwen (en andere obstakels) er veel turbulentie, windstromen en sterke rukwinden kunnen voorkomen. Als het niet nodig is, blijf daar dan bij uit de buurt.

Bij het vliegen op grote hoogte is de lucht dunner. De vleugels of propellers leveren dan minder draagkracht en moeten dus harder werken om de drone in de lucht te houden. Ook bij een hogere temperatuur werkt een drone minder goed. De lucht zet dan uit door de warmte. Daardoor gedraagt de drone zich alsof die veel hoger vliegt.

Dus, bij zeer warm weer, op grote hoogte, is de lucht dunner en moeten propellers veel harder werken om de drone in de lucht te houden en te controleren. De volgende effecten zullen dan ontstaan:

- Grotere kans op oververhitting van de elektromotoren;
- Een (veel) kortere vluchttijd (hou hier rekening mee met je planning!).

De luchtvochtigheid is ook van belang. Een hogere luchtvochtigheid betekent meer waterdamp en minder lucht.

Als je in regen vliegt kan er water in de onderdelen van de drone komen wat tot kortsluiting en beschadiging kan leiden. De meeste fabrikanten hebben informatie over de waterbestendigheid van de drone in de gebruiksaanwijzing opgenomen. Maar meestal kan een drone alleen tegen heel kleine hoeveelheden water, zoals motregen. Land dan zo snel mogelijk, de schade die weinig water tot gevolg kan hebben is groot, zoals roest (op termijn) op de metalen onderdelen, vocht in de motors en kortsluiting. Maar vocht kan ook in accu's terechtkomen met alle gevolgen van dien.

De prestaties van je drone hangen van diverse factoren af. Zolang deze factoren binnen de gestelde grenzen blijven, zullen de prestaties ook acceptabel blijven. Maar je moet ook altijd rekening houden met je eigen beperkingen. Het feit dat een drone onder bepaalde omstandigheden kan vliegen, betekent niet dat je voldoende ervaring hebt om dat te doen. Sta hier bij stil als de omstandigheden van een geplande vlucht plots veranderen.

De volgende hoofdstukonderdelen gaan over hoe je de drone bestuurt, hoe dat technisch werkt en welke risico's en mogelijkheden daarbij van toepassing zijn. We gaan er daarbij vanuit dat je over een relatief geavanceerde drone beschikt die GPS en een aparte handzender heeft en mogelijk een eigen app.

Er zijn natuurlijk ook tal van (kleine) drones die geen GPS hebben en direct via een simpele zender of smartphone bestuurd worden via wifi of Bluetooth. Een zelfgebouwde drone zonder GPS behoort ook tot de mogelijkheden in deze categorie. Voor die laatste groep drones, die zelden in de EASA Categorie Open zal vallen, verwijzen wij naar de handleiding c.q. de gebruiksaanwijzing.

Algemene kennis over je drone

3.5. Command and control - besturing

De control link (C2) brengt de commando's die je op de zender geeft over naar de flight controller en andere systemen van de drone. Deze radioverbinding gebruikt meestal een frequentie van 2,4 GHz.

De C2-verbinding verstuurt ook vluchtinformatie (hoogte, snelheid, accustatus, enz.) van de drone naar de piloot. Zo ontvang je informatie over de drone en de prestaties ervan.

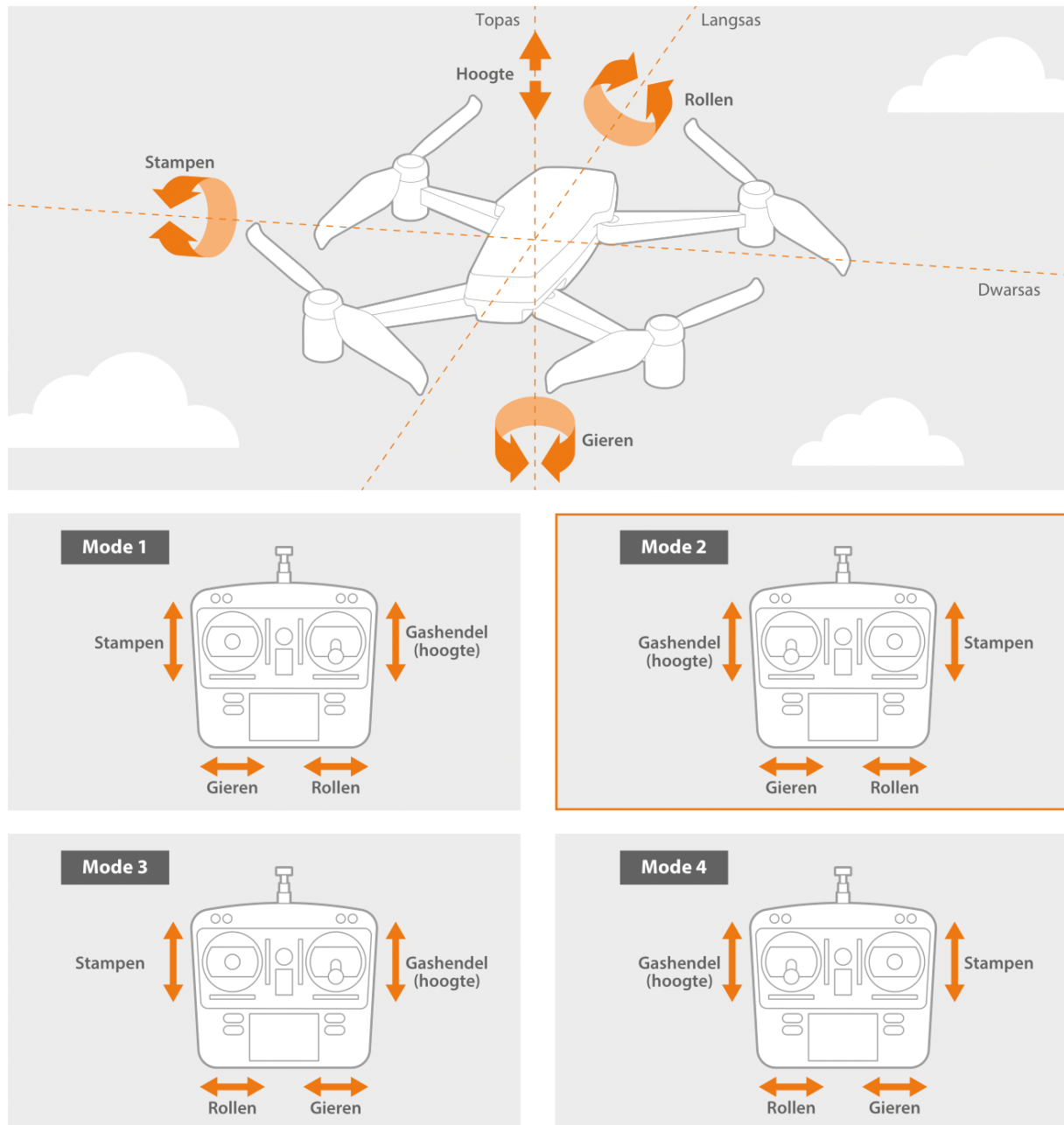


Algemene kennis over je drone

3.5. Command and control - besturing

3.5.1. Zender (transmitter)

Hiermee bestuurt de piloot de drone. De zender (binnen een professionele organisatie ook wel grondstation genoemd) heeft twee sticks die je in alle richtingen kunt bewegen om zo over vier bewegingsassen te kunnen sturen. Er zijn meestal ook schakelaars en drukknoppen waaraan je diverse functies kunt toekennen, zoals de vluchtmodi en de failsafe functie die later worden besproken.



Figuur 3.6 - zender modi en bediening.

Algemene kennis over je drone

3.5. Command and control - besturing

3.5.2. Ontvanger (receiver)

De ontvanger in de drone 'luistert' naar de zender, ontvangt signalen, en stuurt de signalen naar de flight controller, het brein van de drone, die de opdrachten vertaalt in acties waardoor de drone doet wat hem door de zender is opgedragen.

Het proces waarmee de ontvanger aan de zender wordt gekoppeld wordt 'binding' genoemd. Hierna luistert die ontvanger alleen naar die specifieke zender, tot de ontvanger aan een andere zender wordt gekoppeld. Op de meeste ontvangers moet je een knop indrukken, of er een stekker insteken om de bindmodus te activeren. Zo voorkom je dat je dit per ongeluk tijdens de vlucht doet, of gehackt wordt. Doorgaans doe je dit één keer, direct nadat je de drone hebt gekocht en wilt gaan gebruiken.

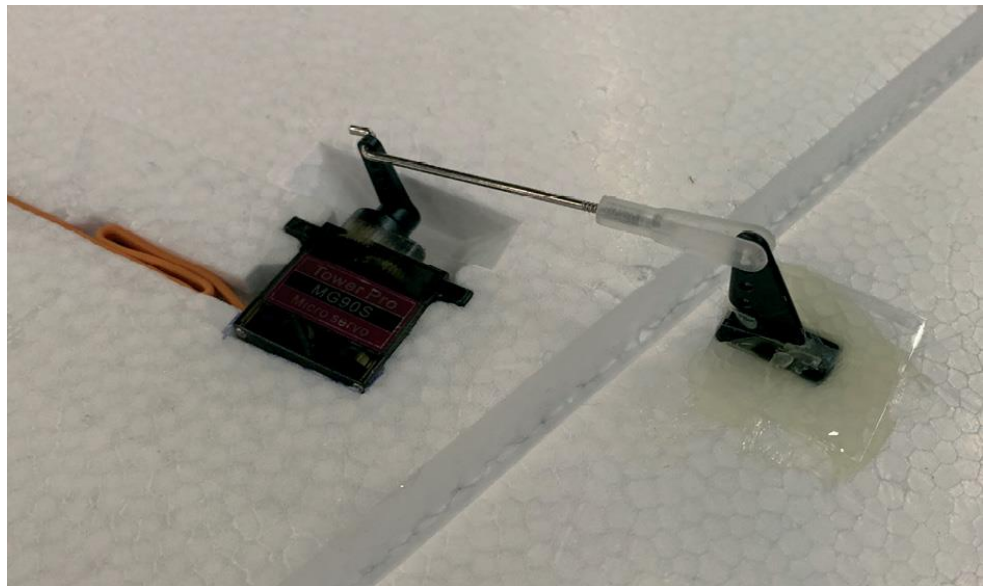
Algemene kennis over je drone

3.5. Command and control - besturing

3.5.3. Servo's

Servo's bewegen de onderdelen binnenin modelvliegtuigen of de wat oudere drones. Doordat drones sturen door een verschil in draaisnelheid per propeller, en daarvoor geen vleugelvlak bewogen hoeft te worden zoals bij een vliegtuig, zijn servo's bij drones meestal niet nodig.

Een servo bestaat uit een kleine elektrische motor, en een vertraging (om de kracht te verhogen en de snelheid te verlagen) in een behuizing. Bovenop de servo zit een arm die naar links of naar rechts kan bewegen. Om een stuuroppervlak te bewegen wordt dit met een stang verbonden met de arm van een servo. De servo kan het stuuroppervlak dan verstellen.



Figuur 3.7 - een servo die een stuuroppervlak verstelt.

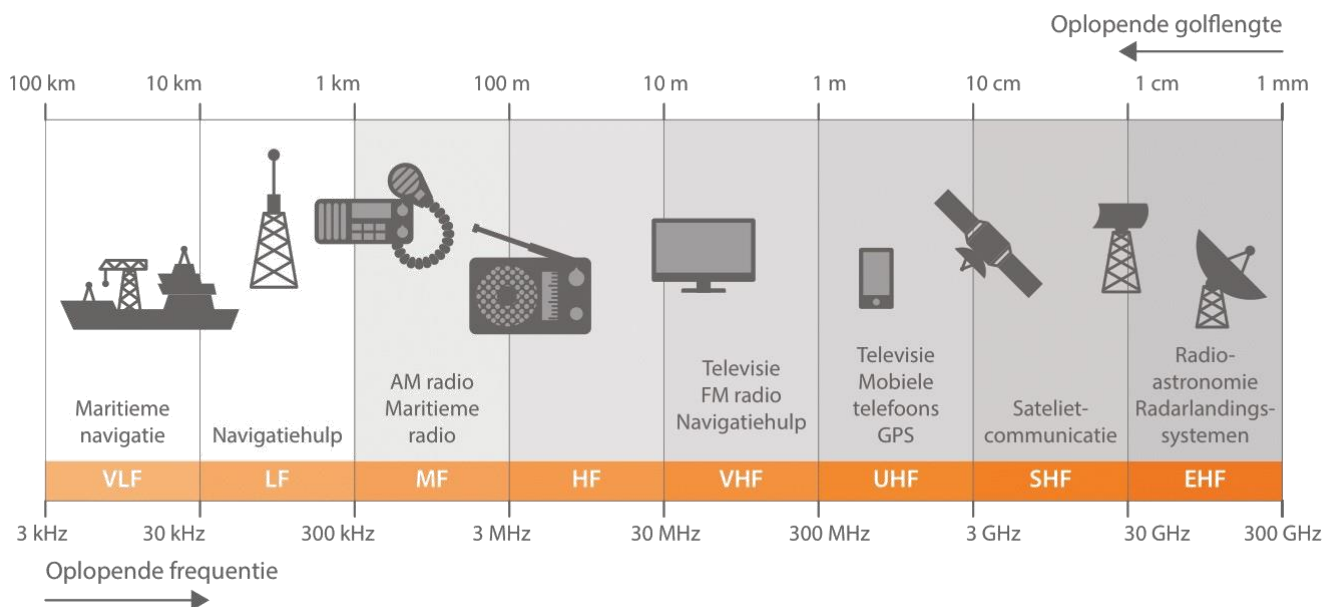
Algemene kennis over je drone

3.5. Command and control - besturing

3.5.4. Radiospectrum

- Frequentie
De frequentie wordt gemeten in Hertz (Hz) en is het aantal cycli (volledige bewegingen) per seconde.
- Golflengte
De golflengte is de afstand waarna de golfvorm zich weer herhaalt. Als de frequentie van een radiogolf hoger wordt, dan wordt de golflengte korter.

Het radiospectrum is heel breed, begint bij 34 Hz en loopt door tot 300 GHz. Bijna het gehele radiospectrum wordt voor diverse toepassingen gebruikt.



Figuur 3.8 - het radiospectrum.

Algemene kennis over je drone

3.5. Command and control - besturing

3.5.5. Bereik

De meeste zenders en ontvangers in drones hebben een zend- en ontvangstbereik dat veel groter is dan de afstand die je kan vliegen binnen VLOS. Maar dit bereik, volgens de handleiding van je drone, krijg je alleen onder optimale omstandigheden. Dat betekent een directe lijn tussen de zender en de drone, droog weer en geen radioverstoreningen (interferentie). Het in de gebruiksaanwijzing beloofde bereik kan dus flink lager uitpakken in de praktijk. Sta hier bij stil als je ver weg met je drone wilt gaan vliegen.



Figuur ter illustratie. Foto Mark Schuurman.

Algemene kennis over je drone

3.5. Command and control - besturing

3.5.6. Radio line of sight

Extra informatie

Zolang je onder VLOS (Visual Line Of Sight) omstandigheden werkt heb je meestal ook radio line of sight (RLOS, directe en vrije verbinding tussen de zender en de drone). In dat geval zal de radioverbinding tussen de drone en de zender waarschijnlijk prima werken. Maar zodra je achter een gebouw, berg, bos of iets dergelijks vliegt, loopt de signaalsterkte direct terug. Je kunt de verbinding zelfs helemaal verliezen. Je moet een dergelijke vlucht, als dit ook je bedoeling is, heel goed voorbereiden. Je kan dit dan het beste vooraf testen en daarbij de signaalsterkte continu monitoren. Verder is het belangrijk dat je procedures hebt om uitval van de verbinding op te vangen.

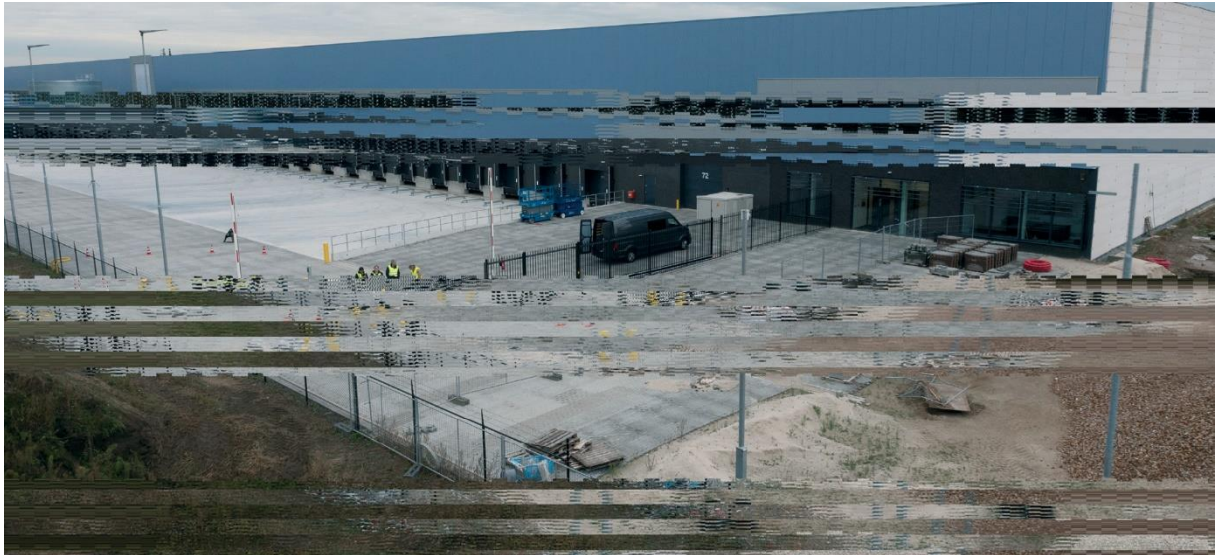
Algemene kennis over je drone

3.5. Command and control - besturing

3.5.7. Radiostoring

Bij radiostoring (interferentie) zijn er signalen van andere bronnen die van invloed zijn op jouw radioverbinding. Onweer, wolken (cumulonimbus wolken, ook op grotere afstand) en andere atmosferische verschijnselen kunnen leiden tot storing. Elektrische apparatuur zoals de generators in windturbines, zware industriële machines en hoogspanningsleidingen

kunnen allemaal elektromagnetische interferentie (EMI) veroorzaken. Die kan de C2-verbinding en sommige dronesensoren, zoals het kompas, verstoren. Tenslotte zijn er veel systemen die dezelfde radiofrequenties gebruiken als onze drone. Voorbeelden: ontgrendeling van auto's, WiFi-netwerken in de omgeving, afstandsbedieningen, enz. Deze kunnen allemaal storing veroorzaken.



Figuur 3.9 - een voorbeeld van radiostoring op een industrieterrein.

De Kp-index geeft de sterkte aan van verstoringen van het magnetische veld van de aarde (geomagnetisch veld) op basis van een voorspelling. De Kp-index is een getal op de schaal van 0 tot 9. De verstoringen kunnen ook een radiostoring veroorzaken. Dit verschijnsel wordt veroorzaakt door de zonnewind en is sterker na een uitbarsting van plasmawolken op de zon, waarbij geladen deeltjes het heelal in geslingerd worden. Het kleurrijke poollicht, ook wel noorderlicht genoemd, is een zichtbare manifestatie van deze deeltjes, die met hoge snelheid onze atmosfeer binnenkomen nabij de polen van de aarde. Als de Kp-index, een voorspellingsindex van de sterkte van zonnewind en de gevolgen daarvan, hoger is dan 5 kan deze storing van invloed zijn op de radioverbinding tussen de zender en de drone én op de GPS-ontvangst. In dat geval kan je beter niet gaan vliegen. Daarom dien je altijd de Kp-index op te zoeken als je een vlucht voorbereidt. Deze is online te vinden ([support](#)).



Figuur 3.10 - signaalsterkte indicatie op een zender van een drone (grondstation).

Algemene kennis over je drone

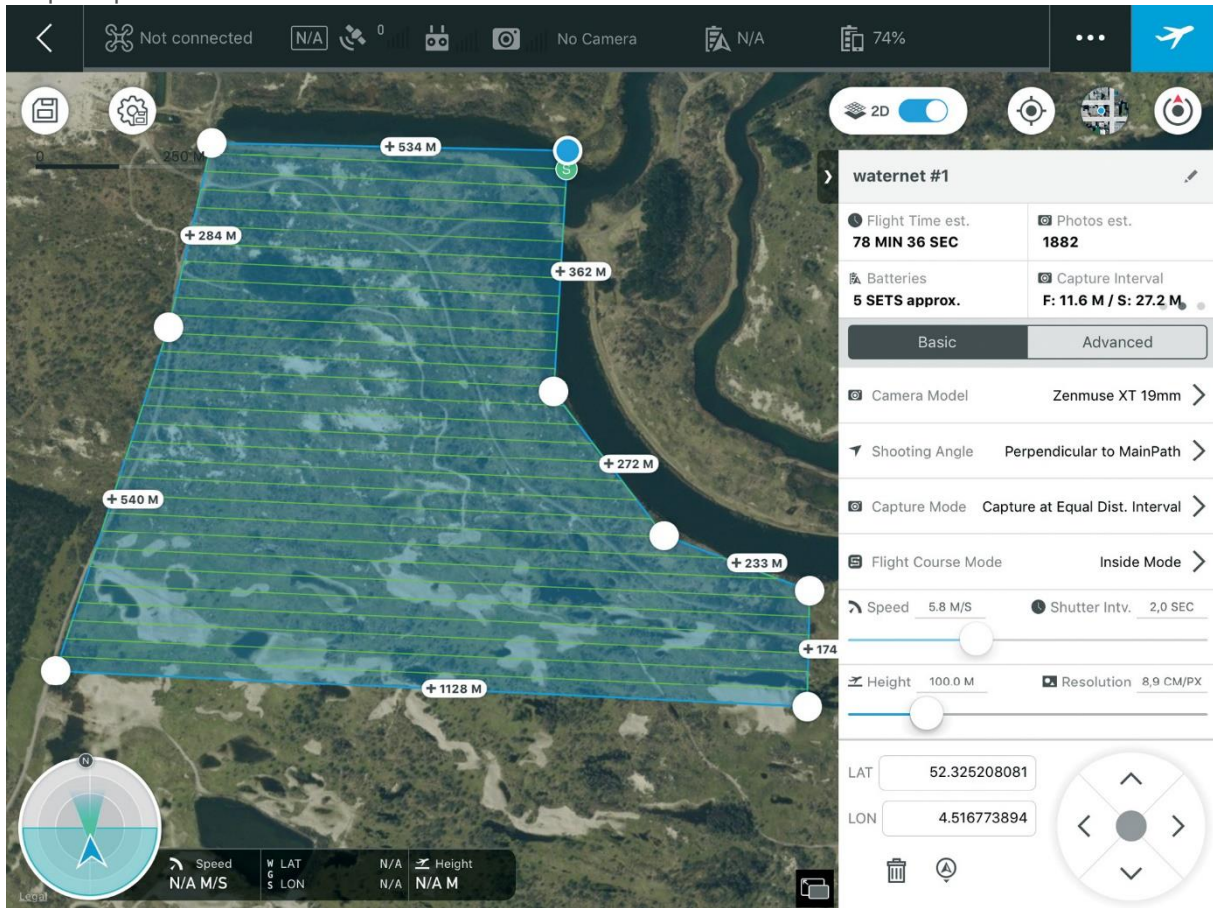
3.5. Command and control - besturing

3.5.8. Vluchtmodi

De verschillende vluchtmodi (flight modes) van een drone bieden verschillende niveaus van automatisering en ondersteuning. De precieze naam en functies van de vluchtmodi hangen af van de fabrikant van de drone. Als je aan de slag gaat met een drone van een andere fabrikant dan je gewend bent, moet je eerst hun definities van de vluchtmodi lezen. Doorgaans worden de verschillende vluchtmodi bepaald door het aan- of uitzetten van bijvoorbeeld het automatisch vasthouden van de hoogte van de drone (altitude hold), het horizontaal stabiel houden (auto level) van de drone en de besturing via GPS coördinaten (in GPS-mode volgt de drone in feite een via de zender doorgegeven coördinaat) of vanuit directe stick input van de zender te kiezen. De bekendste vluchtmodi zijn:

- Fully manual of manual mode / volledige handmatige besturing modus: dit vind je meestal alleen op racedrones. Hierbij moet de piloot alle aspecten van de werking van de drone bedienen. Het vliegen van een drone in deze modus is heel moeilijk omdat deze van nature zeer onstabiel is;
- Stabilized of attitude of atti mode / gestabiliseerd modus: de flight controller (het brein van de drone) houdt de drone in een horizontale stand als de sticks van de zender in de neutrale positie staan. Als je de sticks beweegt volgt de drone de hoekstand van de sticks. De drone zal door de wind wegdrijven, tenzij de piloot dit corrigeert. In deze modus is er doorgaans ook sprake van altitude hold, het vasthouden van dezelfde hoogte;
- Position hold of GPS mode / GPS of vaste positie modus: deze modus maakt het vliegen het eenvoudigst. De drone gebruikt GPS en soms ook sensors (zie verderop in dit hoofdstuk) om een vaste positie boven de grond vast te houden. Een drone met vaste vleugels (fixed-wing drone) blijft in deze modus in een rechte lijn vliegen. Indien nodig kantelt de flight controller de drone automatisch in de wind om wegdrijven (drift) te voorkomen. Bij een vaste vleugel drone wordt de neus in de wind gedraaid om een vaste koers te handhaven;
- Programmed flight mode of waypoint mode / waypoint of voorgeprogrammeerde of routepunt modus: de drone vliegt van het ene voorgeprogrammeerde routepunt op de route (waypoint) naar het andere. In deze vluchtmodus is het wettelijk vereist dat de piloot de besturing op elk moment kan overnemen. Dat betekent dat je de zender in je handen dient te hebben zodat je de voorgeprogrammeerde vlucht op elk moment kan afbreken. Een waypoint vlucht starten en vervolgens iets anders gaan doen, is dus uitdrukkelijk verboden. In de meeste gevallen dient er overigens handmatig opgestegen en geland te worden en wordt de waypoint vlucht pas gestart als de drone in de lucht is;
- Intelligente flight modes, intelligente vluchtmodi: de drone vliegt een manoeuvre of volgt een object zonder ingrijpen van de piloot (bv. DJI Active track of Quick shots).

Als piloot op afstand moet je altijd de volledige beheersing over de drone hebben. Dat betekent dat je bij gebruik van intelligente vluchtmodi altijd zelf de besturing moet kunnen overnemen. Meestal hoef je alleen maar de sticks van de zender te bewegen of op een stopknop te drukken.

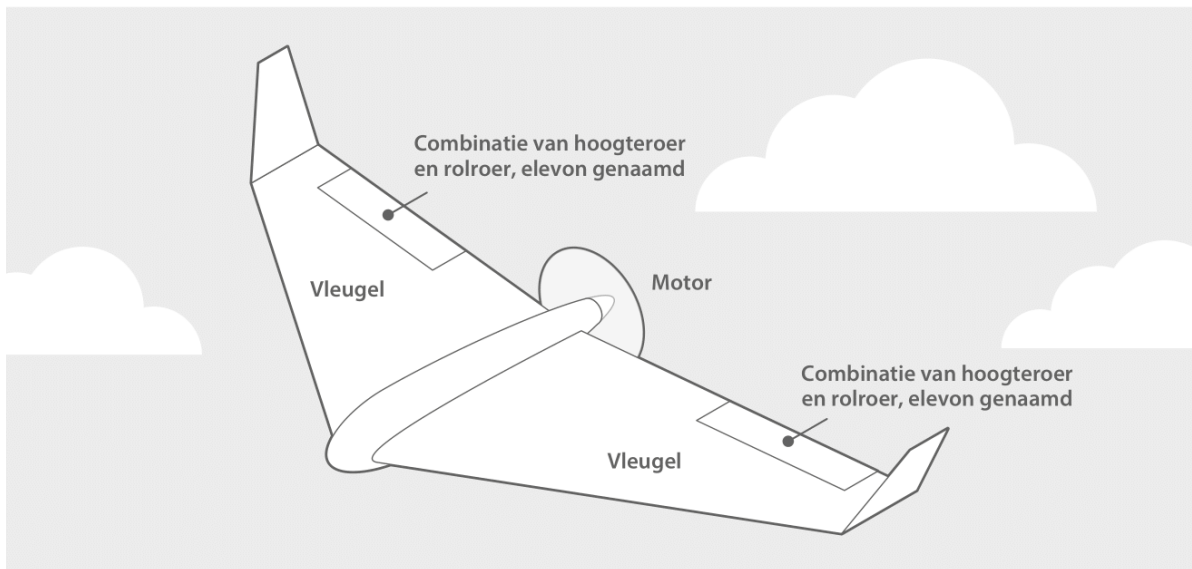
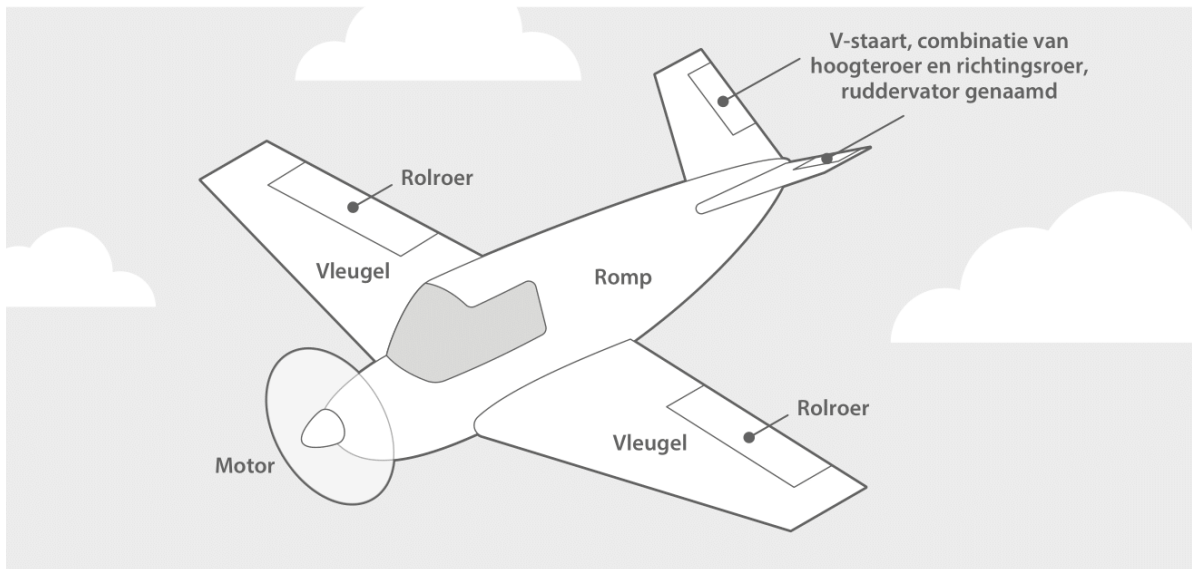
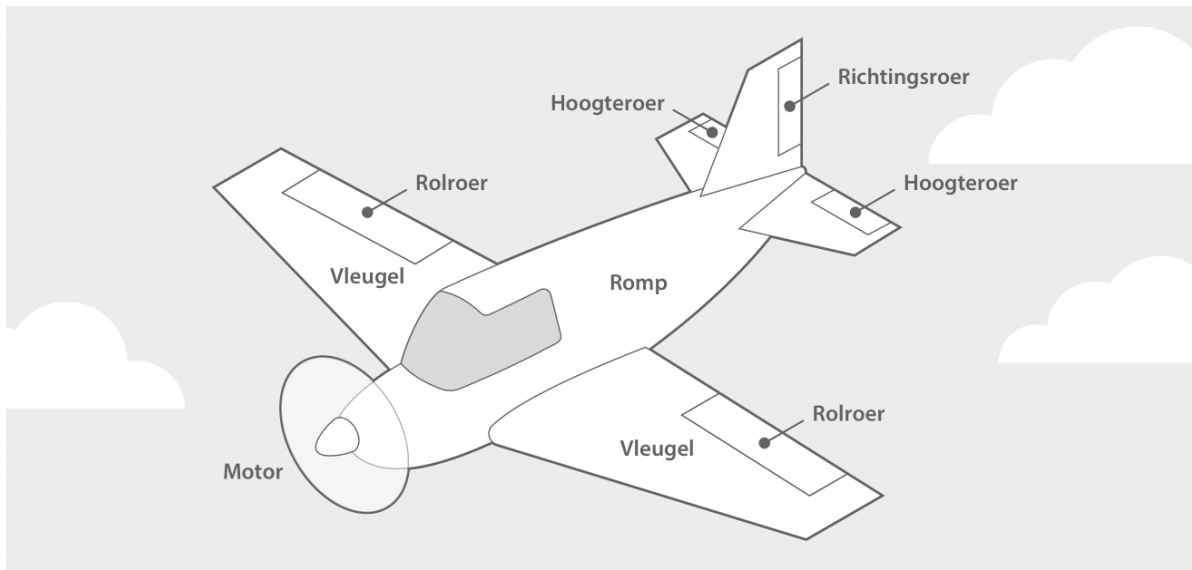


Figuur 3.11 - vlucht voor Waternet op basis van waypoints.

Algemene kennis over je drone

3.6. Belangrijkste onderdelen van (fixed wing) vliegtuigen

Een vaste vleugel vliegtuig (fixed-wing) heeft een vleugel die vast aan de romp is gemonteerd om draagkracht te genereren. Verder heeft het één of meer motoren om voortstuwingskracht te leveren. Omdat de vleugel vast is moet het vliegtuig door de lucht bewegen om te kunnen vliegen.



Figuur 3.12 - onderdelen van een vaste vleugel vliegtuig.

3.6.1. Hoogteroer

Het hoogteroer helpt met het regelen van de hoogte waarop een vliegtuig vliegt. Het zit meestal op de staart van het vliegtuig en heeft twee doelen. Ten eerste draagt het bij aan de stabiliteit doordat het een kracht naar beneden uitoefent op de staart. Vliegtuigen zijn meestal zwaarder aan de voorkant en deze kracht naar beneden compenseert de onbalans. Ten tweede kan het hoogteroer de neus van het vliegtuig naar boven of naar beneden sturen (hoekregeling) zodat het vliegtuig kan dalen en klimmen.

3.6.2. Rolroeren

De rolroeren zitten aan de achterkant van de vleugels, één aan elke kant. Ze werken in tegenovergestelde richting: als de ene naar boven gaat dan gaat de andere naar beneden. Dit verhoogt de draagkracht op de ene vleugel en vermindert de draagkracht op de andere vleugel. Daardoor rolt het vliegtuig naar de zijkant en kan zo een bocht maken. Dit is het belangrijkste stuurvlak van een vliegtuig. Bij sommige drones zijn de hoogteroeren (elevators) en rolroeren (ailerons) gecombineerd tot elevons. Dit zie je op sommige vliegtuigen die geen staart hebben. Ze vervullen dan de functies van beide stuurvlakken.

3.6.3. Richtingsroer

Het richtingsroer zit op de staart van het vliegtuig. Het werkt net zoals het roer van een boot en stuurt de neus van het vliegtuig naar links en naar rechts. Maar in tegenstelling tot bij een boot is dit niet het belangrijkste stuurvlak. Het richtingsroer dient voornamelijk als compensatie van de weerstandskracht die bij het maken van een bocht wordt veroorzaakt door het rolroer dat naar beneden is versteld. Door deze weerstandskracht wijst de neus van het vliegtuig weg (naar buiten) van de richting van de bocht. Het richtingsroer corrigeert dit door de neus in de goede richting te duwen.

3.6.4. Gashendel

De gashendel regelt het vermogen van de motor en/of de snelheid van de propeller. Bij een verbrandingsmotor gebeurt dat door de brandstofstroom naar de motor te regelen. Bij een elektrische motor door het regelen van de elektrische stroomsterkte.

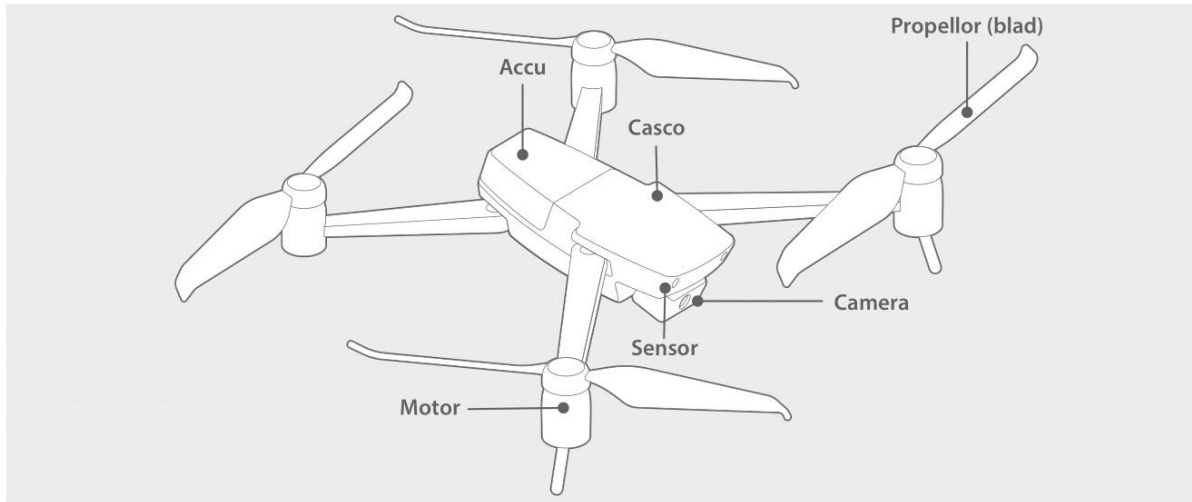
3.6.5. Propeller

De propeller van een vaste vleugel vliegtuig werkt net zoals de vleugel, maar dan in de verticale in plaats van horizontale stand. Als je een propeller van de zijkant bekijkt zie je dat die gevormd is als een aerofoil (vleugelprofiel). Meestal zijn de propellerbladen breder in het midden, en smaller bij de uiteinden. Daardoor wordt voortstuwingskracht gelijkmatig verdeeld over het blad, omdat de uiteinden sneller bewegen dan het midden.

Algemene kennis over je drone

3.7. Belangrijkste onderdelen van multirotors

Dit model luchtvaartuig heeft meerdere rotors, meestal vier of meer, soms drie. Door het vermogen van elke motor afzonderlijk te regelen kunnen multirotors manoeuvreren.



Figuur 3.14 - onderdelen van een multirotor drone.

Een multirotor drone heeft geen stuurvlakken zoals een vaste vleugel drone. Alle bewegingen worden gestuurd door het regelen van het vermogen van de motoren. Bij meer vermogen draait een propeller sneller en levert dan meer draagkracht en koppel.

3.7.1. Stampen en rollen

Het stampen (hoek van voor naar achter, pitch) en rollen (zijdelingse hoek, roll) worden geregeld door meer of minder draagkracht op te wekken aan een bepaalde kant van de drone. Om de hoek te wijzigen gaat er meer vermogen naar de motoren aan de tegenovergestelde kant. Voorbeeld: om de drone naar links te kantelen stuur je meer vermogen aan de motoren rechts.

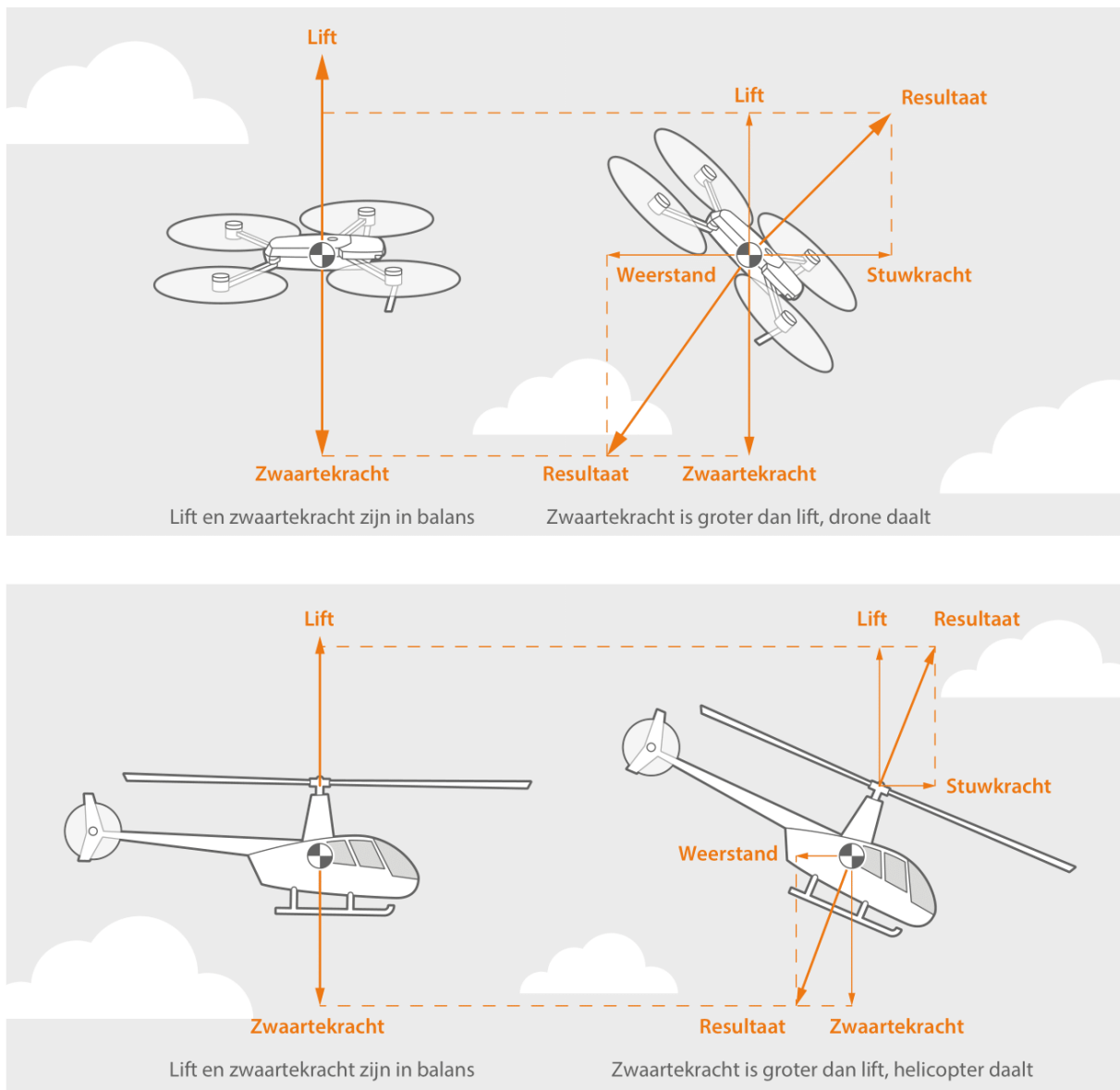
3.7.2. Zijdelings bewegingen

Door het aansturen van de motoren kunnen we de drone naar links en rechts en vooruit en achteruit laten bewegen. Als een drone stampt of rolt (en de drone dus niet horizontaal staat) wordt de kracht van de rotors in twee delen gesplitst:

- Draagkracht, verticaal naar boven
- Voortstuwingskracht, horizontaal, in de kantelrichting

De draagkracht houdt de drone in de lucht en de voortstuwingskracht beweegt de drone zijwaarts in de opgegeven richting.

Omdat een deel van de kracht wordt gebruikt om de richting van de drone te veranderen is er minder draagkracht. Daardoor daalt de drone. Bij de meeste multirotors wordt er dan automatisch meer vermogen gestuurd naar alle motoren om de hoogte te bewaren. Bij sommige racedrones, die beduidend minder geautomatiseerd zijn dan de gemiddelde hobbydrone, moet de piloot dit zelf doen.



Figuur 3.15 - het kantelen van een multirotor vermindert de draagkracht.

3.7.3. Rotatie voorkomen

Als alle rotors van een multirotor drone in dezelfde richting draaien, dan gaat de romp ook draaien (gieren, yaw). Om dat effect te voorkomen draait de helft van de rotors linksom, en de andere helft rechtsom. Hierdoor krijg je een even groot koppel naar links als naar rechts. Dat voorkomt onbedoelde rotatie van de hele drone.

Als je de drone wilt laten ronddraaien, dan stuur je meer vermogen naar een groep motoren die allemaal dezelfde draairichting hebben. Dat zorgt voor meer koppel in één richting waardoor de drone vervolgens roteert. Tegelijkertijd stuur je minder vermogen naar de motoren die in de andere richting draaien. Zo blijft de draagkracht constant en voorkom je dat de drone stijgt.

3.7.4. Stijgen en dalen

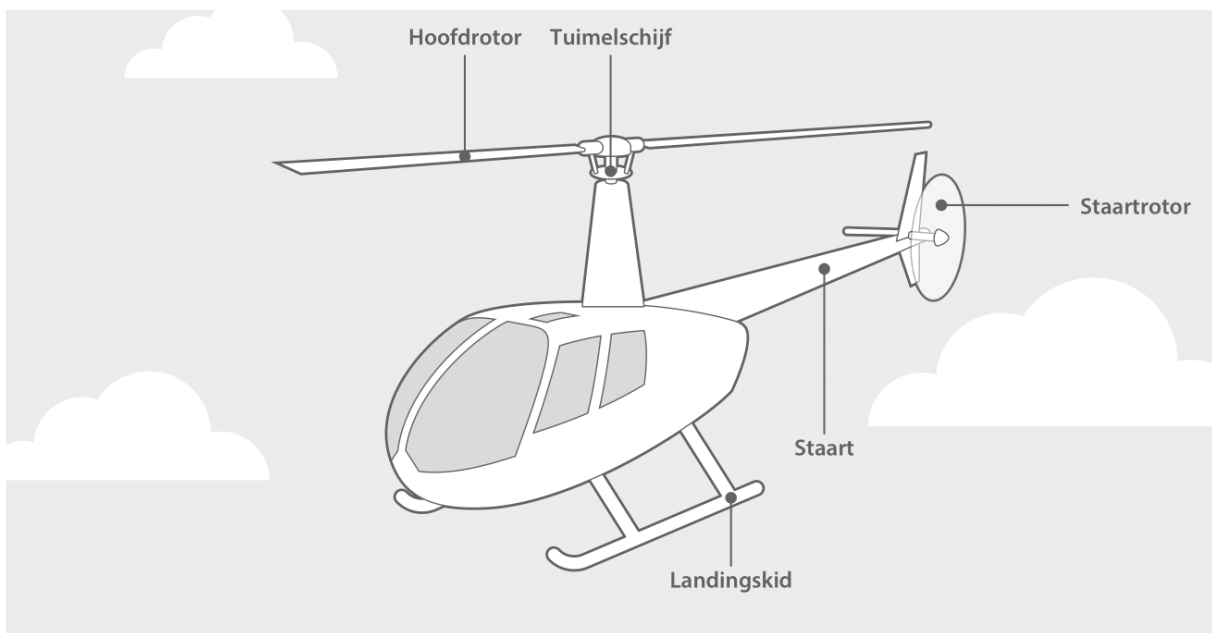
Bij een multirotor is het regelen van de hoogte vrij eenvoudig, omdat alle rotors horizontaal

staan. Om te stijgen stuur je meer vermogen naar alle motoren. Om te dalen stuur je minder vermogen naar alle motoren.

Algemene kennis over je drone

3.8. Belangrijkste onderdelen van helicopters

Een helikopter heeft een hoofdrotor om draagkracht op te wekken en een kleine staartrotor voor de stabilisatie. Je kunt de hoofdrotor beschouwen als een draaiende vleugel.



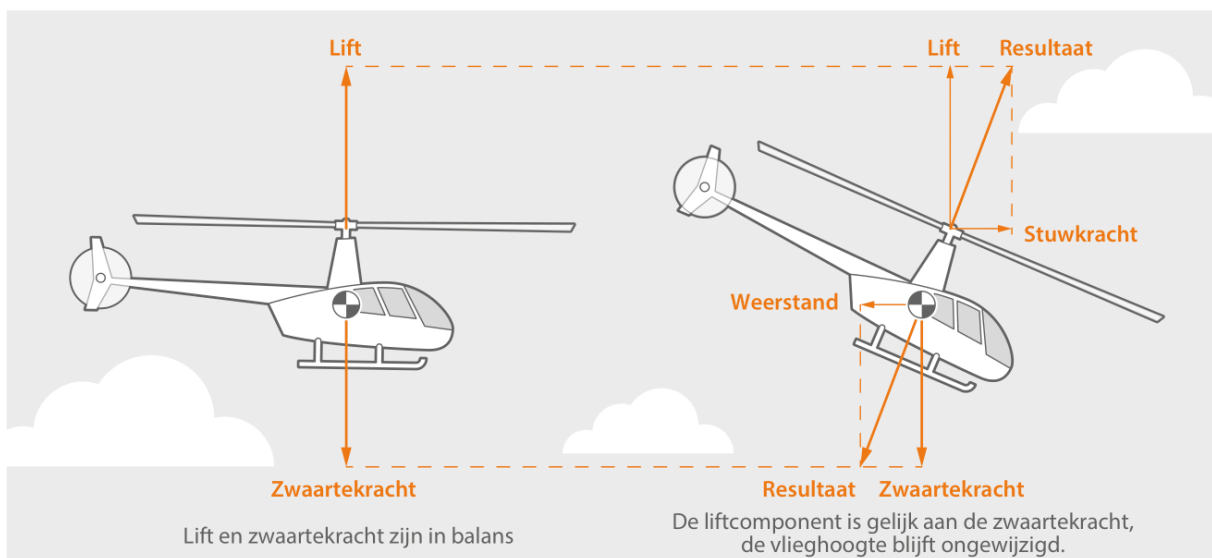
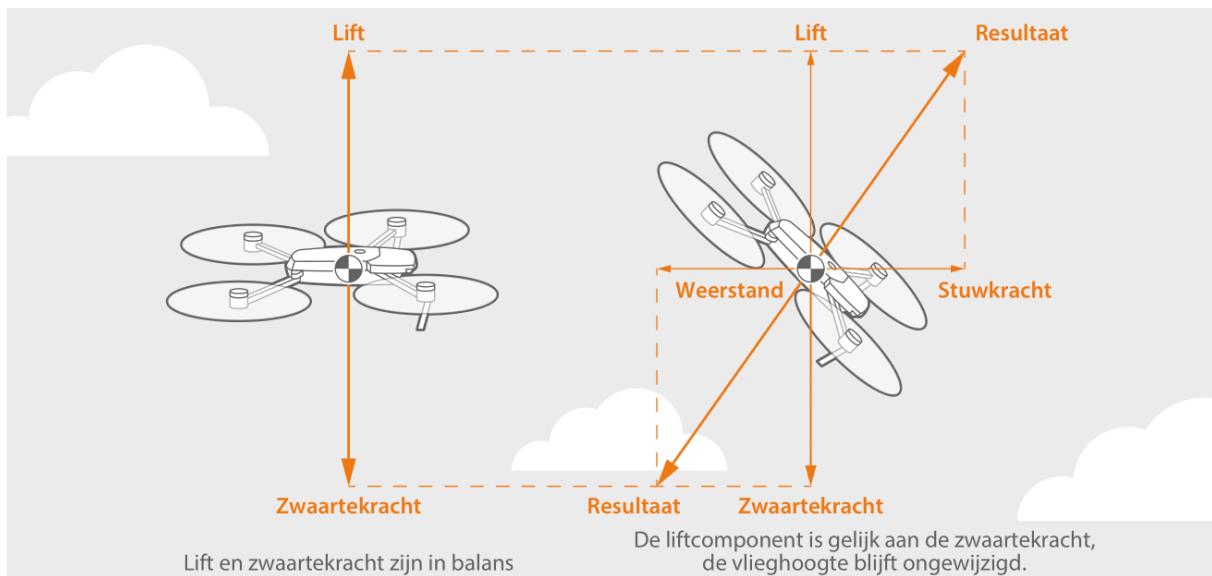
Figuur 3.16 - onderdelen van een helikopter.

Een helikopter is veel ingewikkelder dan een vaste vleugel vliegtuig. Maar de principes van het vliegen zijn hetzelfde. De rotorbladen werken net zoals de vleugels van een vliegtuig: als er lucht over stroomt produceren ze draagkracht. Het verschil is alleen dat de luchtstroom nu wordt opgewekt door de vleugels (rotorbladen) te laten draaien, in plaats van het hele vliegtuig te laten bewegen.

3.8.1. Hoofdrotor

De hoofdrotor zorgt voor de draagkracht. Om meer draagkracht te produceren, zodat de helikopter klimt, verstelt de piloot de hoek van de rotorbladen.

De hoofdrotor heeft een tuimelplaat (swash plate) om de invalshoek (en dus de draagkracht) van de rotorbladen te veranderen over een deel van de rotatie. Als de piloot de draagkracht aan de achterkant van de helikopter vergroot, kantelt deze naar voren en beweegt de helikopter naar voren (een multirotor drone heeft geen tuimelplaat, maar wordt bestuurd door de rotors met verschillende snelheden te laten draaien).



Figuur 3.17 - de hoogte handhaven als de multirotor onder een hoek staat.

3.8.2. Staartrotor

Als de motor de hoofdrotor aandrijft gaat die draaien. Maar de motor en de romp van de helikopter willen dan in de tegengestelde richting draaien. Dat komt door het reactiekoppel. De staartrotor compenseert dit koppel en zorgt dat de helikopter in een rechte lijn blijft vliegen. Bij een helikopter met twee rotors, bijvoorbeeld een Chinook helikopter, draaien deze rotors in tegengestelde richting. Daardoor heffen de koppels elkaar op, net zoals bij een multirotor drone, en is er geen staartrotor nodig.

Algemene kennis over je drone

3.9. Sensors

Bijna alle drones hebben sensors om de piloot te helpen om makkelijk, nauwkeurig en veilig te vliegen. Automatische en intelligente vluchtmodi zijn sterk afhankelijk van extra sensors,

waarmee ze de vlucht zonder ingrijpen door de piloot kunnen uitvoeren. Voorbeelden van sensors:

- Inertial Measurement Unit (IMU): een kleine chip met gyroscopen op drie assen (voor het meten van verdraaiing), en versnellingsopnemers (voor het meten van de lineaire versnelling) op drie assen, en soms ook een kompas. De drone gebruikt de gegevens van de IMU om de beweging en de stand in de lucht te bepalen. Zonder de IMU kan zelfs de eenvoudigste drone niet vliegen. Moderne drones hebben minstens twee IMU's, voor redundantie en een hogere nauwkeurigheid;
- Kompas: meet de richting van het omringende magnetische veld. Omdat de aarde een magnetisch veld heeft kunnen we navigeren met een kompas. Dit magnetisch veld kan onregelmatig zijn. Daar moeten we rekening mee houden. Soms moet je het kompas kalibreren als je gaat vliegen op een nieuwe locatie. Ga je ver van je vorige vlieglocatie vandaan vliegen, kalibreer dan je dronekompas uit voorzorg als onderdeel van de vluchtvoorbereiding;
- Hoogtemeter (altimeter): geeft de hoogte aan waarop je vliegt. De hoogtemeter meet de verandering in luchtdruk gedurende de vlucht. Omdat de luchtdruk lager wordt als je stijgt kan de hoogtemeter de vlieghoogte van de drone meten;
- Nabijheidssensor (proximity sensor): meet de afstand tot de grond. Dit is vooral nuttig bij het opstijgen en landen. Wordt ook gebruikt om obstakels rondom de drone te detecteren;
- Optical flow sensor (optische positieregeling bij DJI drones): meet de zijdelingse beweging van de drone. Hierdoor kan de flight controller de positie van de drone handhaven zonder GPS;
- Indicators (status LED's): geven de status van de drone aan. Voorbeelden: accu-niveau, signaalsterkte, vluchtmodus, te dicht bij een object.



Figuur 3.18 - benaderingssensors.

Algemene kennis over je drone

3.10. Beperkingen van de drone

De weersomstandigheden hebben een grote invloed op het veilig gebruik van een drone. Het weer kan tot grote problemen of zelfs een crash van de drone leiden. Dit is een belangrijk aspect bij het plannen van een vlucht. Je moet altijd rekening houden met de specifieke weersbeperkingen van je drone.

3.10.1. Maximum gewicht/massa

De Maximum Take Off Mass (MTOM) is de maximaal toegelaten totale massa van de drone. Ook bekend als het maximale startgewicht. Dat is inclusief alles wat er aan en op zit zoals de accu en een camera bijvoorbeeld. Deze beperking moet door de fabrikant zijn opgegeven in de gebruiksaanwijzing van de drone. Dat je de gebruiksaanwijzing waarschijnlijk dient te downloaden, en dat deze niet in de verpakking van de drone is bijgesloten, betekent niet dat je niet verplicht bent deze te lezen en te begrijpen.

Als de drone zwaarder is dan de MTOM, levert dat gevaar op bij het vliegen. Of de drone kan zelfs te zwaar zijn om nog op te stijgen. Hoewel je misschien op kleine hoogte kunt vliegen met een overbelaste drone, zal deze onvoorspelbaar reageren op de besturing of onstabiel worden bij wind of turbulentie. De vliegtijd zal sterk verminderen, de motoren kunnen oververhit raken en bij een ongeluk zal de verzekering mogelijk de aansprakelijkheidsschade niet dekken.

3.10.2. Zwaartepunt

Het zwaartepunt / Centre of Gravity, CoG of CG, is het denkbeeldige punt in het luchtvaartuig waar al het gewicht geconcentreerd is. Dit punt kan naar voren en achteren, en naar links en rechts bewegen, afhankelijk van de lading van de drone. Het is van het grootste belang dat de plaats van het zwaartepunt binnen bepaalde grenzen blijft. Als een drone te zwaar is aan één kant (het zwaartepunt te veel naar die kant ligt) zal die niet meer kunnen opstijgen of dusdanig moeilijk bestuurbaar worden dat het gevaarlijk wordt. Deze begrenzing is het zwaartepuntbereik (CG envelope). Deze verschilt per drone. Daarom dien je de handleiding te hebben gelezen van elke drone waar je mee vliegt.

3.10.3. Wind

De handleiding van de drone geeft de weersbeperkingen aan. Eén daarvan is de maximale windsnelheid. Wind heeft een grote invloed op de grondsnelheid van de drone. Bij tegenwind zal de grondsnelheid lager zijn en bij staartwind hoger. Bij zijwind moet je de drone naar de wind kantelen (multirotor) of moet je de koers bijstellen (vaste vleugel) om het wegdriften van de gewenste koers te voorkomen.

Als de windsnelheid hoger is dan de beperking van de drone, zal je problemen ondervinden. Het besturen van de drone wordt bijvoorbeeld moeilijker of onmogelijk, wat tot een 'fly-away' kan leiden. Bij sterke wind moeten de motoren harder werken. Daardoor kunnen ze oververhit raken en uitvallen. Als de motoren harder werken, gebruiken ze meer energie en zal de accu sneller leegraken.

Bij het vliegen dicht bij obstakels (gebouwen, dijken, heuvels, bergen) moet je, zoals eerder genoemd, rekening houden met turbulentie. Als de wind rond een obstakel blaast krijg je turbulente lucht. Dit kan leiden tot onvoorspelbaar gedrag van je drone.

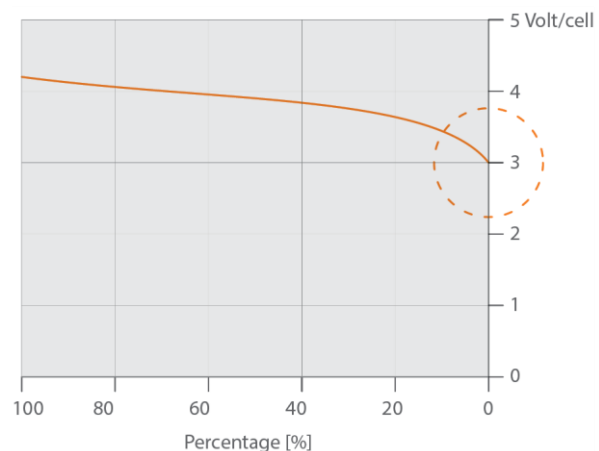
3.10.4. Temperatuur

De temperatuurbependingen in de handleiding van je drone geven de minimum- en maximumtemperatuur aan. Als je daarbuiten gaat vliegen kan dat leiden tot beschadiging van je drone en een onveilige vlucht. Elektronische onderdelen zijn gevoelig voor hoge temperaturen. Het blootstellen van elektronica aan hoge temperaturen kan leiden tot storingen of zelfs brand.

De temperatuur is vooral van invloed op de accu's. Als de accu te koud is kan die niet genoeg vermogen leveren om veilig te vliegen met een drone. Sommige drones meten de accutemperatuur en stijgen niet op als de accu te koud is.

3.10.5. Accu's

De meeste drones hebben een indicatie van de resterende accucapaciteit. Vaak gaan ze automatisch landen bij een in te stellen restpercentage of keren ze terug naar het punt waar ze zijn opgestegen (return to home) als de (ingestelde) resterende accucapaciteit te klein wordt.



Figuur 3.19 - ontladingscurve.

Algemene kennis over je drone

3.11. Besturen van een drone

3.11.1. Opstijgen

De meeste drones moeten geactiveerd (armed) worden voordat je kunt opstijgen. Dit wordt uitgelegd in de gebruikershandleiding.

Multirotors en helikopters:

- Start de motor(en);
- Verhoog het vermogen tot je kunt opstijgen (standaard Europa: linker stick omhoog);
- Regel de stand voor/achter (stampen, pitch) en links/rechts (rollen, roll) zodat de drone stabiel is (standaard Europa: rechter stick in alle richtingen).

Vliegtuigen met vaste vleugels:

- Start de motor;
- Verhoog het vermogen tot vol (standaard: linker stick);

- Als je voldoende luchtsnelheid (airspeed) hebt, trek je de neus van de vaste vleugel drone naar boven om op te stijgen (standaard: rechter stick).

3.11.2. Gedurende de vlucht

Het beheersen van de stand (als de drone in verschillende richtingen wijst) is een van de belangrijkste vaardigheden die je moet leren. Dit geldt zowel bij het handhaven van een vaste positie (hover) als bij het vliegen van patronen.

Multirotor en helikopters:

- Oefen het handhaven van een positie boven een bepaald punt met het telkens subtiel bijstellen van de rechter stick. Handhaaf een constante hoogte door het vermogen steeds aan te passen totdat er balans ontstaat tussen de opwaartse en neerwaartse krachten;
- Als je patronen en manoeuvres vliegt, moet je op elk moment kunnen stoppen, bijvoorbeeld om een obstakel te vermijden. Dat is ook van invloed op de snelheid waarmee je vliegt.

Drones met vaste vleugels:

- Verzeker dat je altijd een veilige luchtsnelheid hebt. Bij normaal vliegen heb je geen vol vermogen nodig, maar als je de drone te langzaam vliegt is er risico op overtrekken en neerstorten. Je moet het juiste vermogen vinden, en dat verschilt voor elke vaste vleugel drone;
- Oefen met het maken van bochten, door de bocht in te rollen en de neus iets naar boven te trekken om de hoogte te handhaven. Lukt dit aardig, volg dan eens een van te voren gepland patroon met rechte stukken en bochten.

3.11.3. Landen

Het landen van een drone is meestal het moeilijkste aspect van het vliegen. Plan de afdaling zorgvuldig, en houd de drone stabiel tijdens de benadering van de landingsplaats. Vooral multirotors hebben de neiging onstabiel te worden bij (te) snel dalen. Laat je daardoor niet verrassen en verminder indien mogelijk de afdalingssnelheid.

Multirotors en helikopters:

- Keer terug naar de landingsplaats, handhaaf je positie daarboven;
- Verminder het vermogen om te dalen, houd de drone stabiel middels de rechter stick;
- Schakel de motor(en) direct na de landing uit.

Drone met vaste vleugels:

- Kies de landingsplaats zo dat de drone met de neus in de wind vliegt bij het landen;
- Lijn de drone uit met de landingsplaats (landingsbaan), verminder het vermogen, laat de neus iets zakken om de daling in te zetten;

- Vlak voor de landing trek je het vermogen geheel terug (stationair) en land je de drone voorzichtig, met correcties via de rechter stick.

Na de landing kun je de drone uitschakelen of je op de volgende vlucht voorbereiden.

Algemene kennis over je drone

3.12. Veiligheidsvoorzieningen

3.12.1. Failsafe

Als de ontvanger in de drone geen signaal meer ontvangt van de zender wordt de voorgeprogrammeerde failsafe actief. Naast een te laag accuniveau is dit de meest voorkomende reden dat de failsafe modus geactiveerd wordt. Flight controllers hebben vaak zeer uitgebreide failsafe mogelijkheden. Bijvoorbeeld:

- Automatisch landen op de huidige locatie;
- Blijven hoveren op de huidige locatie totdat de accucapaciteit dat niet meer toelaat;
- Vlieg terug naar de opstijglocatie (return to home) en zet vervolgens automatisch de landing in.

Je kunt de failsafe modus ook handmatig activeren. Het is aan te raden de schakelaar hiervoor een bepaalde kleur te geven en anderen waarmee je vliegt te vertellen welke schakelaar dit is en welke failsafe modus er is gekozen. Je moet de failsafe modus namelijk voorafgaand aan de vlucht kiezen, afhankelijk van de omstandigheden. Bij de meeste drones doe je dit in het settings/instellingen menu. De standaardinstelling is doorgaans return to home, maar soms is het direct landen of de positie handhaven.

Return to home

Dit is de meest gebruikte failsafe modus voor drones. Als deze wordt geactiveerd, stijgt of daalt de drone naar een vooraf bepaalde hoogte en vliegt dan in een rechte lijn terug naar de plaats van opstijgen (home point). Het is aan te raden de return to home hoogte zo in te stellen dat deze 15 tot 20 meter hoger is dan het hoogste obstakel tussen de piloot en de drone. De drone blijft doorgaans standaard een halve minuut op die positie hoveren en daalt dan voor de landing. Bij de meeste drones is het home point de plaats van opstijgen. Maar je kunt dit ook zelf instellen. Tijdens de vlucht kan je in veel gevallen het home point updaten, waarbij de huidige vlieglocatie dan het home point wordt. Meer geavanceerde drones hebben ook de mogelijkheid de zender als home point in te stellen. Dat is vooral handig als je opstijg- en landingsplaats beweegt, zoals op een boot.

Bij een drone met vaste vleugels moet je van te voren meer plannen, want die kunnen niet op een plaats blijven hangen. Meestal dien je dan de landing zelf te programmeren. Hierbij moet je bomen en andere obstakels vermijden. Je kunt de vaste vleugel drone ook programmeren om te dalen tijdens het wachten (loitering) als er genoeg ruimte is.

Direct landen

Als je binnen, in een gebouw vliegt, is dit waarschijnlijk de beste optie. Bij direct landen zal de drone onmiddellijk dalen en op de huidige positie landen. Denk eraan dat als je vliegt zonder een betrouwbaar GPS-sigitaal of ander positioneringssysteem (bv. Vision positioning

op DJI drone) de drone de positie niet kan weten en dus niet kan handhaven. Tijdens het landen zal de drone dan waarschijnlijk blijven bewegen in de richting waarin het vloog toen de failsafe werd geactiveerd. Let daar dus in het bijzonder op als je binnen handmatig de failsafe modus wilt inschakelen. Direct landen met een vaste vleugel drone betekent dat deze eerst in cirkels gaat vliegen. Tijdens het vliegen van die cirkels daalt de drone tot deze geland is.

Hover (multirotor en helicopterdrone)

Bij deze optie stopt de drone in de huidige positie en blijft daar hangen tot er weer een signaal wordt ontvangen en een nieuwe opdracht wordt verstuurd. Als de resterende accucapaciteit tot een bepaald punt terugvalt (doorgaans minimaal 15%) zal de drone overgaan tot de procedure voor een directe landing.

Cirkelen (vaste vleugel drone)

Omdat een toestel met vaste vleugels luchtsnelheid nodig heeft om draagkracht op te wekken, kan het niet op een vast punt blijven hangen. In plaats daarvan vliegt het in cirkels. Dit heet 'loitering'. De drone blijft dit doen tot de verbinding hersteld is of er een directe landing gemaakt moet worden omdat de accu bijna leeg is.

3.12.2. Nabijheidssensor

Met een nabijheidssensor (proximity sensor) krijgt de drone meer functies en kun je veiliger vliegen. De meeste nabijheidssensors zijn ultrasoon. Deze sensors werken het best bij harde oppervlaktes zoals beton. Bij gras en dergelijke kan het signaal worden geabsorbeerd en zal de nabijheidssensor minder effectief zijn.

Deze sensors kunnen de afstand tot de grond meten. Dit is vooral nuttig bij het opstijgen en landen. Ze worden ook gebruikt om obstakels rondom de drone te detecteren en op basis daarvan automatisch in te grijpen als dit zo is ingesteld.



Figuur 3.18 - benaderingssensors.

3.12.3. Geo-fencing

Op basis van de GPS-informatie die de drone ontvangt, kunnen bepaalde gebieden zoals no-fly zones geactiveerd worden zodat de drone daar niet kan opstijgen. Dit wordt in het algemeen geo-fencing genoemd. In de EASA regels wordt gesproken over 'geobewustzijnssystemen' en 'geo-awareness systems'. Geo-fencing kan je ook waarschuwen als je bijvoorbeeld dicht bij gevoelige zones vliegt, of kan de drone laten landen als je te dichtbij komt.

De databases met de no-fly zones worden regelmatig bijgewerkt. In de handleiding van je drone kun je lezen hoe je deze kunt updaten, als dat kan. Meestal zoekt de software automatisch naar updates en geeft je een waarschuwing als je een oude versie gebruikt. Dan kan je kiezen te updaten, echter soms is updaten verplicht.

3.12.4. Hoogte- en afstandsbeperkingen

Je kunt meestal hoogte- en afstandsbeperkingen, vergelijkbaar met geo-fencing, instellen op je drone. In de handleiding lees je hoe je dat doet, meestal via het instellingen menu van je drone. De standaard maximumhoogte voor alle vluchten is 120 meter. Maar soms is het veiliger een lagere hoogte in te stellen, bijvoorbeeld als je verwacht dat er andere gebruikers van het luchtruim zijn, de maximale vlieghoogte op jouw locatie lager is of als bijvoorbeeld jouw vlucht niet hoger hoeft te zijn dan 50 meter.

3.12.5. Detect and avoid systemen

Sommige drones zijn al voorzien van 'detect and avoid' systemen. Hiermee kunnen ze objecten detecteren en dan hun beweging stoppen en beperken om botsingen te voorkomen. Deze techniek wordt steeds verder ontwikkeld. In de toekomst zullen drones in staat zijn andere luchtvaartuigen te detecteren en ze automatisch te vermijden.

3.12.6. Identificatie op afstand

Deze elektronische systemen zenden informatie uit over de drone, de eigenaar en/of de piloot. De overheid kan deze informatie gebruiken om te bepalen of een drone in een bepaald gebied mag vliegen. Indien nodig moet de identificatie worden geactualiseerd om de juiste informatie te geven. Dit wordt beschreven in de handleiding van de drone. Meestal doe je dit via het instellingen menu van de drone.

3.12.7. Indicators en waarschuwingen

Als je met een drone vliegt moet je informatie krijgen over de status daarvan. Voorbeelden: resterend accuniveau, signaalsterkte, en zelfs of je te dicht bij een object komt.

De meeste drones zijn voorzien van een status LED (lamp) die belangrijke informatie aan de piloot doorgeeft door van kleur te veranderen en te knipperen. Soms kun je de kleuren zelf programmeren, maar meestal zijn die voorgeprogrammeerd en beschreven in de handleiding. De zender kan ook indicators hebben om waarschuwingen te geven. Vaak gebeurt dat met een zoemer in plaats van een LED, zodat je naar de drone kunt blijven kijken. Bij sommige zenders kan je ook gesproken instructies en waarschuwingen aanzetten, doorgaans zijn die in het Engels.

Functies van indicators en waarschuwingen:

- Resterend accuniveau
- GPS signaalsterkte en aantal ontvangen satellieten
- Sterkte van het besturingssignaal (RSSI)
- Vluchtmodus
- Failsafe
- Vlieghoogte
- Afstand tot de piloot
- Snelheid



Figuur 3.20 - voorbeelden van status en navigatie verlichting.

Algemene kennis over je drone

3.13. Veiligheidsaspecten

Als piloot op afstand moet je altijd controleren of de drone in goede staat verkeert en of je alle benodigde apparatuur bij je hebt (drone, camera, accu's, enz.) voordat je gaat vliegen.

3.13.1. Lading

Voor en na elke vlucht moet je de drone even controleren: is er zichtbare schade, zitten alle onderdelen vast, is de accu goed aangesloten, zijn de propellers beschadigd, enz.

Als de drone een verwijderbare lading (payload) heeft dan is het heel belangrijk om te controleren of die goed vast zit. Als de lading tijdens de vlucht losraakt zou dit de stabiliteit van de drone ernstig kunnen bedreigen omdat het zwaartepunt verandert. Ook zou de lading iemand op de grond kunnen verwonden.

3.13.2. Gevaar van draaiende propellers

De propellers van een drone zijn meestal gemaakt van koolstofvezel, kunststof of hout. De randen kunnen scherp zijn en als ze snel draaien kunnen ze leiden tot ernstige verwondingen. Sommige mensen hebben diepe snijwonden of permanent oogletsel opgelopen door propellers.

3.13.3. Veilig omgaan met accu's

De meeste drones hebben lithium accu's. Deze accu's kunnen veel energie opslaan, hebben een laag gewicht, en kunnen snel worden ontladen zonder beschadiging. Doorgaans worden dit soort accu's in de spreektaal lipo's genoemd, of lipo accu's. Lipo is de afkorting voor 'lithium-polymeer'.

Het nadeel van dit soort accu's is dat ze bij onjuist gebruik kunnen ontbranden of zelfs exploderen. Als een lithium accu beschadigd wordt (door vallen, een harde landing, enz.)

dan is het wel zo veilig minstens een half uur uit de buurt van die accu te blijven. Daarna kun je voorzichtig kijken hoe ernstig de schade is. Zie je dat er een flinke beschadiging is, bewaar dan de accu minimaal 12 uur op een veilige, droge plek waarbij deze kan ontvlammen zonder verdere schade te veroorzaken (garage of kelder). Het kan tot wel 12 uur duren voordat een lithium accu spontaan ontbrandt nadat er zuurstof in de accucellen is doorgedrongen. Bij het ontvlammen van een dergelijke accu ontstaat er dikke, witte rook. Adem deze rook niet in. Dit kan longoedeem veroorzaken en, al is dat nog niet wetenschappelijk aangetoond, zeer kankerverwekkend zijn. Ventileer dan de ruimte direct goed. Vergeet niet dat dit soort accu's óók vaak in je zender zitten.

Lithium accuspanning

Lithium accu's zijn zeer gevoelig, waarvan de spanning tussen twee uitersten moet blijven. Een enkele lithium cel heeft een nominale (gemiddeld) spanning van 3,7 V. Deze mag bij laden nooit de 4,2 V overschrijden of bij ontladen beneden de 3 V komen. De minimum spanning van een LiPo is niet exact te geven. Sommige kunnen veilig tot 3V worden ontladen, andere raken beschadigd. Het is daarom verstandig een veiligheidsmarge te gebruiken. Over het algemeen wordt dan een minimum waarde van 3,5 V aangehouden.

Lithium accu's opladen

Je dient lithium accu's altijd op te laden met een geschikte lader en je moet de handleidingen van de accu's en de lader lezen. Laad accu's nooit op met een hogere laadstroom dan aanbevolen door de fabrikant. Als de laadstroom te hoog is kunnen de accu's worden beschadigd of ontvlammen.

Laad accu's altijd op bij kamertemperatuur. Laad nooit accu's op die erg koud (onder 0 graden) of warm (heter dan 45 graden) zijn, om beschadiging van de accu's te voorkomen.

Accu's opslaan

Lithium accu's moeten in een speciale zak (battery bag of lipo bag) worden opgeslagen, bij kamertemperatuur en op een droge plek. De grenzen van de opslagtemperatuur staan in de accuhandleiding en zijn vaak tussen -20° en +30°C.

Bij voorkeur wordt een accu opgeslagen met ongeveer 60% lading. Als de spanning in het midden van het bereik ligt zal de accu minder snel worden beschadigd doordat de spanning beneden het minimum valt. Als je de accu volledig geladen opslaat betekent dit dat bij een probleem de accu de maximale hoeveelheid energie afgeeft. Opslaan bij 60% lading betekent dat er minder energie is en de accu stabiel is.

Accu's verliezen langzaam lading tijdens de opslag. Dit wordt zelfontlading genoemd. Daardoor kan een opgeslagen accu te diep ontladen worden en eventueel beschadigen. Dus als je een accu een paar maanden niet gebruikt moet je die tussentijds controleren en indien nodig bijladen.

Reizen met accu's

Als je accu's in je eigen voertuig transporteert moet je ze beschermen tegen beschadiging. Het is aan te raden ze in de genoemde speciale accuzakken te doen.

Extra informatie

Er zijn beperkingen op het meenemen van lithium accu's in een vliegtuig. Zowel de ICAO en de IATA (International Air Transport Association) hebben regels en richtlijnen gepubliceerd (support). Luchtvaartmaatschappijen hebben ook hun eigen regels. Soms zijn die strenger dan die van de ICAO en IATA.

Algemene kennis over je drone

3.14. Onderhoud

Een veilige en efficiënte operatie hangt af van doelmatig onderhoud. Het onderhoud wordt meestal in detail beschreven in de handleiding van de drone.

De drone moet worden onderhouden volgens de voorschriften van de fabrikant. Deze specificeren onder ander de frequentie van het onderhoud, het aantal uren of vluchten waarna bepaalde onderdelen moeten worden gecontroleerd, schoongemaakt of vervangen.

Als je een hobbyist bent doe je meestal zelf het onderhoud. Maar zelfs als iemand anders het onderhoud doet van jouw drone, heb jij als piloot op afstand nog steeds de eindverantwoordelijkheid voor de drone tijdens de vlucht.

3.14.1. Software updates

Het updaten van de firmware en software kan nuttig zijn. Dit kan fouten (bugs) verhelpen, de nauwkeurigheid verhogen en nieuwe functies toevoegen. Maar updates kunnen de werking en vliegeigenschappen van de drone aanzienlijk veranderen. Als er een nieuwe update is, dan is het aan te bevelen enige tijd te wachten. Dan kun je bij andere gebruikers, via social media, of de fabrikant vragen of die update veilig is. Na een update is het verstandig de drone eerst zo veel mogelijk op de grond te testen, in een veilige omgeving. Zo kun je nagaan of alles juist werkt voordat je een testvlucht maakt.

DATE	REASON FOR MAINTENANCE	WORK DONE	PARTS REPLACED	SYSTEM TESTED (Y/N)	NOTES	TECHNICIAN NAME
08/04/2019	changed landing gear tube mounts	Removed landing gear and replaced damaged parts and screws	landing gear tube mount landing gear tube	Y	Screws replaced if damaged found or checked in hand	THOMAS DEARLE
18/04/2019	DTC cylinderage 2 upgrade	All wires checked for damage Hue MS wire was replaced All other wires found satisfactory	HUE MS WIRE (ESC MOTOR)	Y		THOMAS DEARLE
08/04/2019	16 motor very hot after short flight	Removed DTC DUAL W. VIDEO TX Sensor 2, DTC OSD HALL ADDED: LRS 2.1.1; DTC CAN BUS		Y		THOMAS DEARLE
20/04/2019	20 cycle run-in	Checked all wiring & blades checked all components as per the manual	NO PARTS (EXCEPTOR)	Y		THOMAS DEARLE
				Y	all temps satisfactory	

Figuur 3.21 - onderhoudslogboek.

Operationele procedures en planning

Online theoriemodule EASA Categorie Open - A1/A3

Een drone-operatie omvat veel aspecten en begint lang voordat de drone opstijgt. Je moet elke operatie of vlucht in detail voorbereiden om te verzekeren dat deze veilig, efficiënt en toegestaan is.

Operationele procedures en planning

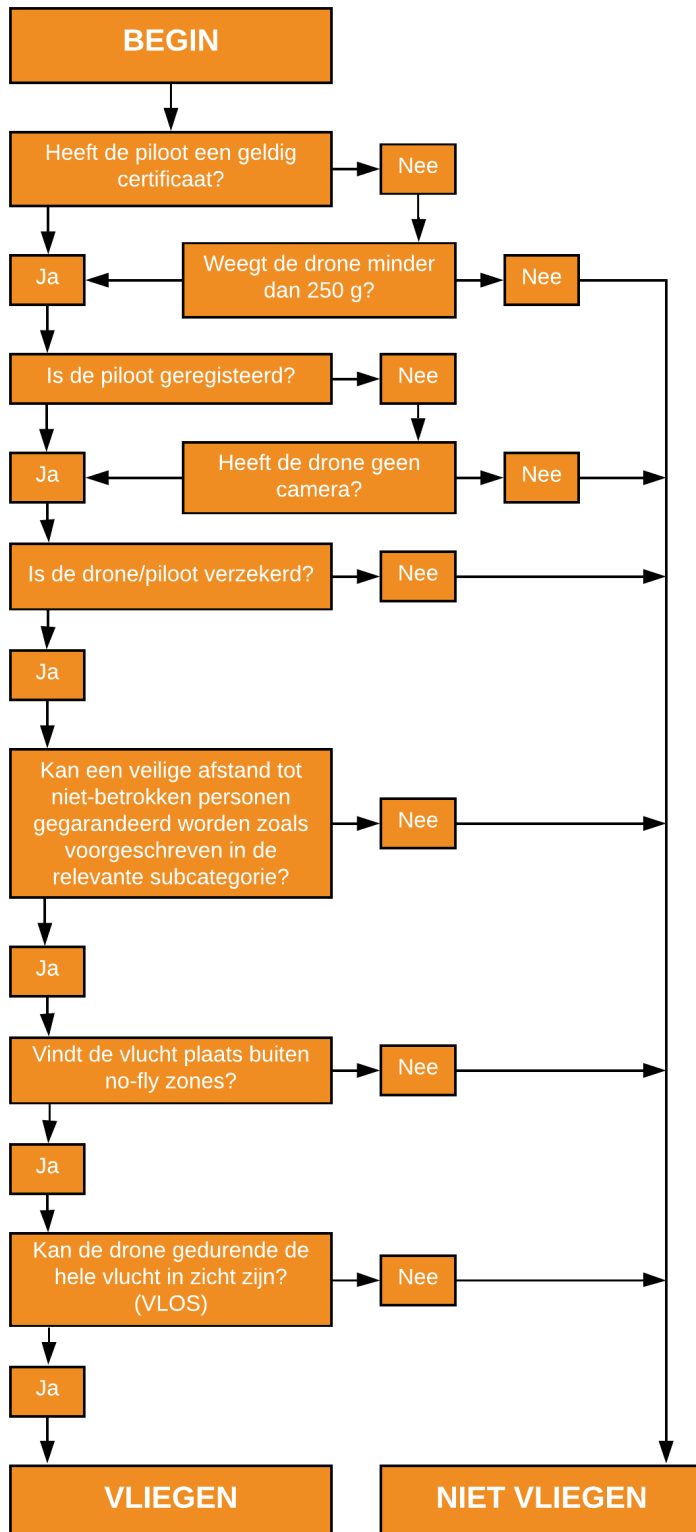
4.1. Piloot op Afstand

De hele vlucht wordt van begin tot eind beheerst door de piloot op afstand (POA). Hij of zij bedient de zender en bestuurt hiermee de drone. De POA geeft ook aanwijzingen aan de payload- operator (indien er een payload is, doorgaans een via een tweede zender te bedienen camera) en de waarnemer (in sommige gevallen verplicht, zoals eerder besproken).

Als dronepiloot omvatten je taken onder andere:

- Het vliegen van de vlucht volgens de regelgeving voor de Categorie Open;
- Het leiden van het team;
- Continu de veiligheid van het team, de eventuele opdrachtgever en omstanders verzekeren;
- Altijd weten wat de status van de drone is;
- Voortdurend volledige beheersing over de drone hebben;
- De weersverwachting bestuderen om te beslissen of je de vlucht kunt beginnen of voortzetten;
- Binnen de beperkingen van de drone vliegen (massa, zwaartepunt, vluchtduur, enz.);
- Binnen je eigen beperkingen blijven (vaardigheden, VLOS, IMSAFE);
- Verzekeren dat de drone goed is onderhouden voordat je aan de vlucht begint;
- Alles bij de hand houden wat je nodig hebt voor een veilige operatie (documentatie, afzettingen, brandblusser, lokale telefoonnummers hulpdiensten, persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM), enz.);
- Alles op de grond dat van invloed kan zijn op de vlucht in de gaten houden (obstakels, voertuigen, mensen, een vrije opstijg- en landingsplaats, enz.);
- Alles in de lucht dat van invloed kan zijn op de vlucht in de gaten houden (verandering in de weersomstandigheden, andere drones, bemande luchtvaart, groepen vogels, enz.);
- Controleren van de verbinding tussen de zender en de drone (geen storing door andere zenders, weersomstandigheden, KP-index, enz.);
- Voldoen aan alle wet- en regelgeving;
- Rekening houden met de privacy van andere mensen.

Als piloot kun je in een situatie komen dat het veiliger is de wet- en regelgeving te schenden dan er aan te voldoen. Dat mag, maar dan moet je wel goed kunnen uitleggen waarom je de regels geschonden hebt.



Figuur 4.1 - voorbereiding van een vlucht.

Operationele procedures en planning

4.2. Waarnemer

Onder sommige omstandigheden moet je met een waarnemer vliegen. Die helpt je bij verschillende taken gedurende de hele vlucht. Deze zijn onder andere:

- Het verbeteren van je situational awareness;
- Helpen bij het bewaren van de directe zichtlijn (VLOS);
- Verzekeren dat de landingsplaats leeg en veilig is voor de landing;
- Inschatten van de afstand tussen de drone en obstakels en niet-betrokken personen;
- Observeren van de bewegingen van niet-betrokken personen en ze indien nodig op de hoogte stellen van de operatie.

Om veilig en efficiënt te werken met de waarnemer moet je goed met elkaar kunnen communiceren. Van te voren moet je afspreken hoe je dat doet en wat je doet in bepaalde situaties. Maar goede communicatie is waardeloos als je niet afspreekt hoe je bepaalde dingen gaat benoemen of bedoelt.

Voorbeeld: is 'rechts' gezien vanaf de piloot rechts? Vanaf de waarnemer rechts? Vanuit de drone rechts? Of vanuit het camera-gezichtspunt rechts? Er is geen goed antwoord. Zolang je maar afspraken maakt binnen je team dat betrokken is bij de vlucht over wat je onderling bedoelt en hoe je dingen benoemt.

Extra informatie

Tip: als je van te voren een bepaalde vliegduur afspreekt en je daarbinnen een bepaald aantal shots wilt maken, kan het handig zijn de waarnemer te vragen om elke 3 minuten de tijd hardop door te geven, zodat iedereen betrokken bij de vlucht en de piloot weet hoeveel tijd er nog is om alles te doen wat gepland is. Loop je uit de tijd, bedenk dan van te voren wat je belangrijkste shots zijn en welke je kan laten vallen. Tijdens de vlucht wil je als piloot niet dat soort afwegingen hoeven te maken. Ga je in elk geval nooit haasten. Daardoor ontstaat stress. En gedurende perioden van stress neemt de kans op ongelukken enorm toe.

Soms is een waarnemer verplicht voor de veiligheid van de operatie, bijvoorbeeld als je vliegt met een FPV (First Person View) bril.

Operationele procedures en planning

4.3. Voorbereiding van de vlucht

Een veilige en efficiënte operatie begint met zorgvuldige voorbereiding. De planning van een vlucht begint lang van te voren. Je moet een hoop dingen doen voordat je opstijgt. Hieronder bespreken we een aantal zaken die van belang zijn bij het plannen van een vlucht en het voorbereiden op de vlieglocatie. Daarnaast dien je natuurlijk altijd na te gaan of er nog andere dingen zijn die van invloed kunnen zijn op de vlucht.

Op kantoor of thuis begin je met de planning en het maken van een operationeel plan ([support](#)), op basis van:

- AIP (Aeronautical Information Publication) voor informatie over het luchtruim ([support](#));
- Een kaart van het gebied en satellietfoto's (bv. Google Earth) om na te kijken of er wegen, industrieterreinen e.d. in de buurt van de locatie zijn (denk eraan dat de kaarten en foto's mogelijk niet actueel zijn);
- Een kaart/tekening en foto's van de locatie om obstakels zoals bomen en hekken te herkennen;
- Als je in heuvels of bergen werkt: de hoogte van de locatie boven zeeniveau.

Je gebruikt deze informatie om het volgende te bepalen:

- Gebieden waar je kunt vliegen;
- Gebieden die je moet vermijden;
- De meest efficiënte vliegroute voor de operatie;
- Waar je kunt opstijgen en landen;
- Waar je in noodgevallen veilig kunt landen;
- Waar je kunt parkeren bij aankomst;
- Gebieden waar de radioverbinding kan worden beïnvloed door storing (dicht bij hoogspanningsleidingen, windturbines, zenders, zware elektrische apparatuur, grote stalen constructies);
- Welke teamleden je nodig hebt;
- Als er een vliegveld in de buurt van de locatie is moet je nagaan of je hier wel mag vliegen en onder welke voorwaarden;
- Als je in heuvels of bergen werkt: of de hoogte van invloed is op de prestaties van je drone.

4.3.1. Luchtruim

Als eerste kijk je naar de AIS informatie voor het gebied waar je gaat vliegen ([support](#)). Dit omvat:

- No-fly zones;
- Andere relevante gebieden: locaties gebruikt door zweefvliegtuigen, microlights, hanggliders, modelvliegtuigen en parachutespringers;
- Beschermd gebied: broedgebieden, wetlands, natuurgebieden (in Nederland: Natura 2000), enz.

Na het bestuderen van de AIS ga je door met normale kaarten, luchtfoto's en dergelijke en kijk je naar:

- Mogelijke plaatsen om op te stijgen en te landen;
- Snelwegen en andere wegen;
- Spoorwegen;
- Rivieren en kanalen;
- Bebouwde gebieden;
- Industrie;
- Kunstwerken zoals bruggen en sluisen;

- Gebieden waar je niet-betrokken personen kunt verwachten.

4.3.2. Beoordeling van de locatie

Het is altijd verstandig de locatie van te voren te bezoeken om aantekeningen te maken en foto's te nemen. Tijdens het locatiebezoek hou je rekening met de vereisten voor de vlucht (wat je moet doen, wanneer, speciale veiligheidsvereisten, enz.).

Je beoordeling van de locatie moet minstens het volgende omvatten:

- Obstakels: bomen, masten, draden/kabels, spoorwegen, wegen, industriële gevaren, enz.;
- Beperkingen van het zicht: alles wat VLOS moeilijk of onmogelijk maakt;
- Mensen: is er kans op het toestromen van mensen, zijn afzettingen nodig?
- Dieren (boerderijdieren en wilde dieren);
- Oppervlak: horizontaal, hellend, ruw, nat, gras, stoffig;
- Publiek: voetpaden, hekken, privacy;
- Communicatie: heb je zendontvangers/portofoons/walkie-talkies nodig?
- Opstijg- en landingsplaats: veilig en handig;
- Vlieggebied: zijn er gevaren of obstakels?
- Alternatieve landingsplaats: voor het geval dat er niet op de oorspronkelijk geplande plaats geland kan worden;
- Return to home: zijn er obstakels op de route indien return to home geactiveerd wordt?
- Hulpdiensten: bereikbaarheid voor de hulpdiensten;
- Radiostoring: zijn er radiozenders of masten die kunnen leiden tot storing tijdens de vlucht?
- Minimale afstand tot woon-, handels-, industrie- of recreatiezones, zoals vereist voor de betreffende EASA subcategorie.

4.3.3. Niet-betrokken personen

Je dient altijd speciale aandacht te geven aan niet-betrokken personen. Bij het beoordelen van de locatie moet je aangeven waar je dergelijke mensen kunt verwachten en voorkomen dat je over dat gebied vliegt.

In het algemeen kun je de volgende gebieden het beste vermijden:

- Recreatiegebieden
- Wegen
- Fietspaden
- Voetpaden
- Stranden

Als je borden langs de rand van het geplande vlieggebied zet, stel je anderen op de hoogte van je vlucht. Dat vermindert de kans dat mensen onbedoeld te dicht bij de drone komen.

Je moet met het hele team een bespreking of briefing houden waarin je bespreekt hoe je omgaat met niet-betrokken personen. Op sommige locaties heb je extra waarnemers nodig

om omstanders in de gaten te houden of je kunt het gebied markeren met rood/wit lint of pionen. Dat verhoogt zowel de veiligheid als de beveiliging. Een professionele uitstraling zorgt ook voor minder twijfels, bezwaren en eventuele vragen van publiek.



Figuur 4.2 - start- en landingsplaats met afzettingen.

4.3.4. Weersomstandigheden

De handleiding van je drone geeft de vliegbepalingen aan wat betreft wind, temperatuur, regen, enz. Je dient dan nog wel de weersverwachting kort voor de vlucht te controleren en tijdens de vlucht het weer in de gaten te houden. Als je verwacht dat het weer slechter wordt dien je je voor te bereiden op het afbreken van de operatie.

Je dient ook de Kp-index te controleren. Deze wordt meestal voor maximaal drie dagen voorspeld en kan onverwacht veranderen. Zoek deze dus op, kort voordat je gaat vliegen. Via sommige apps kan je de Kp-index continu in de hoek van je smartphone hebben staan ([support](#)).

Er zijn veel bronnen van weerinformatie op het Internet en apps op je smartphone. Controleer altijd meerdere bronnen en vergelijk de verwachtingen om de betrouwbaarste informatie te krijgen. Onthoud welke bronnen het goed hadden en raadpleeg die vaker.

Operationele procedures en planning

4.4. VLOS

Als je de drone continu kunt zien gedurende de vlucht dan is er sprake van VLOS (Visual Line Of Sight). Als je de drone soms niet zelf kunt zien, dan moet je vliegen aan de hand van aanwijzingen gegeven door een waarnemer die de drone wel ziet. Je moet van te voren de vlucht bespreken met de waarnemer en hoe er aanwijzingen worden gegeven. In de meeste

gevallen communiceer je met portofoons/walkie-talkies. Een belangrijk aspect is wat je doet als zowel jij als de waarnemer de drone niet kunnen zien, of als de radioverbinding tussen jullie uitvalt. Bekijk als het mogelijk is tijdens de vluchtvoorbereiding de gebieden waarboven de risico's groot zijn op verlies van zicht en verbinding met de drone, zodat je weet of de ondergrond geschikt is om in een noodsituatie op te landen.

Als je vliegt op een bouwplaats of industrieterrein, dan moet je de frequentie of het kanaal van je portofoons bespreken met de bedrijven die daar op locatie actief zijn. Het kan zijn dat zij deze apparatuur ook gebruiken en dan moet je storing voorkomen.

Operationele procedures en planning

4.5. Nachtvluchten

Als je in het donker vliegt kan het moeilijk zijn VLOS te handhaven. Je drone moet verlichting hebben, met verschillende kleuren links en rechts, zodat je de stand beter kunt bepalen. Ook moet de drone een groen knipperlicht hebben. Afhankelijk van de locatie kan het nodig zijn objecten die de veiligheid van de vlucht beïnvloeden te verlichten. Mogelijk heb je ook extra waarnemers nodig om een veilige afstand te bewaren tot mensen en objecten.

Nachtvluchten zijn niet altijd toegestaan, dus je moet eerst in de plaatselijke regelgeving opzoeken of het mag.

Operationele procedures en planning

4.6. Voorbereiden van de drone

Een controle van de drone op de grond maakt deel uit van de vluchtvoorbereidingen. Werkt het systeem en is het onderhouden volgens de gebruiksaanwijzing of onderhoudshandleiding uitgevoerd?

Vlak voor de vlucht doe je met een checklist een laatste controle van de drone om te verzekeren dat alles goed werkt. Dat omvat meestal het resterende accuniveau, de propellers, verbinding met de zender, de algemene toestand, enz.

Operationele procedures en planning

4.7. Checklists

Checklists (afstreeplijsten) spelen een belangrijke rol bij elke dronevlucht. Ze vormen vaak de laatste beveiliging die een probleem kan voorkomen. De procedures voor elk onderdeel van de vlucht zijn goed doordacht om onveilige situaties te voorkomen. Maar een checklist als laatste stap is een goede manier om dingen op te merken die je per ongeluk hebt overgeslagen of over het hoofd hebt gezien. Net zoals bij de bemande luchtvaart zijn er onderdelen van een vlucht waarbij extra aandacht voor de veiligheid nodig is en die meer vragen van de piloot en de rest van het team. Dan is een checklist essentieel. Ook kan je aan meerdere opeenvolgende checklists iets opvallen, zoals dat er een bepaald onderdeel steeds loszit. Dit kan dan reden zijn dit nader te onderzoeken en de manier van bevestigen te gaan aanpassen, want blijkbaar komt het elke keer weer los.

Tijdens een operatie is het aan te raden dat je alle benodigde checklists bij de hand hebt. Natuurlijk heb je ze van te voren doorgelezen, zodat je ze gemakkelijk kunt invullen. Enkele voorbeelden:

- Embarkation checklist - Inpak checklist (controleer of je alles bij je hebt voordat je van huis of kantoor weggaat);
- Arrival checklist - Aankomst checklist (controleer of er iets onderweg vergeten of beschadigd is);
- Pre-flight checklist - Checklist voorafgaand aan de vlucht (controleer of je veilig kunt vliegen met de drone en of alles goed werkt);
- Post-flight checklist - Checklist na de vlucht (controleer of de drone niet beschadigd is tijdens de vlucht en juist is uitgeschakeld).

Naast bovenstaande lijsten kun je ook je eigen checklist maken om de operatie zo goed mogelijk uit te voeren. Je kunt ook voor de hand liggende dingen opnemen zoals het meenemen van lunch en water, of zonnebrandcrème en je bril.



Figuur 4.3 - pre-flight checklist.

Operationele procedures en planning

4.8. De operatie uitvoeren

Nadat je een hoop tijd achter je bureau heb doorgebracht met de voorbereiding van de vlucht ga je naar de locatie, trek je een reflectieve vest aan en ga je eindelijk vliegen! Omdat je met zoveel dingen rekening moet houden moet je echt checklists gebruiken om te

verzekeren dat je niets over het hoofd ziet. Gedurende de vlucht moet je constant nagaan of de omstandigheden veranderen.

Enkele voorbeelden:

- De wind wordt ineens sterker;
- Iemand parkeert een vrachtwagen op de plek waar je wilt landen;
- De opdrachtgever realiseert zich dat hij niet goed heeft aangegeven welk deel van het gebouw je moet fotograferen;
- Je drone krijgt een technisch probleem;
- De accu's blijken ineens veel minder spanning te geven;
- Als je de operatie goed hebt voorbereid (dat omvat het nadenken over wat er mis kan gaan) dan ben je in staat je aan te passen aan veranderende omstandigheden. Je moet altijd bereid zijn de operatie af te breken als dat nodig is.

Operationele procedures en planning

4.9. Communicatie

In de luchtvaart heeft communicatie niet alleen betrekking op het gebruik van een radio, maar vooral ook op hoe je tijdens een vlucht communiceert met de mensen om je heen.

Het werken in een team is de beste manier om te verzekeren dat je als piloot op afstand niet overbelast wordt doordat je teveel dingen tegelijk moet doen (task saturated). Als er meer mensen in het team zijn die bepaalde taken kunnen uitvoeren dan is het makkelijker je te concentreren op het vliegen van de drone. In je eentje vliegen wordt sterk afgeraden. Dat is omdat als je een drone vliegt het heel moeilijk is tegelijk andere dingen te doen. Daarbij gaat het niet alleen om de beheersing van de drone, maar ook om de reactie van eventuele klanten, ongewenste personen en zelfs kwaadwilligen. Dit nog los van een eventueel te maken shot, inspectie of ander doel waarvoor je de drone in de lucht bracht.

Soms kan de klant helpen bij het uitvoeren van de vlucht. Dan moet je die klant heel goed en duidelijk uitleggen wat je van hem/haar verwacht voor, gedurende en na de vlucht. Je moet ook rekening houden met hoe goed een ongeïmproviseerd persoon dat kan doen. Omdat je mogelijk nog maar net kennisgemaakt hebt met de klant, is het lastig te beoordelen hoe goed deze in dit soort situaties kan communiceren.

Een 'crew briefing' ruim voor de vlucht is altijd een goed idee. De manier waarop je met je team communiceert is daarbij het belangrijkste. Afhankelijk van de omvang van je team, kan het handig zijn iemand te hebben die alleen de taak heeft naast jou als piloot te staan. Anderen kunnen hem/haar dan aanspreken in plaats van jou. Deze persoon kan jou tevens informeren over ontwikkelingen in de directe omgeving. Dat is vooral aan te bevelen als je in een drukke omgeving (bijeenkomsten van mensen) werkt.

Extra informatie

In de bemande luchtvaart is 'authority of control' (wie van de piloten daadwerkelijk vliegt) belangrijk. Veelal zitten er ook twee piloten naast elkaar in de cockpit binnen een bemand, commercieel vliegtuig. Maar 'authority of control' speelt ook bij een drone als er meerdere piloten zijn. Meestal is dat dan bij een training, waar de instructeur een knop op de zender

kan indrukken zodat de student de besturing kan overnemen met een tweede 'les-zender'. Dit overgeven van de besturing moet altijd worden aangegeven door de ene piloot, bijvoorbeeld met "your control" en dan bevestigd worden door de andere, bijvoorbeeld met "my control".



Figuur 4.4 - het overdragen van de besturing van een drone tussen twee piloten.

Operationele procedures en planning

4.10. Samenwerken met ander luchtverkeer

Als er met meerdere drones in hetzelfde gebied wordt gewerkt, dien je van te voren te bespreken hoe je een veilige afstand tot elkaar (separation) verzekert. Als dit bij toeval gebeurt, maak dan contact met het andere team of de andere piloot indien mogelijk (je kan niet altijd zien waar die staat natuurlijk). Het kan dan het beste zijn om op elkaar te wachten met vliegen.

Operationele procedures en planning

4.11. Normale procedures

4.11.1. Opstijgen

Voor het begin van een vlucht controleer je de omgeving om te verzekeren dat anderen op veilige afstand zijn en dat je team klaar is en je spullen compleet zijn. Na het instellen van de failsafe in de software van de drone, en het controleren of er waarschuwingen zijn, kun je de motoren starten. Gebruik checklists op de juiste momenten (voor, tijdens en na de vlucht).

Stijg op en begin met de geplande vlucht. Het is verstandig om direct na het opstijgen de besturing te controleren. Stijg op naar 2 meter boven de grond en bedien de sticks dan om te controleren of ze goed werken.

4.11.2. Gedurende de vlucht

Gedurende de vlucht dien je de drone in zicht te houden (VLOS). Je moet ook een goede 'situational awareness' hebben zoals eerder besproken, letten op ander luchtverkeer en verzekeren dat de situatie op de grond veilig blijft. Als je met een waarnemer werkt kan die jouw 'situational awareness' ondersteunen. Let altijd goed op de hoogte van de drone om te

verzekeren dat je niet hoger vliegt dan toegestaan (dit kan je ook instellen natuurlijk). Let ook op het resterende accuniveau om te verzekeren dat je veilig kun terugkeren en landen.

Zorg dat je tijdens de gehele vlucht beheersing hebt over de drone en dat je obstakels en mensen die in de weg zitten kunt vermijden.

4.11.3. Landen en loggen

Voordat je terugkeert moet je controleren of de landingsplaats veilig en vrij is. Als je met een waarnemer werkt kun je diegene vragen om te kijken of de landingsplaats in orde is.

Als je om een bepaalde reden niet kunt landen op de geplande landingsplaats, dan moet je de drone naar een vooraf bepaalde alternatieve landingsplaats vliegen.

Na de landing stop je de motoren en schakel je de drone en zender uit, of je bereidt je voor op de volgende vlucht. Na de afronding van een vlucht dien je de drone te controleren op beschadiging. Maak indien nodig back-ups van gemaakte foto- en video-opnames.

Tot slot dien je de vlucht te 'loggen'. Je noteert daarbij in een logboek of een ander middel dat je daarvoor wilt gebruiken, minimaal een vluchtnummer, de begin- en eindtijd van de vlucht, wie er vloog, waar je vloog, met welk doel je vloog, de accuspanning vooraf en na de vlucht en eventuele bijzonderheden.

Operationele procedures en planning

4.12. Speciale operationele procedures

4.12.1. Brand of rook

Als de drone in brand vliegt of als er rook uitkomt dien je onmiddellijk:

- Alle andere teamleden te waarschuwen;
- Omstanders te waarschuwen en op veilige afstand te houden;
- De oorzaak van de brand of rook te beoordelen;
- Als de brand/rook van de accu lijkt te komen: blijf dan weg van de rook (ga aan de kant staan waar de wind vandaan komt) en gebruik de brandblusser (klasse D voor een metaalbrand waarbij de temperaturen enorm kunnen oplopen) om te voorkomen dat de brand zich verspreidt (heb je die niet, dan is zand op de brandhaard gooien altijd een goede tussenoplossing, direct nadat de drone is geland en de propellers niet meer bewegen);
- Als de brand/rook niet van de accu komt: koppel de accu dan los indien mogelijk, gebruik de brandblusser (ABC) indien nodig. Als er alleen rook is, zonder vuur, dan zal de rookontwikkeling vaak snel stoppen na het loskoppelen van de accu;
- Waarschuw de hulpdiensten indien nodig;
- Maak foto's van het incident;
- Schrijf een rapport met foto's.

Bij brand is er weinig tijd voor bespreking of coördinatie. Dus je moet vóór de operatie bespreken wat je in geval van brand moet doen. Alle teamleden moeten helpen waar ze kunnen. Dat omvat ook het bellen van de hulpdiensten en het ontruimen van de omgeving als dat nodig is. Lithium accu's kunnen leiden tot ernstige, zeer hete brand, en gevaarlijke

rook veroorzaken. In geval van een ongeluk moeten alle teamleden helpen om verdere verwondingen te vermijden.

