

Syllabus

für **UNO** und **DUE**

(alle Fächer)

Version

Versionierung / Sprache	5.0/ DE
Status	Freigegeben, gültig ab 26.04.2020
Author	SVZD
Änderungen zu Vorversion	Taxonomiestufen, EASA Rules

Syllabus – Ziel & Zweck

Beim Syllabus handelt es sich um eine Inhaltsbeschreibung – ähnlich eines Lehrplans – der durch den Schweizer Verband ziviler Drohnen SVZD zusammen mit Experten erstellt wurde.

Der vorliegende Teil definiert den Fachgebietsumfang, welcher bei der SVZD Zertifizierung geprüft wird. Es handelt sich dabei um eine reine Auflistung von Themen, die der Bewerber gemäss Lernzielbeschreibung beherrschen muss. Der Lehrplan entspricht nicht einem idealen Lektionsaufbau und ersetzt deshalb keinesfalls die Lektionspläne der Fachlehrer.

Inhaltsverzeichnis

10 Luftrecht	Seite 3
20 Allgemeine Luftfahrzeugkenntnis	Seite 5
30 Flugleistung und Flugplanung	Seite 10
40 Menschliches Leistungsvermögen	Seite 13
50 Meteorologie	Seite 15
60 Navigation	Seite 16
70 Betriebsverfahren	Seite 18
80 Grundlagen des Fluges	Seite 22
85 Praxisprüfung Standardprozeduren	Seite 24

Syllabus – Ziel & Zweck

Beim Syllabus handelt es sich um eine Inhaltsbeschreibung – ähnlich eines Lehrplans – der durch den Schweizer Verband ziviler Drohnen SVZD zusammen mit Experten erstellt wurde.

Der vorliegende Teil definiert den Fachgebietsumfang, welcher bei der SVZD Zertifizierung geprüft wird. Es handelt sich dabei um eine reine Auflistung von Themen, die der Bewerber gemäss Lernzielbeschreibung beherrschen muss. Der Lehrplan entspricht nicht einem idealen Lektionsaufbau und ersetzt deshalb keinesfalls die Lektionspläne der Fachlehrer.

Lernzielbeschreibung

Die Lernziele werden den Taxonomiestufen nach Bloom zugeordnet. Die Themengebiete sind im Folgenden pro Stufe UNO / DUE den Taxonomiestufen zugeordnet. Wo keine Taxonomiestufe angegeben ist, ist kein Wissen erforderlich und es gibt zu diesem Thema keine Prüfungsfrage. Es gilt folgendes Raster:

1 – Wissen	Die Lernenden geben wieder, was sie vorher gelernt haben. Der Prüfungsstoff musste auswendig gelernt oder geübt werden.
2 – Verständnis	Die Lernenden erklären z.B. einen Begriff, eine Formel, einen Sachverhalt oder ein Gerät. Ihr Verständnis zeigt sich darin, dass sie das Gelernte auch in einem Kontext präsent haben, der sich vom Kontext unterscheidet, in dem gelernt worden ist. So können die Lernenden z.B. einen Sachverhalt auch umgangssprachlich erläutern oder den Zusammenhang graphisch darstellen.
3 – Anwendung	Die Lernenden wenden etwas Gelerntes in einer neuen Situation an. Diese Anwendungssituation ist bisher nicht vorgekommen.
4 – Analyse	Die Lernenden zerlegen Modelle, Verfahren oder anderes in deren Bestandteile. Dabei müssen sie in komplexen Sachverhalten die Aufbauprinzipien oder inneren Strukturen entdecken. Sie erkennen Zusammenhänge.
5 – Synthese	Die Lernenden zeigen eine konstruktive Leistung. Sie müssen verschiedene Teile zusammenfügen, die sie noch nicht zusammen erlebt oder gesehen haben. Aus ihrer Sicht müssen sie eine schöpferische Leistung erbringen. Das Neue ist aber in der bisherigen Erfahrung oder in der Kenntnis der Lernenden noch nicht vorhanden.
6 – Beurteilung	Die Lernenden beurteilen ein Modell, eine Lösung, einen Ansatz, ein Verfahren oder etwas Ähnliches insgesamt in Hinsicht auf dessen Zweckmässigkeit oder innere Struktur. Sie kennen z.B. das Modell, dessen Bestandteile und darüber hinaus noch die Qualitätsangemessenheit, die innere Stimmigkeit oder Funktionstüchtigkeit. Darüber müssen sie sich ein Urteil bilden, um die Aufgabe richtig zu lösen.



10 Luftrecht – Fach-Beschreibung

In diesem Fach werden die gesetzlichen Grundlagen behandelt. Der Absolvent muss die geltende Gesetzte kennen und wissen, woher er Informationen dazu bezieht. Er muss wissen wie das europäische Recht mit dem schweizerischen verknüpft ist. Daraus folgert er, welche Limiten beim Drohnenflug bestehen, einerseits für die eingesetzten Geräte andererseits für den beflogenen Luftraum. Er kennt die Regeln für die Erfassung und Wiedergabe von Bildern und dem Persönlichkeits-Schutz.

Luftrecht (National und EASA)

Taxonomie

	UNO	DUE
Bundesgesetz über die Luftfahrt (SR 748.0) Bundesaufsicht, Eidgenössische Behörden Verkehrssperren Luftraumstruktur Räumliche Geltung der Gesetze Meldesystem für besondere Ereignisse Haftpflicht gegenüber Drittpersonen Strafbare Handlungen (Verkehrssperren, Übertretungen, admin. Massnahmen)	1	5
Verordnung über die Luftfahrt (SR 748.01) Luftaufnahmen (Art. 80) Abwurf von Gegenständen (Art. 81) Werbung an/mit Luftfahrzeugen (Art. 82) Gewerbemässigkeit (Art. 100)	1	5
Verordnung des UVEK über die Verkehrsregeln für Luftfahrzeuge (SR 748.121.11) Verhältnis zu EU-Recht (Art.1) Abwerfen oder Sprühen (Art. 9)		5
Verordnung des UVEK über Luftfahrzeuge besonderer Kategorien (SR 748.941) «VLK» Bezug zu europäischem Recht SERA Luftfahrzeugregister und Lufttüchtigkeit Start- und Landeort Öffentliche Flugveranstaltungen Gewerbemässigkeit Kategorien Verkehrsregeln Einschränkungen (Sichtkontakt, Flugplatz-Abstand, CTR, Menschenansammlungen) Ausnahme-Bewilligungen Kantonale Vorschriften Haftpflichtversicherung Strafbestimmung	3	5



Datenschutz und Schutz der Privatsphäre

Taxonomie

	UNO	DUE
Bundesgesetz über den Datenschutz (SR 235.1) Grundsatz, Zweck, Anwendbarkeit	1	5
Eidgenössischer Datenschutz- und Öffentlichkeitsbeauftragter (EDÖB) Rechtfertigungsgrund Allgemeinen Datenschutzgrundsätze (Art. 4 ff. DSG) Transparenz-Prinzip Verhältnismässigkeits-Prinzip Zweckbindungs-Prinzip Treu und Glauben Zweckbindung Einhaltung der besonderen Voraussetzungen bei der Bekanntgabe von Personendaten ins Ausland Mildere Massnahmen Anonymisierung Datensicherheit	1	5

EASA Regulations

Taxonomie

	UNO	DUE
EASA Rules on UAS Categories of UA operations . OPEN, SPECIFIC and CERTIFIED OPEN category subcategories (A1, A2, A3) UAS categories (C0, C1, C2, C3, C4)	3	3
EASA Rules on UAS Manufacturer requirements for C0-C6 SPECIFIC operations SPECIFIC standard scenarios STS Competent authority Light UA Operator Certificate (LUC) Vorfall und Unfallmeldung	3 5	3 5
EASA Acceptable Means of Compliance (AMC) EASA Guidance Material to Part-UAS	3	5
SERA (Standardized Rules of Air) Grobfahrlässigkeit Pilot in Command	3	5



20 Allgemeine Luftfahrzeugkenntnis – Fach-Beschreibung

Dieses Fach beleuchtet die Aspekte des Drohnensystem-Aufbaus. Die Angaben beziehen sich grösstenteils auf rotorbetriebene Fluggeräte (Drehflügler / Multikopter). Starrflügler-Piloten müssen sich daher vor der Prüfung mit der Drehflügler-Technologie bekannt machen.

Nebst der Drohnen-Struktur werden auch Fragen zum Antrieb, Energieversorgung, elektronischen Komponenten, Sensorik, Control-Link-Technologie, Control-Station-Technologie sowie Werkstoffe behandelt.

Struktur und Systeme

Taxonomie

	UNO	DUE
Aufbau Allgemeine Bauformen Basic Bauformen Steuerflächen Arten (Drehzahlgesteuert, Anstellwinkelgesteuert, Kategorien und Bezeichnungen von Drehflügler-Typen (Helikopter, Gyrokopter, Multikopter)	1	5
Konstruktion Strukturelle Komponenten und Materialien Belastungen (g-Belastung) Strukturelle Limitationen und Beschädigungen		3
Rotoren und Propeller Zwei und mehrblättrige Rotoren und Propeller Massangaben Kräfte und Belastungen Beschädigungen	1	5
Steuersysteme Primärsteuerung beim Multikopter Flight Controller (FC) Fluglage-Regelung Regelkreise (PID)	1	5



Elektrotechnik

Taxonomie

	UNO	DUE
Grundlagen Der Stromkreis Spannung, Stromstärke, Widerstand Schematischer Aufbau Gleichstrom (DC) Elektrische Leistung Energie		4
Stromquellen Arten und Eigenschaften (NiMh, LiPo) Kapazität Innenwiderstand		4
Energieverteilung Kabel (Werkstoff, Querschnitt) Steckverbinder (Eigenschaften, Materialien, Limitationen) Lötstellen		4
Elektrische Signalverarbeitung Analoge Signalübertragung Digitale Signalübertragung Unterschiede Analog / Digital Störeinflüsse und deren Auswirkungen Digital-Technik Begriffe (Bit, Byte, Datenrate, Latenz)		4
Sensoren Beschleunigungs-Sensoren Elektronischer Kompass Globaler Navigationsatellitenempfänger (GPS, GLONASS, Galileo, Beidou) Höhenmesser barometrisch Optische Sensoren (optical flow, Stereo, Laser) Ultraschall-Sensoren Radar-Sensoren Temperatur-Sensoren	1	4
Radio-Technik Funkwellen-Ausbreitung (Frequenz-Einfluss, Abschattung, Reichweite) Störeinflüsse Funk-Leistung, Limiten Antennen-Richtcharakteristik Frequenzbänder, gesetzliche Limiten Verbotene Geräte, BAKOM	1	4



Akku-Technologie

Taxonomie

	UNO	DUE
Lithium Polymer Akku LiPo-Akku-Technologie LiPo-Akku Ladevorgang LiPo-Akku Entladung, Einflüsse LiPo-Akku Limitationen I_{max} , U_{max} , Temperatur, Innenwiderstand LiPo-Akku Kapazität LiPo Akku Alterung Gefahren im Umgang mit Akkus (LiPo, Allgemein)	1	5

Antriebe

Taxonomie

	UNO	DUE
Bürstenlose Elektromotoren und Regler Funktionsweise (Drehfeld) Aufbau (Spulen, Permanentmagnete) Innenläufer, Aussenläufer Motorregler für bürstenlose Elektromotoren ESC Kenndaten (I_{max} , U_{max} , BEC)	1	4



Fernsteuerung, Control Station

Taxonomie

	UNO	DUE
Grundlagen Bedienung mit Kreuzknüppeln (Steuerachsen, Steuerkanäle) Steuer-Mode	3	5
Konfiguration Exponential-Funktion Antrieb Start / Stop (Arming, Combination Stick Commands CSC) Flug-Modus (P- / A- / S- / F-Modus)	3	5
Autonome Flugprogramme selbständig von der Drohne durchgeführte Flugprogramme Start und Stop verschiedene Autonome Programme Geofencing	3	5
Aufteilung der Steuerfunktionen auf mehrere Personen Dual-Operator-Mode (Pilot & Nutzlast-Operator)	1	5

Notfall-Systeme Flight Termination System (FTS)

Taxonomie

	UNO	DUE
Grundlagen Zweck, Einsatzbereich Redundanz (Sensoren, Energieversorgung, Antriebe, Struktur) Entscheidungs-Sequenz (Konfigurationsmöglichkeiten, Prozesse)		5
Emergency Recovery System ERS System-Typen (Redundante Antriebssysteme, Fallschirm-Systeme, etc.) Flugterminierung		5
Automatic Recovery System (ARS) System-Typen (Redundante Antriebssysteme, Fallschirm-Systeme, etc.) Flugterminierung		5



Flugdaten

Taxonomie

	UNO	DUE
Grundlagen		
Telemetrie (Interpretation, Datenbasis / Sensoren)	3	5
Flugzeugdaten-Überwachung		
Akku-Monitoring (Spannung, verbrauchte / übrige Kapazität, Reichweite)	3	5
Akku Lebenszyklus (Überwachung)		
Betriebsstoffe		
Temperatur-Überwachung		
Fluglage-Überwachung (Höhe, Distanz, Geschwindigkeit)		
Flugweg-Aufzeichnung		
Betriebsstunden		
Error Reporting		

30 Flugleistung und Flugplanung – Fach-Beschreibung

Dieses Fach beleuchtet die Aspekte wie sich das Luftfahrzeug durch die Luft bewegt und wie der Pilot dies vorausplant. Es werden die verschiedenen Limitationen (Antriebsleistung, Reichweite, Sichtdistanz etc.), Einflussfaktoren (Zuladung, Wind, Temperatur etc.) sowie Informationsquellen und deren Verarbeitung aufgezeigt.

Beladung	Taxonomie	
	UNO	DUE
Grundlagen Zuladung und Schwerpunkt Begriffe: Masse und Gewicht		4
Massen und Beladung Höchstzulässige Startmasse (Maximum Take-off Mass, MTOM) minus Nutzlast gleich Leermasse	1	4
Schwerpunkt C.G., Schwerpunktgrenzen Hebelgesetz Einflüsse auf Start und Landung Verteilung der Zuladung Ermittlung des Schwerpunktes		4



Flugleistungen

Taxonomie

	UNO	DUE
Geschwindigkeiten Horizontale Geschwindigkeiten (Maximale, Minimale) Vertikale Geschwindigkeiten (Max. Sinken und Steigen)	1	4
Flug Einflussfaktoren (Höhe, Temperatur) Maximale Flugdauer (Max Endurance) Maximale Reichweite (Max Range)	1	4
Start & Landung Einflussfaktoren Platzbedarf, Energie-Management	1	4
Limitationen Absolute Höhe Nutzlast (Erklärung) Regelreserve	1	4
Energieversorgung der Control Station Maximale Betriebsdauer der Control Station Monitoring der Akkuladung	1	4



Flugplanung Energiemanagement

Taxonomie

	UNO	DUE
Energiebedarf Gewicht (kg), Elektrische Ladung (Ah), Leistung (W), Spannung (V), Strom (A) Grundrechenaufgaben Entfernung – Zeit – Geschwindigkeit Grundrechenaufgaben Stromfluss – Ladung – Zeit Berechnung der benötigten Akku-Kapazität für den geplanten Flug		4
Flugüberwachung und Umplanung während des Fluges Überwachung des Flugweges und der Flugzeit Überwachung des Akku-Ladungs-Verbrauchs während des Fluges Umplanung während des Fluges bei Abweichung von den geplanten Daten	3	5

Flugplanung

Taxonomie

	UNO	DUE
Luftraumeinschränkungen BAZL Drohnenkarte	5	5
DABS; nur DUE: NOTAM Interpretieren, Information woher und welche Apps Verstehen der Abkürzungen Anwendung der Informationen in der Flugplanung	3	4
Gefahren Spitäler Alpenlandeplätze Rettungsflüge (REGA) andere Luftraumbenutzer (Heli low, Hängegleiter, Fallschirm,)	3	4
U-Space U-Space Flugplanung, Bewilligung		3



40 Menschliches Leistungsvermögen – Fach-Beschreibung

Die statistisch grösste Fehlerquelle bei Unfällen mit Drohnen ist der Mensch am Steuer. In diesem Fach wird betrachtet, wie der Pilot zu seinen Entscheidungsfindungen kommt. Was beeinflusst ihn positiv/negativ, in welchem Arbeitsklima arbeitet er am Zuverlässigsten. Wie äussert sich Stress und Ablenkung beim Drohnenbetrieb und welche gesundheitlichen Anforderungen sind unerlässlich.

Physiologie

Taxonomie

	UNO	DUE
Auge und Sehvermögen Sehfunktionen: Sehschärfe, Gesichtsfeld, Farbsehen, Nachtsehen Sehfehler: Kurzsichtigkeit, Weitsichtigkeit Parallax Fehler der Drohnenerkennung Visuelles Scanning zur Vermeidung von Kollisionen, Stereo-sehen, Sehtechnik (Tag/Nacht)	1	1
Ohr und Hörvermögen Aufbau und Funktion des Ohres Gehörschäden (Lärm, Knall)		4
Häufige leichte Erkrankungen Erkältungen, Grippe, Störungen des Verdauungstraktes usw. Ursachen, Symptome, Einfluss auf die Flugtauglichkeit	1	3
Medikamente Medikamente und Flugtauglichkeit, Nebenwirkungen von Medikamenten (Grippe- und Schnupfenmittel, Beruhigungsmittel, Schlafmittel, Aufputzmittel, Schmerzmittel, Mittel gegen Reisekrankheit)	3	3
Alkohol und Drogen Blutalkoholspiegel Abbaugeschwindigkeit des Blutalkohols Alkohol- bzw. Drogenkonsum und Flugtauglichkeit Al Me Dro = No Flight	3	4
Körperliches Training Auswirkungen des körperlichen Trainings auf das körperliche Befinden (Krankheitsprophylaxe, Gewicht) Auswirkungen auf das seelische Befinden (geistige Fitness, Ausgeglichenheit, kein Stress)	1	3



Grundlagen der Psychologie

Taxonomie

	UNO	DUE
Aufmerksamkeit und Wachsamkeit Selektivität der Aufmerksamkeit Geteilte Aufmerksamkeit		3
Der Informationsprozess Begriffe der Sinneswahrnehmung Kognitive Wahrnehmung: Subjektivität der Wahrnehmung Erwartung Antizipation (gedankliche Vorwegnahme von Handlungsabläufen) Wahrnehmungstäuschungen Verhaltensweisen		3
Der zentrale Entscheidungsweg Psychische Belastung, Belastungsgrenzen Informationsquellen: Reize und Aufmerksamkeit Verbale Kommunikation Gedächtnis und Erinnerungsvermögen (Kurz- / Langzeitgedächtnis) Ursachen für Missdeutungen		3
Müdigkeit Formen, Ursachen und Symptome Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit Müdigkeit erkennen und vermindern Gesundheits- und Fitnessprogramme	3	4
Work - Stress Level Ermüdung Rhythmus zwischen Schlaf und Wachheit Unregelmässige Arbeits- und Schlafzeiten, Schlafdefizit	1	3
Urteilsvermögen und Entscheidungsfindung, Vermeidung von Fehlern Konzepte der Entscheidungsfindung (Struktur / Phasen, Grenzen) Gemütszustände Verhaltensmuster: Persönlichkeit und Haltung / Einstellung: Entwicklung, äussere Einflüsse, Fehleranfälligkeit Risikoeinschätzung: Erkennen von Risikobereichen Entwicklungen des Situationsbewusstseins (situational awareness) Verbale und nonverbale Kommunikation		3
Crew Resource Management CRM Best Practice Aeronautical decision making process Just Culture		3



50 Meteorologie – Fach-Beschreibung

Dieses Fach beleuchtet die Aspekte rund um das Wetter. Dieser Syllabus definiert das Grundlagenwissen des Drohnenpiloten um eine sichere Flugplanung und Flugdurchführung, innerhalb und ausserhalb des direkten Augenkontaktes.

Wetter

Taxonomie

	UNO	DUE
Wetter Grundlagen Atmosphäre (Zusammensetzung Temperatur, Luftdruck, Drucksysteme Hoch Tief) Thermodynamik (Luftfeuchtigkeit/Taupunkt, adiabatische Abkühlung) Wolkenbildung Wolkengattungen Wetterlagen im Alpenraum (Westwind, Bise, Nord-Süd Föhn) Kaltfront, Warmfront, Okklusion, Rückseitenwetter Luftmassen Niederschlag, Gewitter Vereisung Sicht	1	4
Wettersvorhersage allgemein Quellen; Inhaltskomponenten Gültigkeit, Zeitverlauf	1	4
Wettersvorhersage erweitert Wetter Interpretation Low Level Meteo Chart METAR, TAF, SPECI		5

Auswirkungen spezieller Wetterlagen

Taxonomie

	UNO	DUE
Kenngrossen Windgeschwindigkeiten Temperaturen Luftfeuchtigkeit Niederschlag Sicht	1	4
Gefahren Fall- / Aufwinde; Tal- und Hangwinde Turbulenzen Dew Point, Vereisung Blitzschlag Nebel	3	5



60 Navigation – Fach-Beschreibung

Dieses Fach beleuchtet die Schweizer Luftraumstruktur. Der Drohnenpilot ist in der Lage anhand der offiziellen Dokumentationen und Einrichtungen, Informationen für einen legalen Flug, zu beschaffen.

Kartenkunde

Taxonomie

	UNO	DUE
Grundlagen Koordinatensysteme Himmelsrichtungen Standortbestimmung Abbildungsprobleme der Karten	1	4
ICAO Luftfahrt-Karte Quellen Kontrollierter Luftraum Luftraumbeschränkungsgebiete Höhenangaben HX (temporäre) Zonen Gleitschirm-Gebiete, Segelflug-Gebiete, Ballon-Gebiete	3	4
BAZL Drohnen-Karte Quellen Sonderbewilligungs-Zonen Sperrzonen	3	5

Zeitrechnung

Taxonomie

	UNO	DUE
Allgemeines Mittlere Ortszeit (LMT) Ortszeit (LT) Koordinierte Weltzeit (UTC) Zeitrechnungen (UTC->LT) Sonnenaufgang und Untergangszeiten SR – SS		3

Erdmagnetismus

Taxonomie

	UNO	DUE
Erdmagnetfeld Magnetischer Nordpol (MN), Magnetkompass		3



GNSS

Taxonomie

	UNO	DUE
Grundlagen Systeme NAVSTAR (GPS), GLONASS, Galileo, BEIDOU	1	4
Funktionsweise Laufzeitenmessung, Positionsbestimmung,	1	4
Gefahren Abschattung, Reflektion, Ausfall, Sonnenstürme, Kp - Index	1	4

Luftraumstruktur

Taxonomie

	UNO	DUE
Kontrollierter Luftraum Kontrollzonen CTR, temporäre CTR (mit HX bezeichnet) Nahkontrollbezirke TMA		4
Unkontrollierter Luftraum Luftraumbeschränkungsgebiete LS-P, LS-D, LS-R, LS-W	3	5
Drohen Flugverbotszonen Naturschutzgebiete, Jagdbann-Gebiet, Nationalpärke	3	3
Gefahren Gleitschirm-Gebiete Segelflug-Gebiete Ballon-Gebiete Helicopter Lastflüge, REGA	1	4

70 Betriebsverfahren – Fach-Beschreibung

Dieses Fach beleuchtet die grundlegenden Prozesse vor, während und nach dem Drohnenflug. Betriebsverfahren enthält die Aspekte der Luftraum-Integration und das Verhalten im kontrollierten Luftraum.



Normalverfahren

Taxonomie

	UNO	DUE
Grundsätze Risiko-Beurteilung einer Drohnen-Operation Entscheidungsfindung, Prioritäten setzen Checklisten	1	4
Flugplanung Benötigte Dokumente (Bewilligungen) Meteo-Unterlagen; Berücksichtigung der Wetterlage Informationen und Vorschriften für die Vorbereitung und Durchführung von Flügen mit Drohnen (ICAO Karten, BAZL – Drohnenkarte, DABS, NOTAM, etc.) Planung des Flugweges unter Berücksichtigung der VLOS Regeln Before Operation Check (Ladestand aller Akkus, Firmware-Levels, Flugmaterial vollständig, Ausrüstung und Zubehör vollständig)	1	4
Flugvorbereitung Start-/ Landeplatz, Notfall-Landeplätze Hindernisse am Boden Kontrolle auf Beschädigungen an Struktur, Antrieb, Steuerflächen, Ansteuerung Kontrolle der Control Station Kontrolle des Control Link Festlegen der operationsspezifischen VLOS Limiten Bereitstellung zum Start Preflight Check	3	5
Flug-Durchführung Einflussfaktoren Wind, Sicht, Wetter Startabbruch (Gründe, Entscheidungspunkte) Flugdaten-Überwachung Reichweite, Flugdauer Akku-Kapazität Hindernisse, Gegenlicht VLOS Limiten während des Fluges einhalten Maximale Flughöhe Landung	3	5
Flug-Auswertung After-Landing Checklist (Ausschaltreihenfolge, Temperaturen) Log-Buch nachführen Risiko-Management beurteilen Demontieren und verladen	3	5
Wartung Wartungsarbeiten gemäss Hersteller-Angaben Akku Lifecycle, Verschleissteile Firmware-Update wichtig; aber nur nach Validierung und Testflug Drohne vor Einsatz	3	4



Spezielle Bedingungen und Notverfahren

Taxonomie

	UNO	DUE
Operation bei speziellen Wetterbedingungen Einfluss von sehr tiefen Temperaturen Einfluss von sehr hohen Temperaturen Sich verschlechternde Sichtbedingungen Dunst, Smog, Staub Nebel und Nebelschwaden Regen und Schneeschauer Gewitter Turbulenzen	1	4
Sicherheitslandung (vorsorgliche Landung) Begriff Gründe (z. B. Wetter, Sicht, Telemetrie-Warnungen, Gesundheit) Auswahl des Geländes Vorbereitung Automatisierte Flugprozesse Massnahmen nach der Landung	3	4
Notlandung und Notverfahren Begriffe Gründe Flugtaktik Vorbereitung Abläufe und Prozesse Massnahmen nach der Landung	3	4
Systempannen Ausfälle elektronischer Komponenten Ausfall der Navigationshilfen (GPS, Kompass) Massnahmen bei eingeschränkter Verbindung Steuerung / Sensorik Massnahmen bei abgebrochener Verbindung Steuerung / Sensorik	3	4
Unfall Meldestelle Unfälle REGA; Vorgehen bei Sachschäden Polizei Vorgehen bei verletzten Personen	3	3



Special Operations

Taxonomie

	UNO	DUE
Luftraum-Berechtigungen Flugplatz-Zone CTR Naturschutz- und Jagdbanngebiete Schadenplätze Militärische Anlagen	3	5
Sonderbewilligungen SORA (JARUS) nach Standardverfahren: Sprühen / Abwerfen, BVLOS	1	5
U-Space Terminologie Einführungs-Roadmap Systemkomponenten Operations-Ablauf Ansprechstellen		1



80 Grundlagen des Fluges – Fach-Beschreibung

Die Fluggrundlagen beginnen mit dem Element in der sich das Luftfahrzeug befindet, der Atmosphäre. Es wird beleuchtet, weshalb sich eine Drohne im Flug halten kann, wie sich der Auftrieb und der Vortrieb zusammensetzen und welchen Widerstand die Luft der Drohne entgegensetzt. Die Fachbegriffe der Steuerung und der Aerodynamik müssen ebenso bekannt sein wie die Basis-Formeln der Physik für bewegte Körper. Übereinstimmend mit den anderen Fachprüfungen geht auch dieses Fach von Multikoptern aus. Der Kandidat muss aber nebst der Drehflüglertechnik auch die Basis der Luftströmung an Flügelprofilen verstehen.

Aerodynamik des Unterschallbereiches

Taxonomie

	UNO	DUE
Grundlagen, Gesetze und Definitionen Umrechnungsfaktoren Newton's Gesetz Luftdichte Aerodynamische Kräfte: Resultierende Luftkraft, Auftrieb, Widerstand Schallgeschwindigkeit	1	4
Zweidimensionale Luftströmung am Flügelprofil Stromlinienverlauf Druckverlauf Einfluss des Anstellwinkels (Angle of Attack) Strömungsablösung bei grossen Anstellwinkeln		4
Dreidimensionale Luftströmung um die Drohne Randwirbel, Vortex Auf- und Abwind verursacht durch Randwirbel	1	4
Widerstand Luftwiderstand Cw-Wert		4
Bodeneffekt Spezielle Effekte beim Schweben im Bodeneffekt	1	4

Stabilität

Taxonomie

	UNO	DUE
Gleichgewicht und Fluglage der Drohne Kräfte und Gleichgewichtsbedingungen Nickmoment, Moment und Winkel um die Querachse Rollmoment, Moment und Winkel um die Längsachse Giermoment, Moment und Winkel um die Hochachse		4
Methoden zum Erreichen des Gleichgewichts Antriebs-Regelung beim Multikopter mit 4 – x Antrieben Auftrieb, Gewicht Gewicht -Schubverhältnis ;Regelreserve		4



Steuerung

Taxonomie

	UNO	DUE
Grundlagen Drei Ebenen und drei Achsen	1	5
Steuerung über Drehzahlverstellung Auftriebsvektoren Drehmoment-Vektoren		5

Drehflügler / Hubschrauber

Taxonomie

	UNO	DUE
Rotor-Aerodynamik Umfangsgeschwindigkeit am Blattprofil Induzierte Luftströmung durch die Blattebene und die Abwärtsströmung (Downwash) Resultierende Luftkraft und Schubkraft am Rotorblatt, Gesamtschub des Rotors Einfluss der Luftdichte Vorlaufendes (90°) und rücklaufendes (270°) Propellerblatt im Vorwärtsflug		1
Senkrechter Sinkflug Luftströmung durch die Propeller bei kleiner Sinkfluggeschwindigkeit Wirbelringzustand (Vortex), Regelung mit Leistung, Auswirkungen Autorotation	1	5

85 Praxisprüfung Standardprozeduren – Fach-Beschreibung

In diesem Praxismodul wird der Kandidat im praktischen Umgang mit seinem Fluggerät durch einen Experten geprüft, um das DUE-Zertifikat zu erlangen. Der Kandidat muss dabei aufzeigen, dass er sicherheitsbewusst und verantwortungsvoll agiert. Dazu werden von der Planungs- bis zur Auswertungsphase alle Schritte beurteilt, natürlich auch die Luftfahrzeug-Beherrschung mit aktivierten und deaktivierten elektronischen Unterstützungshilfen.



Prozeduren

Taxonomie

	UNO	DUE
Flugplanung Fluggebiets-Analyse (Plätze, Ausdehnung, Abgrenzungen, Gefahrenherde, Limitationen, Beschränkungen, Genehmigungen) Beschaffung und Bewertung der Flugplanungs-Unterlagen Risiko-Management während der Flugplanung		3
Flugvorbereitung Fluggelände-Analyse Control-Link Limitationen / Probleme identifizieren Gelände-Grenzen, Geo-Fencing Startplatz, Landeplatz, Notlandeplatz Einstufung der Lichtverhältnisse, Gegenlichtbereiche, Dämmerung Datenschutz-Beurteilung und - Massnahmen Erkennen von Risiken und Vorbeuge-Massnahmen Fluggerät Vorbereitung Preflight Checkliste		3
Flug Durchführung Risiko-Management während des Fluges Kommunikation während des Fluges Operations-Management Telemetriedaten-Beobachtung Energie-Management		3
Auswertung Risiko-Beurteilung Logbuch-Eintragung		3



Luftfahrzeug-Beherrschung

Taxonomie

	UNO	DUE
Start Kontrollierte Durchführung des gerätespezifischen Startvorganges - Start-Abbruch		3
Flug - Drehflüglerspezifisch Schweben an Ort mit Positionierungs-Unterstützung (GPS) Schweben an Ort ohne Positionierungs-Unterstützung (GPS) Fliegen eines Quadrates mit 15m Kantenlänge in konstanter Höhe von 10m innerhalb 30sek, ohne die Drohne um die Hochachse zu drehen Fliegen eines Quadrates mit 15m Kantenlänge in konstanter Höhe von 10m innerhalb 30sek, Drohne immer in Flugrichtung ausgerichtet Gleichschenkliges Dreieck fliegen 15m Grösse. Ein- und Ausleiten von autonomen Flugmanöver Vorführen einer drohnenspezifischen Aufgabe (Photo, Video) mit manuellen und autonomen Flugfunktionen		3
Flug – Starrflüglerspezifisch Fliegen einer liegenden 8 mit konstanter Höhe und Geschwindigkeit, 3 Wiederholungen in Folge – mit Positionierungs-/Stabilisierungsunterstützung Fliegen einer liegenden 8 mit konstanter Höhe und Geschwindigkeit, 3 Wiederholungen in Folge – ohne Positionierungs-/Stabilisierungsunterstützung Vorbeiflug mit konstanter Minimalgeschwindigkeit und konstanter Höhe Herbeiführen eines Strömungsabriss (Stall), kontrolliertes Ausleiten Ein- und Ausleiten von autonomen Flugmanöver Vorführen einer drohnenspezifischen Aufgabe (Photo, Video) mit manuellen und autonomen Flugfunktionen		3
Flug – allgemein, für alle Luftfahrzeug-Arten Initiierung eines autonomen Flugmanövers (Wegpunkte-Navigation) und Abbruch eines autonomen Flugmanövers durch manuelle Intervention – falls verfügbar Anfliegen einer vordefinierten Geofencing-Richtlinie – horiz. Anfliegen einer vordefinierten Höhenlimite – vertikal Kontrollierte Flugannäherung an ein festes Objekt am Boden (Baum) auf 10m Annäherung an die Maximalgeschwindigkeit VNE und kontrolliertes Abbremsen Fliegen an der Grenze des VLOS-Bereichs		3
Landung Bestimmung der Restkapazität, Restflugdauer, Lande-Zeitpunkt Landeanflug mit definierten Sicherheitsmargen Landung durchführen mit / ohne Positionierungs - /Stabilisierungs-Hilfen (GNSS) Sicheres Handling des Equipments nach der Landung		3



Ausserordentliche Situationen

Taxonomie

	UNO	DUE
Notfall-Massnahmen Ein- und Ausleiten automatischer Flugfunktionen Verhalten bei Funkabbruch in BVLOS-Situation Schneller Sinkflug und Landung aus einem Flugzustand 25m AGL innerhalb 30sek Durchführen eines autonomen Landeanfluges (auto return home) mit automatischer Landung – falls verfügbar Durchführen einer Landung auf dem Notfall-Landeplatz resp. Aussenlandung Aufzeigen von redundanten Notfall-Systemen (Fallschirm-System, Antriebsredundanz oder ähnliches) – Flugdemonstration freiwillig Vorstellung des Entscheidungsdiagrammes für Notfallmassnahmen		3