



# Syllabus 80 Grundlagen des Fluges

## Version

Versionierung / Sprache	4.0 / DE
Status	Freigegeben, gültig ab 26.04.2020
Author	SVZD
Änderungen zu Vorversion	EASA

## 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.

## 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.



## 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:

<b>1 – Wissen</b>	Die Lernenden geben wieder, was sie vorher gelernt haben. Der Prüfungsstoff musste auswendig gelernt oder geübt werden.
<b>2 – Verständnis</b>	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.
<b>3 – Anwendung</b>	Die Lernenden wenden etwas Gelerntes in einer neuen Situation an. Diese Anwendungssituation ist bisher nicht vorgekommen.
<b>4 – Analyse</b>	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.
<b>5 – Synthese</b>	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.
<b>6 – Beurteilung</b>	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.



## 1 Aerodynamik des Unterschallbereiches

	Taxonomie UNO	Taxonomie DUE
<b>1.1 Grundlagen, Gesetze und Definitionen</b> Umrechnungsfaktoren Newton's Gesetz Luftdichte Aerodynamische Kräfte: Resultierende Luftkraft, Auftrieb, Widerstand Schallgeschwindigkeit	1	4
<b>1.2 Zweidimensionale Luftströmung am Flügelprofil</b> Stromlinienverlauf Druckverlauf Einfluss des Anstellwinkels (Angle of Attack) Strömungsablösung bei grossen Anstellwinkeln		4
<b>1.3 Dreidimensionale Luftströmung um die Drohne</b> Randwirbel, Vortex Auf- und Abwind verursacht durch Randwirbel	1	4
<b>1.4 Widerstand</b> Luftwiderstand Cw-Wert		4
<b>1.5 Bodeneffekt</b> Spezielle Effekte beim Schweben im Bodeneffekt	1	4

## 2 Stabilität

	Taxonomie UNO	Taxonomie DUE
<b>2.1 Gleichgewicht und Fluglage der Drohne</b> 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
<b>2.2 Methoden zum Erreichen des Gleichgewichts</b> Antriebs-Regelung beim Multikopter mit 4 – x Antrieben Auftrieb, Gewicht Gewicht -Schubverhältnis ;Regelreserve		4



### 3 Steuerung

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

### 4 Drehflügler / Hubschrauber

	Taxonomie UNO	Taxonomie DUE
4.1 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
4.2 Senkrechter Sinkflug Luftströmung durch die Propeller bei kleiner Sinkfluggeschwindigkeit Wirbelringzustand (Vortex), Regelung mit Leistung, Auswirkungen Autorotation	1	5