



Richtlinie 318.11.000.10 D / O-019 D

**Lehrplan für den theoretischen Unterricht
gemäss EASA Part.FCL**

TEIL II



Spezifische Fächer für Privatpiloten

HUBSCHRAUBER

VORWORT

Sehr geehrte Leserinnen und Leser

Dieser Lehrplan wurde durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) zusammen mit Hubschrauber-Experten erstellt. Der vorliegende Teil II deckt die Mindestanforderungen gemäss EASA Part.FCL in Bezug auf die theoretischen Kenntnisse für den Erwerb einer Lizenz für Privatpiloten (Hubschrauber) in den **hubschrauberspezifischen** Fächern ab. 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.

Im Lehrplan sind nur diejenigen Kenntnisse aufgeführt, die an der Prüfung zum Erwerb eines Privatpilotenausweises (Hubschrauber) nachzuweisen sind. Die zum Erwerb von Erweiterungen erforderlichen Zusatzkenntnisse werden in der Grundlagentheorie nicht verlangt und sind deshalb im Lehrplan nicht aufgeführt.

In mehreren Fächern weist die Nummerierung Lücken auf. Dies ist darauf zurückzuführen, dass unter solchen Nummern Kenntnisse aufgeführt sind, die erst zum Erwerb eines höheren Ausweises oder einer anderen Ausweiskategorie verlangt werden.

Bundesamt für Zivilluftfahrt
Sektion Flugpersonal

Ittigen, im Oktober 2014

INHALTSVERZEICHNIS

TEIL II

Spezifische Fächer für Privatpiloten (Hubschrauber)

20	Allgemeine Luftfahrzeugkenntnis	Seiten 20 - 1 bis 20 - 11
30	Flugleistungen und Flugplanung	Seiten 30 - 1 bis 30 - 3
60	Navigation	Seiten 60 - 1 bis 60 - 5
70	Betriebsverfahren	Seiten 70 - 1 bis 70 - 7
80	Grundlagen des Fluges	Seiten 80 - 1 bis 80 - 8

Intentionally left blank

20 Allgemeine Luftfahrzeugkenntnis



1. ZELLE UND SYSTEME

1.1. Aufbau der Zelle

1.1.1. Allgemeine Bauformen

-Hubschrauber-kategorien (leicht, mittel, schwer)	1,3
-Ein- und mehrmotorige Hubschrauber.....	2
-Ein- und mehrrotorige Hubschrauber	2

1.1.2. Zelle (Zelle allg., Türen, Scheiben, Verkleidungen, Verschalungen, etc)

-Konstruktionstypen, Aufbau (Fachwerk-, Metallschalen-, Verbundstoffbauweise)	1,2
-Cockpit und Kabine.....	2
-Landegestell/ Fahrwerk (Kufenlandegestell, Radfahrwerk, Bremssysteme, Lande- dämpfer).....	2,6
-Strukturelle Komponenten und Materialien	1
-Belastungen (g- Belastung, etc)	2,6
-Strukturelle Limitationen und Beschädigungen	2,6

1.1.3. Hauptrotor

-Rotortypen (ein- und mehrrotorig, z.B.Tandem-, Coaxial-, nebeneinander liegende, ineinander kämmende, Rotoren, etc).....	2
-Zwei- und mehrblättrige Rotoren.....	2
- Konstruktionstypen Hauptrotorkopf (starr, halbstarr, vollartikuliert, Starflex), Aufbau, Bestandteile, verwendete Materialien.....	2,6
-Rotorblätter (Aerodynamik, Profile, Aufbau, Materialien, Blattspitzen, Belastungen, Einstellung).....	2,6
-Strukturelle Limitationen und Beschädigungen	2,6

1.1.4. Heckrotor

-Heckrotortypen (Zwei- und Mehrblättrige, Fenestron, Notar).....	2,6
-Konstruktionstypen, Bauteile, Materialien, Belastungen, Einstellung.....	1,2,6
-Strukturelle Limitationen und Beschädigungen	2,6

1.1.5. Getriebe

-Hauptrotorgetriebe, Konstruktion, Bauteile, Materialien.....	2
-Heckrotorgetriebe, Konstruktion, Bauteile, Materialien.....	2
-Einfluss von Beschädigungen und Belastungen.....	2,6

1.1.6. Kupplung

-Konstruktionstypen (Fliehkraftkupplung, Riemenkupplung).....	2
-Bauteile, Materialien.....	2
-Einfluss von Beschädigungen und Belastungen.....	2,6

1.1.7. Freilauf

-Aufbau, Funktion.....	2
-Einfluss von Beschädigungen und Belastungen.....	2,6

1.1.8. Rotorbremse

-Konstruktionstypen, Bauteile, Bedienung und Limitationen.....	2
-Einfluss von Beschädigungen und Belastungen.....	2,6

1.1.9. Stabilisierungshilfen

-Stabilisierungsflächen (horizontal, vertikal)	1,2,6
-Aufbau, Materialien	2,6
-Einfluss von Beschädigungen auf Struktur.....	2,6

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

1.1.10. Steuersysteme	
-Arten (mechanisch, hydraulisch, etc.).....	1
-Steuerhilfen (Servo: hydraulisch, elektrisch/ Trimmung: elektrisch, mechanisch).....	2,6
-Aufbau, Bestandteile, Materialien.....	2
-Bedienung und Anzeigen (Normal- und Notverfahren).....	2,6
-Einfluss von Beschädigungen und Belastungen.....	2,6
1.1.11. Enteisung	
-Typen und Betrieb (Pitot, Scheiben, Anti-ice, De-ice).....	2
-Einfluss von Beschädigungen und Belastungen.....	2,6
1.2. Luftsysteme	
1.2.1. Kabinenbelüftung und Heizsysteme	
-Heizen: Verwendung von Abgaswärme.....	2,6
-Stauluftventilation (Scheiben, Frischluft).....	2
-Elektrische Heizsysteme.....	2,6
-Autonome Heizsysteme (Janitrol).....	2,6
-Aufbau, Funktion und Bedienung.....	2
1.2.2. Kühlsysteme, Defroster	
-Ventilator.....	2
-Frischluft (Ram Air).....	2
-Klimaanlage (heizen, kühlen, regeln).....	2,6
1.2.3. Pneumatische Anlage	
- Vakuumpumpe.....	1
- Anzeigen.....	2
- Pneumatisch betriebene Instrumente.....	1
1.3. Hydraulik	
1.3.1. Hydromechanik	
-Grundlagen.....	1,2
1.3.2. Hydrauliksysteme	
-Hydraulikflüssigkeiten: Typen, Eigenschaften und Limitationen.....	1,6
-Systemkomponenten, Aufbau, Materialien.....	2
-Funktion, Wirkungsweise.....	2,6
-Verwendungszweck (Steuerung, Fahrwerk, Rotorbremse, etc.).....	1
-Anzeigen und Warnungen.....	2,6
-Einfluss von Beschädigungen und Belastungen.....	2,6
-Zusatz-/Hilfssysteme.....	1,6
1.4. Kraftstoffanlagen	
1.4.1. Kraftstofftanks	
-Konstruktionstypen: Integraltanks, Gummitanks, Metalltanks.....	2
-Bauelemente: Sumpf, Schlingerwände, Schlingerventile.....	2,6
-Be- und Entlüftung.....	2
-Ablässe zum Entwässern (drain).....	2,6
-Tankanordnung bei ein- und zweimotorigen Hubschraubern.....	2
-Nicht ausfliegbare Kraftstoffmenge.....	2,6
-Gefahren (z.B. Korrosion durch Schimmelpilz).....	2,6
-Einfluss von Beschädigungen und Belastungen.....	2,6

Lernzielbeschreibung

1	Nennen, aufzählen	6	Auswirkungen für die Praxis angeben
2	Beschreiben, interpretieren	7	Graphische Lösung
3	Definieren	8	Ursachen ermitteln und begründen
4	Nachschlagen, ablesen, eintragen	9	Entscheidungen treffen und begründen
5	Berechnen, umrechnen	10	Aussprechen, formulieren

1.4.2. Kraftstoffzufuhr	
-Schwerkraftsystem, Drucksystem.....	2,6
-Schematischer Aufbau: Tanks, Förderpumpen, Hilfspumpen, Brandhahn.....	2,6
-Kraftstoffvorwärmung.....	2,6
-Einfluss von Beschädigungen und Belastungen.....	2,6
1.4.3. Überwachung von Kraftstoffanlagen	
-Bedienung, Anzeigen und Warnungen.....	2,6
-Einfluss von Beschädigungen und Belastungen.....	2,6
1.4.4. Kraftstoff- Filtersysteme	
-Fuel Filter.....	1,2,6
-Airframe Fuel Filter.....	1,2,6
-Bypass Systeme.....	2,6
-Einfluss von Beschädigungen und Belastungen.....	2,6
2. ELEKTROTECHNIK	
2.1. Grundlagen	
-Der Stromkreis	1
-Parallel- und Reihenschaltung.....	1
-Spannung, Stromstärke, Widerstand, elektrisches Feld	1
-Schematischer Aufbau.....	1
-Gleichstrom (Direct Current, DC).....	1
-Masse	2
-Wechselstrom (AC).....	1
2.2. Stromverteilung	
-Sammelschienen	2
-Schalter	2
-Relais	2,6
-Überwachung (Kontrolllampen, Kontrollinstrumente).....	2,6
2.3. Sicherungen	
-Aufgabe	2
-Arten und Handhabung verschiedener Sicherungen (Schmelzsicherung, thermische und magnetische Circuit Breakers / Push to Reset Type, Push-Pull Type, Switch Type)...	2
2.4. Stromquellen	
2.4.1. Stromspeicher	
-Arten und Eigenschaften (Blei-Akkumulator, NiCad- und LiFePo Akkumulator)	1
-Kapazität (Ampèrestunden)	2,6
-Ladung (Netzgeräte, Solaranlagen).....	2,6
-Gefahren	2,6
-Anzeigen	2,6
2.4.2. Alternator (AC generator) und Gleichstromgenerator (DC generator)	
-Funktion und Aufgabe	1
-Antrieb.....	1,6
-Anzeige	2,6

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

-Fehler, Ausfall	2,6
2.4.3. Externe Stromquellen	
-Funktion und Aufgabe	1
-Anschluss.....	2,6
-Fehlmanipulationen und Gefahren	2,6
2.4.4. Statische Elektrizität	
-Grundlagen	2
-Statische Entladung.....	2,6
-Schutz vor Interferenzen.....	2,6
-Auswirkungen von Blitzschlag	2,6
2.5. Stromverbraucher	
-Verbraucher	1
-Avionik	2,6
-Beleuchtung (innen und aussen).....	2,6
-Heizungen (Pitot, Cockpit).....	2,6
-Antriebe.....	2,6
3. TRIEBWERK	
3.1. Kolbentriebwerke	
3.1.1. Allgemeines	
-Bauformen (Reihen-, Boxer-, Stern- und V-Motoren, Wankelmotoren)	1
-Prinzip des 4-Taktmotors.....	2
-Prinzip des 2-Taktmotors.....	2
-Mechanische Bauteile (Zylinder, Kolben, Ventile etc.)	1
-Zusammenhang Leistung und Drehzahl.....	2
3.1.2. Schmierstoffanlage	
-Aufgaben (Schmieren, Kühlen).....	1,6
-Schematischer Aufbau (Tank, Pumpe, Kühler)	2
-Überwachungsinstrumente und Anzeigen (Vorrat, Druck, Temperatur)	1,6
-Schmierstoffe (mineralische, synthetische)	1,6
3.1.3. Kühlsysteme	
-Luftkühlung, Wasserkühlung	1
-Funktionsweise	2
-Überwachung (CHT).....	1,6
-Zwangskühlung.....	2
-Kühlklappen	2,6
3.1.4. Zündanlage	
-Aufbau und Funktion der Magnetzündung	2
-Magnetcheck.....	2,6
-Elektronische Zündanlage	2,6
-Glühzündanlage.....	1
3.1.5. Kraftstoffanlage	
-Grundlegende Unterschiede zwischen Vergaser- und Einspritzsystem.....	1,6
-Funktion der Drosselklappenverstellung	1,2
-Funktion der Gemischverstellung	2,6

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

-Alternate Air	2,6
-Anlassen, regulieren, abstellen.....	2
-Vergaservereisung und Vergaservorwärmung	2,6
-Motorgetriebene Kraftstoffpumpe, elektrische Hilfspumpe.....	1,6
-Anlasseinspritzsystem	1,6
3.1.6. Einflüsse auf die Leistungsabgabe	
-Leistungsverhalten bei Änderung von Druck, Temperatur, Feuchtigkeit.....	2,6
-Turbolader.....	2,6
-Einspritzmotoren	2,6
-Gedrosselte Triebwerke (gedrosselte Leistung).....	2,6
3.1.7. Kraftstoffe	
-Arten, (AVGAS, MOGAS, etc.)	1
-Farbkennzeichnungen	1,6
-Einfluss von Verunreinigungen (Wassergehalt, Eisbildung, etc.).....	2,6
-Kraftstoffdichte (Einfluss von Temperatur)	2,6
-Kriterien bei der Verwendung von Autobenzin oder Petroleum	1,6
-Kraftstoffzusätze (Additives).....	1,6
3.1.8. Mischungsverhältnis	
-Reiches Gemisch, armes Gemisch	2,6
-Bestes Leistungsgemisch, Gemisch für beste Wirtschaftlichkeit	2,6
-Anwendungsgrenzen der einzelnen Gemischverhältnisse.....	2,6
-Änderung der Leistung durch die Gemischänderung	2,6
-Einfluss auf Zylinderkopf- und Abgastemperatur.....	2,6
3.1.9. Triebwerküberwachung	
-Leistungseinstellungsinstrumente (MP, RPM).....	1,6
-Triebwerküberwachungsinstrumente wie FF, FP, EGT, MP, RPM, CHT, CAT, Oil Pressure, Oil Temperature, usw.	1,6
3.1.10. Triebwerkbedienung	
-Leistungsregelung.....	2,6
-Gemischeinstellungen	2,6
-Anlassen, Abstellen	2,6
-Governor (Funktion, Arbeitsweise)	2,6
-Digitale Triebwerkregelung (FADEC)	1,6
3.1.11. Betriebskriterien	
-Maximale und minimale Drehzahlen.....	2,6
-Betriebsgrenzen.....	2,6
-Motorschwingungen und kritische Drehzahlen.....	1,6
-Motorstörungen beim Anlassen, Run-up und im Fluge	1,6
3.1.12. Triebwerkbedienung	
-Leistungseinstellungen, Leistungsbereiche	1,6
-Betriebsgrenzen (max. / min. Drehzahl, Schwingungen, kritische Drehzahlen).....	2,6
-Motorstörungen beim Anlassen, Run-up und im Fluge	1,6
3.2. Turbinentriebwerke	
3.2.1. Allgemeines	
-Arten	1
-Funktionsprinzip der Gasturbinen.....	2

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

-Druck-, Temperatur- und Luftflussverlauf2

3.2.2. Konstruktionstypen

-1-Wellen Turbinen..... 2,6

-2-Wellen Turbinen (Freilaufturbinen)..... 2,6

3.2.3. Aufbau der Turbine

3.2.3.1. Lufteinlass

-Funktionsweise2

-Luftfilter 2,6

3.2.3.2. Kompressor

-Axialkompressor, Aufbau, Funktionsweise..... 2,6

-Radialkompressor, Aufbau, Funktionsweise 2,6

-Beschädigungen, Ursachen und Wirkung 2,6

-Kompressorstall: Ursachen, Wirkung und Störungsbehebung 2,6

-Surge (Verdichterpumpen): Ursachen, Wirkung und Störungsbehebung..... 2,6

3.2.3.3. Diffusor

-Funktionsweise2

3.2.3.4. Brennkammer

-Typen, Aufbau, Funktionsweise 1,2

-Kraftstoffeinspritzung.....2

-Mischungsverhältnisse (Luft-, Kraftstoffanteil)2

-Thermische Belastung, Kühlung 2,6

3.2.3.5. Arbeitsturbine

-Funktion, Aufbau, Arbeitsweise2

-Thermische- und mechanische Belastung 2,6

-Beschädigungen, Ursachen und Wirkung 2,6

-Überwachung der Abgastemperatur TOT 2,6

3.2.3.6. Abgassystem

-Funktion, Arbeitsweise und Material 1,2,6

-Lärmreduktion..... 1,6

3.2.3.7. Luftablassventil (Bleed Valve)

-Wirkung und Notwendigkeit des Luftablasses..... 2,6

3.2.3.8. Reduktionsgetriebe (Gearbox)

-Arten 1,2

-Aufgabe, Funktionsweise2

3.2.4. Systeme der Turbine

3.2.4.1. Zündanlage

-Aufbau und Funktion, Bestandteile2

-Bedienung..... 2,6

-Fehlfunktionen 1,6

-Sicherheitssysteme ("Auto Relight" bei "Flameout", etc.)..... 2,6

3.2.4.2. Kraftstoffflussregelung

-FCU (Fuel Control Unit) Funktion 1,6

-FADEC (Full Authority Digital Electronic Control) / EEC (Electronic Engine Control) 1,6

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

-Funktion	2,6
3.2.4.3. Drehzahlregelung (Governor)	
-Funktion	2,6
3.2.4.4. Starter / Generator	
-Aufbau und Funktion	2
-Bedienung.....	2,6
-Fehlfunktionen	2,6
3.2.4.5. Triebwerkstart-Fehlfunktionen	
-Ursachen und Vermeidbarkeit.....	1,6
3.2.4.6. Kraftstoffsystem	
-Aufbau und Bestandteile	1,2
-Bedienung und Überwachung	2,6
-Fehlfunktionen	2,6
3.2.4.7. Schmiersystem	
-Aufbau und Bestandteile	1,2
-Bedienung und Überwachung	2,6
-Fehlfunktionen	2,6
3.2.5. Kraftstoffe	
-Arten, Kennzeichnung (Jet A1, JP4, etc.).....	1,6
-Einfluss von Verunreinigungen (Wassergehalt, Eisbildung, etc.).....	2,6
-Kraftstoffdichte (Einfluss von Temperatur)	2,6
-Kriterien bei der Verwendung von Benzin, Diesel, Heizöl, Petroleum.....	2,6
-Kraftstoffzusätze (Additives).....	1,6
3.2.6. Einflüsse auf die Leistungsabgabe	
-Leistungsverhalten bei Änderung von Druck, Temperatur, Feuchtigkeit.....	2,6
-Anti-Icing, De-Icing.....	2,6
-Gedrosselte Triebwerke.....	2,6
3.2.7. Triebwerküberwachung	
-Leistungseinstellungsinstrumente wie Torque, TOT, etc.....	1,6
-Triebwerküberwachungsinstrumente wie Öldruck, Öltemperatur etc.....	1,6
3.2.8. Triebwerkbedienung	
-Triebwerkstart, Abstellen	1,6
-Leistungsregelung	1,6
3.2.9. Betriebskriterien	
-Betriebsgrenzen wie maximale und minimale Drehzahlen, maximale Drehmomente, maximale Temperaturen	2,6
-Vibrationen und kritische Drehzahlen	1,6
-Massnahmen bei Triebwerkstörungen beim Anlassen, beim Run-up und im Fluge	1,6
4. NOTAUSRÜSTUNG	
4.1. Notausrüstung	
-Notsender: ELBA / ELT/ satellitengestützte Systeme	2,6
-Handfeuerlöscher (Arten)	2,6
Schwimmwesten:	

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

-Schwimmhilfen und Schwimmwesten.....2
 -Gebrauch von Schwimmwesten 2,6
 -Gebirgsausrüstung..... 1,6
 -Apotheke..... 1,6
 -Taschenlampen 1,6

5. BORDINSTRUMENTE

5.1. Luftdateninstrumente

5.1.1. Stau- und Statischdruckanlagen

-Pitotrohr, Aufbau und Funktion2
 -Statischdruckabnahme, Aufbau und Funktion.....2
 -Fehler (Einfluss von Druck und Temperatur)..... 2,6
 -Fehlerhafte Funktion (Vereisung, Blockierung, Leck).....2,6
 -Heizung der Stau- und Statischdruckabnahme 2,6
 -Alternate Static Source 2,6

5.1.2. Höhenmesser / Funkhöhenmesser

-Aufbau und Funktion.....2
 -Anzeigen2
 -Einstellung (QNH, QFE, QNE)..... 2,3
 -Fehler, Einfluss von Druck und Temperatur 2,6
 -Toleranzen1
 -Höhendefinitionen: height, indicated altitude, pressure altitude, density altitude, true altitude 2,3,6

5.1.3. Geschwindigkeitsmesser

-Aufbau und Funktion.....2
 -Geschwindigkeiten IAS, CAS, TAS: Definition, Verwendung, Beziehungen..... 2,3
 -Bedeutung der farbigen Skalenbezeichnung..... 2,3
 -Fehlanzeigen und Korrekturtabellen..... 1,4,6
 -Limiten in der Praxis (VNE) 6,9

5.1.4. Variometer

-Aufbau und Funktion.....2
 -Anzeigen2

5.2. Instrumente zur Anzeige der Lage im Raum

5.2.1. Kreiselgrundlagen

-Kreiselgesetze (Stabilität, Präzession)2
 -Kreiselantriebe (pneumatisch, elektrisch) und deren Überwachung 2,6

5.2.2. Kurskreisel

-Aufbau und Funktion.....2
 -Manuelles Aufrichten2
 -Fehler und Ablauf.....2

5.2.3. Kreiselstabilisierter Kompass

-Aufbau und Funktion.....2
 -Komponenten: Flux Valve, Kurskreisel, Bedien-/Anzeigegerät.....2
 -Betriebsarten: (manuell, automatisch)2

5.2.4. Künstlicher Horizont

-Aufbau und Funktion.....2
 -Anzeigen2

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

-Manuelles Aufrichten	2
-Einstellung des Bezugshorizontes	2
5.2.5. Wendezeiger inkl. Libelle	
-Aufbau und Funktion	2
-Anzeigen	2
-Turn Coordinator	2
-Turn and Bank Indicator	2
5.2.6. Magnetkompass	
-Aufbau und Funktion	2
-Deviation	2,6
-Deviationstabelle	4
-Kompass-Kompensation	1
-Einfluss der Inklination	2,6
5.3. Triebwerk- und Systemüberwachungsinstrumente	
5.3.1. Druckmesser	
-Masseinheiten (atm, psi, inches hg, Pa, N/m ²)	1
-Mechanische Druckmesssysteme (Aneroiddose, Membrandose, Federrohr)	2
-Druckanzeige (Öldruck, Kraftstoffdruck, Ladedruck, Hydraulikdruck, Unterdruck)	2,6
-Bedeutung der farbigen Skalenbezeichnung	2
5.3.2. Temperaturmesser	
-Masseinheiten (Grad Celsius, Grad Fahrenheit)	1,5
Messsysteme:	
-Mechanisch (Bimetall-, Flüssigkeits- und Gasdruckthermometer)	2
-Elektrisch (Thermoelement, Widerstandstemperaturfühler)	2
-Temperaturanzeigen:	
-Lufttemperaturen (OAT)	2
-Öltemperatur, Zylinderkopftemperatur (CHT), Abgastemperatur (EGT)	2
-Turbinen-Einlass-Temperatur (Turbine Inlet Temperature, TIT)	2
-Turbinen-Austritts-Temperatur (Turbine Outlet Temperature, TOT, T4)	2
-Bedeutung der farbigen Skalenbezeichnung	2
5.3.3. Drehzahlmesser	
Systeme (Übertragung der Drehzahlanzeige):	
-Mechanisch (Fliehkraftgeber)	1
-Mechanisch-elektrisch (flexible Welle)	1
-Elektrisch (Tachogenerator)	1
-Elektronisch (Impulsgeber)	1
-Drehzahlanzeigen bei Kolbentriebwerken	1
-Bedeutung der farbigen Skalenbezeichnung	2,6
-Anzeigen (Drehzahl und Betriebsstunden)	2,6
-Limiten in der Praxis (Auswirkungen beim Überschreiten der Limiten)	6,9
5.3.4. Verbrauchsmesser	
-Funktionsprinzip	2
-Anzeigen	2
-Anzeigenauigkeit	2,6
5.3.5. Vorratsmesser	
-Systeme (mechanisch, elektromechanisch, elektrostatische, etc)	2
-Vorratsanzeigen (Öl, Kraftstoff)	2
-Anzeigen	2

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

-Fehlanzeigen	2,6
5.3.6. Drehmomentmesser (Torque)	
-Funktionsprinzip	2
-Anzeigen (PSI, %)	2
-Bedeutung der farbigen Skalenbezeichnung	2,6
-Limiten in der Praxis (Auswirkungen beim Überschreiten der Limiten)	6,9
5.3.7. Luftablassventilanzeige	
-Funktionsprinzip	2
-Anzeige	2
5.3.8. Betriebstundenzähler	
-Inbetriebsetzung (Staudruck, Öldruck, Squat Switch, RPM)	2
-Anzeigen	2
5.4. Warn- und Aufzeichnungsgeräte	
5.4.1. Warnung akustisch und optisch	
-Komponenten einer einfachen Anlage: Warnung (akustisch, optisch)	2
-Mastercaution	2
-Bedeutung, Interpretation von "gelb", "rot", "Flag"	2,6
5.4.2. Drehzahlwarnung allgemein	
-Low RPM Warning	2,6
-High RPM Warning	2,6
5.4.3. Chip Detektor	
-Triebwerkspäne (Engine Chip)	1,2,6
-Getriebspäne (Main Rotor/Tail Rotor Gearbox Chip)	1,2,6
5.4.4. Datenaufzeichnungssysteme	
-TOT, High RPM, Mastmoment	2,6
-Datenaufzeichnung (TOT, High RPM, Mastmoment)	2,6
5.4.5. Kollisionswarnsysteme	
-Systeme	1
-Komponenten	2
-Funktionsprüfung	2,6
-Datenaufzeichnung	1
5.5. Kommunikationssysteme	
5.5.1. Übermittlungssysteme (VHF, HF, SATCOM)	
-Grundsätzliches	3
-Bandbreiten	3,4
-Operationelle Grenzen	2,6
-Verwendung	1,6
5.5.2. Sprechfunk	
-Definition	3
-Allgemeines	3,4
-Anwendungen	6,9

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

Intentionally left blank

Lernzielbeschreibung

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1 Nennen, aufzählen | 6 Auswirkungen für die Praxis angeben |
| 2 Beschreiben, interpretieren | 7 Graphische Lösung |
| 3 Definieren | 8 Ursachen ermitteln und begründen |
| 4 Nachschlagen, ablesen, eintragen | 9 Entscheidungen treffen und begründen |
| 5 Berechnen, umrechnen | 10 Aussprechen, formulieren |

30 Flugleistungen und Flugplanung



1. BELADUNG

1.1. Grundlagen

- Grund für die Beladungs- und Schwerpunktrechnung (vgl. auch Fach 80)..... 2,6
- Begriffe: Masse und Gewicht..... 2

1.2. Massen und Beladung

- Leermasse (Basic Empty Mass, BEM) 3,4
- Nutzlast (Traffic load)..... 3,5
- Ausfliegbarer Treibstoff..... 4,5
- Startmasse (Take-Off Mass, TOM)..... 3,5
- Landemasse (Landing Mass) 2,5
- Höchstzulässige Startmasse (Maximum Take-off Mass, MTOM) 2,4
- Höchstzulässige Landemasse (Maximum Landing Mass) 2,4

1.3. Schwerpunkt, Schwerpunktgrenzen

- Hebelgesetz 2,5,6
- Einflüsse auf Start und Landung..... 2,6
- Einflüsse auf die Leistung allg. 2,6
- Referenz, Datum..... 2,4
- Arm, Stationen 2,4
- Moment 2,4
- Massen- und Schwerpunktgrenzen anhand des Luftfahrzeug-Flughandbuchs (AFM/RFM) .. 4
- Verteilung der Zuladung 5,6
- Ermittlung des Schwerpunktes 5

2. FLUGLEISTUNGEN

2.1. Geschwindigkeiten

- V_{NE} Never Exceed Speed (Höchstzulässige Geschwindigkeit), Zusammenhang IAS/TAS in der Höhe 2,4,6
- V_X Speed for Best Angle-of-Climb (Geschwindigkeit für besten Steigwinkel).... 2,4,6
- V_Y Speed for Best Rate-of-Climb (Geschwindigkeit für beste Steigrate) 2,4,6
- Geschwindigkeit für grösste Reichweite (max. range) 2,4,6
- Geschwindigkeit für die maximale Flugdauer (max. endurance) 2,4,6

2.2. Start

- Einflussfaktoren 2,6
- Startgeschwindigkeiten (Übergangsauftrieb)..... 2,4,6
- Startprofil (HIGE/HOGE)..... 2,6,9
- Limiten (TOT, Torque, MP)..... 2,6,9

2.3. Steigflug

- Einflussfaktoren 2,6
- Steigfluglimiten (TOT, Torque, MP, Geschwindigkeit) 2,6,9

2.4. Reiseflug

- Einflussfaktoren 2,6
- Maximale Flugdauer (max. endurance)..... 4,5
- Maximale Reichweite (max. range) 4,5
- Reisefluglimiten (TOT, Torque, MP, Geschwindigkeit)..... 4,5

2.5. Sinkflug

- Einflussfaktoren 2,6
- Sinkflugprofil, Sinkflugrate, Fluggeschwindigkeit..... 2,4,6

Lernzielbeschreibung

1	Nennen, aufzählen	6	Auswirkungen für die Praxis angeben
2	Beschreiben, interpretieren	7	Graphische Lösung
3	Definieren	8	Ursachen ermitteln und begründen
4	Nachschlagen, ablesen, eintragen	9	Entscheidungen treffen und begründen
5	Berechnen, umrechnen	10	Aussprechen, formulieren

	-Autorotation.....	2,3,6,9
2.6.	Landung	
	-Einflussfaktoren	2,6
	-Landegeschwindigkeiten	2,4,6
	-Limiten (TOT, Torque, MP).....	2,6,9
	-Gefahren (Vortex, V _{NE})	
2.7.	Limiten	
	-Zulassungskategorien.....	2,4
	-Grenzgeschwindigkeiten	2,4,6
	-Lastvielfaches	2,4,6
	-Dienstgipfelhöhe (Service Ceiling).....	3,4
	-Absolute Höhe (Absolute Ceiling).....	3,4
3.	FLUGPLANUNG	
3.1.	Streckenvorbereitung	
3.1.1.	Luftfahrtinformationen	
	-Informationen und Vorschriften für die Vorbereitung und Durchführung von Sichtflügen (VFR Manual Schweiz, AIC, NOTAM, DABS usw.).....	2,4
3.1.2.	Wahl des Flugweges und der Flughöhe	
	-Berücksichtigung der Wetterlage.....	2,4,6
	-Luftraumstruktur, Flugsicherungsvorschriften	2,4,6
	-Start-, Ziel- und Ausweichflugplätze	2,4,6
	-Höhenprofil (im Zusammenhang mit den Flugleistungen).....	2,4,6
3.2.	Kraftstoffbedarf	
3.2.1.	Hohlmasse und Gewichte	
	Einheiten:	
	-Liter (l), US Gallons (US Gal), Imperial Gallons (Imp Gal), Kilogramm (kg), Pfund (lbs).....	4,5
	Gewichtsberechnungen:	
	-Kraft- und Schmierstoffe (Umrechnungen).....	4,5
3.2.2.	Grundrechenaufgaben	
	-Entfernung – Zeit – Geschwindigkeit	5
	-Kraftstoffverbrauch, Kraftstoffmenge	5
3.2.3.	Kraftstoffberechnung	
	Begriffe gemäss EASA:	
	Mindestkraftstoffbedarf	
	-Kraftstoff für das Rollen (taxi fuel)	2,5
	-Kraftstoff für die Flugphase (trip fuel),	2,5
	Reservekraftstoff bestehend aus:	
	-Kraftstoff für unvorhergesehenen Mehrverbrauch (contingency fuel)	2,5
	-Ausweichkraftstoff (alternate fuel)	2,5
	-Endreserve (final reserve fuel).....	2,5
	-zusätzlicher Kraftstoff (additional fuel) abhängig von der Art des Flugbetriebes	
	-extra Kraftstoff (extra fuel), wenn vom Kommandanten gefordert.....	2,5
3.3.	Navigationsplan (navigation plan)	
	-Zweck	2
	-Erstellen von Navigationsplänen für Sichtflüge	2,4,6

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

3.4.	ICAO-Flugplan (ICAO flight plan, ATS flight plan)	
	-Zweck	2
	-Ausfüllen von ICAO-Flugplänen für Sichtflüge	2,4,6
3.5.	VFR Manual Schweiz	
	-Aufbau, Gliederung	2
	-Gesamter, den Hubschrauberflug betreffender Inhalt	2,4
3.6.	Flugüberwachung und Umplanung während des Fluges	
	-Überwachung des Flugweges und der Flugzeit	2,4,5,6
	-Überwachung des Kraftstoffverbrauchs während des Fluges	2,4,5,6
	-Umplanung während des Fluges bei Abweichungen von den geplanten Daten	2,4,5,6

Lernzielbeschreibung

1	Nennen, aufzählen	6	Auswirkungen für die Praxis angeben
2	Beschreiben, interpretieren	7	Graphische Lösung
3	Definieren	8	Ursachen ermitteln und begründen
4	Nachschlagen, ablesen, eintragen	9	Entscheidungen treffen und begründen
5	Berechnen, umrechnen	10	Aussprechen, formulieren

60 Navigation



1. ALLGEMEINE NAVIGATION

1.1. Grundlagen

1.1.1. Sonnensystem

Saisonale und scheinbare Bewegungen der Sonne 2

1.1.2. Gestalt der Erde und Standortfestlegung auf der Erdoberfläche

-Gestalt der Erde (Form und Ausmasse) 2

Erdkoordinatensystem:

-geografische Breite und Breitenunterschied, geografische Länge und Längenunterschied 2,3,4,5

-Gross- und Kleinkreise, Kursgleiche (Rhumb line, Loxodrome) 2,3

-Kompassrose 2,3,4

-Geografisch Nord (True North, TN) 3

1.1.3. Zeitrechnung

-Universal Time Coordinated, UTC 2

-Mittlere Ortszeit (Local Mean Time, LMT) 3, 5

-Gesetzliche Zeit (Local Time, LT) 3,4

-Sommerzeit (Daylight Saving Time) 3,4

-Zeitumrechnungen: UTC <-> LT 5

-Datumslinie 3

-Sonnenaufgangs- und Sonnenuntergangszeiten 2,3,4

-Bürgerliche Morgen- und Abenddämmerung 2,3,4

1.1.4. Erdmagnetismus, Kompassbegriffe

-Magnetfeld der Erde, Lage des magnetischen Nord- und Südpols 2

-Feldlinien 2

-Ortsmissweisung (Variation) 3,4,6

-Missweisend Nord (Magnetic North, MN) 3

-Isogonen, Agone, Störfelder 3

-Inklination 3,6

-Deviation 3,6

-Kompass-Nord (Compass North, CN) 3,4

1.1.5. Entfernungs-und Höhenangaben

-Nautische Meile, Statute Mile, Kilometer 2,5

-Fuss, Meter 2,5

-Definition der nautischen Meile 3

1.2. Kartenkunde

1.2.1. Allgemeines

-Karteneigenschaften: Winkeltreue, Längentreue, Flächentreue 2,3

-Kartenmassstäbe 2,4,5

-Anforderungen an eine Navigationskarte: Winkeltreue, Längentreue 2, 3

1.2.2. Normale Kegelprojektion (Lambertkarte)

-Darstellung des Kartennetzes 2

-Darstellung von Grosskreisen und Rhumb lines 2

-Karteneigenschaften 2

-Kurse, Distanzen 4

-Anwendungsbereiche 2

Lernzielbeschreibung

1	Nennen, aufzählen	6	Auswirkungen für die Praxis angeben
2	Beschreiben, interpretieren	7	Graphische Lösung
3	Definieren	8	Ursachen ermitteln und begründen
4	Nachschlagen, ablesen, eintragen	9	Entscheidungen treffen und begründen
5	Berechnen, umrechnen	10	Aussprechen, formulieren

1.2.3. Normale Zylinderprojektion (Merkatorkarte)	
-Darstellung des Kartennetzes.....	2
-Darstellung von Grosskreisen und Rhumb lines	2
-Karteneigenschaften	2
-Kurse, Distanzen.....	4
-Anwendungsbereiche	2
1.2.4. Luftfahrtkarten	
Sichtnavigationen Schweiz (siehe auch Fach Flugleistungen und Flugplanung):	
-Luftfahrtkarte ICAO 1:500'000 Schweiz.....	2,4
-Elektronische Karten.....	2,4
Sichtnavigationen Nachbarstaaten:	
-Luftfahrtkarte ICAO 1:500'000	2,4
-Luftfahrtkarte ICAO 1:1'000'000	2,4
1.3. Koppelnavigation	
1.3.1. Grundlagen der Orientierung (Basic Orientation)	
-Windrose.....	2
-Kompassrose.....	2
-Zusammenhänge zwischen Wind- und Kompassrose	2
-Berechnen des Gegenkurses	5
-Addition und Subtraktion von 90°	5
-Addition und Subtraktion von 45°	5
-Standlinie	3
Geschwindigkeiten:	
-Fluggeschwindigkeiten (IAS, CAS, TAS).....	3,4,5,6
-Geschwindigkeit über Grund (GS).....	3,5,6
-ETA	3,5
-Positionsermittlung durch Kreuzpeilung	2,7
1.3.2. Kursbegriffe	
Beabsichtigter Flugweg (Course), tatsächlicher Flugweg über Grund (Track) und Heading:	
-True track, TT	3
-True course, TC	3
-True heading, TH.....	3
-Magnetic track, MT	3
-Magnetic course, MC.....	3
-Magnetic heading, MH.....	3
-Compass heading, CH.....	3
1.3.3. Handhabung der mechanischen Navigationsrechenscheibe (DR calculator)	
Berechnungen bzw. Umrechnungen von Geschwindigkeiten, Zeiten, Distanzen, Kraftstoffverbrauch, Masseinheiten, wahrer Höhe (true altitude).....	5
1.3.4. Das Winddreieck	
-Einfluss des Windes auf einen Hubschrauber im Flug.....	2,6
-Geschwindigkeit über Grund (Ground Speed, GS)	3,5,7
-Dreieckseiten: True Air Speed, Ground Speed, Wind Speed	3
-Wind Correction Angle (WCA, Crab Angle), Drift, Drift Angle	3,5,7
-Actual Position, Dead-Reckoning Position (DR-Position), Air Position	2,3,7
-Winddreiecksaufgaben: Heading und GS aus Track, TAS und Wind	5,7
-Windkomponenten (Gegenwind, Rückenwind, Querwind).....	5,7
1.3.5. Praktische Kartenarbeit	
-DR-Position (voraussichtlicher Standort).....	7
-Standortbestimmung nach Erdsicht.....	2

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

1.4. Sichtnavigation

Kriterien für das Festlegen des Flugweges	
-bezüglich Flugsicherungsbelangen (FIZ, Gefahrengelände, usw.)	2,6
-bezüglich Orientierungshilfen (markante Linien und Punkte)	2,6
-DR-Position (voraussichtlicher Standort)	2,5,7
-Standortbestimmung terrestrisch (Leit- und Auffanglinien)	2
-Standortbestimmung mit Navigationshilfen (VDF, VOR, DME)	7
-Vergleich zwischen Kartenbild und Beobachtungen am Boden	2
-Identifikation von Geländelinien und Geländepunkten	2
-Gefahr von Fehlinterpretationen	2,6
-Abweichungen vom Flugweg und Korrekturen	2

2. FUNKNAVIGATION**2.1. Radiotechnik**

-Elektromagnetische Strahlung	1
-Frequenzbänder: LF, MF, HF, VHF, UHF	1
-Modulationsarten	1
-Antennen (Boden- und Bordanlage)	1
-Ausbreitung der VHF, UHF, SHF	2,6

2.2. Radaranlagen**2.2.1. Radar (Primär- und Sekundärradar)**

Funktionsprinzip (Primär- und Sekundärradar)	2
Reichweite	2
Störeinflüsse	2

2.2.2. Sekundärradar-Anlage (Secondary Surveillance Radar, SSR) / Transponder

-Aufgaben der SSR	2
-Modes A, C, S	2
-Antwortsignal (Codierung)	2
-Funktionsweise der Höhenübermittlung	2
-Funktionen: OFF, STAND-BY, ON, ALT, TEST	2
-Code-Wahl	2
-IDENT, Anzeigelampe	2
-Spezielle Codes	1,2,6

2.3. Funknavigationseinrichtungen (Boden- und Bordanlagen)**2.3.1. Bodenpeilanlagen (VHF Direction Finder, VDF)**

-Aufgaben des VDF / Kartensymbol	2
-Komponenten der Bodenanlage: Antenne, Empfänger, Anzeigegerät	1
-Frequenzband	1
-Reichweite	2
-Funktionsprinzip (Fremdpeilung)	2
-Peilmöglichkeiten: QDM, QDR, QTE	1,3,7
-Bordanlage	1
-VDF-Phraseologie (<i>wird im Fach 90 geprüft</i>)	

2.3.2. UKW-Drehfunkfeuer (VHF Omni-Directional Radio Range, VOR)

VOR-Bodenanlage:	
-Aufgaben des VOR (AWY, TMA) / Kartensymbole	2
-Emissionsarten	2,4
-Stationskennung	4
-Reichweiten	1
-Funktionsprinzip	2

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

VOR-Bordanlage:	
-Bestandteile, Funktionen	2
VOR-Anzeigeinstrumente:	
-Radio Magnetic Indicator (RMI)	2
-Course Deviation Indicator (CDI)	2
-Radio Direction Indicator (RDI) / Horizontal Situation Indicator (HSI)	2
-Radial inbound/outbound	3
-Kursbreite, Kalibrierungspunkte	2
-TO/FROM-Anzeige	2,6
-Warnflaggen	2,6
-Systemgenauigkeit	1
-Schweigekegel (cone of silence)	2,6
2.3.3. Distanzmessgerät (Distance Measuring Equipment, DME)	
-Aufgaben des DME / Kartensymbole	2
-Emissionsart	2,4
-Stationskennung	4
-DME-Arten (VOR/DME, ILS/DME, DME only)	1,4
-VORTAC (VOR-Tactical Air Navigation)	1
-Reichweiten	1
-Funktionsprinzip, Entfernung, Schrägentfernung (Slant Distance)	2,6
-DME-Bordanlage / Anzeige (Distanz, Zeit, Geschwindigkeit über Grund)	2
-Systemgenauigkeit	1
-Anzeigefehler in Abhängigkeit von Flughöhe, Distanz und Flugrichtung gegenüber der Bodenstation	1
2.4. Funknavigationsverfahren	
2.4.1. Grundlagen der Orientierung (Basic Orientation)	
-Windrose	2
-Kompassrose	2
-Zusammenhänge zwischen Wind- und Kompassrose	2
-Berechnen des Gegenkurses	5
-Addition und Subtraktion von 90°	5
-Addition und Subtraktion von 45°	5
-Standlinie	3
-QDR, QDM, QTE	3
-QDR-Rose, QDM-Rose	2
2.4.2. VOR-Navigationsverfahren	
-Radial inbound / outbound	3
-Anfliegen einer Standlinie	2,7
-Positionsbestimmung mit zwei VOR-Stationen	2,6
-Erste Orientierung (Basic Orientation) mit RDI / RMI	2,4
-Überflug der VOR-Station	2,6
-TO/FROM-Linie	2,6
-Korrekturen auf Standlinie	2,5,6
2.5. Satellitengestützte Navigation (GNSS)	
-Systeme (GPS, GLONASS, GALILEO)	1
-Anwendung	2
-Funktionsprinzip	2
-Anzeigen und deren Interpretation	2
-Systemgenauigkeit, Überdeckung, Einflüsse und Fehler	2,6

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

Intentionally left blank

Lernzielbeschreibung

- | | | | |
|---|----------------------------------|----|--------------------------------------|
| 1 | Nennen, aufzählen | 6 | Auswirkungen für die Praxis angeben |
| 2 | Beschreiben, interpretieren | 7 | Graphische Lösung |
| 3 | Definieren | 8 | Ursachen ermitteln und begründen |
| 4 | Nachschlagen, ablesen, eintragen | 9 | Entscheidungen treffen und begründen |
| 5 | Berechnen, umrechnen | 10 | Aussprechen, formulieren |

70 Betriebsverfahren



1. LIZENZEN

1.1. Besondere Anforderungen für Lizenzen für Privatpiloten (Hubschrauber) gemäss EASA Part.FCL (siehe auch Fach 10)

1.1.1. Anforderung LAPL(H)

-FCL.105.H, Rechte	2
-FCL.110.H, Anforderungen bezüglich der Erfahrung und Anrechnung.....	1
-FCL.135.H, Erweiterung von Rechten auf ein anderes Hubschraubermuster oder eine andere Hubschrauberbaureihe	2
-FCL.140.H, Anforderungen hinsichtlich der fortlaufenden Flugerfahrung	2,3

1.1.2. Anforderung PPL(H)

-FCL.205.H, Rechte	2
-FCL.210.H, Anforderungen bezüglich der Erfahrung und Anrechnung.....	1

2. NORMALVERFAHREN

2.1. Grundsätze

Allgemeine Vorschriften für den Betrieb von Luftfahrzeugen gemäss ICAO Annex 6:

-Definitionen	3
-Anwendbarkeit	1
-„Fly the aircraft“	6
-Entscheidungsfindung , Prioritäten setzen	6,9
-Lärmtaktisches Verhalten	6,9
Vermeidung von Zusammenstössen (see and avoid):	
-Technik der Luftraumüberwachung	2
-Landescheinwerfer.....	6
-Klare Scheiben.....	6
-Einfluss der Geschwindigkeit.....	2

2.2. Flugvorbereitung

2.2.1. Unterlagen

-Kartenmaterial, Studium der Lufträume usw.	2,6
-Meteounterlagen, DABS, NOTAM usw.....	2,6
-Unterlagen für Aussenlandungen (Kartenmaterial, Bewilligungen, etc).....	2,6
-Flüge über die Landesgrenze: ICAO Flugplan, Zollvorschriften.....	6

2.2.2. Hubschrauberübernahme

-Sichtkontrolle (allgemeiner Zustand des Luftfahrzeuges)	6,9
-Kontrolle auf Beschädigungen, Aussencheck gemäss AFM/RFM	6,9
-Kontrolle auf Kraftstoff- und Ölverlust.....	6,9
-Mindestausrüstung gemäss AFM/MEL.....	2,6,9
-No Go Items.....	2,6,9
-Unterhaltsanweisungen, technische Mitteilungen des BAZL/des Herstellers	2,6,9

2.2.3. Betankung

-Richtiger Kraftstoff	1,2,6,9
-Brandgefahr	6,8,9
-Erdung, Bonding	2,6
-Gesundheitliche Aspekte (Dämpfe, Vermeiden von Hautkontakt)	1,6
-Kontrolle auf Wasser und Verunreinigungen (Fuel drain)	2,6
-Betankung und Passagiere.....	3,6

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

2.3. Triebwerkstart, Rollen, Start, Steigflug

2.3.1. Triebwerkstart

-Anlassverfahren (gemäss AFM) 1,4
 -Vergaserbrand 1,9
 -Überfluteter Vergaser („abgesoffen“) 1,9
 -Heissstart (Turbinenhubschrauber)

2.3.2. Start und Schweben

-Bodenbeschaffenheit (siehe auch 3.1.1.) 1,6,9
 -Kontrollen vor dem Start 1,2,6,9
 -Normaler Start 2,6
 -Start auf hochgelegenen Plätzen 2,6
 -Verfahren bei Seiten- und Rückenwind 2,6,9
 -Startabbruch (Gründe, Entscheidungspunkte) 2,6
 -Triebwerkstörung 2,6,9
 -Andere Probleme (Festfrieren der Kufen, Triebwerkbrand etc) 2,6,9

2.3.3. Steigflug

-Triebwerkbedienung 2,6,9
 -Steigflugprofil, Vx, Vy 1,2,6,9

2.4. Reiseflug / Gebirgsflug allgemein

-Flugleistungen 2,6
 -Triebwerkbedienung 2,6,9
 -Besondere Witterungsverhältnisse (siehe 3.1.3. und 3.2.) 6,9
 -Verlust der Orientierung (Auffanglinien, Eigenpeilung, Fremdpeilung, Radar) 1,9
 -Umgang mit Sauerstoffanlagen 2,6

2.5. Sinkflug, Anflug, Durchstart, Landung

2.5.1. Sinkflug

-Triebwerkbedienung 2,6,9
 -Sinkflugprofil 2,6,9
 -Einflug in die Platzrunde / auf den Landeplatz 2,6,9

2.5.2. Anflug

-Normaler Anflug 2
 -Anflug auf hochgelegene Plätze 2,6
 -Anflug zu hoch / zu tief 6,9
 -Mit Rücken- und Seitenwind (Turbulenzen, Windscherungen) 6,9
 -Optische Täuschungen (Pistenneigung, -breite, Niederschläge, Schatten/Licht usw.).. 2,6

2.5.3. Durchstart (balked landing, "go around ")

-Gründe (technische Probleme, Hindernisse, Wetter, Stabilität, ATC usw.) 1
 -Verfahren 2

2.5.4. Landung

-Normale Landung 2
 -Landung bei Wind (Gegenwind, Seitenwind, Rückenwind) 2,6
 -Einfluss Landeplatzzustand (siehe auch 3.1.1) 2,6

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

3. SPEZIELLE BEDINGUNGEN UND NOTVERFAHREN

3.1. Operation bei speziellen Wetterbedingungen

3.1.1. Zustand der Piste / des Landeplatzes

-Gras, hoher Bewuchs	6,9
-Weicher Boden	6,9
-Eis, Schnee, Schneematsch.....	6,9

3.1.2. Vereisung

Vereisung des Vergasers und des Ansaugschachtes:

-Kritischer Temperaturbereich	2
-Ursachen.....	8
-Vorbeugende Massnahmen	1,9
-Erkennen.....	2
-Auswirkungen	2

Vereisung des Rotors, der Zelle und der Messsysteme:

-Auswirkungen	2
-Erkennen.....	2
-Massnahmen	1,9

Vereisung der Windschutzscheibe:

-Massnahmen	
-am Boden.....	2,9
-in der Luft.....	1,9

3.1.3. Meteorologische Gefahrensituationen

-Sich verschlechternde Horizontal- und Vertikalsicht	6,9
-Dunst, Smog, Staub.....	6,9
-Nebel und Nebelschwaden.....	6,9
-Tiefe Wolkenuntergrenze.....	6,9
-Regen- und Schneeschauer.....	6,9
-Gewitter.....	6,9
-Turbulenzen	6,9
-Windscherungen und Microburst.....	6,9
-Leewellen und Rotoren.....	6,9

3.2. Gebirgsflug

-Start und Landung auf hochgelegenen Plätzen, Geschwindigkeitsanzeigen	2,6
-Flugtaktik (Route, Flughöhe, Bergkämme, Pässe, Täler, Flughindernisse, Flugfunk)	2,4,6,9
Besondere Witterungsverhältnisse:	
-Auf- und Abwinde.....	6,9
-Berg- und Talwind.....	6,9
-Föhn (Rotoren).....	6,9
-Wolkenbildung	6,9
-Überleben im Gebirge.....	2,9

3.3. Aussenlandung

-Begriff.....	2
Nationale Vorschriften:	
-Aussenlandungen bis 1100 m/AMSL.....	2,6
-Aussenlandungen ab 1100 m/AMSL bis 2000 m/AMSL.....	2,6
-Aussenlandungen auf Gebirgslandeplätzen.....	2,6
Durchführung:	
-Anflugtaktik (Navigation, Umwelt, Kabel, etc.).....	2,6
-Rekognosierung der Aussenlandestelle („WAHIBELU“, „PLAHÖLEI“)	2,6
-Checks und Briefings.....	2,6
-Gefahren (z.B. für Drittpersonen und Passagiere)	1,6

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

3.4.	Sicherheitslandung (vorsorgliche Landung)	
	-Begriff.....	2
	-Gründe (z. B. Wetter, Einbruch der Dunkelheit, Verlust der Orientierung, Gesundheit).....	1,9
	-Berücksichtigung des Windes (grösstmögliche Reichweite).....	9
	-Auswahl des Flugplatzes bzw. Geländes.....	9
	-Nächstgelegener Flugplatz.....	1,9
	-Militärflugplätze.....	9
	-Vorbereitung.....	2,6,9
	-Massnahmen nach der Landung.....	1,2,9
3.5.	Notlandung	
	-Begriff.....	2
	-Gründe.....	1
	-Flugtaktik.....	2,6,9
	-Auswahl des Geländes.....	9
	-Berücksichtigung des Windes.....	9
	-Vorbereitung.....	1
	-Einteilung des Anfluges.....	2
	Anflugtaktik/-geschwindigkeit und Landetechnik:	
	-in hohem Bewuchs.....	2,9
	-im Wald.....	2,9
	-auf dem Wasser.....	2,9
	-am Hang.....	2,9
	-auf einem Gelände mit Hindernissen.....	2,9
	-auf einem zu kurzen Gelände.....	2,6,9
	-Vorbereitung der Passagiere.....	1
	-Korrekturen im Endanflug (Hindernisse).....	2
	-Letzte Verfahren vor der Landung.....	1,2
	-Evakuierung.....	2
	-Massnahmen nach der Landung.....	2,9
3.6.	Verhalten bei offenem und schwelendem Brand	
	-Vergaserbrand.....	8,9
	-Triebwerkbrand.....	8,9
	-Brand in Kabine / Cockpit.....	8,9
	-Auswahl des richtigen Löschmittels (Verhältnismässigkeit, nach Brandklasse).....	1
	-Rauchentwicklung in Cockpit und Kabine.....	8
	-Auswirkungen und Massnahmen.....	2,9
	-Anwendung eines Feuerlöschers.....	6,5
3.7.	Turbulente Nachströmung (Wake Turbulence, Jet Blast, Downwash)	
	-Ursache der Verwirbelung.....	2
	-Verantwortung (ATC, Pilot).....	1,9
	-Einfluss von Geschwindigkeit und Masse.....	2,6
	-Zeitliches und örtliches Beharrungsvermögen der Wirbel (Windeinfluss).....	2,6
	-Massnahmen beim Kreuzen der Flugbahn eines Grossflugzeuges.....	1,9
	-Massnahmen bei Start und Landung hinter einem Grossflugzeug.....	1,9
	-Turbulente Nachströmung von Hubschraubern.....	2,6,9
	-Rotorabwinde (downwash) inkl. Gefahr für Dritte am Boden.....	2,4
3.8.	Beschädigung durch Fremdkörper (z.B. Vogelschlag, Hagel)	
	-an den Rotoren.....	6,9
	-an der Zelle inkl. Scheiben.....	6,9
	-am Triebwerk.....	6,9
3.9.	Offene Türen	
	-Verfahren beim Fliegen mit offener, ausgebauter Türe.....	2,8,9

Lernzielbeschreibung

1	Nennen, aufzählen	6	Auswirkungen für die Praxis angeben
2	Beschreiben, interpretieren	7	Graphische Lösung
3	Definieren	8	Ursachen ermitteln und begründen
4	Nachschlagen, ablesen, eintragen	9	Entscheidungen treffen und begründen
5	Berechnen, umrechnen	10	Aussprechen, formulieren

	-Notabwurf der Türen.....	6,8,9
3.10.	Dynamischer Überschlag	
	-Definition.....	3
	-Ursachen.....	1,6,8
	-Vermeidung.....	2,6
	-Gegenmassnahmen.....	2,9
3.11.	Mast-Bumping	
	-Definition.....	3
	-Ursachen.....	1,6,8
	-Vermeidung.....	2,6
	-Gegenmassnahmen.....	2,9
3.12.	Strömungsabriss am Rotorblatt	
	-Definition.....	3
	-Ursachen.....	1,6,8
	-Vermeidung.....	2,6
	-Gegenmassnahmen.....	2,9
3.13.	Wirbelringstadium	
	-Definition.....	3
	-Ursachen.....	1,6,8
	-Vermeidung.....	2,6
	-Gegenmassnahmen.....	2,9
3.14.	Überziehen	
	-Definition.....	3
	-Ursachen.....	1,6,8
	-Vermeidung.....	2,6
	-Gegenmassnahmen.....	2,9
3.15.	Überdrehzahl von Rotor und Triebwerk	
	-Definition.....	3
	-Ursachen.....	1,6,8
	-Vermeidung.....	2,6
	-Gegenmassnahmen.....	2,9
3.16.	Bodenresonanz	
	-Definition.....	3
	-Ursachen.....	1,6,8
	-Vermeidung.....	2,6
	-Gegenmassnahmen.....	2,9
3.17.	Systempannen	
	3.17.1. Allgemeines Vorgehen bei Systempannen	
	-Erkennen.....	2,6
	-Analysieren.....	6,8
	-Massnahmen treffen.....	8,9
	3.17.2. Triebwerk	
	-Schmiersystem (Öldruck, Öltemperatur).....	6,8,9
	-Kraftstoffsystem (Kraftstoffdruck, Kraftstoffvorrat).....	6,8,9
	-Triebwerkausfall im Flug (Ursachen, Massnahmen).....	6,8,9
	-Reglerausfall.....	6,8,9
	3.17.3. Elektrische Systeme	
	-Kurzschluss.....	1,6,8,9
	-Unterbruch.....	1,6,8,9

Lernzielbeschreibung

1	Nennen, aufzählen	6	Auswirkungen für die Praxis angeben
2	Beschreiben, interpretieren	7	Graphische Lösung
3	Definieren	8	Ursachen ermitteln und begründen
4	Nachschlagen, ablesen, eintragen	9	Entscheidungen treffen und begründen
5	Berechnen, umrechnen	10	Aussprechen, formulieren

-Ausfall von elektrischen Systemen allgemein 1,6,8,9
 -Ausfall von grossen und kleinen Stromverbrauchern 1,6,8,9
 -Ausfall von Energieerzeugern..... 1,6,8,9

3.17.4. Steuerungsanlagen

-Ausfall von Steuerungsanlagen (inkl. Hydraulik, Trimmung)..... 6,8,9

3.17.5. Instrumente

-Ausfall / Fehlanzeigen von Instrumenten 6,8,9

3.17.6. Navigationshilfen

-Ausfall / Fehlanzeigen von Navigationshilfen 6,8,9

Lernzielbeschreibung

1	Nennen, aufzählen	6	Auswirkungen für die Praxis angeben
2	Beschreiben, interpretieren	7	Graphische Lösung
3	Definieren	8	Ursachen ermitteln und begründen
4	Nachschlagen, ablesen, eintragen	9	Entscheidungen treffen und begründen
5	Berechnen, umrechnen	10	Aussprechen, formulieren

Intentionally left blank

Lernzielbeschreibung

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1 Nennen, aufzählen | 6 Auswirkungen für die Praxis angeben |
| 2 Beschreiben, interpretieren | 7 Graphische Lösung |
| 3 Definieren | 8 Ursachen ermitteln und begründen |
| 4 Nachschlagen, ablesen, eintragen | 9 Entscheidungen treffen und begründen |
| 5 Berechnen, umrechnen | 10 Aussprechen, formulieren |

80 Grundlagen des Fluges



1. AERODYNAMIK DES UNTERSCHALLBEREICHES

1.1. Grundlagen, Gesetze und Definitionen

1.1.1. Gesetze und Definitionen

-Umrechnungsfaktoren	4
-Newton's Gesetz	3
-Bernoulli's Gesetz / Kontinuitätsgleichung	3
-Statischer-, dynamischer- und Gesamtdruck	3
-Luftdichte	3
-IAS und TAS	3,6

1.1.2. Strömungslehre

-Stromlinie	2
-Zweidimensionale Luftströmung	2
-Dreidimensionale Luftströmung	2

1.1.3. Aerodynamische Kräfte an Tragflächen

-Resultierende Luftkraft	3
-Auftrieb	3
-Widerstand	3
-Anstellwinkel (angle of attack)	3

1.1.4. Form eines Flügelprofils

-Verhältnis Profildicke zu Profiltiefe (thickness to chord ratio)	3
-Profilsehne (chord line)	3
-Profilskelettlinie (camber line)	3
-Profilwölbung (camber)	3
-Profilanstellwinkel α (angle of attack)	3

1.1.5. Tragflügelform

-Tragflügelstreckung	3
-Profilsehne an der Rotorblattwurzel	2
-Profilsehne an der Rotorblattspitze	2
-Flügelpfeilung	3
-Flügelgrundform	3

1.2. Zweidimensionale Luftströmung am Flügelprofil

-Stromlinienverlauf	2
-Staupunkt (stagnation point)	3
-Druckverlauf	2
-Druckpunkt (centre of pressure)	2
-Einfluss des Anstellwinkels	2
-Strömungsablösung bei grossen Anstellwinkeln	2,6
-Diagramm C_L/α	2

1.3. Koeffizienten

-Auftriebskoeffizient C_L	2
-Widerstandskoeffizient C_D	2

1.4. Dreidimensionale Luftströmung um den Helikopter

1.4.1. Stromlinienverlauf

-Strömungsverlauf in der Spannweitenrichtung und Ursache	2
-Randwirbel und Anstellwinkel	2
-Auf- und Abwind verursacht durch Randwirbel	2
-Wirbelschleppen hinter einem Helikopter	2,6

1.4.2. Induzierter Widerstand

-Einfluss von Randwirbeln auf den Anstellwinkel	2
---	---

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

	-Induzierter Widerstand und Anstellwinkel.....	2,6
1.5.	Widerstand	
1.5.1.	Parasitärer Widerstand	
	-Druckwiderstand (pressure drag)	2,6
	-Interferenzwiderstand (interference drag)	2,6
	-Reibungswiderstand (friction drag).....	2,6
	-Luftströmung um die Kabine.....	2,6
1.5.2.	Parasitärer Widerstand und Geschwindigkeit	
	-Parasitärer Widerstand und Geschwindigkeit.....	2,6
1.5.3.	Induzierter Widerstand und Geschwindigkeit	
	-Induzierter Widerstand und Geschwindigkeit	2,6
1.5.4.	Gesamtwiderstand	
	-Gesamtwiderstand.....	2,6
1.6.	Bodeneffekt	
	-Spezielle Effekte (Luftströmung) beim Schweben im Bodeneffekt.....	2,6
1.7.	Strömungsabriss (Stall)	
1.7.1.	Strömungsablösung bei Anstellwinkelvergrößerung	
	-Grenzschicht: Laminare Schicht, turbulente Schicht, Strömungsumschlag	2,6
	-Ablösepunkt.....	2
	-Einfluss des Anstellwinkels.....	2,6
	-Einfluss auf: Druckverteilung, Position des Druckpunktes, C_L , C_D , Nickmomente.....	2,6
1.7.2.	Spezielle „Stallgeschwindigkeit“ des Helikopters	
	-Kurvenflug.....	2,6
	Lastvielfaches n:	
	-Definition	3
	-Querlage	2,6
	-Kräfte	2,6
1.7.3.	Strömungsablösung	
	-Einfluss der Tragflügelgrundform.....	2
	-Aerodynamische und geometrische Schränkung.....	2
1.8.	Spezielle Umstände	
	Eis und andere Ablagerungen:	
	-Eis am Staupunkt.....	2,6
	-Eis auf der Oberfläche	2,6
	-Regen	2,6
	-Ablagerungen auf der Tragflügelvorderkante	2,6
	-Auswirkungen auf den Stall	2,6
2.	STABILITÄT	
2.1.	Gleichgewicht und Fluglage des Hubschraubers	
2.1.1.	Schwebeflug	
	-Kräfte und Gleichgewichtsbedingungen	1,2,3
	-Nickmoment, Moment und Winkel um die Querachse	1,2,3,6
	-Rollmoment, Moment und Winkel um die Längsachse	1,2,3,6

Lernzielbeschreibung

1	Nennen, aufzählen	6	Auswirkungen für die Praxis angeben
2	Beschreiben, interpretieren	7	Graphische Lösung
3	Definieren	8	Ursachen ermitteln und begründen
4	Nachschlagen, ablesen, eintragen	9	Entscheidungen treffen und begründen
5	Berechnen, umrechnen	10	Aussprechen, formulieren

2.1.2. Vorwärtsflug	
-Kräfte und Gleichgewichtsbedingungen	1,2,3
-Momente und Winkel	1,2,3
-Auswirkung der Geschwindigkeit auf die Lage der Kabine	1,2,3
2.2. Methoden zum Erreichen des Gleichgewichts	
-Höhenleitwerk	2,6
-Seitenleitwerk.....	2,6
-Stabilisierungshilfen (horizontal/vertikal)	2,6
2.3. Statische und dynamische Längsstabilität	
Grundlagen und Definitionen:	
-Statische Stabilität, positiv, neutral und negativ	2,6
-Dynamische Stabilität, positiv, neutral und negativ	2,6
Schwerpunktlage:	
-Hintere Grenze und Mindestgrenzen für die Längsstabilität	2,6
-Vordere Schwerpunktlage	2,6
-Auswirkungen auf die statische und dynamische Stabilität	2,6
2.4. Seiten- und Richtungsstabilität	
-Einfluss der Schwerpunktlage	2,6
2.5. Statisches- und dynamisches Überrollen	
-Entstehung, Kräfte und Momente	1,2,3,6
3. STEUERUNG	
3.1. Allgemeines	
-Grundlagen, die drei Ebenen und drei Achsen.....	3
3.2. Kollektive Steuerung	
-Beschrieb und Funktionsweise	2,3,6
3.3. Zyklische (periodische) Steuerung	
-Beschrieb und Funktionsweise	2,3,6
3.4. Pedale: Steuerung um die Hochachse	
-Beschrieb und Funktionsweise	2,3,6
3.5. Leistungssteuerung	
-Vollartikulierter Rotor	1,2,3
-Starres Rotorkopfsystem	1,2,3
-Zweiblatt-Rotor (teetering rotor).....	1,2,3
4. AERODYNAMIK IM SCHALLNAHEN GESCHWINDIGKEITS- BEREICH UND KOMPRESSIBILITÄTSEFFEKTE	
4.1. Luftströmungsgeschwindigkeiten	
-Schallgeschwindigkeit.....	2,3
-Unterschall-, hohe Unterschall- (transsonic) und Überschallströmung	2,3
4.2. Schockwellen	
-Kompressibilität und Schockwellen	2

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

	-Gründe für die Entstehung.....	2,3
	-Auswirkungen auf Auftrieb und Widerstand	2,3,6
4.3.	Einflüsse auf die Flügelform	
	-Pfeilungswinkel	2,3,6
5.	DREHFLÜGLER/HUBSCHRAUBER	
5.1.	Arten von Drehflüglern	
	-Tragschrauber (Autogyro).....	2
	-Hubschrauber	2
5.2.	Hubschrauberkonfigurationen	
	-Allgemeine Auslegung, Rumpf, Triebwerk und Getriebegehäuse.....	2
	-Heckrotor, Fenestron und NOTAR	2
	-Triebwerke (Kolbenmotor und Turbinentriebwerk)	2
	-Kraftübertragung	2
	-Rotorwellenachse, Rotornabe und Rotorblätter	2
	-Blattspitzenebene und Rotorkreisfläche	2,3
	-Zweiblattrotor und Rotoren mit mehr als zwei Rotorblätter	2
	-Kufen und Räder.....	2
	-Hubschrauberachsen und Rumpfmittellinie.....	2,3
	-Längs-, Quer- und Hochachse.....	2,3
	-Gesamtmasse, Gesamtgewicht, Rotorkreisflächenbelastung.....	2,3
6.	HAUPTROTOR-AERODYNAMIK	
6.1.	Schwebeflug ausserhalb Bodeneffekt	
6.1.1.	Luftströmung durch die Rotorkreisebene und die Rotorblätter	
	-Umfangsgeschwindigkeit am Blattprofil.....	2,3
	-Induzierte Luftströmung durch die Blattebene und die Abwärtsströmung (downwash) ..	2,3
	-Abwind, Rumpfwiderstand	2
	-Gleichgewicht von Rotorschubkraft, Gewicht und Rumpfwiderstand	2,3,6
	-Induzierte Leistung der Rotorkreisebene.....	2,3
	-Relative Luftströmung am Rotorblatt	2,3
	-Einstellwinkel und Anstellwinkel am Blattprofil	2,3
	-Auftrieb und Profilwiderstand am Blattelement.....	2,3
	-Resultierende Luftkraft und Schubkraft am Rotorblatt und Gesamtschub des Rotors...2,3	
	-Änderung des kollektiven Einstellwinkels und deren Notwendigkeit.....	2,3
	-Total erforderliches Rotordrehmoment (Torque) und Rotorleistung.....	2,3
	-Einfluss der Luftdichte	2,3,6
6.1.2.	Gegendrehmoment und Heckrotor	
	-Heckrotorkraft in Funktion des Hauptrotor-Drehmomentes.....	2,3,6
	-Gegendrehmoment der Rotorleistung	2,3
	-Notwendigkeit der Heckrotorblattwinkelverstellung, Seitensteuerpedale.....	2,3,6
6.1.3.	Maximale Schwebeflughöhe (HOGE)	
	-Total erforderliche Leistung und verfügbare Leistung	2,3,6
	-Maximale Schwebeflughöhe in Funktion von Druckhöhe und Aussentemperatur	2,3,6

Lernzielbeschreibung

1	Nennen, aufzählen	6	Auswirkungen für die Praxis angeben
2	Beschreiben, interpretieren	7	Graphische Lösung
3	Definieren	8	Ursachen ermitteln und begründen
4	Nachschlagen, ablesen, eintragen	9	Entscheidungen treffen und begründen
5	Berechnen, umrechnen	10	Aussprechen, formulieren

6.2. Senkrechter Steigflug**6.2.1. Relative Luftströmung und Anstellwinkel**

- Steigfluggeschwindigkeit (V_{climb}), induzierte und relative Strömungsgeschwindigkeit und Anstellwinkel2,3
- Kollektiver Einstellwinkel und Rotorblattanstellwinkelverstellung2,3

6.2.2. Leistung und vertikale Steigfluggeschwindigkeit

- Induzierte Leistung, Steigleistung und Profilleistung2,3
- Hauptrotor-Gesamtleistung und Hauptrotor-Drehmoment2,3
- Heckrotor-Leistung2,3
- Erforderliche Gesamtleistung im vertikalen Steigflug2,3,6

6.3. Vorwärtsflug**6.3.1. Luftströmung und Kräfte bei gleichbleibender Einstromungsverteilung**

- Voraussetzung für gleichmässige Einstromungsverteilung auf die Rotorkreisebene2,3
- Vorlaufendes (90°) und rücklaufendes (270°) Rotorblatt.....2,3,6
- Relative Strömungsgeschwindigkeit am Rotorblattprofil, Zone der Rückströmung2,3,6
- Auftrieb am vor- und rücklaufenden Rotorblatt bei konstantem Einstellwinkel (pitch)2,3,6
- Notwendigkeit der zyklischen Blattwinkelsteuerung (cyclic pitch)2,3,6
- Kompressibilitätseffekte an der Blattspitze des vorlaufenden Blattes und Geschwindigkeitslimiten.....2,3,6
- Hoher Anstellwinkel am rücklaufenden Rotorblatt, Strömungsabriss und Geschwindigkeitslimiten.....2,3,6
- Schubkraft auf der Rotorkreisebene und Neigen des Schubvektors.....2,3,6
- Vertikale Komponente des Schubvektors im Gleichgewicht mit der Gewichtskraft2,3,6
- Horizontale Komponente des Schubvektors im Gleichgewicht mit dem Widerstand...2,3,6

6.3.2. Das Abfangmanöver (flare) mit Leistung

- Schubumkehr und Zunahme des Rotorschubes2,3
- Zunahme der Rotordrehzahl an einem nichtgeregelten Antrieb.....2,3,6

6.3.3. Leistung und maximale Geschwindigkeit

- Induzierte Leistung in Funktion der Vorwärtsgeschwindigkeit.....2,3,6
- Rotor-Profilwiderstand in Funktion der Vorwärtsgeschwindigkeit2,3,6
- Widerstand der Kabine und schädlicher Widerstand in Abhängigkeit der Vorwärtsgeschwindigkeit.....2,3,6
- Heckrotorleistung und Leistung für Hilfsausrüstung2,3,6
- Total erforderliche Leistung in Abhängigkeit der Vorwärtsgeschwindigkeit2,3,6
- Einfluss von Masse des Hubschraubers, Luftdichte und Widerstand der zusätzlichen externen Ausrüstung.....2,3,6
- Übergangsauftrieb und Einfluss auf die erforderliche Leistung.....2,3,6

6.4. Schweb- und Vorwärtsflug im Bodeneffekt

- Luftströmung im Bodeneffekt und Abwind (Downwash): Abnahme der Rotorleistung in Funktion der Rotorhöhe über Grund bei konstanter Masse des Hubschraubers2,3,6

6.5. Senkrechter Sinkflug**6.5.1. Senkrechter Sinkflug mit Leistung**

- Luftströmung durch den Rotor bei kleiner Sinkfluggeschwindigkeit2,3,6
- Wirbelringzustand (Vortex), Regelung mit Leistung, Auswirkungen2,3,6

6.5.2. Autorotation

- Position des Kollektivhebels (Collective) nach Triebwerkausfall.....2,3,6
- Aufwärtsströmung durch den Rotor, Autorotations- und Anti-Autorotationsringe2,3,6

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

- Heckrotorschubkraft und Steuerung um die Hochachse (yaw)2,3,6
- Kontrolle der Rotordrehzahl mit dem Kollektivhebel.....2,3,6
- Landing nach Erhöhung des Rotorschubes durch Ziehen des Kollektivs und Verrin-
gern der Sinkgeschwindigkeit2,3,6

6.5.3. Autorotation mit Vorwärtsgeschwindigkeit

6.5.3.1. Luftströmung durch die Rotorkreisebene

- Sinkgeschwindigkeit und Aufwärtsströmung durch die Rotorebene2,3
- Abfangen (Flare), Zunahme des Rotorschubes, Verringerung der Sink-
geschwindigkeit und der Geschwindigkeit über Grund.....2,3,6

6.5.3.2. Flug und Landung

- Kurven2,3
- Abfangen (Flare).....2,3
- Autorotationslandung.....2,3
- Diagramm bezüglich kritischen Bereiche für Höhe und Geschwindigkeit
(Dead man’s curve).....2,3,6

7. MECHANIK DES HAUPTROTORS

7.1. Schlagbewegung (Flapping) der Rotorblätter im Schwebeflug

7.1.1. Kräfte und andere Beanspruchungen auf die Rotorblätter

- Zentrifugalkraft auf das Rotorblatt und die Anschlüsse (Befestigungen)2,3
- Limiten der Rotordrehzahl2,6
- Auftrieb am Rotorblatt und Biegespannungen starrer Blattanschlüsse.....2,3
- Schlaggelenk des artikulierten Rotors und das versetzte Schlaggelenk.....1,2
- Schlagbewegung des gelenklosen Rotors und flexible Elemente.....1,2

7.1.2. Konuswinkel im Schwebeflug

- Auftrieb und Zentrifugalkraft im Schwebeflug (Blattgewicht vernachlässigbar)1,2
- Schlagbewegung, Blattspitzenebene und Rotorkreisfläche1,2,3

7.2. Schlagbewegung der Rotorblätter im Vorwärtsflug

7.2.1. Kräfte auf das Rotorblatt im Vorwärtsflug ohne zyklische Verstellung

- Aerodynamische Kräfte auf die vorlaufenden und rücklaufenden Rotorblätter ohne
zyklische Verstellung1,2,3
- Periodische Kräfte und Biegespannungen, Ermüdung, und die Schlaggelenke.....1,2,3
- Phasenverschiebung zwischen der Kraft und dem Schlagwinkel (ca. 90°)1,2,3,6
- Schlagbewegung der artikulierten Blätter und Neigung des Konus, sowie Rückwärts-
schlagbewegung des Rotors (flap back, blowback).....1,2,3,6
- Lage des Rotorkreises und Neigen der Schubkraft.....1,2,3,6

7.2.2. Zyklischer (periodischer) Einstellwinkel am Rotorblatt

- Notwendigkeit der Vorwärtsneigung der Rotorkreisebene und des Schubvektors1,2,6
- Schlagbewegung und Blattspitzenebene mit virtueller Achse.....1,2,6
- Achse bei keiner Schlagbewegung der Rotationsebene.....1,2,6
- Rotorwellenachse und Nabenebene1,2
- Ändern des zyklischen Einstellwinkels und Neigung des Rotorschubvektors.....1,2,6
- Ändern des kollektiven Einstellwinkels, kollektiver Hebel, Taumelscheibe, Steigungs-
gelenk und -horn1,2
- Steuerknüppel (Cyclic pitch), rotierende Taumelscheibe und bewegliches Steigungs-
gelenk und Phasenwinkel1,2

Lernzielbeschreibung

1 Nennen, aufzählen	6 Auswirkungen für die Praxis angeben
2 Beschreiben, interpretieren	7 Graphische Lösung
3 Definieren	8 Ursachen ermitteln und begründen
4 Nachschlagen, ablesen, eintragen	9 Entscheidungen treffen und begründen
5 Berechnen, umrechnen	10 Aussprechen, formulieren

7.3.	Schwenkbewegung	
7.3.1.	Kräfte am Rotorblatt in der Blattspitzenebene im Vorwärtsflug	
	-Kräfte wegen des Coriolis-Effektes infolge der Schlagbewegung.....	1,2,3
	-Wechselnde Biegespannung und der Gebrauch von Widerstands- oder Schwenkgelenk ..	1,2,3
7.3.2.	Das Widerstands- oder Schwenkgelenk	
	-Das Schwenkgelenk im vollartikulierten Rotor	1,2,3
	-Schwenkflexibilität im gelenklosen Rotor	1,2
	-Schwenkdämpfer	1,2
7.4.	Bodenresonanz	
	-Schwenkbewegung und Bewegung des Schwerpunkts der Rotorblätter und des Rotors.	1,2,6
	-Schwingungskräfte auf dem Rumpf.....	1,2
	-Rumpf, Landgestell und Eigenschwingung	1,2,6
7.5.	Rotorsysteme	
7.5.1.	Zweiblattrotor (See-Saw-Rotor)	
	-Beschrieb und Funktionsweise	1,2
7.5.2.	Vollartikulierter Rotor	
	-Dreigelenk-Befestigung	1,2,3
	-Lager- und Kunststoffgelenke.....	1,2,3
7.5.3.	Gelenk- und lagerloser Rotor	
	-Beschrieb und Funktionsweise	1,2
7.5.4.	„Rotorblattsegeln“ (Blade sailing)	
	-Tiefe Rotordrehzahl und deren Auswirkungen bei ungünstigen Windverhältnissen	1,2,6
	-Minimieren der Gefahr	1,2,6
	-Unterer Blattanschlag (droop stop).....	1,2,6
7.5.5.	Hauptrotorvibrationen	
	-Entstehung der Vibrationen in der Vertikalen und in der Rotorebene	1,2
	-Einstellung des Blattspurlaufes und Auswuchten der Blätter	1,2
8.	HECKROTOR	
8.1.	Konventioneller Heckrotor	
8.1.1.	Rotorbeschreibung	
	-Zweiblatt-Heckrotor mit zentralem Schlaggelenk	1,2,3
	-Heckrotoren mit mehr als zwei Rotorblättern	1,2,3
	-Kollektive Verstellung und Schlaggelenke.....	1,2
	-Gefahr für Menschen und für den Heckrotor, Rotorhöhe und Sicherheitsaspekte	1,2,3,6
8.1.2.	Heckrotor-Aerodynamik	
	-Induzierte Luftströmung und Heckrotor-Schubkraft.....	1,2,3
	-Veränderung der Schubkraft durch kollektive Blattverstellung (Pedale), Abdrift und Rollmoment des Heckrotors.....	1,2,3,6
	-Auswirkungen bei einem Heckrotor-Ausfall und Wirbelringstadium.....	1,2,3,6
8.2.	Fenestron	
	-Technische Beschreibung	1,2,3

Lernzielbeschreibung

1	Nennen, aufzählen	6	Auswirkungen für die Praxis angeben
2	Beschreiben, interpretieren	7	Graphische Lösung
3	Definieren	8	Ursachen ermitteln und begründen
4	Nachschlagen, ablesen, eintragen	9	Entscheidungen treffen und begründen
5	Berechnen, umrechnen	10	Aussprechen, formulieren

8.3.	NOTAR (No tail rotor system)	
	-Technische Beschreibung	1,2,3
8.4.	Vibrationen	
	-Hochfrequente Vibrationen, ausgelöst durch den Heckrotor.....	1,2,6
9.	FLUGLEISTUNGEN DES HUBSCHRAUBERS	
9.1.	Triebwerkleistungsdaten	
9.1.1.	Leistung eines Kolbenmotors	
	-Verfügbare Leistung	1,2,3,6
	-Auswirkungen der Dichtehöhe.....	1,2,3,6
9.1.2.	Turbinentriebwerke	
	-Verfügbare Leistung	1,2,3,6
	-Auswirkungen von Umgebungsdruck und -temperatur	1,2,3,6
9.2.	Hubschrauberleistungen	
9.2.1.	Schwebeflug und vertikaler Steigflug	
	-Erforderliche und verfügbare Leistung	1,2,3,6
	-Maximale Schwebhöhe ausserhalb des Bodeneffektes (OGE) und im Bodeneffekt (IGE).....	1,2,3,6
	-Einflüsse von Flugmasse, Druck, Temperatur und Luftdichte.....	1,2,3,6
9.2.2.	Vorwärtsflug	
	-Maximale Geschwindigkeit.....	1,2,3,6
	-Maximale Steigrate	1,2,3,6
	-Maximaler Steigwinkel.....	1,2,3,6
	-Reichweite und Flugdauer.....	1,2,3,6
	-Einflüsse von Flugmasse, Druck, Temperatur und Luftdichte.....	1,2,3,6
9.2.3.	Manöver/Kurvenflug	
	-Lastvielfaches	1,2,3,6
	-Querlage und Grösse des Lastvielfachen in „g“	1,2,3,6
	-Limite des Lastvielfachen während eines Manövers/Kurvenflug.....	1,2,3,6
9.2.4.	Spezielle Bedingungen	
	-Betrieb mit eingeschränkter Leistung	1,2,3,6
	-Überziehen (over pitch) und Überdrehen (over torque)	1,2,3,6

Lernzielbeschreibung

1	Nennen, aufzählen	6	Auswirkungen für die Praxis angeben
2	Beschreiben, interpretieren	7	Graphische Lösung
3	Definieren	8	Ursachen ermitteln und begründen
4	Nachschlagen, ablesen, eintragen	9	Entscheidungen treffen und begründen
5	Berechnen, umrechnen	10	Aussprechen, formulieren