

# Flugzeugkunde

021 Aircraft General Knowledge  
– Airframe & Systems, Electrics –

Ein Lernskript für Piloten  
nach europäischen Richtlinien

1. Auflage Dezember 2009

Pre-Production Version 3.151209

Copyright © 2009 bei K.L.S. Publishing, Köln

Alle Rechte vorbehalten

Vervielfältigungen jeglicher Art z. B. in Form konventioneller Kopiertechnik oder auch mit Mitteln der elektronischen Datenverarbeitung auch in Auszügen nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags

Herstellung: Verschiedene Druckereien im Auftrag des Verlags

Dieses Buch wurde im Digitaldruckverfahren hergestellt.

Verlag: K.L.S. Publishing, Köln

Umschlaggestaltung, Satz und Layout: K.L.S. Publishing, Köln

Text: Neue deutsche Rechtschreibung

Mit 236 Fotos, Abbildungen und Tabellen

ISBN-13: 978-3- 942095-04-4 (Schwarz-Weiß-Druck)

ISBN-13: 978-3- 942095-05-1 (Farb-Druck)

ISBN-13: 978-3- 942095-53-2 (e-Book)

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>VORWORT .....</b>	<b>13</b>
<b>LUFTFAHRZEUGTECHNIK TEIL 1 FLUGZEUGKUNDE .....</b>	<b>15</b>
Luftfahrzeugtechnik .....	17
Hinweis zu Helikopterthemen .....	18
01 00 00 Sicherheitskonzepte im Flugzeugbau.....	19
01 01 00 Konstruktionsmethoden und Bauarten im Flugzeugbau .....	19
01 01 01 Bauarten im Flugzeugbau .....	19
Fail-Safe-Methode .....	19
Safe-Life-Methode .....	20
Redundanz .....	20
01 01 02 Zulassungsvorgaben zur Sicherheit.....	21
Ziele bei Sicherheitsvorgaben .....	21
01 02 00 Belastungen und Spannung .....	24
Physikalischer Spannungsbegriff in der Mechanik.....	25
Hookesches Gesetz und Elastizität .....	28
Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung (Beispiele).....	29
Belastungsgrenzwerte .....	30
Unfallbeispiel bei Überschreitung der Grenzbelastung.....	30
01 03 00 Materialermüdung .....	31
Wöhlerversuch und Wöhlerkurve.....	32
Spannungskonzentration.....	34
Unfallbeispiele für Materialermüdung .....	35
01 04 00 Korrosion.....	37
01 05 00 Wartung .....	40
01 05 01 Wartungsmethoden .....	40
Unfallbeispiel für Wartungsfehler bei der Strukturreparatur .....	42
Lokalisationsverfahren .....	43
02 00 00 Konstruktiver Flugzeugbau.....	45
02 01 00 Konstruktionsgruppen und Verbindungsmethoden .....	45
Konstruktionsgruppen.....	45

Verbindungsmethoden .....	47
02 02 00 Verwendete Materialien.....	50
02 03 00 Tragwerk, Leitwerk und Steuerflächen beim Flugzeug.....	57
02 03 01 Ausführungsformen .....	57
Tragwerk.....	57
Leitwerk .....	59
Steuerflächen .....	60
02 03 02 Bauweisen und Strukturkomponenten.....	68
Fachwerkbauweise .....	68
Holm-und-Gurt-Bauweise.....	68
Schalenbauweise .....	69
Integralbauweise .....	69
Leitwerkskomponenten .....	70
02 03 03 Belastungen und aeroelastische Stabilität .....	70
Belastungen .....	70
Aeroelastische Stabilität .....	73
02 04 00 Rumpfwerk und integrierte Komponenten.....	75
Rumpfwerk.....	75
Türen .....	79
Fenster.....	81
Blow-out Panels .....	83
02 06 00 Grenzwerte für die Strukturbelastung .....	84
03 00 00 Hydraulik.....	87
03 01 00 Grundlagen der Hydromechanik.....	87
03 02 00 Hydraulikanlagen .....	89
03 02 01 Hydraulikflüssigkeiten, Typen und Eigenschaften .....	90
03 02 02 Anwendungen, Funktionsweise und Bauelemente .....	91
Anwendungen .....	91
Aufbau und Funktionsweise.....	92
Bauelemente, Klassifizierung .....	94
Redundanz, Monitoring, Fehlerfälle .....	97
04 00 00 Fahrwerk, Räder, Reifen, Radbremsen.....	103
04 01 00 Fahrwerk.....	103
04 01 01 Fahrwerkstypen .....	103
Bugradfahrwerk.....	105
Hauptfahrwerk .....	107
Verriegelungsmethoden für Fahrwerke .....	109
Mechanismus für das Ein- und Ausfahren des Fahrwerks .....	111

Fahrwerkanzeigen, Bedienung und Notfallprozeduren .....	113
04 02 00 Bugradlenkung: Bauweise und Funktion .....	114
04 03 00 Radbremsen.....	118
04 03 01 Bremsanlagen: Typen und Materialien.....	118
Materialien .....	119
04 03 02 Bauelemente, Funktionsweise, Bedienung und Anzeigen.....	120
04 03 03 Antiblockiersystem (Anti-Skid-System).....	121
04 03 04 Auto-Brake-System .....	122
04 04 00 Räder, Felgen und Reifen .....	124
04 04 01 Typen, Bestandteile und Betriebsgrenzen .....	124
05 00 00 Steuerungssysteme.....	129
05 01 00 Flugzeug: Primäres Steuerungssystem .....	130
Arten der Steuerungssysteme .....	131
05 01 01 Manuelles Steuerungssystem (reversibel).....	131
05 01 03 Servounterstütztes Steuerungssystem(reversibel).....	132
05 01 02 Irreversibles Steuerungssystem.....	134
Trimmung .....	136
Trimmung bei komplexen Steuerungssystemen.....	138
Mach Trimmung .....	140
Gierdämpfer (Yaw Damper).....	140
05 01 04 Komponenten, Bauweise, Betrieb, Anzeigen und Warnungen .....	141
05 02 00 Flugzeug: Sekundäres Steuerungssystem .....	145
05 02 01 Komponenten, Bauweise, Betrieb, Anzeigen und Warnungen .....	145
Spoiler, Arten und Funktion.....	146
05 04 00 Flugzeug: Fly-by-Wire-Steuerungssystem .....	151
06 00 00 Druckluftsysteme, Kabinendruck und Klimatisierung .....	157
06 01 00 Druckluftsysteme.....	157
06 01 01 Druckluftsysteme bei Kolbenriebwerken.....	157
06 01 02 Druckluftsysteme/Bleed Air Systeme bei Turbinetriebwerken.....	159
06 03 00 Flugzeug: Systeme für Kabinendruck und Klimatisierung .....	161
06 03 01 Komponenten, Bauweise, Betrieb, Anzeigen und Fehlerwarnungen .....	161
Funktionsweise eines fixbarometrischen Kabinendrucksystems .....	161
Monitoring und Bedienung eines fixbarometrischen Kabinendrucksystems.....	163
Funktionsweise eines Systems mit variabel geregelter Kabinendruckhöhe.....	163
Monitoring und Bedienung eines variabel geregelten Kabinendrucksystems .....	166
Kabinendruck- und Klimatisierungssystem einer B737 .....	168
Kabinendruck- und Klimatisierungssystem der Socata TBM 700/850 .....	174
Randbedingungen der Konstruktion .....	176

Kontaminierung der Kabinenluft.....	176
Maximale Operating Altitude .....	176
Konstruktionsvorschriften .....	176
Druckkabine bei High Altitude Airports .....	177
Bereiche mit und ohne Druckbeaufschlagung .....	178
07 00 00 Anti-Icing-Systeme, Enteisierungssysteme .....	181
07 01 00 Typen, Bauweise, Bedienung, Monitoring, Betriebsgrenzen .....	181
Mechanische Enteisierungssysteme .....	182
Thermische Anti-Icing-Systeme .....	183
Chemische Anti-Icing-Systeme.....	185
Anti-Icing/De-Icing-Systeme für Propeller .....	187
Chemische Enteisierung am Boden .....	189
07 02 00 Eiswarnsysteme .....	191
Typen der Eiswarnsysteme.....	191
Bedienung und Anzeigen der Eiswarnsysteme.....	192
08 00 00 Treibstoffsystem.....	195
08 01 00 Flugkolbentriebwerke .....	196
08 01 01 Treibstoffsorten und ihre Charakteristiken .....	196
Motorklopfen und Oktanzahl.....	197
Details zu AvGas-Treibstoffsorten.....	197
Verbrennungsrate beim Ottomotor.....	198
Bedingungen für Motorklopfen .....	199
Selbstzündung durch Hot Spots.....	199
Treibstoffsorten für Flugdieselmotoren .....	199
Nageln und Cetanzahl .....	200
Dichte und weitere Kenngrößen von Avgas und Diesel.....	201
Dampfblasenbildung .....	201
Kontaminierung des Treibstoffs .....	202
MoGAS .....	203
08 01 02 Treibstoffsystem: Bauweise, Komponenten, Anzeigeeinstrumente .....	203
08 01 00 Treibstoffpumpen .....	206
08 02 00 Flugturbinentriebwerke.....	207
08 02 01 Treibstoffsorten, Eigenschaften, Grenzwerte.....	207
JP-1 bis JP-10, Jet A bis Jet B .....	208
Treibstofftests beim Jettreibstoff.....	210
Wasser im Jet-Treibstoff.....	212
Kälteadditiv .....	212
08 02 02 Treibstoffsystem: Bauweise, Komponenten, Anzeigeeinstrumente .....	212

Bedienung und Monitoring .....	216
Strömungsbarrieren im Tank (Baffels).....	217
Ausfall der Boosterpumpen .....	217
Dripsticks, Floatsticks .....	217
Ablassen von Jet Fuel im Flug .....	218
09 00 00 Elektrische Systeme .....	219
09 01 00 Grundlagen und Definitionen .....	219
09 01 01 Elektrostatik, elektrostatische Aufladung .....	219
Elektrostatische Kraftgleichung .....	220
Elektrostatische Aufladung .....	220
09 01 02 Gleichspannung und Gleichstrom .....	221
Leiter, Halbleiter, Nichtleiter.....	221
Geschlossener Schaltkreis, Schalter .....	222
Ohmsches Gesetz.....	223
Widerstandsgesetze bei mehreren ohmschen Widerständen .....	223
Temperaturkoeffizient bei Widerständen .....	224
Elektrische Arbeit, elektrische Leistung .....	225
Elektrisches Feld, magnetisches Feld .....	225
Kondensator.....	227
09 01 03 Wechselspannung und Wechselstrom .....	228
Wechselspannung im Bordnetz .....	230
09 01 04 Widerstände, Kondensatoren, Spulen bei Wechselstrom .....	231
09 01 05 Permanentmagnete .....	232
09 01 06 Elektromagnetismus .....	233
Das Induktionsgesetz.....	235
09 01 07 Sicherungsselbstschalter, Schmelzsicherungen.....	236
09 01 08 Halbleiter und logische Schaltkreise .....	238
09 02 00 Akkumulatoren (Bordbatterien) .....	241
09 02 01 Typen, Eigenschaften und Leistungsgrenzen .....	243
Energiespeicherung bei Akkus im Vergleich.....	244
Neuere Technologien .....	245
09 03 00 Stromerzeugung .....	248
09 03 01 Gleichstromerzeugung .....	248
Gleichstromgenerator (DC generator) .....	248
Startergenerator .....	251
Gleichstromalternator (DC alternator).....	252
Generatorregelung .....	252
09 03 02 Wechselstromerzeugung .....	253
09 03 03 Frequenzstabilisierung, Generatorausfall .....	257

Mechanisches Konstantdrehzahlgetriebe .....	257
Elektronische Frequenzerzeugung .....	259
Wild Frequency Generator .....	259
Generatorfehler, Generatorausfall .....	259
09 03 04 Transformatoren, Transformator–Gleichrichter–Baugruppen, Umrichter .....	261
09 04 00 Stromverteilung .....	264
09 04 01 Grundlagen .....	264
Zulassungsvorschriften .....	267
09 04 02 Gleichstromverteilung .....	268
System mit einem Generator .....	268
Systeme mit zwei Generatoren .....	269
Typische DC–Verbraucher .....	272
09 04 03 Drehstromverteilung .....	273
Drehstromverteilungssysteme .....	273
Notfallsituationen .....	275
Typische AC–Verbraucher .....	280
09 04 04 Elektrisches Lastmanagement .....	281
09 04 04 Monitoringsysteme .....	283
Airbus A320 .....	283
Boeing B737 .....	286
09 05 00 Elektromotor .....	288
09 05 01 Grundlagen .....	288
09 05 02 Funktionsweise .....	288
Gleichstrommotor .....	288
Drehstrommotor .....	289
09 05 03 Bestandteile .....	290
12 00 00 Schutz– und Überwachungssysteme .....	291
12 01 00 Rauchmeldesystem .....	291
12 01 01 Typen, Bauweise, Betrieb, Warnanzeigen .....	291
12 02 00 Brandschutzsystem .....	294
12 02 01 Feuerlöscheinrichtungen .....	294
12 02 02 Feuermeldesystem .....	295
12 03 00 Schlechtwettersichtschutz .....	301
13 00 00 Sauerstoffsysteme .....	303
Sauerstoffsysteme im Cockpit .....	303
Sauerstoffsysteme für die Passagiere .....	306
Bedienpanel der Sauerstoffsysteme .....	311
Gefahren beim Handling von Sauerstoffsystemen und Sauerstoffdruckflaschen .....	311



Nachfüllen der Sauerstoffflaschen.....	312
Sauerstoffsysteme bei Flugzeugen ohne Druckkabine.....	312

**AIRFRAME AND SYSTEMS (SYLLABUS)..... 315**

**ANHANG..... 385**

Hintergrundinformation zur Sicherheitsvorgaben nach CS 25.1309.....	387
Literaturverzeichnis .....	397
Internetlinks .....	398
Bildnachweis .....	398
Autor dieses Bandes .....	399
Lehrbuchreihe nach JAR FCL .....	400