

ULTRALEICHTFLIEGEN KOMPAKT

Das Grundwissen zur
UL-Lizenz

Winfried Kassera



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	11
Hinweise zum Gebrauch dieses Buches ..	12
Aerodynamik und Technik	
1 Der Energiehaushalt eines Flächenflugzeugs	13
2 Auftriebserzeugung	13
2.1 Das Profil des Tragflügels	13
2.2 Strömung am Tragflügel	14
2.3 Vorgänge in der Grenzschicht	15
2.4 Der Einfluss des Anstellwinkels	16
2.5 Auftrieb und Widerstand	17
2.6 Profilarten	17
3 Widerstandsarten	18
3.1 Der Formwiderstand (Druckwiderstand)	18
3.2 Der Reibungswiderstand (Grenzschichtwiderstand)	19
3.3 Der Profilwiderstand	19
3.4 Der induzierte Widerstand (Randwiderstand)	19
3.5 Interferenz- und Gesamtwiderstand ..	21
3.6 Der schädliche Widerstand (Restwiderstand)	21
4 Zusammenhang zwischen Auftrieb und Widerstand	21
4.1 Die Profilpolare	21
4.2 Flügelpolare und Gesamtpolare	22
4.3 Der Einfluss des Einstellwinkels	22
4.4 Luftkraft und Druckpunkt	23
4.5 Druckpunktwanderung	23
5 Kräfte am Flugzeug in verschiedenen Flugzuständen	23
5.1 Horizontaler Flug	24
5.2 Horizontaler Langsam- und Schnellflug	24
5.3 Widerstand und Geschwindigkeit	25
5.4 Gleitflug mit reduzierter Leistung	25
5.5 Konstanter Steigflug	26
5.6 Der Bodeneffekt	26
5.7 Stationärer (konstanter) Kurvenflug ..	27
5.7.1 Kräfte im Kurvenflug	27
5.7.2 Kurvenradius	28
5.8 Die Flächenbelastung	28
5.9 Das Lastvielfache	28
5.10 Leistungsgrenzen eines Flugzeugs	29
6 Beladung und Schwerpunkt	31
6.1 Der Flugmassenschwerpunkt	31
6.2 Leermassenschwerpunkt und Leermassenmoment	32
6.3 Ermittlung von Flugmassenschwerpunkt und Flugmassenmoment	32
7 Steuerung des Flugzeugs im Raum 33	
7.1 Achsen und Ruder	33
7.2 Wirkung der Ruder	34
7.2.1 Wirkung des Höhenruders	34
7.2.2 Wirkung des Seitenruders	34

7.2.3 Wirkung der Querruder	34
8 Konstruktive Flughilfen	35
8.1 Stabilität um die drei Achsen	35
8.1.1 Stabilität um die Querachse (Längsstabilität)	35
8.1.2 Stabilität um die Längsachse (Quer- oder Rollstabilität)	36
8.1.3 Stabilität um die Hochachse (Kursstabilität)	36
8.2 Ruderausgleich	37
8.3 Die Schränkung	38
8.3.1 Die geometrische Schränkung	38
8.3.2 Die aerodynamische Schränkung	38
8.4 Start- und Landehilfen	38
8.4.1 Wölbklappen (Landeklappen)	38
8.4.2 Spaltklappen und Vorflügel	39
8.4.3 Fowlerklappen	39
8.4.4 Spreizklappen	40
8.4.5 Störklappen, Bremsklappen, Sturzflugbremsen	40
8.4.6 Rettungssystem	40
9 Flugleistungen des Motorflugzeugs 41	
9.1 Startlauf und Anfangssteigflug	41
9.1.1 Ermittlung der Startstrecke aus dem Handbuch	41
9.1.2 Ermittlung der Startleistung aus dem Handbuch-Diagramm	42
9.2 Steigleistung	42
9.3 Reiseflug	43
9.4 Überziehggeschwindigkeit (Stall Speed)	44
9.5 Landerollstrecke und Landestrecke ..	44
9.6 Gleitflugstrecke (Glide Distance)	45

Flugzeugkunde

1 Anforderungen an die Lufttüchtigkeit 46	
2 Massen	46
2.1 Leermasse	46
2.2 Flugmasse	46
2.3 Mindestmasse	47
3 Baugruppen	47
4 Einteilung der Luftfahrzeuge	47
5 Aufbau des Flugwerks	48
5.1 Der Rumpf	48
5.2 Das Tragwerk	50
5.3 Das Leitwerk	51
5.4 Das Steuerwerk	52
5.5 Das Fahrwerk	54
5.5.1 Fahrwerksarten	54
5.5.2 Federung des Fahrwerks	55
5.5.3 Lenkung beim Rollen	55
5.5.4 Bremsen	55
5.5.5 Bereifung	56
5.6 Kennzeichnung und Hinweisschilder ..	56
5.7 Motor	56
5.7.1 Arbeitsweise des Viertakters	56
5.7.2 Arbeitsweise des Zweitakters	57
5.7.3 Schmierung und Schmierstoffe	58

5.7.4	Treibstoff	59
5.7.5	Der Vergaser	60
5.7.6	Gemisch und Leistung	61
5.7.7	Vergaservorwärmung	61
5.7.8	Anlassen und Anlasshilfen	62
5.8	Elektrische Anlage	62
5.8.1	Das Bordnetz	62
5.8.2	Die Zündung	63
5.9	Elektroantrieb	64
5.10	Der Propeller (Luftschraube)	65
5.10.1	Aufbau des Propellers	65
5.10.2	Wirkungsweise des Propellers	65
5.10.3	Starre Luftschraube	66
5.10.4	Propellerverstellung	67
5.10.5	Propellereffekte	68
5.11	Bedienung des Triebwerks	69
5.12	Einfluss der Propelleranordnung	70
6	Betrieb eines Flugzeugs	70
6.1	Das Flug- und Betriebsbuch	70
6.2	Checklisten	71
6.2.1	Vorflugkontrolle	71
6.2.2	Die Standard-Checkliste	73
6.2.3	Checkliste für den Flug	74
6.3	Störungen	74
6.4	Lärmarmes Fliegen	74

Instrumentenkunde

1	Instrumentierung	75
1.1	Mindestinstrumentierung (Sollinstrumentierung)	75
1.2	Gerätegruppen	75
1.3	Nachprüfung	75
1.4	Funktionsweise	75
2	Barometrische Instrumente	75
2.1	Fahrtmesser	76
2.1.1	Prinzip des Staudruckfahrtmessers	76
2.1.2	Messgenauigkeit	76
2.1.3	Geschwindigkeitsbereiche und -grenzen	77
2.2	Höhenmesser	78
2.2.1	Funktion	78
2.2.2	Einstellungen des Höhenmessers	79
2.2.3	Höhenmesserfehler	80
2.2.4	Höhenbezeichnungen in der Luftfahrt (Zusammenfassung)	81
2.3	Variometer	82
2.3.1	Das Dosenvariometer	82
2.3.2	Das Stauscheibenvariometer	83
2.3.3	Elektrische Variometer	83
2.4	Überziehungswarnungen (Stall Warning Systems)	83
2.5	Barometrische Instrumente (Zusammenfassung)	83
2.5.1	Die barometrische Anlage	83
2.5.2	Fehlanzeigen bei blockierten Druckleitungen	84

3	Der Magnetkompass	84
3.1	Aufbau und Funktion des Magnetkompasses	84
3.2	Missweisung	85
3.3	Inklination und Richtkraft	86
3.4	Kompassfehler	86
3.5	Deviation und Kompensation	87
4	Kreiselinstrumente	87
4.1	Das Kreiselprinzip	87
4.2	Kreiselinstrumente	88
4.3	Die Libelle	88
5	Triebwerküberwachungsinstrumente	89
5.1	Drehzahlmesser	89
5.2	Ladedruckmesser	90
5.3	Überwachung des Schmiersystems	90
5.3.1	Öldruckmesser	90
5.3.2	Ölthermometer	91
5.3.3	Temperaturüberwachung mit Fernthermometern	91
5.3.4	Abgasthermometer	91
5.3.5	Zylinderkopftthermometer	92
5.4	Kraftstoffvorratsmesser	92
6	Funkgeräte	93
6.1	Funksprechgeräte	93
6.2	Handfunkgeräte	93
6.3	Transponder	94
7	Navigationssysteme	94
7.1	Hochintegrierte digitale Systeme (Glascockpit)	94
7.2	Programme für Smartphone und Tablet	96
7.3	Notsender (ELT)	97

Grundtechniken des Fliegens

1	Rollen am Boden	98
2	Die Platzrunde	99
3	Start und Steigflug	101
3.1	Startlauf und Anfangssteigflug	101
3.2	Kurzstart	102
3.3	Start bei starkem Seitenwind	102
4	Der Geradeausflug und das negative Wendemoment	103
5	Kurven und Kreisen	103
5.1	Struktur des Kurvenflugs	103
5.2	Fliegen mit der Kugel (Libelle)	104
5.3	Steilkurven (Steep Turns)	104
6	Der Seitengleitflug (Slip)	105
7	Die Landung	106
7.1	Gleitpfad im Endanflug	107
7.2	Abfangen und Aufsetzen	107
7.3	Durchstarten	108
7.4	Ziellandungen	109
7.4.1	Ziellandung mit Motorhilfe aus dem normalen Endanflug	109
7.4.2	Ziellandung ohne Motorhilfe aus der Platzrunde	109
7.4.3	Landung aus 2.000 ft GND ohne Motorhilfe	109

7.4.4	Außenlandeübungen	111
7.5	Kurzlandung	111
7.6	Landeanflüge auf steigende oder fallende Pisten	111
8	Langsamflug	112
9	Mindestfluggeschwindigkeit	113
10	Trudeln	113

Meteorologie

1	Der Aufbau der Atmosphäre	117
1.1	Die Luft, ein Gasgemisch	117
1.2	Die Gliederung der Atmosphäre	117
2	Die Standard-Atmosphäre	118
3	Die Eigenschaften der Luft	118
3.1	Die Luft als Gas	118
3.2	Luftdruck und Luftdichte	119
3.3	Die Volumenänderung der Luft	119
4	Die wetterbestimmenden Größen	120
4.1	Der Luftdruck	121
4.1.1	Luftdruckmessung	121
4.1.2	Luftdruckabnahme mit der Höhe	122
4.1.3	Luftdruckschwankungen	122
4.1.4	Berechnete Luftdruckwerte	123
4.2	Die Temperatur	124
4.2.1	Temperaturmessung	124
4.2.2	Erwärmung der atmosphärischen Luft	125
4.2.3	Temperaturänderungen mit der Höhe	125
4.3	Die Luftfeuchtigkeit	126
4.3.1	Die maximale Luftfeuchte	126
4.3.2	Die relative Luftfeuchte	127
4.3.3	Der Taupunkt	127
4.3.4	Messung der Luftfeuchte	128
4.4	Zusammenhang der Wettergrößen	128
5	Die Wettererscheinungen	128
5.1	Die adiabatischen Vorgänge	128
5.1.1	Trockenadiabatischer Auf- bzw. Abstieg eines Luftpakets	129
5.1.2	Feuchtadiabatischer Auf- bzw. Abstieg	130
5.1.3	Stabile und labile Schichtung	130
5.1.4	Inversion und Thermik	131
5.2	Wolkenbildung	133
5.2.1	Die thermische Wolkenbildung	133
5.2.2	Orographische Wolkenbildung	136
5.2.3	Klassifikation der Wolken	136
5.3	Fronten	137
5.3.1	Die Warmfront	138
5.3.2	Die Kaltfront	138
5.3.3	Okklusionen	139
5.4	Entstehung einer Zyklone (Tiefdruckwirbel)	140
5.5	Niederschläge	143
5.5.1	Entstehung und Messung	143
5.5.2	Niederschlagsarten	144
5.6	Vereisung	145
5.6.1	Klareis (Glätteis)	145
5.6.2	Raueisbildung	145
5.6.3	Gefahren	146

5.7	Nebel	146
5.7.1	Voraussetzungen zur Nebelbildung	146
5.7.2	Nebelarten	146
5.8	Dunst und Sicht	147
5.9	Wind	148
5.9.1	Windrichtung und Windstärke	148
5.9.2	Windmessung	148
5.9.3	Entstehung des Windes auf der Nordhalbkugel	149
5.9.4	Schwankungen des Bodenwinds	151
5.9.5	Windscherung	151
5.10	Vertikale Strömungen zwischen Hoch und Tief	151
5.11	Hochdruckgebilde	152
5.12	Tiefdruckgebilde	152
5.13	Konvergenz und Divergenz	152
5.14	Windsysteme	153
5.14.1	Lokale landschaftsabhängige (orographische) Windsysteme	153
5.14.2	Großräumige Windsysteme	156
	Schirokko (Scirocco) (in Spanien Leveche)	157
5.15	Turbulenz	157
5.16	Gewitter	157
6	Großräumiges Wettergeschehen	160
6.1	Druck- und Windverteilung	160
6.2	Luftmassenarten	161
6.3	Luftmassen in Mitteleuropa	161
6.4	Kalt- und Warmluftadvektion	162
7	Wetterkarten	162
7.1	Boden-Analysekarte	162
7.1.1	Der Stationskreis	163
7.1.2	Synoptische Wettermeldung	163
7.1.3	Wichtige Symbole	164
7.2	Höhenwetterkarten	165
7.3	Bilder	165
7.4	Vorhersagekarten	166
7.4.1	Wind/Temperatur-Karten	166
7.4.2	Significant Weather Charts (SWC)	167
8	Flugwetterdienst	168
8.1	Aufgaben des Flugwetterdienstes	168
8.2	Flugwetterberatung	169
9	Wettermeldungen und -vorhersagen des deutschen Flugwetterdienstes	170
9.1	Das GAFOR-System	170
9.2	Meteorological Aerodrome Report (METAR) und Trend	172
9.3	Terminal Aerodrome Forecast (TAF)	174
9.4	Warnungen	175
9.4.1	SIGMET	175
9.4.2	GAMET	175
9.4.3	AIRMET	175
9.4.4	GAFOR- und Flughafenwarnungen	176
9.5	VOLMET	176
9.6	ATIS	176
10	Selbstbriefing	176

Luftrecht und Flugsicherung (August 2016)

1	Nationale Organisation der Luftfahrt	177
1.1	Luftfahrtbundesamt (LBA)	177
1.2	Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS)	177
1.3	Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU)	178
1.4	Deutscher Wetterdienst DWD	178
1.5	Landesluftfahrtbehörden	178
1.6	Aufgaben der Luftsportorganisationen DAeC und DULV	178
2	Internationale Organisation	179
2.1	Die ICAO (International Civil Aviation Organisation)	179
2.1.1	Aufgaben der ICAO	179
2.1.2	Das ICAO-Maßsystem	179
2.1.3	Das Zeitsystem	180
2.2	EASA	180
3	Gesetzliche Grundlagen	181
3.1	Das Luftverkehrsgesetz (LuftVG)	181
3.2	Die Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO) und SERA	181
3.3	Die Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung (LuftVZO)	181
3.4	Die Verordnung über Luftfahrtpersonal (LuftPersV)	182
3.5	Die Verordnung zur Prüfung von Luftfahrtgerät (LuftGerPV)	182
3.6	Die Betriebsordnung für Luftfahrtgerät (LuftBO)	182
3.7	Verordnung über die Flugsicherungsausrüstung der Luftfahrzeuge (FSAV)	182
3.8	Verordnung über Flugfunkzeugnisse (FlugfunkV)	182
3.9	Luftsicherheitsgesetz (LuftSiG)	183
3.10	Durchführungsverordnungen (DV)	183
4	Der UL-Luftfahrzeugführer	183
4.1	Erlaubniserteilung	183
4.2	Voraussetzungen für die Ausbildung (§24 LuftVZO)	183
4.3	Mindestalter für den Beginn der Ausbildung bzw. für Alleinflüge	183
4.4	Mindestalter für den Erwerb einer Lizenz	183
4.5	Tauglichkeit	183
4.6	Theoretische Ausbildung	184
4.7	Flugausbildung	184
4.7.1	Flugausbildung für Dreiachser	184
4.7.2	Flugausbildung für Tragschrauber	184
4.7.3	Flugausbildung für Trikes	185
4.7.4	Flugausbildung für Motorschirme	185
4.7.5	Flugausbildung für UL-Segelflugzeuge	185
4.8	Prüfung	185
4.9	Gültigkeit der UL-Lizenzen	186
4.10	Weitere Berechtigungen	186
4.10.1	Passagierberechtigung	186
4.10.2	Schleppberechtigung	186
4.10.3	Lehrberechtigung	186

5	Luftfahrzeuge	187
5.1	Arten	187
5.2	Zulassung	187
5.2.1	Musterzulassung	187
5.2.2	Verkehrszulassung	187
5.3	Ausrüstung für VFR-Flüge (3. DV LuftBO)	188
5.4	Flugsicherungsausrüstung	188
5.5	Verantwortlichkeit für das Luftfahrzeug	188
5.6	Instandhaltung des Luftfahrzeugs	189
5.7	Betriebsaufzeichnungen	191
5.7.1	Verpflichtungen	191
5.7.2	Bordbuch (§30 (1), LuftBO)	191
5.7.3	Flugbuch	191
5.8	Haftung	191
5.8.1	Halter-Haftpflicht (§33ff LuftVG)	191
5.8.2	Passagier-Haftpflicht	191
5.8.3	Unfallversicherungen	192
6	Flugbetrieb	192
6.1	Flugplätze	192
6.2	Regeln auf einem Flugplatz ohne Flugverkehrskontrolle	193
6.3	Zusätzliche Regeln auf Flugplätzen mit Flugverkehrskontrollstelle	194
6.4	Sorgfaltspflicht des Luftfahrzeugführers	194
6.5	Flugvorbereitung	194
6.6	Mitzuführende Unterlagen	195
7	Luftraumgliederung	195
7.1	Kontrollierter Luftraum	195
7.1.1	Luftraum A (nicht in der BRD eingerichtet)	195
7.1.2	Luftraum B (nicht in der BRD eingerichtet)	196
7.1.3	Luftraum C unterhalb Flugfläche 100 (10.000 ft)	196
7.1.4	Luftraum C oberhalb Flugfläche 100 (10.000 ft)	196
7.1.5	Luftraum D (nicht Kontrollzone)	197
7.1.6	Luftraum D (Kontrollzone)	197
7.1.7	Militärische Kontrollzonen	197
7.1.8	Luftraum E	197
7.2	Unkontrollierter Luftraum	198
7.2.1	Luftraum F in der BRD	198
7.2.2	Luftraum G	198
7.2.3	Radio Mandatory Zones (RMZ)	198
7.3	Fluginformationsgebiete	199
7.4	Gebiete mit Flugbeschränkungen	199
7.5	Tiefflüge militärischer Luftfahrzeuge	200
8	Wichtige Regeln und Vorschriften	200
8.1	Sichtflugregeln (Visual Flight Rules, VFR), SERA.5	200
8.2	Sicherheitsmindesthöhen (SERA.3105 und 5005f)	201
8.3	Sicherheitsabstand (§12 LuftVO)	201
8.4	Ausweichregeln (SERA.32)	201
8.5	VFR-Reiseflug	202

8.5.1	Höhenmessereinstellung	202
8.5.3	Mindesthöhe für Überlandflüge	202
8.5.4	Transponderschaltung	202
8.6	Flugplan (SERA.4)	203
8.6.1	Flugplanpflicht	203
8.6.2	Flugplanabgabe	203
8.6.3	Ausfüllen des Flugplan-Formulars	203
8.7	Grenzüberschreitende Flüge (Auslandsflüge)	206
8.8	VFR-Flüge über geschlossenen Wolkendecken	206
8.9	VFR-Flüge bei Nacht	206
8.10	Lichterführung	206
8.11	Kunstflüge	206
8.12	Ausbildungsflüge	207
8.13	Schlepp- und Reklameflüge (§9 LuftVO)	207
8.14	Höhenflüge (§21 LuftBO)	207
8.15	Mitführen gefährlicher Güter	207
8.16	Meldungen im Flugbetrieb (§§ 21, 27 LuftVO)	207
8.16.1	Standardmeldungen	207
8.16.2	Meldungen bei Flügen mit Flugplan	208
8.16.3	Standortmeldungen	208
8.16.4	Meldungen in besonderen Fällen	208
8.17	Flugfunkverkehr (§1 FlugfunkV, SERA.8015)	209
8.18	Abwerfen von Gegenständen (§6 LuftVO)	209
9	Signale und Zeichen (SERA, Anlage 1)	209
9.1	Notsignale	209
9.2	Dringlichkeitssignale	209
9.3	Warnsignale	209
9.4	Signale für den Flugbetrieb	210
9.4.1	Bodensignale	210
9.4.2	Lichtsignale	210
9.4.3	Winkzeichen (SERA, Anlage 1.4)	211
9.5	Signale ansteuernder militärischer Luftfahrzeuge	211
10	Strafaten und Ordnungs- widrigkeiten	211
11	Amtliche Veröffentlichungen	212
11.1	Das Luftfahrthandbuch (Aeronautical Information Publication, AIP)	212
11.2	Nachrichten für Luftfahrer (NfL)	212
11.3	Online-Angebote der Deutschen Flugsicherung	213
11.3.1	NOTAM (Notice To Airmen)	213
11.3.2	VFRbulletin	213
11.4	Weitere regelmäßige Informationen für den VFR-Verkehr	214
11.4.1	AIP SUP VFR (Supplements)	214
11.4.2	AIC VFR	214
11.5	Sonderdrucke	214

Navigation		
1	Die Erde	215
1.1	Gestalt und Bewegung der Erde	215
1.2	Breitenkreise	215
1.3	Die Meridiane	217
1.4	Standortbestimmung auf der Erde	218
1.5	Richtungen auf der Erde	219
2	Luftfahrkarten	220
2.1	Projektionsarten für die Kartenherstellung	220
2.1.1	Gnomonische Projektion	221
2.1.2	Mercator-Projektion	221
2.1.3	Lambertprojektion	222
2.2	Kartenmaßstäbe	223
2.3	ICAO-Karten der BRD	224
2.3.1	ICAO-Kartenblätter	224
2.3.2	Die Kartensymbole der ICAO-Karte	224
2.4	VFR-Planungskarte	227
3	Navigationsarten	227
3.1	Terrestrische Navigation (Navigation nach Erdsicht)	227
3.1.1	Orientierung	227
3.1.2	Orientierungsverlust	228
3.2	Meteorologische Navigation	229
3.3	Koppelnavigation	229
3.4	Radionavigation	231
4	Ermittlung von Kursen	231
4.1	Der rechtweisende Kurs (True Course, TC)	231
4.2	Der missweisende Kurs (Magnetic Course, MC)	232
4.3	Berücksichtigung des Windes	232
4.3.1	Gegen-, Rücken- und Seitenwind	232
4.3.2	Der Luvwinkel (Wind Correction Angle, WCA)	233
4.3.3	Zeichnerische Ermittlung des Luvwinkels und der Geschwindigkeit über Grund	233
4.3.4	Berechnungen von Luvwinkel und Geschwindigkeit über Grund	235
4.3.5	Faustregel zur Bestimmung des Luvwinkels	236
4.3.6	Vorhalten mit Hilfe der GPS-Anzeigen	236
4.4	Berücksichtigung der Missweisung	237
4.5	Berücksichtigung der Deviation (DEV)	237
4.6	Das Kursschema	238
4.7	Zusammenstellung von Kursen und Winkeln	238
4.7.1	Kurse	238
4.7.2	Winkel und Vektoren am Winddreieck	239
4.8	Windbestimmung während des Fluges	239
4.9	Kursverbesserungen	240
4.9.1	Querablage und Abdrift	240
4.9.2	Kursabweichung und Abdrift	240
4.9.3	Kurskorrektur direkt zum Ziel	241
4.9.4	Korrektur zur Rückkehr auf die geplante Kurslinie	241

5	Streckenflug im Motorflug	242
5.1	Flugvorbereitung für eine Navigationsaufgabe	243
5.1.1	Daten für einen Überlandflug	243
5.1.2	Kurse und Entfernungen	243
5.1.3	Kontrollpunkte (Koppelpunkte)	244
5.1.4	Steigflug von 1903 ft MSL auf 3.000 ft MSL	245
5.1.5	Reiseflug bis zur Zwischenlandung in Blaubeuren	245
5.1.6	Landung in Blaubeuren EDMC	246
5.1.7	Flight Log für die Strecke EDMT - EDMC	247
5.1.8	Start von Blaubeuren	247
5.1.9	Steigflug auf FL 55	247
5.1.10	Reiseflug bis zum Pflichtmeldepunkt NOVEMBER1	247
5.1.11	Anflug zur Landung in Augsburg	248
5.1.12	Flight Log für die Strecke EDMC - EDMA	249
5.1.13	Auf einem Verkehrslandeplatz oder -flughafen	249
5.1.14	Berechnung des Kraftstoffverbrauchs	250
5.2	Sicherheitsvorkehrungen bei der Navigationsvorbereitung	251
5.2.1	Ausweichplätze	251
5.2.2	Umkehrkurse	251
5.2.3	Ermittlung der Sicherheitshöhen (Minimum Safe Altitude, MSA)	252
Funknavigation		
1	Grundlagen	253
1.1	Eigenschaften elektromagnetischer Wellen	253
1.2	Reichweite und Betriebsentfernung	253
1.3	Modulation	254
1.4	Frequenzbereiche	254
1.5	Frequenzabstand	254
2	Peilungen	254
2.1	Anflugkurse:	255
2.2	Abflugkurse:	255
2.3	Homing	256
2.4	Anschneiden von Soll-Kursen (Interception)	256
3	Fremdpeilung (Direction Finding, DF)	257
4	VOR-Navigation	258
4.1	Prinzip der VOR-Navigation	258
4.2	Bedienung- und Anzeige eines VOR-Empfängers	259
4.2.1	VOR-Anzeige der Standlinie	259
4.2.2	CDI-Anzeige	260
4.3	Navigieren mit dem VOR	260
4.3.1	Bezugs-Radial und Ablage	260
4.3.2	Ermitteln der Position durch Kreuzpeilung	261
5	GPS (Global Positioning System)	262

5.1	Prinzip der GPS-Navigation	262
5.2	Prinzip der Positionsbestimmung	262
5.3	GPS-Empfang	264
5.4	Fehler und Störungen im GPS-System	264
5.5	Möglichkeiten und Grenzen der GPS-Navigation	265
5.6	Verwendung des GPS	265
5.6.1	Standortbestimmung	265
5.6.2	Direkter Anflug zur Landung	266
5.6.3	Nahe gelegene Flugplätze	266
6	Radar	267
6.1.	Radaranlagen und -frequenzen	267
6.2.	Reichweite des Radars	267
6.3.	Sekundärradar (SSR) und Transponder	267
6.4	Bedienung des Transponders	268
6.5	Radarführung	268

Menschliches Leistungsvermögen

1	Allgemeine psychisch-seelische und körperliche Kriterien	270
1.1	Merkmale der Persönlichkeitsstruktur	270
1.2	Gefährliche und wünschenswerte Grundhaltungen	270
1.3	Beanspruchung und Belastung	271
1.3.1	Eins nach dem anderen	271
1.3.2	Stress	272
1.3.3	Stressbewältigung	272
2	Körperliche Belastbarkeit	273
2.1	Atmung und Kreislauf, Sauerstoffversorgung	273
2.2	Selbststretungszeit (engl. Time of Useful Consciousness, TUC)	274
2.3	Beeinträchtigung der Atmung	274
2.4	Auswirkungen von Luftdruckänderungen	275
2.4.1	Aerosinusitis (oder Barosinusitis)	275
2.4.2	Barotrauma des Mittelohrs	275
2.4.3	Gase im Magen-Darm-Trakt	276
2.4.4	Druckfallkrankheit (engl. Decompression Sickness, DCS)	276
2.5	Auswirkung von Beschleunigungen	276
2.6	Flüssigkeitshaushalt	277
3	Lage-Empfindungen	277
3.1	Funktion des Gleichgewichtssinns	277
3.2	Sinnestäuschungen	278
3.3	Vertigo	278
3.4	Illusionen	279
4	Sehen, Erkennen, Reagieren	279
4.1	Aufbau und Funktion des Auges im Überblick	279
4.2	Erkennen	280
4.3	Reagieren	280
4.4	Luftraumbeobachtung	281
4.5	Schutz der Augen	281
5	Gesundheit und Wohlbefinden	282

5.1	Krankheit und Medikamente	282
5.2	Impfungen und Stiche	282
5.3	Alkohol, Drogen und andere kritische Substanzen	282
5.4	Rauchen	282
5.5	Bewegungskrankheit	283
5.6	Zusammenfassung: Bewährte Maßnahmen zum Wohlbefinden	283

Sprechfunk

1	Allgemeine Regelungen	284
2	Sprechweisen	284
2.1	Das ICAO-Alphabet	284
2.2	Redewendungen	285
3	Funkverkehr	286
3.1	Kontaktaufnahme	286
3.1.1	Rufzeichen	286
3.1.2	Erstanruf	286
3.2	Sprechgruppen an Flugplätzen ohne Verkehrskontrolle	286
3.3	Sprechgruppen an Flugplätzen mit Verkehrskontrolle	288
3.4	Kontakt mit FIS	290
4	Meldungen	292
4.1	Arten	292
4.2	Bestätigungen	292
5	Besondere Verfahren	292
5.1	Notverkehr	292
5.2	Dringlichkeitsverkehr	293
5.3	Mehrfachanruf	293
5.4	Allgemeiner Anruf	293
5.5	Blindsendungen	293
5.6	Überprüfen von Funkanlagen	293

Pyrotechnik für UL-Piloten

1	Einteilung der pyrotechnischen Gegenstände	294
2	Transport und Lagerung	294
3	Umgang mit dem Rettungssystem	295
4	Eintrag im Luftfahrerschein	295

Verhalten in besonderen Fällen

1	Startvorbereitung	296
1.1	Schäden an tragenden Teilen	296
1.2	Vorflugcheck nach dem Aufrüsten	296
1.3	Nasses Flugzeug	296
1.4	Beläge auf der Flugzeugzelle	296
1.5	Sicherheit beim Betanken	296
1.6	Schwerpunkt außerhalb des zulässigen Bereichs	297
1.7	Überschreitung der maximalen Abflugmasse	297
1.8	Keine Öldruckanzeige nach dem Anlassen	297
2	Auf der Piste	297
2.1	Rollen bei Rückenwind	297
2.2	Rollen auf unebenem Boden	297

2.3	Wirbelschleppen hinter Flugzeugen	297
2.4	Hubschrauberturbulenz	298
2.5	Sinn der Halbbahn-Markierung	298
2.6	Kurze Pisten	298
2.7	Schneematsch auf der Startbahn	299
3	Beim Start	299
3.1	Start bei aufgeweichter Bahn	299
3.2	Starten auf hoch gelegenen Flugplätzen	299
3.3	Triebwerksausfall vor dem Abheben	299
3.4	Aufspringen der Kabinentür	300
4	Im Flug	300
4.1	Überzogener Flugzustand	300
4.2	Abkippen - Trudeln	300
4.3	Nicht zu beendendes Trudeln	300
4.4	Triebwerksausfall im Flug	300
4.5	Rauchentwicklung	301
4.6	Fliegen in den Bergen	301
4.7	Überfliegen von Bergkämmen und Pässen	301
4.8	Fliegen in großen Höhen	302
4.9	Dichter Verkehr	302
4.10	Luftwirbel hinter größeren Flugzeugen	302
4.11	Turbulenzen	302
4.12	Gefahr durch Vogelschlag	302
4.13	Einbruch der Dunkelheit	303
4.14	Kraftstoffvorrat knapp	303
4.15	Defekte Heizung	303
4.16	Rauchen an Bord	303
4.17	Ansteuernde Militärflugzeuge	304
5	Steuerung	304
5.1	Versagen des Querruders oder des Seitenruders	304
5.2	Versagen des Höhenruders	304
6	Instrumente, Geräte	304
6.1	Versagen bzw. Falschanzeige des Fahrtmessers	304
6.2	Fehlanzeigen des Höhenmessers	305
6.3	Ausfall des Drehzahlmessers	305
6.4	Ausfall von elektrischen Geräten	305
6.5	Funkausfall	305
7	Triebwerk und Propeller	305
7.1	Schlechtes Anspringen des Triebwerks	305
7.2	Drehzahlabfall beim Magnetcheck zu groß	306
7.3	Kein Drehzahlabfall beim Magnetcheck	306
7.4	Vergaserbrand	306
7.5	Brand bei laufendem Motor	306
7.6	Einsatz von Feuerlöschern	307
7.7	Verlust des Öldrucks	307
7.8	Hohe Zylinderkopftemperatur	307
7.9	Motorschaden im Flug	307
7.10	Unwucht des Propellers	307
8	Navigation	308
8.1	Verhalten bei Orientierungsverlust	308
8.2	Flug entlang von Leitlinien	308

8.3	Ziel nicht in Sicht	308	10.11	Landung bei starkem Seitenwind . . .	314
9	Wetter	309	10.12	Landung mit Rückenwind	314
9.1	Unbeabsichtigtes Einfliegen in Wolken	309	10.13	Durchstarten	315
9.2	Schlechte Sicht voraus	309	10.14	Sicherung abgestellter Flugzeuge . .	315
9.3	Flüge über geschlossenen Wolkendecken	309	11	Außenlandungen (Sicherheits- landung und Notlandung)	315
9.4	Durchfliegen einer Warmfront	309	11.1	Sicherheitslandung mit laufendem Triebwerk	315
9.5	Verlust der Sichtflugbedingungen . .	309	11.2	Notlandung mit stehendem Triebwerk	316
9.6	Rückgang der Sicht	310	11.3	Außenlandung in bergigem Gelände.	316
9.7	Vereisung	310	11.4	Außenlandung in hohem Bewuchs (Korn, Buschwerk, Wald)	316
9.8	Vergaservereisung	310	11.5	Notwasserung	316
9.9	Fliegen im Regen	310	11.6	Große Neigung der Landefläche . . .	316
9.10	Durchfliegen von Scherflächen	311	11.7	Flugzeug mit Einziehfahrwerk: Mit oder ohne Fahrwerk landen?	317
9.11	Gewitter	311	11.8	Überfliegen von Hindernissen	317
10	Beim Landen	312	11.9	Freileitungen im Anflug	317
10.1	Fahrwerk defekt	312	11.10	Versteckte Gefahren	317
10.2	Versagen des Einziehfahrwerks	312	12	Unfall	318
10.3	Landeklappen lassen sich nicht bewegen	312	12.1	Häufige Unfallursachen	318
10.4	Zu frühes Aufsetzen	312	12.2	Verhalten nach einem Unfall	318
10.5	Nasse Landebahn	313	12.3	Unfall/Notlandung in unwegsamem Gelände	318
10.6	Landung auf Schnee	313			
10.7	Landung auf einem Plateau	313			
10.8	Landung auf unebener Piste oder auf weichem Untergrund	313			
10.9	Landung bei böigem Wind	313			
10.10	Landung bei starkem Gegenwind . . .	314			
				Gebräuchliche Abkürzungen	319
				Literatur- und Quellennachweis	322
				Stichwortverzeichnis	323