

# Inhaltsverzeichnis

Geleitwort der Bundesministerin der Verteidigung .....	5
Geleitwort von Reinhold Ewald .....	6
Geleitwort von Rupert Gerzer .....	7
Vorwort der Herausgeber .....	9
Abkürzungsverzeichnis .....	23

## I Einführung

<b>1</b>	<b>Geschichte der Fliegerei und der Flugmedizin .....</b>	<b>31</b>
1.1	Fliegen wie ein Vogel .....	31
1.2	Leichter als Luft – der Aufstieg in große Höhen .....	32
1.3	Schwerer als Luft – die Entwicklung der Luftfahrt und der modernen Luftfahrtmedizin .....	34
1.4	Prinzipien des Fliegens und der Fliegerei .....	37
<b>2</b>	<b>Aufgaben moderner Flugmedizin .....</b>	<b>41</b>
<b>3</b>	<b>Berufskunde Flugzeugführer .....</b>	<b>44</b>
<b>4</b>	<b>Berufskunde Fluglotsen .....</b>	<b>47</b>
<b>5</b>	<b>Berufskunde Kabinenpersonal .....</b>	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>Luftfahrtgesetzgebung und Flugsicherheit .....</b>	<b>53</b>
6.1	Flugsicherheit im internationalen Luftrecht .....	54
6.2	Joint Aviation Authorities (JAA) .....	56
6.3	EASA (European Aviation Safety Agency – Europäische Agentur für Flugsicherheit) .....	58
6.3.1	Gesetzgebungsverfahren im Bereich der Luftfahrt auf europäischer Ebene .....	61
6.4	Grundzüge der Lizenzierung von Luftfahrern in Europa .....	61

6.5	Flugmedizinische Vorschriften .....	65
6.5.1	Fliegerarzt .....	68
6.5.2	Aeromedical Centre .....	69
6.5.3	Behördliche Zuständigkeiten .....	70
6.5.4	Ärztliche Schweigepflicht .....	71
6.5.5	Medizinische Unfallursachen .....	72
6.5.6	Lizensierung von Fluglotsen in Europa .....	74

## II Physikalische und biodynamische Grundlagen

<b>7</b>	<b>Klima an Bord von Verkehrsflugzeugen – Grundlagen der Flugphysiologie</b> .	79
7.1	Einleitung .....	79
7.2	Die Erdatmosphäre .....	79
7.2.1	Schichtung der Erdatmosphäre .....	79
7.2.2	Gaszusammensetzung .....	82
7.2.3	Luftdruck und Luftdichte .....	82
7.2.4	Standardatmosphäre .....	83
7.2.5	Gasgesetze .....	83
7.3	Atmung und Hypoxie .....	84
7.3.1	Physiologie der Atmung .....	84
7.3.2	Hypoxie .....	88
7.3.3	Sauerstofftoxizität .....	94
7.3.4	Hyperventilation .....	94
7.4	Sauerstoffversorgung und Druckkabine .....	95
7.4.1	Druckkabine .....	96
7.4.2	Cabin Air Quality .....	102
7.4.3	Sauerstoffausrüstung und Druckanzüge .....	110
7.5	Auswirkungen akuter Druckveränderungen .....	123
7.5.1	Decompression Sickness (DCS) .....	128
7.6	Insektizideinsatz in Luftfahrzeugen .....	130
7.7	Smell Event – Geruchsbelästigung an Bord .....	132
<b>8</b>	<b>Physikalische Faktoren</b> .....	136
8.1	Beschleunigung .....	136
8.1.1	Einleitung und Historie .....	136
8.1.2	Begriffsbestimmungen .....	137
8.1.3	Arten der Beschleunigung .....	138
8.1.4	Wirkungen von Beschleunigungen auf den menschlichen Körper ....	139
8.1.5	Kinetose ("Motion sickness") .....	151

8.2	Lärm, Lärmbelastung und Gehörschäden .....	158
8.3	Strahlenexposition .....	162
8.3.1	Charakteristika der Höhenstrahlung .....	163
8.3.2	Fliegen und Strahlenexposition .....	166
8.3.3	Strahlenschutz des fliegenden Personals .....	167
8.3.4	Strahlenschutz schwangerer Crewmitglieder .....	171
8.3.5	Strahlenexposition bei beruflich veranlassten Flügen .....	171
8.3.6	Strahlenexposition der schwangeren Passagierin .....	171
8.4	Zeitverschiebung und Jet-Lag .....	172
8.4.1	Symptome und Konsequenzen .....	172
8.4.2	Umgang mit Jet-Lag-Beschwerden und Prävention .....	174

### III Klinische Flugmedizin

<b>9</b>	<b>Physiologische, pathophysiologische und regulatorische Aspekte der Flugmedizin .....</b>	<b>179</b>
9.1	Einführung .....	179
9.2	Herz-Kreislauf-System .....	180
9.2.1	Flugphysiologie des Herz-Kreislauf-Systems .....	180
9.2.2	Herz-Kreislauf-System – klinische und regulatorische Aspekte .....	190
9.3	Atmung und Fliegen .....	201
9.3.1	Physiologie der Lunge .....	201
9.3.2	Untersuchungsverfahren .....	204
9.3.3	Für die Fliegerei relevante Störungen der Atmung .....	205
9.3.4	Für die Tauglichkeitsbeurteilung relevante Störungen der Atmung ...	207
9.4	Verdauungssystem .....	210
9.5	Endokrinologie und metabolisches System .....	214
9.5.1	Unterfunktion des Hypophysenvorderlappens .....	214
9.5.2	Überfunktion des Hypophysenvorderlappens .....	215
9.5.3	Unterfunktion des Hypophysenhinterlappens (Neurohypophyse) ....	216
9.5.4	Schilddrüsenerkrankungen .....	216
9.5.5	Erkrankungen der Nebenschilddrüsen .....	217
9.5.6	Erkrankungen der Nebenniere .....	218
9.5.7	Diabetes mellitus und Insulinresistenz .....	219
9.6	Hämatologie .....	223
9.7	Urogenitalsystem .....	225
9.7.1	Bestimmungen bei fliegendem Personal .....	225
9.7.2	Urinstatus .....	227
9.8	Infektionskrankheiten .....	231

9.9	Geburtshilfe und Gynäkologie .....	232
9.10	Bewegungsapparat und Flugtauglichkeit .....	236
9.10.1	Einleitung .....	236
9.10.2	Muskuloskeletale Erkrankungen .....	236
9.10.3	Zusammenfassung .....	241
9.11	Psychiatrie für Fliegerärzte .....	242
9.11.1	Was unterscheidet die Psychiatrie von den somatischen Fächern? ...	242
9.11.2	Allgemeine Tauglichkeitsmerkmale .....	242
9.11.3	Psychiatrische Systematik .....	243
9.11.4	Zuverlässigkeit .....	248
9.11.5	Fallbeispiele .....	249
9.12	Neurologie für Fliegerärzte .....	250
9.12.1	Untersuchungsverfahren .....	252
9.12.2	Tauglichkeitsrichtlinien .....	253
9.12.3	Vorgehen bei häufigen neurologischen Erkrankungen .....	256
9.13	Sehorgan .....	262
9.13.1	Sehen und Flugsicherheit .....	262
9.13.2	Anatomie .....	266
9.13.3	Physiologie .....	267
9.13.4	Refraktion .....	267
9.13.5	Sehschärfenbestimmung .....	271
9.13.6	Korrekturen .....	273
9.13.7	Gesichtsfeld, binokulares und räumliches Sehen .....	275
9.13.8	Augenerkrankungen .....	276
9.13.9	Optische Illusionen beim Fliegen .....	282
9.13.10	Farbensehen und Fliegen .....	287
9.14	Gehör und räumliche Orientierung .....	293
9.14.1	Anatomie und Physiologie .....	293
9.14.2	Gehör .....	296
9.14.3	Räumliche Desorientierung .....	307
9.15	Psychologie für Fliegerärzte .....	307
9.16	Dermatologie in der Flugmedizin .....	309
9.16.1	Flugmedizinisch wichtige Hauterkrankungen .....	309
9.16.2	Allergische Reaktionen .....	314
9.16.3	Sonstige Erkrankungen .....	318
9.16.4	Beurteilung dermatologischer Erkrankungen bei fliegendem Personal	318
9.17	Onkologie .....	321
9.17.1	Einführung .....	321
9.17.2	Primäre Krebstherapie .....	322
9.17.3	Beurteilung der Fliegertauglichkeit nach Abschluss der Therapie .....	323
9.16.4	Zusammenfassung und Ausblick .....	324

## IV Gesundheitliche Tauglichkeit in der Luftfahrt

<b>10</b>	<b>Fliegertauglichkeit</b>	327
10.1	Der Fliegerarzt	327
10.1.1	Rolle des Fliegerarztes	327
10.1.2	Ausbildung, Rechte und Pflichten	328
10.2	Die Fliegertauglichkeitsuntersuchung	330
10.3	Fliegertauglichkeit	333
10.3.1	Evidenzbasierte flugmedizinische Entscheidungsfindung	336
10.3.2	Risikobeurteilung in der Flugmedizin	336
10.3.3	Medizinische Risikobeurteilung mit der 1%-Regel	339
10.4	Eignungskriterien bei Luftfahrtpersonal	341
10.4.1	Eignungskriterien bei kommerziellen und Privatpiloten	345
10.4.2	Eignungskriterien bei LAPL-Piloten	345
10.4.3	Flugtauglichkeit (Eignungskriterien für Kabinenbesatzung)	346
10.4.4	Eignungskriterien für Fluglotsen	348
10.5	Tauglichkeit von Fallschirmspringern	353
10.6.	Fliegerärztliches Gutachten	354
10.7	Medikamente und Fliegen	360
10.7.1	Bluthochdruck	365
10.7.2	Antikoagulation	365
10.7.3	Zentral wirksame Medikamente	366
10.7.4	Diabetes mellitus	366
10.7.5	Glukokortikoide	366
10.7.6	Allergische Rhinitis (Heuschnupfen)	366
10.7.7	Schmerztherapie	367
10.7.8	Schlafstörungen	368
10.7.9	Benigne Prostatahypertrophie	369
10.7.10	Lifestyle-Medikamente	370
10.8	Alter und Fliegen	371
<b>11</b>	<b>Passagiere und Flugreisen</b>	373
11.1	Einführung	373
11.2	Ratschläge für angenehme Flugreisen	374
11.3	Flugangst	376
11.3.1	Präambel	376
11.3.2	Phänomenologie	376
11.3.3	Ursachen	377
11.3.4	Umgang mit Flugangst	377

11.3.5	Therapie von Flugangst .....	379
11.4	Reisethrombose .....	379
<b>12</b>	<b>Passagiere mit Vorerkrankungen .....</b>	<b>384</b>
12.1	Allgemeine Ratschläge .....	384
12.1.1	Flugreisetauglichkeit .....	384
12.1.2	Medikamente und Zeitverschiebung .....	388
12.1.3	Mitnahme von Medikamenten auf Flugreisen .....	390
12.2	Kardiovaskuläre Erkrankungen .....	394
12.2.1	Herzinsuffizienz, Rechtsherzbelastung .....	395
12.2.2	Koronare Herzkrankheit (KHK) .....	396
12.2.3	Zyanotische Vitien .....	397
12.2.4	Schrittmacher, AICD .....	397
12.3	Pulmonale Erkrankungen .....	398
12.3.1	Fliegen wie ein Vogel .....	398
12.3.2	Respiratorische Konsequenzen des Kabineninnendrucks .....	399
12.3.3	Respiratorische Erkrankungen und potenzielles Flugrisiko .....	401
12.3.4	Kinder mit respiratorischen Erkrankungen .....	408
12.3.5	Allgemeine Hinweise zur respiratorischen Flugtauglichkeit .....	408
12.3.6	Flug mit Sauerstoffgabe und Respiratorunterstützung (CPAP) .....	413
12.4	Erkrankungen des Verdauungssystems .....	414
12.4.1	Magen-Darm-Trakt .....	414
12.4.2	Zähne .....	415
12.5	Flugpassagiere mit Diabetes mellitus .....	416
12.5.1	Zeitverschiebung .....	416
12.5.2	Mitnahme von Medikamenten und Verbrauchsartikeln .....	417
12.6	Akute und chronische Nierenerkrankungen, Dialyse .....	419
12.7	Tumorerkrankungen und Schmerztherapie .....	420
12.7.1	Der Tumorpatient .....	420
12.7.2	Der Tumorpatient als Fluggast .....	421
12.7.3	Schmerzen .....	422
12.8	Neurologische Patienten .....	423
12.9	Psychiatrische und Suchterkrankungen .....	424
12.10	Zahnmedizinische Probleme beim Fliegen .....	425
12.10.1	Epidemiologie und Bedeutung in der Flugmedizin .....	425
12.10.2	Barodontalgie – Pathologie und Symptome .....	425
12.10.3	Prävention .....	427
<b>13</b>	<b>Risikomanagement in besonderen Situationen .....</b>	<b>431</b>
13.1	Flugreisen in der Schwangerschaft .....	431
13.1.1	Strahlenexposition .....	433

13.2	Flugreisen mit Kindern .....	434
13.3	Flugreisen im Alter .....	437
13.3.1	Veränderungen im Alter .....	437
13.3.2	Reisevorbereitung .....	439
13.3.3	Medikamente und Hilfsmittel .....	439
13.4	Flugpassagiere mit körperlichen Behinderungen .....	441
13.5	Luftverkehr und kontagiöse Erkrankungen .....	444
13.5.1	Der infektiöse Patient an Bord .....	444
13.5.2	Flugreisetauglichkeit bei Infektionserkrankungen .....	446
13.5.3	Rechtliche Aspekte und Verfahren .....	446
13.5.4	Verfahren bei medizinischer Evakuierung von Patienten mit hochkontagiösen Erkrankungen .....	450
13.6	Flugreisen und Tauchsport .....	452
13.6.1	Fliegen und Tauchen .....	453
13.6.2	Tauchen und Fliegen .....	454
13.6.3	Fliegen nach Tauchunfall .....	456
13.7	Verhalten bei Attentaten oder Flugzeugentführungen .....	459

## V Besondere Flugeinsätze

<b>14</b>	<b>Medizinische Spezifika besonderer Fluggeräte oder Einsatzbedingungen .....</b>	<b>467</b>
14.1	Sicht- und Instrumentenflug .....	467
14.2	Anforderungen an militärische Besatzungen .....	469
14.2.1	Kampfflugzeuge .....	469
14.2.2	Rettungssysteme in militärischen Luftfahrzeugen .....	474
14.2.3	Militärhubschrauber .....	477
14.3	Luftrettung .....	480
14.3.1	Flugmedizinische Aspekte der Gebirgsrettung .....	481
14.3.2	Psychische Belastung des rettungsdienstlichen Personals .....	487
14.4	Agarflüge .....	496
14.5	Luftsport .....	498
14.5.1	Segelfliegen .....	498
14.5.2	Modellflug .....	499
14.5.3	Motorflug .....	500
14.5.4	Hubschrauberflug .....	500
14.5.5	Ultraleicht-Fluggeräte .....	500
14.5.6	Gleitschirm- und Drachenfliegen .....	500
14.5.7	Ballonfahren .....	501

14.5.8	Fallschirmspringen und Rettungsschirme .....	501
14.6	Raumfahrt und Flugmedizin .....	504
14.6.1	Einführung .....	504
14.6.2	Flugmedizinische Aspekte der Raumfahrt .....	505
14.6.3	Tauglichkeitsaspekte beim Weltraumtourismus .....	517

## VI Sicherheit, Risiko und Risikomanagement beim Fliegen

<b>15</b>	<b>Sicherheit und Risiko im Luftverkehr .....</b>	<b>531</b>
15.1	Wachstum und Sicherheit des Luftverkehrs .....	531
15.2	Organisatorische Maßnahmen und Sicherheitsmanagement .....	532
15.2.1	Sicherheitskultur .....	532
15.2.2	Sicherheitsmanagement in Organisationen .....	534
15.2.3	Gefährdungsmanagement .....	536
15.2.4	Betriebsinterne Flugsicherheitsabteilung .....	538
15.2.5	Trainingskonzepte .....	540
15.2.6	Standard Operating Procedures .....	540
15.2.7	Automatisierung .....	542
15.3	Regelungen zur Flugdienstzeit (Flight Time Limitations and Rest) .....	543
15.4	Alkohol .....	547
15.5	Arbeitsmedizinische Vorsorge und ihre rechtlichen Grundlagen .....	549
15.6	Arbeitsmedizinische Vorsorge bei Luftfahrtpersonal .....	554
15.6.1	Arbeitsmedizinische Vorsorge bei fliegendem Personal .....	554
15.6.2	Arbeitsmedizinische Vorsorge bei Fluglotsen .....	555
15.7	Wichtige reisemedizinische Aspekte bei der Beratung von Flugzeugbesatzungen .....	556
15.7.1	Definition der Tropen .....	556
15.7.2	Medizinische Belastungsfaktoren in Tropen und Subtropen .....	557
15.7.3	Die reisemedizinische Beratung von Flugbesatzungen .....	558
15.7.4	Reisemedizinische Prophylaxe .....	561
15.7.5	Impfberatung für fliegendes Personal .....	563
15.7.6	Malaria .....	574
15.7.7	Darminfektionen .....	587
15.7.8	Symptome nach Rückkehr .....	594
15.7.9	Sonstige Infektionen .....	600
15.7.10	Flieger- und Flugtauglichkeit nach Infektionskrankheiten .....	602
15.8	Gesundheitsprävention beim Bodenpersonal .....	603
15.9	Sonstige Sicherheitsaspekte für Flugzeugbesatzungen .....	606



## VII Flugpsychologie

<b>16</b>	<b>Psychologische Aspekte des Fliegens</b>	611
16.1	Human Factors	611
16.1.1	Einführung	611
16.1.2	Flugsicherheit und Unfallrisiko	612
16.1.3	Human Error und Fehler im Unfallgeschehen	613
16.1.4	Training	619
16.2	Mentale Belastungen	620
16.2.1	Einführung	620
16.2.2	Anforderungen, Belastungen und Beanspruchungen in der Entscheidungsfindung	621
16.2.3	Stress	623
16.2.4	Störungen durch psychische Belastungen	629
16.3	Fliegerische Leistungsfähigkeit und operationelle Zuverlässigkeit	637
16.3.1	Definitionen	637
16.3.2	Klassifikation von Situational Awareness	638
16.3.3	Aufbau, Aufrechterhaltung und Verlust von Situational Awareness	639
16.3.4	Loss of Situational Awareness (LSA) und Fehler	642
16.3.5	Möglichkeiten zur Verbesserung der Situational Awareness im Cockpit	642
16.4	Schlafstörungen bei Crewmitgliedern – Auftreten und Konsequenzen	644
16.5	Schichtarbeit und Fatigue	647

## VIII Notfälle beim Fliegen

<b>17</b>	<b>Notfälle an Bord</b>	653
17.1	Einführung	653
17.2	Epidemiologie von „In-flight-Emergencies“	653
17.3	Notfallausrüstung	655
17.4	Frühdefibrillation	660
17.5	Ausbildung der Kabinen-Crew	662
17.6	Allgemeines Notfallmanagement	663
17.7	Ärztliches Notfallmanagement – Medizinisch-taktische und operationelle Aspekte	664
17.8	Telemedizin in der Luftfahrt	668
17.9	Haftung und juristische Gesichtspunkte	669
17.10	Unruly Passenger	672

## IX Worst Case – Überleben nach Flugunfällen

<b>18</b>	<b>Flugunfälle</b>	677
18.1	Unfallmuster und Verletzungen in der Allgemeinen Luftfahrt	677
18.1.1	Hintergrund	677
18.1.2	Unfallrisiko	678
18.1.3	Verletzungsrisiko	678
18.1.4	Verletzungsmuster	680
18.1.5	Limitationen von Unfallanalysen	683
18.1.6	Schlussfolgerungen	684
18.2	Die rechtsmedizinische Flugunfalluntersuchung	684
18.3	Verhalten bei Notfällen während des Fluges	687
18.4	Evakuierung nach Notlandung	688
18.5	Evakuierung nach Notwasserung	689
<b>19</b>	<b>Unfälle in der Privat- und Militärfliegerei</b>	691
19.1	Notfallsignale und Notfallkommunikation	691
19.2	Einweisen und Verhalten am Rettungshubschrauber	693
19.3	Worst Case Szenario – Überleben nach einem Flugunfall	696
19.3.1	Grundsätzliche Überlegungen	697
19.3.2	Psychologie des Überlebens	703
19.3.3	Überleben nach Unfällen über Land	708
19.3.4	Überleben in der Kälte	716
19.3.5	Überleben auf See	721
19.3.6	Überleben in Hitze und Trockenheit	726
<b>20</b>	<b>Flugunfall – Die Zeit danach</b>	732
20.1	Betreuung Betroffener und Angehöriger	732
20.2	Verhalten gegenüber Presse und Öffentlichkeit	734

## X Der Notfall im Ausland

<b>21</b>	<b>Repatriierung von Patienten</b>	739
21.1	Indikationsstellung	739
21.1.1	Wahl des Transportmittels	741
21.1.2	Dringlichkeit	741
21.1.3	Sea Level Flight	741
21.1.4	Infektionsstatus	742

21.1.5	NACA-Status .....	742
21.1.6	Übergabe- und Übernahmemodalitäten .....	742
21.1.7	Größe und Gewicht des Patienten, Begleitperson .....	743
21.1.8	Besondere Anforderungen an das Luftrettungsunternehmen .....	743
21.2	Adäquate Transportmittel .....	744
21.2.1	Airliner .....	744
21.2.2	Begleiteter Transport als Passagier in einer „gewöhnlichen“ Klasse im Linienflugzeug .....	744
21.2.3	Liegendkrankentransport auf dem Stretcher .....	745
21.2.4	Transport von Intensivpatienten im Airliner .....	745
21.2.5	Rettungs- oder Intensivtransporthubschrauber (HICAMS: Helicopter Intensive Care Medical Service) .....	746
21.2.6	Ambulanzflugzeug (FWAA: Fixed-Wing Air-Ambulance) .....	746
21.2.7	Wirtschaftliche Bewertung der einzelnen Transportmodi .....	747
21.2.8	Folgen flugphysiologischer Veränderungen für den Patiententransport .....	747
21.2.9	Luftdruckwirkung auf medizinisch-technische Geräte .....	749
21.2.10	Lärm- und Vibrationswirkung auf medizinisch- technische Geräte .....	749
21.3	Ärztliche Qualifikation für Repatriierungseinsätze .....	750
21.4	Organisation des Transports .....	751
21.5	Rechtliche Aspekte .....	755
21.5.1	Ärztliche Versorgung an Bord oder im Ausland .....	755
21.5.2	Versicherungsfragen bei Repatriierungen .....	759
21.5.3	Ärztliche Schweigepflicht .....	762

## XI Fliegen im Spiegel der Weltgeschichte

22	Fliegen im Spiegel der Weltgeschichte .....	767
----	---	-----

## XII Anhang

23	Literatur .....	783
24	Herausgeberporträts .....	819
25	Autorenverzeichnis .....	820

<b>26</b>	<b>Nationale und internationale Fachgesellschaften und Organisationen</b> . . . . .	823
<b>27</b>	<b>Liste nationaler und internationaler Publikationsorgane</b> . . . . .	825
<b>28</b>	<b>Bescheinigungsformulare</b> . . . . .	826
28.1	Bescheinigung für das Mitführen von Betäubungsmitteln . . . . .	826
28.2	Bescheinigung medizinische Ausrüstung . . . . .	828
28.3	MEDA-Fragebogen . . . . .	829
<b>29</b>	<b>Wichtige Kontakte</b> . . . . .	830
<b>30</b>	<b>Medizinische Ausrüstung von Fluggesellschaften</b> . . . . .	834
<b>31</b>	<b>Empfehlungen zur Flugreisetauglichkeit bei verschiedenen Krankheitsbildern</b> . . . . .	838
<b>32</b>	<b>Empfehlungen für vorübergehende Einschränkungen von Flug- und Fliegertauglichkeit</b> . . . . .	850
<b>33</b>	<b>Medical Fitness for Air Crews after Infectious Diseases</b> . . . . .	856
<b>34</b>	<b>Medikamente und Flugdienst</b> . . . . .	877
<b>35</b>	<b>Synopsis flugmedizinischer Kriterien für Kabinenpersonal</b> . . . . .	885
	<b>Register</b> . . . . .	901