

**Herausgegeben im Auftrag des Bundesministers für Verkehr  
vom Luftfahrt-Bundesamt  
Bd. II: Flugwerk**

# **Grundlagen der Luftfahrzeug- technik in Theorie und Praxis**

Die Inhalte dieses Werkes werden von Verlag, Herausgeber und Autoren nach bestem Wissen und Gewissen erarbeitet und zusammengestellt. Eine rechtliche Gewähr für die Richtigkeit der einzelnen Angaben kann jedoch nicht übernommen werden.

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

ISBN: 978-3-88585-001-4

© by TÜV Media GmbH, TÜV Rheinland®, Köln 1992

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken der TÜV Rheinland Group.

Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung durch das Unternehmen.

Printed in Germany

# Geleitwort

Gut 10 Jahre nach dem Erscheinen der ersten Auflage der „Grundlagen der Luftfahrzeugtechnik in Theorie und Praxis“ kann nun die zweite Auflage dieses umfangreichen Handbuchs vorgelegt werden. Überarbeitet und insbesondere im Bereich der Elektronik in Form eines 3. Teilbandes der zwischenzeitlichen Entwicklung der Luftfahrttechnik angepaßt, ist es damit wieder als umfassende Lehr- und Lernhilfe für den angehenden Prüfer für Luftfahrtgerät verfügbar.

Als Anfang der 70er Jahre beim Bundesminister für Verkehr erste Überlegungen über die Zweckmäßigkeit und die Realisierungschancen eines solchen Ausbildungswerkes, in welchem der gesamte Prüfungsstoff entsprechend den Richtlinien des Bundesministers für Verkehr umfassend und übersichtlich dargeboten werden sollte, angestellt wurden, war die Skepsis groß, ob eine derart anspruchsvolle Aufgabe zu bewältigen sei.

Doch es gelang, hochqualifizierte Autoren mit reicher praktischer Erfahrung für diese große Aufgabe zu gewinnen. Das Resultat war ein Werk von so überzeugender fachlicher Qualität, daß es sofort auf großes Interesse und lebhafte Nachfrage stieß.

Trotz eines Nachdruckes der ersten Auflage war es bald vergriffen.

Der mit der Herausgabe eines so anspruchsvollen Fachkompendiums verbundene Aufwand führte dazu, daß die dringend erwartete Neuauflage einige Zeit benötigte. Doch nun ist es ein zweites Mal gelungen, die große Schar der Autoren zu gemeinsamem Schaffen zu vereinen und die „Grundlagen der Luftfahrzeugtechnik in Theorie und Praxis in überarbeiteter und ergänzter Fassung herauszubringen.

Daß dies möglich wurde, dazu haben viele Seiten ihren Beitrag geleistet, denen hier herzlich gedankt sei. Besonders erwähnt seien zwei Personen, die sowohl zu der Idee zu diesem Werk als auch zu seiner Realisierung ganz wesentlich beigetragen haben. Es sind dies Herr Dipl.-Ing. Gerd Buslei vom Bundesverkehrsministerium und Herr Dipl.-Ing. Günter Beck vom Luftfahrt-Bundesamt.

Möge dieses Ausbildungs- und Nachschlagewerk auch in seiner zweiten Auflage dazu beitragen, die hochentwickelte Technik, die zum heutigen Luftfahrtgerät gehört, mit großer Sachkenntnis und verantwortungsbewußt zu handhaben.

Zum Wohl eines sicheren und leistungsfähigen Luftverkehrs.

Dipl.-Ing. Horst Busacker  
Bundesministerium für Verkehr  
Referat Luftfahrttechnik und Luftfahrtforschung

# Vorwort

Der Entwurf und der betriebliche Einsatz moderner Flugzeuge haben sich innerhalb weniger Jahre entscheidend geändert. So führten u.a. die zunehmende Verwendung von Faserverbundwerkstoffen, die verstärkte Verflechtung zwischen Mechanik und Elektronik sowie neue Philosophien bei der fortlaufenden Instandhaltung zu neuen oder geänderten Herstell-, Reparatur- und Prüfverfahren. Diese Entwicklungen bedingen für „Prüfer von Luftfahrtgerät“ nicht nur ein umfassendes Fachwissen, sondern in gleicher Weise ein Verstehen der eigenen Tätigkeit als Teil eines Gesamt-Qualitätssicherungssystems, bezogen auf ein einzelnes Flugzeug, eine ganze Flugzeugflotte oder sogar auf ein gesamtes Unternehmen.

Die Erhaltung des Qualitätsstandards und damit der Lufttüchtigkeit von Luftfahrzeugen hängt neben einer langjährigen und umfassenden Berufserfahrung auch von einer gezielten und gründlichen Ausbildung des an diesem Gerät eingesetzten Prüfpersonals ab. Die vorliegenden Bände „Grundlagen der Luftfahrzeugtechnik in Theorie und Praxis“ stellen eine gute und gern verwendete Unterlage für die Ausbildung von Prüf- und anderem technischen Fachpersonal dar. Dies zeigt sich auch in der internationalen Verbreitung der Bände und in der von einigen Ländern angeregten Übersetzung in andere Sprachen. Deshalb wurde nach dem Vertrieb von jeweils rund 1 300 Exemplaren für die Bände I bis III der Fachrichtungen Flugwerk und Triebwerk nunmehr eine überarbeitete und dem Stand der Technik angepaßte Neufassung sowie die Erstellung eines 3. Teilbandes Elektronik erforderlich.

Die Überarbeitung wurde zum größten Teil von den schon früher bewährten Fachkräften und Autoren aus Industrie und Forschung sowie von Lehrkräften aus LBA-anerkannten Technischen Schulen vorgenommen. Allen an dieser Neuausgabe Beteiligten vom Bundesministerium für Verkehr, vom Verlag TÜV Rheinland, den Autoren und nicht zuletzt den Fachkräften meiner eigenen Behörde sei besonders gedankt.

Luftfahrt-Bundesamt  
Klaus Koplin

# Vorwort

Die Luftfahrt ist seit langem ein bedeutendes Anwendungsbereich der Technik. Sowohl Theorie als auch die Technologie moderner Luftfahrzeugsysteme haben aus dieser Sparte entscheidende Impulse erhalten. Lange war dem betroffenen Luftfahrtpersonal der Zugang zur Luftfahrttechnik dadurch erschwert, daß es mit einem äußerst komplexen Fachgebiet konfrontiert wurde, für das ein umfassendes Lehrbuch bzw. Nachschlagewerk fehlte.

Die seinerzeitige Herausgabe eines deutschsprachigen Werkes hat diese Lücke in der Fachliteratur geschlossen. Entsprechend dem Ziel einer kompletten Ausbildungs- und Prüfungsunterlage sollte es dabei dem Luftfahrzeugprüf- und Wartungspersonal das erforderliche breite und gründliche Fachwissen vermitteln. Daneben konnte es neben Nicht-Flugtechnikern auch Ingenieure in der Luftfahrtindustrie, in Luftverkehrsgesellschaften sowie bei Behörden ansprechen, welche sich mit der Luftfahrttechnik zu befassen haben.

Mit großem Interesse und Respekt wurde daher die Entstehung der zweiten verbesserten, und der um einen 3. Elektronik-Teilband erweiterten Auflage verfolgt. Den Verfassern ist es dabei gelungen, in vorbildlicher und konsequenter Weise der rasanten technischen Entwicklung Rechnung zu tragen. Das nunmehr vorliegende Buch schafft damit auch die Rahmenbedingungen für ein ausgeglichenes Prüf- und Wartungssystem, das dem Europagedanken förderlich sein wird. Dazu ist es vortrefflich geeignet, dem lizenzierten Luftfahrtpersonal einen einheitlichen Wissensstand zu vermitteln bzw. als Arbeitsbehelf zu dienen.

Ein solches Buch wird jedoch nicht auf Dauer den Anspruch der Vollständigkeit und Aktualität geltend machen können, wenn nicht ein ständiger, der künftigen Entwicklung folgender Modernisierungsprozeß parallel läuft. Daß dem Verlag und den Autoren der Mut hierzu nicht verloren geht, und das Werk sich weiterhin reger Verbreitung erfreut, wünscht das

Bundesamt für Zivilluftfahrt in Österreich  
Dipl.-Ing. J. Rausch

# Vorwort

In den letzten Jahren hat die Technik sehr große Fortschritte gemacht. Dies trifft auch, oder speziell, auf die Luftfahrt zu. Denken wir nur an die rasante Entwicklung auf dem Gebiete der Flugelektronik.

Dadurch werden auch an das Unterhaltspersonal immer höhere Anforderungen gestellt, die nur durch eine gezielte, umfassende Ausbildung erfüllt werden können. Waren früher hauptsächlich mechanische Kenntnisse gefordert, muß der heutige Prüfer, Wart oder Luftfahrzeugmechaniker auf den Gebieten Materialkunde, Elektrotechnik, Prüfverfahren, Elektronik, um nur einige zu nennen, ebenso ausgebildet werden. Die vorliegenden Lehrbücher sollen dem zukünftigen Flugzeugfachmann das nötige Grundwissen vermitteln, ihm aber auch später als Nachschlagewerk gute Dienste leisten. Zudem wird damit eine Lücke in der deutschsprachigen Instruktions- und Fachliteratur geschlossen.

Es braucht viel Einsatz und Idealismus, gepaart mit soliden Kenntnissen, um die heutigen und kommenden Herausforderungen zu meistern. Unser gemeinsames Ziel ist auf jeden Fall eine sichere Luftfahrt.

Dem Verlag TÜV Rheinland, den beteiligten Redaktoren und Mitarbeitern danken wir für die anspruchsvolle Überarbeitung. Wir wünschen den zukünftigen Berufsleuten viel Erfolg für diese interessante Laufbahn.

Bundesamt für Zivilluftfahrt (Schweiz)  
Stv. Direktor  
A. Deutsch

# AUTORENVERZEICHNIS BAND II

**Projektdurchführung:**

Gerd Buslei, Bundesminister für Verkehr  
Günter Beck, Luftfahrt-Bundesamt

**Redaktion Luftfahrtbehörde:**

Günter Beck, Luftfahrt-Bundesamt

**Redaktion Verlag:**

Detlef Pusch, TÜV Rheinland e. V., Luftfahrttechnik GmbH

**Autoren:**

Reiner Dedekind (Kap. 5, 7, 10, 11, 14)

Reimund Groß (Kap. 1)

Joachim Kalinowski  
(Kap. 16, 17, 19)

Prof. Dr.-Ing. Kurt Knobling (Kap. 22)

Peter Koberg (Kap. 22)

Heiner Krämer (Kap. 8, 9)

Reinhard Molck  
(Kap. 23)

Gerhard Pachowsky (Kap. 20)

Franz-Wilhelm Rohde (Kap. 3)

Siegfried Rostalsky (Kap. 21)

Franz Skibowski (Kap. 6, 13, 15)

Wolfgang Tretow (Kap. 12)

Jürgen Wiermann (Kap. 18)

# Inhaltsverzeichnis

|  |  |      |         |  |      |
|--|--|------|---------|--|------|
| <b>Kapitel 1</b>   |  |      |         |  |      |
| <b>Struktureller Aufbau des Flugwerkes (Flugzeuge)</b>   |  |      |         |  |      |
| 1  | Aufbau eines Flugzeuges .....                          | 1-3  | 1.1.1   | Hubschrauber .....   | 2-3  |
| 1.1  | Bauweisen von Luftfahrzeugen .....                     | 1-3  | 1.1.2   | Tragschrauber .....  | 2-3  |
| 1.1.1  | Holzbauweise .....                                     | 1-3  | 1.1.3   | Flugschrauber .....  | 2-4  |
| 1.1.2  | Gemischtbauweise .....                                 | 1-3  | 1.1.4   | Kombinationsflugschrauber .....  | 2-4  |
| 1.1.3  | Metallbauweise .....                                   | 1-3  | 1.1.5   | Verwandlungshubschrauber .....   | 2-4  |
| 1.1.4  | Kunststoffbauweise (GFK) .....                         | 1-3  | 1.2     | Antriebsarten der Hubschrauberrotoren .....  | 2-4  |
| 1.1.5  | Kunststoffbauweise (CFK) .....                         | 1-3  | 1.3     | Rotorzahl und Rotoranordnung .....   | 2-5  |
| 2  | Arten von Rumpfkonstruktionen .....                    | 1-4  | 1.3.1   | Einrotorige Hubschrauber .....   | 2-5  |
| 2.1  | Gerüstbauweise .....                                   | 1-4  | 1.3.2   | Zweirotorige Hubschrauber .....  | 2-6  |
| 2.2  | Leichtmetallgerüstbauweise .....                       | 1-5  | 1.3.2.1 | Hubschrauber mit Tandemanordnung der Rotoren .....                                 | 2-6  |
| 2.3  | Schalenbauweise (deutsche Begriffsbestimmung) .....    | 1-6  | 1.3.2.2 | Hubschrauber mit koaxialer Anordnung der Rotoren .....                             | 2-6  |
| 2.4  | Halbschalenbauweise .....                              | 1-8  | 1.3.2.3 | Hubschrauber mit V-förmiger Anordnung der Rotoren .....                            | 2-7  |
| 2.4.1  | Monocoque .....  | 1-8  | 1.3.2.4 | Hubschrauber mit seitlich angeordneten Rotoren .....                               | 2-7  |
| 2.4.2  | Semi-monocoque (Halbschalenbauweise) .....             | 1-8  | 2       | Aufbau eines Drehflüglers .....  | 2-7  |
| 2.4.2.1  | Aufbau eines Rumpfes in semi-monocoque .....           | 1-9  | 3       | Bauweisen und Bauprinzipien von Drehflüglern .....                                 | 2-7  |
| 2.4.2.2  | Konstruktive Realisierung des fail safe Prinzips ..... | 1-12 | 4       | Arten von Rumpfkonstruktionen .....  | 2-9  |
| 2.4.2.3  | safe live-Methode .....                                | 1-13 | 5       | Arten von Rotorkonstruktionen .....  | 2-10 |
| 2.4.2.4  | Dauerbeanspruchung der gesamten Struktur .....         | 1-14 | 5.1     | Gelenkige Rotoren .....  | 2-11 |
| 2.4.2.5  | Korrosionsbildung .....                                | 1-15 | 5.2     | Halbstarre Rotoren .....   | 2-13 |
| 3  | Arten von Flügel- und Leitwerkskonstruktionen .....    | 1-15 | 5.3     | Gelenklose Rotoren .....   | 2-14 |
| 3.1  | Tragflügel und Leitwerke .....                         | 1-15 | 6       | Arten von Rotorblattkonstruktionen .....   | 2-20 |
| 3.2  | Holme .....  | 1-18 | 7       | Leitwerk .....   | 2-23 |
| 3.3  | Verdrehsteife Flügelverbände .....                     | 1-19 | 7.1     | Aufgabe des Leitwerks .....  | 2-23 |
| 3.4  | Flügelrippen .....                                     | 1-20 | 7.2     | Aufbau des Leitwerks .....   | 2-23 |
| 3.5  | Bespannungen .....                                     | 1-21 | 8       | Arten von Heckrotorkonstruktionen .....  | 2-24 |
| 3.6  | Beplankungen .....                                     | 1-22 | 8.1     | Aufgabe des Heckrotors .....   | 2-24 |
| 3.7  | Streckungsverhältnis .....                             | 1-23 | 8.2     | Bauformen von Heckrotoren .....  | 2-25 |
| 3.8  | Geometrische und aerodynamische Schränkung .....       | 1-23 | 9       | Antriebssysteme .....  | 2-28 |
| 3.9  | Flächenbelastung .....                                 | 1-23 | 9.1     | Übersicht .....  | 2-28 |
| 4  | Landehilfen .....                                      | 1-23 | 9.2     | Hauptrotorgetriebe .....   | 2-30 |
| 4.1  | Struktureller Aufbau und Wirkungsweise .....           | 1-23 | 9.3     | Heckrotorantrieb .....   | 2-31 |
| 4.2  | Wölbungsklappe .....                                   | 1-23 | 9.4     | Freilaufkupplung, Hydraulikpumpen, Schmierstoffpumpen, Ölkühler, Rotorbremse ..... | 2-33 |
| 4.3  | Spreizklappe .....                                     | 1-24 |         | Literaturhinweise .....  | 2-33 |
| 4.4  | Spaltklappen .....                                     | 1-24 |         |  |      |
| 4.5  | Fowlerklappe .....                                     | 1-24 |         |  |      |
| 4.6  | Vorflügel .....  | 1-25 |         |  |      |
| 4.7  | Landeklappenvorflügel .....                            | 1-26 |         |  |      |
| 4.8  | Bremsklappen (speed brakes) .....                      | 1-26 |         |  |      |
| 4.9  | Störklappen (Spoiler) .....                            | 1-26 |         |  |      |
| <b>Kapitel 2</b>   |  |      |         |  |      |
| <b>Struktureller Aufbau des Flugwerkes (Drehflügler)</b> |  |      |         |  |      |
| 1  | Überblick über Drehflügelflugzeuge ....                | 2-3  | 1       | Übersicht .....  | 3-3  |
| 1.1  | Die verschiedenen Arten von Drehflügelflugzeugen ..... | 2-3  | 1.1     | Anforderungen an eine Steuerung .....  | 3-3  |
|  |  |      | 2       | Prinzip einer Steuerung .....  | 3-4  |
|  |  |      | 2.1     | Bedienung .....  | 3-4  |
|  |  |      | 2.2     | Übertragung .....  | 3-5  |
|  |  |      | 2.2.1   | Seilzüge .....   | 3-5  |
|  |  |      | 2.2.1.1 | Anforderungen .....  | 3-5  |
|  |  |      | 2.2.1.2 | Herstellung von Seilzügen .....  | 3-5  |
|  |  |      | 2.2.1.3 | Prüfung von Seilzügen .....  | 3-6  |
|  |  |      | 2.2.1.4 | Seilbeschädigungen .....   | 3-6  |

|         |   |      |         |  |      |
|---------|---|------|---------|--|------|
| 2.2.1.5 | Beispiel eines Seilzuges mit den dazugehörigen Bauteilen .....  | 3-7  | 6.2.1.1 | Auftriebsbeiwert $C_a$ .....                                   | 3-36 |
| 2.2.2   | Stoßstangen .....   | 3-10 | 6.2.1.2 | Widerstandsbeiwert $C_w$ .....                                 | 3-36 |
| 2.2.3   | Drehwellen .....  | 3-11 | 6.2.1.3 | Verhältnis $C_a : C_w$ .....                                   | 3-37 |
| 2.3     | Steuerruder .....   | 3-11 | 6.3     | Ausführungsarten der auftriebs- erhöhenden Einrichtungen ..... | 3-37 |
| 2.3.1   | Allgemeines .....   | 3-11 | 6.3.1   | Auswirkungen der unterschiedlichen Klappenstellungen ..        | 3-38 |
| 2.3.2   | Ruderausgleich .....  | 3-13 | 6.3.2   | Beispiele  |      |
| 2.3.2.1 | Aerodynamischer Ausgleich .....   | 3-13 | 6.4     | Landeklappenausführungen .....                                 | 3-39 |
| 2.3.2.3 | Verfahren zum Kontrollieren und Herstellen des Gewichtsausgleiches ..   | 3-14 | 6.5     | Vorflügel und Nasenklappen .....                               | 3-40 |
| 2.3.3   | Klappen .....   | 3-15 | 6.6     | Landeklappensystem .....                                       | 3-41 |
| 2.3.3.1 | Trimmklappe .....   | 3-15 | 6.7     | Asymmetrie Abschalteinrichtungen ..                            | 3-42 |
| 2.3.3.2 | Servoklappe .....   | 3-15 | 6.8     | Störklappen .....  | 3-43 |
| 2.3.3.3 | Gegen-Ausgleichsklappe .....  | 3-16 |         | Änderung der Auftriebsverteilung durch                         |      |
| 2.3.3.4 | Flettnerklappe .....  | 3-16 |         | Ausfahren von Landeklappen und                                 |      |
| 2.3.3.5 | Prinzip einer Flettnersteuerung .....   | 3-16 |         | Störklappen .....  | 3-44 |
| 2.4     | Hydraulische Kraftverstärker zur Ruderbetätigung .....  | 3-17 | 6.9     | Vortex Generators .....  | 3-45 |
| 2.4.1   | Aufgaben der hydraulischen Kraftverstärker .....  | 3-17 | 6.9.1   | Strakes .....  | 3-48 |
| 2.4.2   | Nachlaufsteuerung .....   | 3-17 |         | Abkürzungsverzeichnis .....                                    | 3-49 |
| 2.4.3   | Beispiel für eine Seitenruderbetätigung ..  | 3-18 |         |  |      |
| 2.4.4   | Aufbau und Wirkungsweise des hydraulischen Kraftverstärkers .....   | 3-19 |         |  |      |
| 2.4.5   | Beispiel für Ausführung eines hydraulischen Kraftverstärkers mit Summierungshebel .....                             | 3-19 | 1       | Übersicht  | 4-3  |
| 2.4.6   | Hydraulische Steuerung mit selbsttätiger Umschaltung auf manuelle Steuerung bei Druckausfall bzw. Abschaltung ..... | 3-19 | 2       | Längs- und Quersteuerung                                       | 4-5  |
| 2.4.6.1 | Aufbau .....  | 3-19 | 2.1     | Einrotorige Bauweise   | 4-5  |
| 2.4.6.2 | Ruderdruckgeber und Zentrierung .....   | 3-19 | 2.1.1   | Taumelscheibensteuerung  | 4-6  |
| 2.4.6.3 | Umschaltung auf manuelle Steuerung ..   | 3-20 | 2.1.2   | Spinnensteuerung   | 4-9  |
| 2.4.7   | Kräftefluß bei hydraulisch betätigten Rudern .....  | 3-21 | 2.1.3   | Kopfkipp- und Kopfschiebesteuerung                             | 4-11 |
| 2.4.8   | Betriebssicherheit und Beurteilung von Störungen von hydraulischen Kraftverstärkern .....                           | 3-21 | 2.2     | Zweirotorige Bauweisen   | 4-11 |
| 3       | Quersteuerung .....   | 3-22 | 2.2.1   | Tandemhubschrauber   | 4-11 |
| 3.1     | Kurvenflug und Querstabilität .....   | 3-22 | 2.2.2   | Hubschrauber mit seitlich angeordneten Rotoren                 | 4-11 |
| 3.1.1   | Kurvenflug .....  | 3-22 | 2.2.3   | Hubschrauber mit koaxialer Anordnung der Rotoren               | 4-11 |
| 3.1.2   | Querstabilität .....  | 3-24 | 3       | Vertikalsteuerung  | 4-11 |
| 3.1.3   | Positives Wendemoment .....   | 3-25 | 4       | Seitensteuerung  | 4-12 |
| 3.1.4   | Differential-Querruder .....  | 3-25 | 4.1     | Einrotorige Bauweise mit Wellenantrieb                         | 4-12 |
| 3.1.5   | Einseitiger Störklappenausschlag .....  | 3-26 | 4.2     | Zweirotorige Hubschrauber und andere Bauweisen                 | 4-13 |
| 3.2     | Außenquerruderabschaltung .....   | 3-27 |         | Literaturhinweise  | 4-14 |
| 3.3     | Bedienorgane der Quersteuerung .....  | 3-28 |         |  |      |
| 3.4     | Beispiele für Quersteuerungen .....   | 3-28 | 1       | Inneneinrichtung allgemein .....                               | 5-3  |
| 4       | Höhensteuerung .....  | 3-29 | 2       | Führerraumausrüstung .....                                     | 5-3  |
| 4.1     | Steuersäulen .....  | 3-29 | 2.1     | Isolierung und Verkleidung .....                               | 5-3  |
| 4.2     | Beispiel einer Höhensteuerung .....   | 3-30 | 2.2     | Sicherungsbretter .....  | 5-3  |
| 4.3     | Ruderdrucksimulation .....  | 3-30 | 2.3     | Führerraumeinrichtung .....                                    | 5-5  |
| 4.4     | Höhentrimmung .....   | 3-31 | 2.4     | Führerraumsitze .....  | 5-5  |
| 5       | Seitensteuerung .....   | 3-32 | 3       | Kabineneinrichtung .....                                       | 5-6  |
| 5.1     | Pedal .....   | 3-32 | 3.1     | Allgemein .....  | 5-6  |
| 5.2     | Beispiele für Seitensteuerung .....   | 3-33 | 3.2     | Isolierung und Verkleidung .....                               | 5-6  |
| 5.3     | Kombinierte Seiten- und Höhensteuerung bei einem V-Leitwerk .....   | 3-34 | 3.3     | Sitzschienenprinzip .....                                      | 5-8  |
| 6       | Auftriebsbeeinflussende Einrichtungen .....   | 3-35 | 3.4     | Passagiersitze und Tragengestelle .....                        | 5-8  |
| 6.1     | Übersicht .....   | 3-35 | 3.5     | Flugbegleitersitze .....                                       | 5-10 |
| 6.2     | Auftriebserhöhende Einrichtungen .....  | 3-36 | 3.6     | Küchen .....   | 5-10 |
| 6.2.1   | Profilanforderungen .....   | 3-36 | 3.7     | Waschräume .....   | 5-11 |
|         |   |      | 3.8     | Trennwände .....   | 5-11 |
|         |   |      | 3.9     | Passagierbedientafeln und Staukästen ..                        | 5-12 |

## Kapitel 4 Steuerungsanlagen (Drehflügler)

|       |  |      |
|-------|--|------|
| 1     | Übersicht  | 4-3  |
| 2     | Längs- und Quersteuerung                         | 4-5  |
| 2.1   | Einrotorige Bauweise                             | 4-5  |
| 2.1.1 | Taumelscheibensteuerung                          | 4-6  |
| 2.1.2 | Spinnensteuerung                                 | 4-9  |
| 2.1.3 | Kopfkipp- und Kopfschiebesteuerung               | 4-11 |
| 2.2   | Zweirotorige Bauweisen                           | 4-11 |
| 2.2.1 | Tandemhubschrauber                               | 4-11 |
| 2.2.2 | Hubschrauber mit seitlich angeordneten Rotoren   | 4-11 |
| 2.2.3 | Hubschrauber mit koaxialer Anordnung der Rotoren | 4-11 |
| 3     | Vertikalsteuerung                                | 4-11 |
| 4     | Seitensteuerung                                  | 4-12 |
| 4.1   | Einrotorige Bauweise mit Wellenantrieb           | 4-12 |
| 4.2   | Zweirotorige Hubschrauber und andere Bauweisen   | 4-13 |
|       | Literaturhinweise                                | 4-14 |

## Kapitel 5 Ausrüstung

|     |   |      |
|-----|---|------|
| 1   | Inneneinrichtung allgemein .....        | 5-3  |
| 2   | Führerraumausrüstung .....              | 5-3  |
| 2.1 | Isolierung und Verkleidung .....        | 5-3  |
| 2.2 | Sicherungsbretter .....                 | 5-3  |
| 2.3 | Führerraumeinrichtung .....             | 5-5  |
| 2.4 | Führerraumsitze .....                   | 5-5  |
| 3   | Kabineneinrichtung .....                | 5-6  |
| 3.1 | Allgemein .....                         | 5-6  |
| 3.2 | Isolierung und Verkleidung .....        | 5-6  |
| 3.3 | Sitzschienenprinzip .....               | 5-8  |
| 3.4 | Passagiersitze und Tragengestelle ..... | 5-8  |
| 3.5 | Flugbegleitersitze .....                | 5-10 |
| 3.6 | Küchen .....                            | 5-10 |
| 3.7 | Waschräume .....                        | 5-11 |
| 3.8 | Trennwände .....                        | 5-11 |
| 3.9 | Passagierbedientafeln und Staukästen .. | 5-12 |

|      |   |      |
|------|---|------|
| 3.10 | Ruheräume für die Kabinenbesatzung ..         | 5-13 |
| 3.11 | Schnellumrüstsatz für                         |      |
|      | Passagierkabine/Frachtraum .....              | 5-13 |
| 4    | Ausrüstung der Frachträume .....              | 5-14 |
| 4.1  | Allgemeines und Klassifizierung .....         | 5-14 |
| 4.2  | Innenverkleidung und Isolierung .....         | 5-15 |
| 4.3  | Stückgut-Frachträume .....                    | 5-15 |
| 4.4  | Container-/Paletten-Frachträume .....         | 5-15 |
| 4.5  | Nur-Frachträume in der Kabine .....           | 5-18 |
| 5    | Sicherheitsausrüstung .....                   | 5-19 |
| 5.1  | Allgemein .....                               | 5-19 |
| 5.2  | Anschnallgurte .....                          | 5-19 |
| 5.3  | Rutschen .....                                | 5-21 |
| 5.4  | Rettungsleinen .....                          | 5-23 |
| 5.5  | Rettungsflöße/Schlauchboote und Zubehör ..... | 5-24 |
| 5.6  | Schwimmwesten .....                           | 5-26 |
| 5.7  | Signalmittel .....                            | 5-28 |
| 5.8  | Diverse Notausrüstung .....                   | 5-29 |
| 5.9  | Wegmarkierung in der Kabine .....             | 5-30 |
| 5.10 | Polauraüstung .....                           | 5-30 |

## Kapitel 7 Türen

|     |  |      |
|-----|--|------|
| 1   | Allgemein .....                        | 7-3  |
| 2   | Eingangstüren .....                    | 7-3  |
| 2.1 | Allgemein .....                        | 7-3  |
| 2.2 | Türaufbau bei Sportflugzeugen .....    | 7-3  |
| 2.3 | Türaufbau bei Verkehrsflugzeugen ..... | 7-4  |
| 3   | Notausstiege .....                     | 7-5  |
| 3.1 | Allgemein .....                        | 7-5  |
| 3.2 | Ausführungsbeispiele .....             | 7-6  |
| 4   | Frachtraumtüren .....                  | 7-6  |
| 4.1 | Allgemein .....                        | 7-6  |
| 4.2 | Frachtladetüren .....                  | 7-7  |
| 4.3 | Hauptladetüren .....                   | 7-7  |
| 5   | Innentüren .....                       | 7-8  |
| 6   | Klappen .....                          | 7-8  |
| 7   | Treppen .....                          | 7-9  |
| 8   | Türwarnanlage .....                    | 7-10 |

## Kapitel 8 Fahrwerksanlagen

### Kapitel 6 Verglasung

|       |  |      |
|-------|--|------|
| 1     | Allgemeines .....                                      | 6-3  |
| 2     | Materialien für Scheiben .....                         | 6-3  |
| 2.1   | Allgemeines .....                                      | 6-3  |
| 2.2   | Tragende Bestandteile .....                            | 6-4  |
| 2.2.1 | Vergütete Gläser .....                                 | 6-4  |
| 2.2.2 | Acrylgläser .....                                      | 6-4  |
| 2.3   | Zwischenlagen .....                                    | 6-4  |
| 2.4   | Überzüge (Heizschicht) .....                           | 6-5  |
| 3     | Führerraumverglasung .....                             | 6-5  |
| 3.1   | Führerraumverglasung ohne Differenzdruck .....         | 6-5  |
| 3.2   | Führerraumverglasung mit Differenzdruck .....          | 6-6  |
| 3.2.1 | Allgemeines zum Konstruktionsprinzip ..                | 6-6  |
| 3.2.2 | Aufbau von Frontscheiben .....                         | 6-6  |
| 3.2.3 | Schiebefenster .....                                   | 6-6  |
| 3.2.4 | Scheibeneinbau .....                                   | 6-7  |
| 4     | Kabinen- und Beobachtungsfenster .....                 | 6-9  |
| 4.1   | Kabinenfenster ohne Differenzdruck .....               | 6-9  |
| 4.2   | Kabinenfenster mit Differenzdruck .....                | 6-9  |
| 4.2.1 | Allgemeines .....                                      | 6-9  |
| 4.2.2 | Scheibeneinbau .....                                   | 6-9  |
| 4.3   | Beobachtungsfenster .....                              | 6-9  |
| 5     | Schäden an Scheiben .....                              | 6-10 |
| 5.1   | Ursachen .....   | 6-10 |
| 5.2   | Schadensbeurteilung .....                              | 6-11 |
| 5.2.1 | Allgemeines .....                                      | 6-11 |
| 5.2.2 | Ablösungen (Delamination) .....                        | 6-12 |
| 5.2.3 | Vinylrisse (Vinyl Cracks) .....                        | 6-12 |
| 5.2.4 | Elektrische Durchschläge (Arcing) .....                | 6-12 |
| 5.2.5 | Absplitterungen (Chips) .....                          | 6-12 |
| 5.2.6 | Blasenbildung (Bubbles) .....                          | 6-13 |
| 5.2.7 | Haarrisse (Crazing) bei Acrylscheiben ..               | 6-13 |
| 5.2.8 | Ablösungen (In-Plane Cracking) bei Acrylscheiben ..... | 6-13 |

|       |   |      |
|-------|---|------|
| 1     | Übersicht .....                                   | 8-3  |
| 1.1   | Fahrwerksarten .....                              | 8-3  |
| 1.2   | Richtungsstabilität .....                         | 1-2  |
| 1.3   | Spezielle Fahrwerke .....                         | 8-5  |
| 2     | Hauptfahrwerke .....                              | 8-5  |
| 2.1   | Aufbau und Lagerung .....                         | 8-7  |
| 2.2   | Federbeine .....                                  | 8-11 |
| 2.3   | Radachsen und Achsträger .....                    | 8-15 |
| 2.4   | Verriegelungen .....                              | 8-17 |
| 2.5   | Einfahrzylinder .....                             | 8-21 |
| 2.6   | Fahrwerkklappen .....                             | 8-21 |
| 2.7   | Kontrollen und Messungen .....                    | 8-23 |
| 3     | Bug- und Heckfahrwerke .....                      | 8-23 |
| 3.1   | Bugfahrwerke (Aufbau und Lagerung) ..             | 8-23 |
| 3.2   | Bugfahrwerksfederbeine .....                      | 8-25 |
| 3.3   | Bugfahrwerksbaugruppen .....                      | 8-25 |
| 3.4   | Schleppmöglichkeiten .....                        | 8-26 |
| 3.5   | Heckfahrwerke .....                               | 8-27 |
| 3.6   | Heckstützen .....                                 | 8-28 |
| 3.7   | Schutzsporne .....                                | 8-28 |
| 4     | Fahrwerksbetätigung .....                         | 8-28 |
| 4.1   | Elektrische Fahrwerksbetätigung .....             | 8-29 |
| 4.2   | Hydraulische Fahrwerksbetätigung .....            | 8-29 |
| 4.3   | Fahrwerkswahlhebel .....                          | 8-30 |
| 4.4   | Fahrwerkswahlventil .....                         | 8-30 |
| 4.5   | Reihenfolgeschaltung .....                        | 8-31 |
| 4.6   | Öffnen der Fahrwerksschachtklappen am Boden ..... | 8-31 |
| 4.7   | Fahrwerksfahren .....                             | 8-31 |
| 4.7.1 | Hauptfahrwerksfahren .....                        | 8-31 |
| 4.7.2 | Bugfahrwerksfahren .....                          | 8-33 |
| 4.8   | Reserveausfahranlage .....                        | 8-33 |
| 5     | Fahrwerksüberwachungs- und Warnanlage .....       | 8-33 |
| 5.1   | Sperre am Fahrwerkswahlhebel .....                | 8-34 |
| 5.2   | Stellungsanzeige der Fahrwerke .....              | 8-35 |
| 5.3   | Stellungsüberwachung von Achsträgern ..           | 8-35 |
| 5.4   | Warnhornanlage .....                              | 8-35 |
| 5.5   | Stellungsanzeige der FW-Klappen .....             | 8-36 |

|       |  |      |         |  |      |
|-------|--|------|---------|--|------|
| 5.6   | Stellungsanzeige des Sporns  | 8-37 | 2       | Bauelemente .....                                      | 9-7  |
| 5.7   | Luft-Bodenschaltung .....  | 8-37 | 2.1     | Leitungen und Verbindungen .....                       | 9-8  |
| 6     | Reifen und Felgen .....  | 8-37 | 2.1.1   | Rohrleitungen .....                                    | 9-8  |
| 6.1   | Reifenarten .....  | 8-37 | 2.1.2   | Schlauchleitungen .....                                | 9-11 |
| 6.2   | Mechanische und thermische Belastungen von Reifen .....  | 8-38 | 2.1.3   | Verbindungen .....                                     | 9-13 |
| 6.3   | Beurteilung von Reifen .....   | 8-39 | 2.2     | Dichtungen .....                                       | 9-15 |
| 6.3.1 | Druck-/Temperaturschwankungen ....   | 8-39 | 2.2.1   | Übersicht .....  | 9-15 |
| 6.3.2 | Reifendruckkontrolle am Flugzeug ....  | 8-39 | 2.2.2   | Anwendungen .....                                      | 9-16 |
| 6.3.3 | Kontrolle der Reifenabnutzung .....  | 8-39 | 2.3     | Ventile .....  | 9-18 |
| 6.3.4 | Kontrolle auf Reifenschäden .....  | 8-39 | 2.3.1   | Sperrventile .....                                     | 9-18 |
| 6.4   | Felgenarten .....  | 8-39 | 2.3.1.2 | Wechselventile .....                                   | 9-19 |
| 6.5   | Mechanische und thermische Belastungen von Felgen .....  | 8-42 | 2.3.1.3 | Kupplungen .....                                       | 9-19 |
| 6.5.1 | Mechanische Belastungen .....  | 8-42 | 2.3.2   | Druckventile .....                                     | 9-20 |
| 6.5.2 | Thermische Belastungen .....   | 8-42 | 2.3.2.1 | Druckbegrenzungsventile .....                          | 9-20 |
| 6.6   | Felgenüberwachung und -kontrolle ...   | 8-42 | 2.3.2.2 | Vorrang- oder Zuschaltventil .....                     | 9-22 |
| 6.7   | Gefahren durch Überlastung und Beschädigungen der Reifen und Felgen                                    | 8-43 | 2.3.2.3 | Druckregelventile .....                                | 9-22 |
| 6.8   | Radwechsel .....   | 8-43 | 2.3.2.4 | Druckminderer, -verstärker, -übertrager                | 9-23 |
| 7     | Bremsanlagen .....   | 8-44 | 2.3.2.5 | Druckschaltventile .....                               | 9-24 |
| 7.1   | Radbremsen .....   | 8-44 | 2.3.3   | Stromventile .....                                     | 9-25 |
| 7.2   | Hydraulische Bremsanlagen .....  | 8-46 | 2.3.3.1 | Drosselventile .....                                   | 9-25 |
| 7.3   | Notbremsanlagen .....  | 8-50 | 2.3.3.2 | Drosselrückschlagventile .....                         | 9-25 |
| 7.4   | Beurteilung und Kontrolle von Bremsanlagen .....   | 8-51 | 2.3.3.3 | Stromregelventil .....                                 | 9-25 |
| 8     | Bremsenüberwachungsanlagen .....   | 8-52 | 2.3.3.4 | Stromsicherungen .....                                 | 9-26 |
| 8.1   | Temperaturüberwachung .....  | 8-52 | 2.3.4   | Wegeventile .....                                      | 9-27 |
| 8.2   | Anti-Skid-System .....   | 8-53 | 2.3.4.1 | Schaltventile .....                                    | 9-27 |
| 8.2.1 | Anti-Skid-System Mark I<br>(amerikanische Entwicklung) .....   | 8-54 | 2.3.4.2 | Regelventile .....                                     | 9-28 |
| 8.2.2 | Anti-Skid-System Mark II<br>(amerikanische Entwicklung) .....  | 8-55 | 2.3.4.3 | Betätigungsmitte .....                                 | 9-30 |
| 8.2.3 | Anti-Skid-System Mark III<br>(amerikanische Entwicklung) .....   | 8-57 | 2.3.4.4 | Servoventile .....                                     | 9-30 |
| 8.2.4 | SPAD (Systeme Perfectionné<br>Anti-Dérapant) .....   | 8-58 | 2.4     | Filter .....   | 9-30 |
| 9     | Flugzeuglenkanlagen .....  | 8-58 | 2.4.1   | Filtterelemente .....                                  | 9-31 |
| 9.1   | Direkte Lenkung am Bugfahrwerk .....   | 8-59 | 2.4.2   | Ausführungsarten .....                                 | 9-32 |
| 9.2   | Indirekte Lenkung am Bugfahrwerk<br>(Nachlaufsystem) .....   | 8-60 | 2.4.3   | Filterbeurteilung .....                                | 9-33 |
| 9.3   | Lenkung am Heckfahrwerk .....  | 8-61 | 2.5     | Hydraulikspeicher (Akkumulatoren) .....                | 9-33 |
| 9.4   | Lenkung von Hauptfahrwerken .....  | 8-61 | 2.5.1   | Ausführungsarten .....                                 | 9-33 |
|       |  |      | 2.5.2   | Beurteilung von Hydraulikspeichern .....               | 9-34 |
|       |  |      | 2.6     | Zylinder .....   | 9-34 |
|       |  |      | 2.6.1   | Ausführungsarten .....                                 | 9-34 |
|       |  |      | 2.6.2   | Zylinderbeurteilung .....                              | 9-36 |
|       |  |      | 2.7     | Pumpen und Motore .....                                | 9-36 |
|       |  |      | 2.7.1   | Pumpen .....   | 9-36 |
|       |  |      | 2.7.1.1 | Ausführungsarten .....                                 | 9-37 |
|       |  |      | 2.7.1.2 | Pumpen-Regelung .....                                  | 9-41 |
|       |  |      | 2.7.1.3 | Pumpen-Beurteilung .....                               | 9-42 |
|       |  |      | 2.7.2   | Motore .....   | 9-42 |
|       |  |      | 2.7.2.1 | Ausführungsarten .....                                 | 9-43 |
|       |  |      | 2.7.2.2 | Motorbeurteilung .....                                 | 9-44 |
|       |  |      | 2.7.3   | Motor-Pumpen-Kombinationen .....                       | 9-44 |
| 1     | Grundlagen .....   | 9-3  | 2.8     | Zeichnungssymbole und Benennungen                      | 9-44 |
| 1.1   | Hydraulikanlagen in Flugzeugen .....   | 9-3  | 2.8.1   | Leitungen .....  | 9-45 |
| 1.2   | Vor- und Nachteile der Hydraulik .....   | 9-3  | 2.8.2   | Pumpen, Motore und Zylinder .....                      | 9-45 |
| 1.2.1 | Hydrostatischer Druck .....  | 9-4  | 2.8.3   | Ventile .....  | 9-45 |
| 1.2.2 | Hydrodynamischer Druck .....   | 9-5  | 2.8.4   | Vorratsbehälter, Hydraulikspeicher und<br>Filter ..... | 9-46 |
| 1.3   | Kraft, Arbeit, Leistung .....  | 9-5  | 2.8.5   | Betätigungen und Anzeigegeräte .....                   | 9-46 |
| 1.3.1 | Kraft .....  | 9-5  | 3       | Aufbau und Umfang von<br>Hydraulikanlagen .....        | 9-47 |
| 1.3.2 | Arbeit .....   | 9-5  | 3.1     | Übersicht und Gliederung .....                         | 9-47 |
| 1.3.3 | Leistung .....   | 9-6  | 3.2     | Druckmittelbevorratung .....                           | 9-47 |
| 1.3.4 | Anhang .....   | 9-6  | 3.3     | Druckerzeugung .....                                   | 9-47 |
| 1.3.5 | Hydraulikflüssigkeit .....   | 9-7  | 3.4     | Arbeitsanlagen .....                                   | 9-48 |
| 1.3.6 | Vorsichts- und Verhaltensmaßregeln<br>für den Umgang mit synthetischen<br>Hydraulikflüssigkeiten ..... | 9-7  | 3.5     | Parallelbetrieb von Hydraulikanlagen ..                | 9-48 |
| 1.3.7 | Andere Hydraulikflüssigkeiten .....  | 9-7  | 3.6     | Reserveversorgungen .....                              | 9-49 |

## Kapitel 9

### Hydraulikanlagen

|       |  |     |       |  |      |
|-------|--|-----|-------|--|------|
| 1     | Grundlagen .....   | 9-3 | 2.8   | Zeichnungssymbole und Benennungen                      | 9-44 |
| 1.1   | Hydraulikanlagen in Flugzeugen .....   | 9-3 | 2.8.1 | Leitungen .....  | 9-45 |
| 1.2   | Vor- und Nachteile der Hydraulik .....   | 9-3 | 2.8.2 | Pumpen, Motore und Zylinder .....                      | 9-45 |
| 1.2.1 | Hydrostatischer Druck .....  | 9-4 | 2.8.3 | Ventile .....  | 9-45 |
| 1.2.2 | Hydrodynamischer Druck .....   | 9-5 | 2.8.4 | Vorratsbehälter, Hydraulikspeicher und<br>Filter ..... | 9-46 |
| 1.3   | Kraft, Arbeit, Leistung .....  | 9-5 | 2.8.5 | Betätigungen und Anzeigegeräte .....                   | 9-46 |
| 1.3.1 | Kraft .....  | 9-5 | 3     | Aufbau und Umfang von<br>Hydraulikanlagen .....        | 9-47 |
| 1.3.2 | Arbeit .....   | 9-5 | 3.1   | Übersicht und Gliederung .....                         | 9-47 |
| 1.3.3 | Leistung .....   | 9-6 | 3.2   | Druckmittelbevorratung .....                           | 9-47 |
| 1.3.4 | Anhang .....   | 9-6 | 3.3   | Druckerzeugung .....                                   | 9-47 |
| 1.3.5 | Hydraulikflüssigkeit .....   | 9-7 | 3.4   | Arbeitsanlagen .....                                   | 9-48 |
| 1.3.6 | Vorsichts- und Verhaltensmaßregeln<br>für den Umgang mit synthetischen<br>Hydraulikflüssigkeiten ..... | 9-7 | 3.5   | Parallelbetrieb von Hydraulikanlagen ..                | 9-48 |
| 1.3.7 | Andere Hydraulikflüssigkeiten .....  | 9-7 | 3.6   | Reserveversorgungen .....                              | 9-49 |

|     |   |      |                     |  |       |
|-----|---|------|---------------------|--|-------|
| 3.7 | Versorgung durch Bodenaggregat .....  | 9-49 | <b>Kapitel 11</b>   |  |       |
| 4   | Flüssigkeitsbevorratung .....   | 9-50 | <b>Klimaanlagen</b> |  |       |
| 4.1 | Vorratsbehälter .....   | 9-50 |                     |  |       |
| 4.2 | Druckbeaufschlagung der Ölfüllung ...   | 9-50 | 1                   | Allgemeines .....  | 11-1  |
| 4.3 | Verbundbetrieb mit mehreren Behältern   | 9-51 | 2                   | Kühlung .....  | 11-2  |
| 4.4 | Füllstation bzw. Füllmöglichkeit .....  | 9-51 | 2.1                 | Allgemeines .....  | 11-2  |
| 4.5 | Absperrmöglichkeiten .....  | 9-52 | 2.2                 | Verdampferkühllanlage .....                                    | 11-2  |
| 4.6 | Vorratstmessung und Mengenschwan-<br>kungen .....                               | 9-52 | 2.3                 | Expansionskühllanlage .....                                    | 11-5  |
| 5   | Druckerzeugung .....  | 9-52 | 2.3.1               | Allgemeines .....  | 11-5  |
| 5.1 | Hauptanlagen .....  | 9-52 | 2.3.2               | Wärmetauscher .....  | 11-7  |
| 5.2 | Reserveanlagen .....  | 9-55 | 2.3.3               | Ventilator für Wärmetauscher .....                             | 11-7  |
| 5.3 | Antriebsarten .....   | 9-55 | 2.3.4               | Stauluftsteuerung .....  | 11-8  |
| 5.4 | Überwachungs- und<br>Beurteilungsmöglichkeiten .....                            | 9-55 | 2.3.5               | Kühlaggregat .....   | 11-9  |
| 5.5 | Abschaltmöglichkeiten .....   | 9-56 | 2.3.6               | Wasserabscheider .....   | 11-11 |
| 6   | Arbeitsanlagen .....  | 9-57 | 2.3.7               | Einfrierüberwachung .....                                      | 11-11 |
| 6.1 | Aufbau von motor- oder<br>zylindergetriebenen Anlagen .....                     | 9-57 | 2.3.8               | Überhitzungsschutz .....                                       | 11-12 |
| 6.2 | Beeinflussung des Verhaltens durch<br>selbsttätige Ventile und Schaltventile .. | 9-57 | 2.3.9               | Umgehungsventil .....  | 11-13 |
| 6.3 | Mehrfahe Energieversorgung .....  | 9-58 | 2.3.10              | Luftflußregelung .....   | 11-14 |
| 6.4 | Abschaltmöglichkeiten .....   | 9-59 | 3                   | Heizung .....  | 11-14 |
| 7   | Handhabung von Hydraulikanlagen ...   | 9-59 | 3.1                 | Allgemeines .....  | 11-14 |
| 7.1 | Inbetriebnahme .....  | 9-59 | 3.2                 | Abgas-Luft-zu-Luft-Wärmetauscher .....                         | 11-14 |
| 7.2 | Funktionsprüfung .....  | 9-59 | 3.3                 | Elektrische Heizer/Heizmatten .....                            | 11-14 |
| 7.3 | Verbundschaltungen .....  | 9-60 | 3.4                 | Verbrennungsheizer .....                                       | 11-15 |
| 7.4 | Spülen .....  | 9-60 | 3.5                 | Frachtraumbeheizung .....                                      | 11-15 |
| 7.5 | Entlüften .....   | 9-61 | 4                   | Temperaturregelung .....                                       | 11-17 |
| 8   | Überwachungsanlagen .....   | 9-62 | 4.1                 | Allgemeines .....  | 11-17 |
| 8.1 | Mengenüberwachung .....   | 9-62 | 4.2                 | Temperaturregelung der gesamten<br>Kabine auf einen Wert ..... | 11-17 |
| 8.2 | Drucküberwachung .....  | 9-62 | 4.3                 | Zonentermperaturenregelung .....                               | 11-18 |
| 8.3 | Temperaturüberwachung .....   | 9-63 | 4.4                 | Temperaturanzeigen .....                                       | 11-19 |
|     | Abkürzungsverzeichnis .....   | 9-63 | 5                   | Luftverteilung, Frischluftsystem und<br>Belüftung .....        | 11-19 |

## Kapitel 10 Pneumatische Anlagen

|       |   |       |       |  |       |
|-------|---|-------|-------|--|-------|
| 1     | Allgemeines .....                                       | 10-3  | 6     | Luftverteilung .....                                     | 11-19 |
| 2     | Luftversorgung (Pneumatik) .....                        | 10-3  | 7     | Luftverteilung im Flugzeugführerraum .....               | 11-20 |
| 2.1   | Einleitung .....  | 10-3  | 7.1   | Luftverteilung in der Kabine .....                       | 11-20 |
| 2.2   | Grundlagen .....  | 10-3  | 7.2   | Frischluftsystem .....                                   | 11-21 |
| 2.3   | Stauluftversorgung .....                                | 10-4  | 7.2.1 | Belüftung und Gerätetüllung .....                        | 11-22 |
| 2.4   | Luftversorgung über Gebläse .....                       | 10-4  | 7.2.2 | Allgemeines .....  | 11-22 |
| 2.4.1 | Drehkolbengebläse .....                                 | 10-4  | 7.3.1 | Küchen- und Waschraumbelüftung .....                     | 11-22 |
| 2.4.2 | Zentrifugalkompressor (mechanisch<br>angetrieben) ..... | 10-6  | 7.3.2 | Frachtraumbelüftung .....                                | 11-22 |
| 2.4.3 | Turbokompressor .....                                   | 10-7  | 7.4   | Gerätetüllung .....                                      | 11-22 |
| 2.5   | Zapfluft .....  | 10-8  | 7.5   | Feuchtigkeitsregelung .....                              | 11-23 |
| 2.5.1 | Allgemeines .....                                       | 10-8  | 7.6   | Druckregelung .....                                      | 11-24 |
| 2.5.2 | Rückschlagventil .....                                  | 10-9  |       | Allgemeines und Vorschriften .....                       | 11-24 |
| 2.5.3 | Hochdruckabsperrventil .....                            | 10-9  |       | Pneumatische Regelung .....                              | 11-26 |
| 2.5.4 | Absperrventil .....                                     | 10-10 |       | Pneumatische Regelung mit fester<br>Einstellung .....    | 11-26 |
| 2.5.5 | Vorkühler .....   | 10-10 |       | Pneumatische Regelung mit variabler<br>Einstellung ..... | 11-27 |
| 2.5.6 | Luftreiniger .....                                      | 10-12 |       | Elektropneumatische Regelung .....                       | 11-28 |
| 2.6   | Rohrleitungen .....                                     | 10-12 |       | Pneumatisch elektronische Regelung ..                    | 11-29 |
| 2.6.1 | Rohrleitungsüberwachungssystem .....                    | 10-13 |       | Elektronische Regelung .....                             | 11-30 |
| 2.7   | Druck-Temperaturanzeige .....                           | 10-13 |       | Sicherheitseinrichtungen .....                           | 11-32 |
| 2.8   | Bodenanschluß .....                                     | 10-14 |       | Anzeigen und Warnungen .....                             | 11-32 |

## Kapitel 12 Eis- und Regenschutzanlagen

|     |  |      |
|-----|--|------|
| 1   | Allgemeines .....                                | 12-3 |
| 1.1 | Gefahren und Auswirkungen bei<br>Vereisung ..... | 12-3 |

|        |   |       |         |   |  |       |
|--------|---|-------|---------|---|--|-------|
| 1.1.1  | Vorhersagen von Vereisungsbedingungen .....                     | 12-3  | 3.7.4   | Rotorblatt-Eisverhütung .....   | 12-26                                      |       |
| 1.2    | Phasen der Vereisung .....                                      | 12-4  | 3.7.5   | Vereisungsschutz für Triebwerkslufteinlässe .....   | 12-27                                      |       |
| 1.3    | Eisbildung .....  | 12-4  | 4       | 4.1   | Warmluftenteisung bzw. -Eisverhütung ..... | 12-28 |
| 1.3.1  | Eisformen .....   | 12-5  | 4.1.1   | Grundlagen und Anwendungen .....  | 12-28                                      |       |
| 1.4    | Vereisungsgefährdete Bereiche .....                             | 12-8  | 4.1.1.1 | Warmluft-Eisverhütung .....   | 12-28                                      |       |
| 1.4.1  | Kritische, nicht geschützte Bereiche beim Sinkflug .....        | 12-9  | 4.1.2   | Warmluftenteisung .....   | 12-28                                      |       |
| 1.5    | Arten der Eisverhütung und -beseitigung; Neuentwicklungen ..... | 12-10 | 4.2     | Warmluftquellen .....   | 12-30                                      |       |
| 1.6    | Eis am Boden .....  | 12-10 | 4.2.1   | Durch Abgase erwärmte Kühlluft .....  | 12-30                                      |       |
| 1.7    | Auswahl von Eisschutz-Systemen .....                            | 12-11 | 4.2.2   | Durch Abgase erwärmte Stauluft .....  | 12-31                                      |       |
| 1.7.1  | Auswahlkriterien .....  | 12-11 | 4.2.3   | Abzweigluft aus der Turbine .....   | 12-31                                      |       |
| 1.7.2  | System-Auswahl .....  | 12-11 | 4.2.4   | Warmluft vom Hilfsaggregat (APU) .....  | 12-32                                      |       |
| 2      | Pneumatische Enteisung .....                                    | 12-12 | 4.2.5   | Warmluft vom Außenbordanschluß .....  | 12-32                                      |       |
| 2.1    | Grundlagen .....  | 12-12 | 4.2.6   | Warmluft aus elektrischen Kompressoren .....  | 12-32                                      |       |
| 2.2    | Anwendung .....   | 12-12 | 4.3     | Warmluftverteilung .....  | 12-33                                      |       |
| 2.3    | Bestandteile .....  | 12-13 | 4.3.1   | Flugwerkenteisung .....   | 12-33                                      |       |
| 2.4    | Vorteile .....  | 12-13 | 4.3.2   | Flugwerkeisverhütung .....  | 12-34                                      |       |
| 2.5    | Nachteile .....   | 12-13 | 4.3.2.1 | Flugwerkeisverhütung am Propellerflugzeug .....   | 12-34                                      |       |
| 2.6    | Pneumatische Enteisungsmatten .....                             | 12-14 | 4.3.2.2 | Flugwerkeisverhütung am Strahlflugzeug .....  | 12-35                                      |       |
| 2.7    | Saug- und Drucksystem .....                                     | 12-14 | 4.3.3   | Scheiben-Eisverhütung .....   | 12-39                                      |       |
| 2.7.1  | Allgemeines .....   | 12-14 | 4.3.4   | Eisverhütung der Triebwerkslufteinlässe und Triebwerksgondeln (incl. Kolbentriebwerk) ..... | 12-40                                      |       |
| 2.7.2  | Rückschlagventil .....  | 12-14 | 4.3.5   | Eisverhütung am Drehflügler .....   | 12-44                                      |       |
| 2.7.3  | Venturi .....   | 12-15 | 4.3.6   | Eisverhütung am APU-Lufteinlaß .....  | 12-44                                      |       |
| 2.7.4  | Wasserabscheider .....  | 12-15 | 4.3.7   | Eisverhütung für Radome .....   | 12-45                                      |       |
| 2.7.5  | Abschalt- und Regelventil .....                                 | 12-15 | 5       | Elektrische Enteisung bzw. Eisverhütung .....   | 12-45                                      |       |
| 2.7.6  | Überdruckventil .....   | 12-16 | 5.1     | Grundlagen und Anwendungen .....  | 12-45                                      |       |
| 2.7.7  | Unterdruckventil .....  | 12-16 | 5.1.1   | Elektrothermische Eisverhütung .....  | 12-45                                      |       |
| 2.8    | Druckverteilungssystem .....                                    | 12-16 | 5.1.2   | Elektrothermische Enteisung .....   | 12-46                                      |       |
| 2.8.1  | Allgemeines .....   | 12-16 | 5.2     | Elektrische Energieerzeuger .....   | 12-47                                      |       |
| 2.8.2  | Verteilverteilventil .....                                      | 12-16 | 5.2.1   | Überwiegend elektro-thermischer Vereisungsschutz .....                                      | 12-47                                      |       |
| 2.9    | Steuerungs- und Überwachungssystem .....                        | 12-17 | 5.2.2   | Nur teilweise elektro-thermischer Vereisungsschutz .....                                    | 12-48                                      |       |
| 2.9.1  | Allgemeines .....   | 12-17 | 5.3     | Aufbau und Wirkungsweise .....  | 12-48                                      |       |
| 2.9.2  | Elektr. Zeitgeber .....   | 12-18 | 5.3.1   | Elektrothermischer Vereisungsschutz — Transport-Propeller-Flugzeug .....                    | 12-48                                      |       |
| 2.9.3  | Steuerschalter .....  | 12-18 | 5.3.2   | Elektrothermischer Vereisungsschutz-Jet .....   | 12-51                                      |       |
| 2.9.4  | Übersteuerungsschalter .....                                    | 12-18 | 5.3.3   | Führerraumscheiben-Eisverhütung .....   | 12-54                                      |       |
| 2.9.5  | Anzeigeleuchten .....   | 12-18 | 5.3.3.1 | Allgemeines .....   | 12-54                                      |       |
| 2.9.6  | Absicherung .....   | 12-18 | 5.3.3.2 | Anwendung (Airbus A 320) .....  | 12-55                                      |       |
| 2.9.7  | Anzeigegeräte .....   | 12-18 | 5.3.4   | Vereisungsschutz für Luftdatengeber .....   | 12-57                                      |       |
| 2.10   | Wirkungsweise .....   | 12-18 | 5.3.4.1 | Allgemeines .....   | 12-57                                      |       |
| 2.11   | Pneumatische Radom-Enteisung .....                              | 12-18 | 5.3.4.2 | Vereisungsschutz der Luftdatengeber eines kleineren zweistrahligem Reiseflugzeuges .....    | 12-57                                      |       |
| 2.11.1 | Allgemeines .....   | 12-18 | 5.3.4.3 | Vereisungsschutz der Luftdatengeber eines größeren zweistrahligem Reiseflugzeuges .....     | 12-59                                      |       |
| 2.11.2 | Bestandteile .....  | 12-19 | 5.3.5   | Enteisung von Propellerblättern .....   | 12-60                                      |       |
| 2.12   | Pneumatisch-mechanische Rotorblattenteisung .....               | 12-19 | 5.3.6   | Enteisung von Rotorblättern .....   | 12-61                                      |       |
| 2.12.1 | Allgemeines .....   | 12-19 | 5.3.7   | Enteisung der Triebwerkslufteinlässe .....  | 12-63                                      |       |
| 3      | Flüssigkeitsenteisung bzw. -Eisverhütung .....                  | 12-19 | 6       | Vereisungsschutz für verschiedene andere Bereiche im Luftfahrzeug .....                     | 12-63                                      |       |
| 3.1    | Grundlagen .....  | 12-19 | 6.1     | Kraftstofffilterenteisung (Enteisungsflüssigkeit) .....                                     | 12-63                                      |       |
| 3.2    | Anwendungsarten .....   | 12-20 | 6.1.1   | Bestandteile .....  | 12-63                                      |       |
| 3.2.1  | Sprühdüsensystem .....  | 12-20 |         |   |  |       |
| 3.2.2  | Poröse Verteilerstreifen .....                                  | 12-20 |         |   |  |       |
| 3.2.3  | Poröse Profilkanten .....                                       | 12-20 |         |   |  |       |
| 3.3    | Enteisungsmittel .....  | 12-21 |         |   |  |       |
| 3.4    | Bestandteile .....  | 12-21 |         |   |  |       |
| 3.5    | Vorteile .....  | 12-22 |         |   |  |       |
| 3.6    | Nachteile .....   | 12-22 |         |   |  |       |
| 3.7    | Aufbau und Wirkungsweise .....                                  | 12-22 |         |   |  |       |
| 3.7.1  | Flugwerkenteisung .....   | 12-22 |         |   |  |       |
| 3.7.2  | Scheibenenteisung .....   | 12-24 |         |   |  |       |
| 3.7.3  | Propellerblattenteisung .....                                   | 12-25 |         |   |  |       |

|         |   |       |        |   |       |
|---------|---|-------|--------|---|-------|
| 6.1.2   | Wirkungsweise .....   | 12-64 | 9.2.3  | Wirkung und Funktion .....                              | 12-82 |
| 6.2     | Vergaserenteisung (Warmluft und Flüssigkeit) .....                | 12-64 | 9.2.4  | Verbesserungen .....                                    | 12-82 |
| 6.3     | Klimaanlagenlufteinlaß-Eisverhütung (elektrisch) .....            | 12-64 | 9.2.5  | Technische Daten .....                                  | 12-83 |
| 6.4     | Anstellwinkelgeber-Beheizung (elektrisch) .....                   | 12-64 | 9.2.6  | Vor- und Nachteile, Probleme .....                      | 12-83 |
| 6.5     | Servozyylinder-Beheizung (elektrisch) ..                          | 12-64 | 9.2.7  | Theoretische Analysen .....                             | 12-84 |
| 6.6     | Abwasserablaß-Beheizung (elektrisch)                              | 12-65 | 9.3.1  | System-Tests .....                                      | 12-84 |
| 6.7     | Beheizung der Sauerstoff-überwachungsinstrumente (elektrisch)     | 12-65 | 9.3.2  | Zukünftige Pläne .....                                  | 12-85 |
| 6.8     | Weitere verschiedene Beheizungen ...                              | 12-66 | 9.3.3  | Mikrowellen-Enteisung .....                             | 12-85 |
| 7       | Eis-Kontroll- und Warnanlagen .....                               | 12-66 | 9.4    | Grundlagen .....  | 12-85 |
| 7.1     | Sichtkontrollen .....   | 12-66 | 9.4.1  | Wirkung, Vorteile .....                                 | 12-86 |
| 7.2     | Vereisungs-Warnung und -Anzeige ...                               | 12-66 | 9.4.2  | Anwendungs- und Materialforschung ..                    | 12-86 |
| 7.2.1   | Allgemeines .....   | 12-66 | 9.4.3  | Zukünftige Forschung .....                              | 12-86 |
| 7.2.2   | Differenzdruck-Eisfühler .....                                    | 12-67 | 9.5    | Elektro-Expulsiv Separation System (E-ESS) .....        | 12-88 |
| 7.2.3   | Rotierender Eisfühler .....                                       | 12-67 | 9.5.1  | Grundlagen .....  | 12-88 |
| 7.2.4   | Eisermittlung durch Vergleichsmessung .....                       | 12-68 | 9.5.2  | Aufbau und Funktion .....                               | 12-88 |
| 7.2.5   | Rotierender Multizylinder .....                                   | 12-69 | 9.5.3  | Vor- und Nachteile .....                                | 12-88 |
| 7.2.6   | Eisermittlung durch Vibrations- oder Frequenzänderung .....       | 12-69 | 9.5.4  | Zukünftige Forschung und Anwendung ..                   | 12-89 |
| 7.3     | Vereisungsmessung am Drehflügler ..                               | 12-70 | 10     | Begriffe und Erklärungen für Wetter und Vereisung ..... | 12-89 |
| 7.4     | Automatische Steuerung der Enteisungseinschaltung .....           | 12-72 | 11     | Abkürzungsverzeichnis .....                             | 12-91 |
| 8       | Regenschutzanlagen .....  | 12-72 | 12     | Quellennachweis .....                                   | 12-92 |
| 8.1     | Scheibenwischeranlage .....                                       | 12-72 |        |   |       |
| 8.1.1   | Wischermotor .....  | 12-72 |        |   |       |
| 8.1.2   | Wischergetriebe .....   | 12-73 |        |   |       |
| 8.1.3   | Bedienschalter .....  | 12-73 |        |   |       |
| 8.2     | Regenabweisung und Regenentfernung durch Warmluft .....           | 12-73 | 1      | Kraftstoffe .....                                       | 13-3  |
| 8.2.1   | Regenabweisung .....  | 12-73 | 1.1    | Aufbau des Erdöls .....                                 | 13-3  |
| 8.2.2   | Regenentfernung durch Warmluft .....                              | 12-73 | 1.2    | Gewinnung von Kraftstoffen .....                        | 13-3  |
| 8.3     | Regenabweisung durch Flüssigkeit ...                              | 12-73 | 1.3    | Allgemeine Anforderungen an Kraftstoffe .....           | 13-5  |
| 8.3.1   | Vorratsflasche .....  | 12-73 | 1.3.1  | Allgemeines .....                                       | 13-5  |
| 8.3.2   | Magnetventile .....   | 12-73 | 1.3.2  | Dampfdruck .....  | 13-6  |
| 8.3.3   | Heißluftanzapfung .....   | 12-74 | 1.3.3  | Siedeverhalten und Flüchtigkeit .....                   | 13-6  |
| 8.4     | Regenabweisung durch „chemische“ Scheibenwischer .....            | 12-74 | 1.3.4  | Gefrierpunkt .....                                      | 13-7  |
| 8.5     | Scheibenwaschanlage .....   | 12-75 | 1.3.5  | Schwefelgehalt .....                                    | 13-7  |
| 9       | Neuentwicklungen und Versuche .....                               | 12-75 | 1.3.6  | Flammpunkt .....  | 13-7  |
| 9.1     | Versuche und Tests .....  | 12-75 | 1.3.7  | „Gun“-Gehalt .....                                      | 13-8  |
| 9.1.1   | Allgemeines .....   | 12-75 | 1.3.8  | Heizwert .....  | 13-8  |
| 9.1.2   | Flugzeugkomponenten und zugehörige Vereisungsschutzarten .....    | 12-75 | 1.3.10 | Klopffestigkeit bei Benzinen .....                      | 13-8  |
| 9.1.3   | Vereisungstestmethoden .....                                      | 12-77 | 1.4    | Wasser im Kraftstoff .....                              | 13-8  |
| 9.1.4   | Genauigkeit von Vereisungstestmethoden .....                      | 12-77 | 1.4.1  | Kraftstoffzusätze (Additive) .....                      | 13-9  |
| 9.1.4.1 | Eistesttunnel .....   | 12-77 | 1.4.2  | Allgemeines .....                                       | 13-9  |
| 9.1.4.2 | Fliegende Spray-Tanker .....                                      | 12-79 | 1.4.3  | Mikrobeninhibitor .....                                 | 13-9  |
| 9.1.4.3 | Boden-Spray-Systeme .....   | 12-79 | 1.4.4  | Additiv gegen stat. Aufladung .....                     | 13-9  |
| 9.1.4.4 | Tests bei natürlichen Vereisungsbedingungen .....                 | 12-79 | 1.4.5  | Anti Icing Additiv .....                                | 13-9  |
| 9.1.4.5 | Analytische Techniken und Computerprogramme .....                 | 12-79 | 1.4.6  | Antiklopftmittel bei Benzinen .....                     | 13-10 |
| 9.1.5   | Verbesserungen von Tests .....                                    | 12-80 | 1.5    | Kennzeichnungsfarbstoffe bei Benzinen .....             | 13-10 |
| 9.1.6   | Aerodynamische Auswirkungen bei Eis an ungeschützten Teilen ..... | 12-80 | 1.5.1  | Besonderheiten der wichtigsten Flugkraftstoffe .....    | 13-10 |
| 9.2     | Elektro-Impuls-Enteisung (EIDS) .....                             | 12-81 | 1.5.2  | Übersicht .....   | 13-10 |
| 9.2.1   | Grundlagen .....  | 12-81 | 1.5.3  | Turbinenkraftstoffe .....                               | 13-10 |
| 9.2.2   | Aufbau .....  | 12-81 | 1.5.4  | Flugbenzine .....                                       | 13-11 |
|         |   |       | 2      | Problematik AVGAS/MOGAS .....                           | 13-11 |
|         |   |       | 2.1    | Aufbau der Kraftstoffanlage .....                       | 13-12 |
|         |   |       |        | Allgemeines zur Tankanordnung .....                     | 13-12 |

|      |  |       |        |  |       |
|------|--|-------|--------|--|-------|
| 2.2  | Auswechselbare Kraftstofftanks .....                     | 13-13 | 1.2    | Schwerkraftanlagen .....                                       | 14-3  |
| 2.3  | Kraftstoffzellen .....                                   | 13-13 | 1.3    | Druckanlagen .....   | 14-4  |
| 2.4  | Integraltanks .....                                      | 13-15 | 1.4    | Bauteile der Wasseranlagen .....                               | 14-4  |
| 2.5  | Kombinationstanks .....                                  | 13-15 | 1.4.1  | Wasserbehälter .....   | 14-5  |
| 2.6  | Kraftstofftank-Mannlochdeckel .....                      | 13-16 | 1.4.2  | Rohrleitungen .....  | 14-5  |
| 2.7  | Schlingerrückschlagventile .....                         | 13-16 | 1.4.3  | Wasserentnahmestellen .....                                    | 14-5  |
| 2.8  | Kraftstofftanksumpf-Ablaßventile .....                   | 13-17 | 1.4.4  | Wasserheizer und Wasserfilter .....                            | 14-5  |
| 2.9  | Bedien- und Anzeigetafeln .....                          | 13-17 | 1.4.5  | Wasserkühler .....   | 14-5  |
| 3    | Tankbelüftung .....                                      | 13-18 | 1.4.6  | Kompressor .....   | 14-6  |
| 3.1  | Aufgabe .....  | 13-18 | 1.4.7  | Betrieb der Anlage .....                                       | 14-6  |
| 3.2  | Beschreibung .....                                       | 13-18 | 2      | Abwasseranlage .....   | 14-6  |
| 3.3  | Zellentank-Belüftung .....                               | 13-19 | 3      | Toilettenanlage .....  | 14-7  |
| 4    | Betankungsanlage .....                                   | 13-19 | 3.1    | Allgemein .....  | 14-7  |
| 4.1  | Allgemeines .....  | 13-19 | 3.2    | Behälteranlage ohne Spülung .....                              | 14-7  |
| 4.2  | Druckbetankung .....                                     | 13-20 | 3.3    | Behälteranlage mit Spülung .....                               | 14-7  |
| 4.3  | Betankungsanschluß .....                                 | 13-20 | 3.3.1  | Allgemein .....  | 14-7  |
| 4.4  | Betankungsventile .....                                  | 13-20 | 3.3.2  | Pumpen .....   | 14-8  |
| 4.5  | Entleeren der Betankungsleitung .....                    | 13-21 | 3.3.3  | Ablaßventile .....   | 14-9  |
| 4.6  | Vollabschalteinrichtungen .....                          | 13-22 | 3.3.4  | Toilettenbehälter .....  | 14-9  |
| 4.7  | Oberflügelbetankung .....                                | 13-23 | 3.3.5  | Toilettentank .....  | 14-10 |
| 4.8  | Sicherheitshinweise für die Betankung .....              | 13-23 | 3.3.6  | Wartungsstation .....  | 14-10 |
| 5    | Förderanlage .....                                       | 13-24 |        |  |       |
| 5.1  | Allgemeines .....  | 13-24 |        |  |       |
| 5.2  | Kraftstoff-Behälterpumpen .....                          | 13-25 |        |  |       |
| 5.3  | Strahlpumpen .....                                       | 13-26 |        |  |       |
| 5.4  | Behälterpumpen-Umgehungsventile ..                       | 13-27 |        |  |       |
| 5.5  | Kraftstoff-Absperrventile .....                          | 13-27 | 1      | Grundlagen .....   | 15-3  |
| 5.6  | Förderung zum Bordaggregat (APU) ..                      | 13-28 | 1.1    | Allgemeines über Sauerstoff .....                              | 15-3  |
| 5.7  | Kreuzschaltventile .....                                 | 13-28 | 1.2    | Notwendigkeit von Sauerstoffanlagen<br>in Luftfahrzeugen ..... | 15-3  |
| 5.8  | Rückschlagventile .....                                  | 13-28 | 1.2.1  | Luftzusammensetzung .....                                      | 15-3  |
| 5.9  | Wärmeüberdruckventile .....                              | 13-28 | 1.2.2  | Druckkabine .....  | 15-4  |
| 5.10 | Kraftstoff-Filter .....                                  | 13-28 | 1.3    | Menschlicher Atemprozeß .....                                  | 15-4  |
| 5.11 | Leitungen und Ummantelungen .....                        | 13-28 | 1.3.1  | Allgemeines .....  | 15-4  |
| 6    | Schnellablaßanlage (Dump System) ..                      | 13-29 | 1.3.2  | Verbrennungsprozeß .....                                       | 15-5  |
| 6.1  | Allgemeines .....  | 13-29 | 1.3.3  | Steuerung der Atmung .....                                     | 15-6  |
| 6.2  | Ablaßstutzen .....                                       | 13-29 | 1.3.4  | Druckverhältnisse während der Atmung .....                     | 15-6  |
| 6.3  | Schnellablaß-Sprührohre .....                            | 13-29 | 1.3.5  | Sauerstoff-Blutsättigung und<br>Höhenatmung .....              | 15-7  |
| 6.4  | Schnellablaß-Kontrolleinrichtungen ..                    | 13-30 | 1.3.6  | Auswirkungen des Sauerstoffmangels .....                       | 15-8  |
| 7    | Enttanken .....  | 13-30 | 1.4    | Atmen von Zusatzsauerstoff .....                               | 15-9  |
| 7.1  | Allgemeines .....  | 13-30 | 1.5    | Zusammenfassung .....  | 15-10 |
| 7.2  | Saugentankung .....                                      | 13-30 | 1.6    | Begriffe und Ergänzungen .....                                 | 15-11 |
| 7.3  | Druckentankung .....                                     | 13-30 | 1.7    | Auswirkungen einer Dekompression .....                         | 15-11 |
| 7.4  | Umpumpen .....   | 13-31 | 1.8    | Selbstrettungszeit .....                                       | 15-12 |
| 8    | Trim Tank System .....                                   | 13-31 | 1.9    | Druckfallkrankheit .....                                       | 15-13 |
| 8.1  | Aufgabe .....  | 13-31 | 1.10   | Vorschriften .....   | 15-13 |
| 8.2  | Graphische Darstellung der<br>Schwerpunktwanderung ..... | 13-31 | 1.10.1 | Allgemeines .....  | 15-13 |
| 8.3  | Aufbau und Funktion .....                                | 13-32 | 1.10.2 | O <sub>2</sub> -Verteileranlage und Bereitstellung .....       | 15-13 |
| 9    | Meß- und Überwachungs-<br>einrichtungen .....            | 13-32 | 1.10.3 | O <sub>2</sub> -Versorgung für die Besatzung .....             | 15-14 |
| 9.1  | Elektrische Vorratsanzeige .....                         | 13-32 | 1.10.4 | O <sub>2</sub> -Versorgung für die Fluggäste .....             | 15-14 |
| 9.2  | Peilstäbe .....  | 13-33 | 2      | Aufbau der Sauerstoff-Anlagen .....                            | 15-14 |
| 9.3  | Magnetpeilstäbe .....                                    | 13-33 | 2.1    | Allgemeine Übersicht .....                                     | 15-14 |
| 9.4  | Kraftstoffdruckwarnung .....                             | 13-34 | 2.2    | Anlage bei kleineren Flugzeugen .....                          | 15-15 |
| 9.5  | Kraftstofftemperaturanzeige .....                        | 13-34 | 2.3    | Anlage mit Flüssigsauerstoff .....                             | 15-16 |
| 10   | Sicherheitshinweise für Tankbegehung .....               | 13-35 | 2.4    | Flugzeugführerraumanlage .....                                 | 15-17 |
|      | Abkürzungsverzeichnis .....                              | 13-36 | 2.4.1  | Typischer Aufbau mit gasförmiger<br>Bevorratung .....          | 15-17 |
|      |  |       | 2.4.2  | Arbeitsweise des Füllventils .....                             | 15-17 |
|      |  |       | 2.4.3  | Aufbau einer modernen O <sub>2</sub> -Anlage .....             | 15-18 |
|      |  |       | 2.5    | Fluggastanlage .....   | 15-18 |
| 1    | Frischwasserversorgung .....                             | 14-3  | 2.5.1  | Allgemeines .....  | 15-18 |
| 1.1  | Allgemein .....  | 14-3  | 2.5.2  | Anlage mit gasförmiger Bevorratung .....                       | 15-18 |

## Kapitel 15 Sauerstoffanlagen

### Kapitel 14 Wasseranlagen

|     |                              |      |
|-----|------------------------------|------|
| 1   | Frischwasserversorgung ..... | 14-3 |
| 1.1 | Allgemein .....              | 14-3 |

|        |   |       |       |   |       |
|--------|---|-------|-------|---|-------|
| 2.5.3  | Anlage mit chemischen O <sub>2</sub> -Erzeugern . . . . . | 15-19 | 2.6.1 | Allgemeines . . . . .                             | 16-11 |
| 2.6    | Tragbare Geräte . . . . .                                 | 15-20 | 2.6.2 | Biologische und optische                          |       |
| 3      | Bauelemente der O <sub>2</sub> -Anlagen . . . . .         | 15-20 |       | Raucherkennung . . . . .                          | 16-11 |
| 3.1    | Sauerstoffbehälter . . . . .                              | 15-20 | 2.6.3 | Opto-Elektronischer Rauchdetektor . . . . .       | 16-11 |
| 3.1.1  | Behältertypen . . . . .                                   | 15-20 | 2.6.4 | Ionisationsrauchmelder . . . . .                  | 16-12 |
| 3.1.2  | Behälterdaten . . . . .                                   | 15-21 | 3     | Feuerlöschung . . . . .                           | 16-13 |
| 3.1.3  | Behälterprüfung . . . . .                                 | 15-22 | 3.1   | In Flugzeugen verwendete Löschmittel              | 16-13 |
| 3.1.4  | Leere Behälter . . . . .                                  | 15-22 | 3.2   | Handfeuerlöscher . . . . .                        | 16-14 |
| 3.1.5  | Normdruck für Sauerstoff-Behälter . . . . .               | 15-22 | 3.2.1 | Wasserfeuerlöscher . . . . .                      | 16-14 |
| 3.1.6  | Ermittlung der O <sub>2</sub> -Menge . . . . .            | 15-22 | 3.2.2 | CO <sub>2</sub> -Feuerlöscher . . . . .           | 16-14 |
| 3.2    | Absperrventile . . . . .                                  | 15-23 | 3.2.3 | Der Pulverfeuerlöscher . . . . .                  | 16-15 |
| 3.3    | Druckminderer . . . . .                                   | 15-23 | 3.2.4 | Der Halonfeuerlöscher . . . . .                   | 16-15 |
| 3.4    | Druckregler am tragbaren O <sub>2</sub> -Gerät . . . . .  | 15-24 | 3.3   | Fest installierte Feuerlöschanlagen . . . . .     | 16-15 |
| 3.5    | Lungenautomatischer Atemregler . . . . .                  | 15-25 | 3.3.1 | Die Triebwerksfeuerlöschanlage . . . . .          | 16-16 |
| 3.6    | Maskenregler . . . . .                                    | 15-26 | 3.3.2 | Funktionskontrolle der                            |       |
| 3.7    | Dauerflußregler für die Passagiere . . . . .              | 15-28 |       | Feuerlöschanlage . . . . .                        | 16-17 |
| 3.8    | Sauerstoffmaskenkästen . . . . .                          | 15-29 | 3.3.3 | Die Feuerlöschanlage der APU . . . . .            | 16-18 |
| 3.9    | Chemische Sauerstofferzeuger . . . . .                    | 15-30 | 3.3.4 | Die Feuerlöschanlage in den                       |       |
| 3.10   | Sauerstoff-Füllanschluß und Füllventil . . . . .          | 15-30 |       | Frachträumen . . . . .                            | 16-18 |
| 3.11   | Sauerstoffmasken . . . . .                                | 15-32 | 3.3.5 | Explosionsschutzanlage der                        |       |
| 3.11.1 | Allgemeine Anforderungen an                               |       |       | Belüftungstanks (Surge tank Protection) . . . . . | 16-19 |
|        | Atemmasken . . . . .                                      | 15-32 | 3.3.6 | Feuerlöschanlage in den Toiletten . . . . .       | 16-19 |
| 3.11.2 | Atemmasken für die Besatzung . . . . .                    | 15-32 |       | Abkürzungsverzeichnis . . . . .                   | 16-20 |
| 3.11.3 | Passagiermasken . . . . .                                 | 15-33 |       |   |       |
| 3.12   | Wärmeableiter . . . . .                                   | 15-34 |       |   |       |
| 3.13   | Druckanzeigen . . . . .                                   | 15-34 |       |   |       |
| 4      | Sicherheitshinweise über Umgang mit                       |       |       |   |       |
|        | Sauerstoff . . . . .                                      | 15-34 |       |   |       |
| 4.1    | Allgemeines . . . . .                                     | 15-34 | 1     | Allgemeines . . . . .                             | 17-3  |
| 4.2    | Füllvorgang am Luftfahrzeug . . . . .                     | 15-35 | 2     | Bordnetze mit primärer                            |       |
| 4.3    | Besonderheit des  |       |       | Gleichstromversorgung . . . . .                   | 17-3  |
|        | Höhenatemsauerstoffes . . . . .                           | 15-36 | 2.1   | Aufbau des Gleichstrombordnetzes . . . . .        | 17-3  |
| 5      | Wartungshinweise . . . . .                                | 15-37 | 2.2   | Erzeugung der Gleichspannung . . . . .            | 17-4  |
| 5.1    | Allgemeines . . . . .                                     | 15-37 | 2.2.1 | Einleitung . . . . .                              | 17-4  |
| 5.2    | Sauerstoffbehälter . . . . .                              | 15-37 | 2.2.2 | Der Gleichstrom-Nebenschluß-                      |       |
| 5.3    | Leitungen, Schläuche und                                  |       |       | Generator . . . . .                               | 17-4  |
|        | Verbindungen . . . . .                                    | 15-38 | 2.2.3 | Der Starter-Generator . . . . .                   | 17-4  |
| 5.4    | Sonstige Hinweise . . . . .                               | 15-38 | 2.2.4 | Der Drehstromgenerator (Alternator) . . . . .     | 17-9  |
| 6      | Anhang . . . . .  | 15-40 | 2.2.5 | Die Generatorerregung . . . . .                   | 17-9  |
| 6.1    | Höhentabelle nach ISA . . . . .                           | 15-40 | 2.3   | Die Spannungsregelung . . . . .                   | 17-10 |
| 6.2    | Tabellarische Zusammenfassung der                         |       | 2.3.1 | Einleitung . . . . .                              | 17-10 |
|        | wichtigsten Höhen und Vorschriften für                    |       | 2.3.2 | Der Kohlestoßspannungsregler . . . . .            | 17-10 |
|        | Sauerstoffanlagen . . . . .                               | 15-41 | 2.3.3 | Der Impulsspannungsregler . . . . .               | 17-11 |
|        |   |       | 2.3.4 | Der Transistorspannungsregler . . . . .           | 17-11 |
|        |   |       | 2.3.5 | Spannungsregelung bei                             |       |
|        |   |       |       | Generatorparallelbetrieb . . . . .                | 17-11 |

## Kapitel 17 Elektrische Ausrüstung (Bordstromversorgung)

|       |   |       |
|-------|---|-------|
| 1     | Allgemeines . . . . .                         | 17-3  |
| 2     | Bordnetze mit primärer                        |       |
|       | Gleichstromversorgung . . . . .               | 17-3  |
| 2.1   | Aufbau des Gleichstrombordnetzes . . . . .    | 17-3  |
| 2.2   | Erzeugung der Gleichspannung . . . . .        | 17-4  |
| 2.2.1 | Einleitung . . . . .                          | 17-4  |
| 2.2.2 | Der Gleichstrom-Nebenschluß-                  |       |
|       | Generator . . . . .                           | 17-4  |
| 2.2.3 | Der Starter-Generator . . . . .               | 17-4  |
| 2.2.4 | Der Drehstromgenerator (Alternator) . . . . . | 17-9  |
| 2.2.5 | Die Generatorerregung . . . . .               | 17-9  |
| 2.3   | Die Spannungsregelung . . . . .               | 17-10 |
| 2.3.1 | Einleitung . . . . .                          | 17-10 |
| 2.3.2 | Der Kohlestoßspannungsregler . . . . .        | 17-10 |
| 2.3.3 | Der Impulsspannungsregler . . . . .           | 17-11 |
| 2.3.4 | Der Transistorspannungsregler . . . . .       | 17-11 |
| 2.3.5 | Spannungsregelung bei                         |       |
|       | Generatorparallelbetrieb . . . . .            | 17-11 |
| 2.4   | Die Steuerung und Überwachung der             |       |
|       | Gleichstromversorgung . . . . .               | 17-12 |
| 2.4.1 | Einmotorige Flugzeuge . . . . .               | 17-12 |
| 2.4.2 | Mehrmotorige Flugzeuge . . . . .              | 17-13 |
| 2.5   | Wechselstrom im Gleichstrombordnetz           | 17-13 |
| 2.5.1 | Einleitung . . . . .                          | 17-13 |
| 2.5.2 | Der Motor-Generator . . . . .                 | 17-13 |
| 2.5.3 | Der Zerhacker . . . . .                       | 17-13 |
| 2.5.4 | Der statische Umformer . . . . .              | 17-13 |
| 2.5.5 | Der Aufbau des Inverternetzes . . . . .       | 17-15 |
| 2.6   | Gleichstrommotore . . . . .                   | 17-15 |
| 2.6.1 | Einleitung . . . . .                          | 17-15 |
| 2.6.2 | Der fremderregte Motor . . . . .              | 17-15 |
| 2.6.3 | Der Nebenschlußmotor . . . . .                | 17-16 |
| 2.6.4 | Der Reihenschlußmotor . . . . .               | 17-16 |
| 2.6.5 | Der Doppelschlußmotor (Compound               |       |
|       | Motor) . . . . .                              | 17-18 |

## Kapitel 16 Feuerschutzanlagen

|         |   |       |
|---------|---|-------|
| 1       | Übersicht . . . . .                             | 16-3  |
| 2       | Feuerwarnung . . . . .                          | 16-3  |
| 2.1     | Allgemeines . . . . .                           | 16-3  |
| 2.2     | Triebwerksfeuerwarnung . . . . .                | 16-3  |
| 2.2.1   | Feuerwarnung mit Bimetallschaltern . . . . .    | 16-3  |
| 2.2.2   | Feuerwarnung durch Thermoelemente . . . . .     | 16-6  |
| 2.2.3   | Feuerwarnung durch                              |       |
|         | Feuerwarnschleifen . . . . .                    | 16-6  |
| 2.2.3.1 | Feuerwarnung durch Gasdruckschleife . . . . .   | 16-7  |
| 2.2.3.2 | Feuerwarnung durch Halbleiterschleife . . . . . | 16-8  |
| 2.3     | APU Feuerwarnung . . . . .                      | 16-10 |
| 2.4     | Fahrwerkschachtfieberwarnung . . . . .          | 16-10 |
| 2.5     | Überwachung der Heißluftkanäle für              |       |
|         | Enteisung und Klimatisierung . . . . .          | 16-11 |
| 2.6     | Frachtraumfeuerwarnung . . . . .                | 16-11 |

|           |   |       |         |  |       |
|-----------|---|-------|---------|--|-------|
| 3         | Bordnetze mit primärer Drehstromversorgung .....  | 17-18 | 4.2     | Bauelemente der Netzstromversorgung  | 17-42 |
| 3.1       | Vor- und Nachteile eines Drehstrombordnetzes .....  | 17-18 | 4.2.1   | Die Bordbatterie .....   | 17-42 |
| 3.2       | Allgemeines über Drehstrom .....  | 17-18 | 4.2.1.1 | Bleiakkumulator .....  | 17-42 |
| 3.2.1     | Erzeugung von Drehstrom .....   | 17-18 | 4.2.1.2 | Der Nickel Cadmium Akkumulator und andere Stahlsammler .....                         | 17-43 |
| 3.2.2     | Stern- und Dreieckschaltung .....   | 17-19 | 4.2.1.3 | Gegenüberstellung von Blei und NiCd Akkus .....                                      | 17-45 |
| 3.3       | Aufbau der Drehstrombordnetze .....   | 17-20 | 4.2.2   | Das Ladegerät .....  | 17-45 |
| 3.3.1     | Allgemeines .....   | 17-20 | 4.2.3   | Statische Umformer (Static Inverter) ...   | 17-46 |
| 3.3.2     | Versorgung der Hauptsammelschienen bei zweimotorigen Flugzeugen .....                     | 17-20 | 4.2.4   | Luftgetriebener Notgenerator .....   | 17-46 |
| 3.3.3     | Versorgung der Hauptsammelschienen bei drei- und mehrmotorigen Flugzeugen .....           | 17-21 | 4.2.5   | Der hydraulisch betriebene Notgenerator .....  | 17-47 |
| 3.3.4     | Versorgung der wichtigen Verbraucher  | 17-22 | 5       | Schutzanlagen der Bordstromversorgung .....  | 17-47 |
| 3.4       | Komponenten des Drehstrombordnetzes .....   | 17-23 | 5.1     | Sicherungen .....  | 17-47 |
| 3.4.1     | Der Generatorantrieb .....  | 17-23 | 5.1.1   | Schmelzsicherungen .....   | 17-47 |
| 3.4.2     | Das Gleichdrehzahlgetriebe (CSD) .....  | 17-23 | 5.1.2   | Der Selbstschalter (Circuit Breaker) Normalausführung .....                          | 17-47 |
| 3.4.2.1   | Allgemeines .....   | 17-23 | 5.1.3   | Fernbediente Selbstschalter (Remote Control Circuit Breaker) .....                   | 17-48 |
| 3.4.2.2   | Bauteile des CSD .....  | 17-24 | 5.2     | Das Generator Steuer- und Schutzgerät (Generator Control Unit) .....                 | 17-48 |
| 3.4.2.3   | CSD — Überwachung .....   | 17-27 | 5.2.1   | Übersicht .....  | 17-48 |
| 3.4.3     | Der Drehstromgenerator .....  | 17-27 | 5.2.2   | Automatische Parallelschaltung .....   | 17-49 |
| 3.4.3.1   | Allgemeines .....   | 17-27 | 5.2.3   | Kurzschluß-Schutz (Differential Protection) .....                                    | 17-49 |
| 3.4.3.2   | Der selbsterregte Drehstromgenerator .....  | 17-28 | 5.2.4   | Überlastungsschutz (Overload, Overcurrent, Exciter Ceiling) .....                    | 17-49 |
| 3.4.3.3   | Der eigenerregte Drehstromgenerator .....   | 17-28 | 5.2.5   | Unstabilität (Instability) .....   | 17-51 |
| 3.4.3.4   | Der Integrated Drive Generator (IDG) .....  | 17-28 | 5.2.6   | Überspannung (Overvoltage) .....   | 17-51 |
| 3.4.3.5   | Generatorkühlung .....  | 17-28 | 5.2.7   | Unterspannung (Undervoltage) .....   | 17-51 |
| 3.4.4     | Regler des Drehstrombordnetzes .....  | 17-29 | 5.2.8   | Fehlerhafte Lastverteilung .....   | 17-51 |
| 3.4.4.1   | Übersicht .....   | 17-29 | 6       | Meßgeräte der Bordstromversorgung .....  | 17-52 |
| 3.4.4.2   | Der Spannungsregler .....   | 17-29 | 6.1     | Wechselspannungsmessung .....  | 17-52 |
| 3.4.4.2.1 | Die Spannungsregelung .....   | 17-30 | 6.2     | Frequenzmessung .....  | 17-53 |
| 3.4.4.2.2 | Die Blindlastregelung .....   | 17-30 | 6.3     | Generatorbelastungsmessung .....   | 17-54 |
| 3.4.4.3   | Der Wirklastregler (Load Controller) .....  | 17-31 | 6.4     | Gleichspannungs- und Gleichstrom- messung .....                                      | 17-55 |
| 3.4.4.3.1 | Allgemeines .....   | 17-31 | 7       | Hilfsstromversorgung .....   | 17-55 |
| 3.4.4.3.2 | Aufgabe des Wirklastreglers vor der Parallelschaltung .....                               | 17-31 | 7.1     | Stromversorgung durch die APU .....  | 17-55 |
| 3.4.4.3.3 | Aufgabe des Wirklastreglers im Parallelbetrieb .....                                      | 17-31 | 7.2     | Stromversorgung durch ein Bodenstromversorgungsaggregat (External Power) .....       | 17-56 |
| 3.4.4.3.4 | Zusammenfassung der Regelkreise .....   | 17-34 | 8       | Zusammenfassung .....  | 17-57 |
| 3.4.5     | Leistungsschalter .....   | 17-34 |         |  |       |
| 3.4.5.1   | Der Breaker .....   | 17-34 |         |  |       |
| 3.4.5.2   | Der Contactor .....   | 17-35 |         |  |       |
| 3.5       | Aufbau der Gleichstromversorgung .....  | 17-35 |         |  |       |
| 3.5.1     | Versorgung der Gleichstrom Hauptsammelschienen (CD-NORMAL Bus) .....                      | 17-35 |         |  |       |
| 3.5.2     | Versorgung der Gleichstromsammelschiene für wichtige Verbraucher (DC-Essential Bus) ..... | 17-36 |         |  |       |
| 3.6       | Komponente der Gleichstromversorgung .....  | 17-36 |         |  |       |
| 3.6.1     | Die Transformator Gleichrichter Einheit (TR-Unit) .....                                   | 17-36 | 1       | Einleitung .....   | 18-3  |
| 3.7       | Elektromotor im Drehstrombordnetz .....   | 17-37 | 1.1     | Quellennachweis .....  | 18-3  |
| 3.7.1     | Das Drehfeld .....  | 17-37 | 2       | Leitungs- und Kabelarten .....   | 18-3  |
| 3.7.2     | Der Synchronmotor .....   | 17-39 | 2.1     | Aufbau von Leitung und Kabel .....   | 18-4  |
| 3.7.3     | Der Asynchronmotor .....  | 17-39 | 2.2     | Abgeschirmte Kabel .....   | 18-4  |
| 3.7.3.1   | Kurzschlußläufermotor .....   | 17-39 | 2.3     | Koaxial-Kabel .....  | 18-5  |
| 3.7.3.2   | Schleifringläufermotor .....  | 17-40 | 2.4     | Identifizierbarkeit von Leitungen und Kabeln .....                                   | 18-5  |
| 3.7.4     | Zweiphasendrehstrommotoren .....  | 17-40 | 2.4.1   | Bezeichnungsschlüssel von Leitungen und Kabeln nach BMS-Spezifikation ...            | 18-5  |
| 4         | Notstromversorgung .....  | 17-41 | 2.4.2   | Bezeichnungsschlüssel von Leitungen und Kabeln nach Raychem-Spezifikationen 88 ..... | 18-5  |
| 4.1       | Aufgabe und Arbeitsweise der Notstromversorgung .....                                     | 17-41 |         |  |       |

## Kapitel 18 Elektrische Installationen

|       |  |      |
|-------|--|------|
| 1     | Einleitung .....   | 18-3 |
| 1.1   | Quellennachweis .....  | 18-3 |
| 2     | Leitungs- und Kabelarten .....   | 18-3 |
| 2.1   | Aufbau von Leitung und Kabel .....   | 18-4 |
| 2.2   | Abgeschirmte Kabel .....   | 18-4 |
| 2.3   | Koaxial-Kabel .....  | 18-5 |
| 2.4   | Identifizierbarkeit von Leitungen und Kabeln .....                                   | 18-5 |
| 2.4.1 | Bezeichnungsschlüssel von Leitungen und Kabeln nach BMS-Spezifikation ...            | 18-5 |
| 2.4.2 | Bezeichnungsschlüssel von Leitungen und Kabeln nach Raychem-Spezifikationen 88 ..... | 18-5 |

|         |   |       |         |   |       |
|---------|---|-------|---------|---|-------|
| 2.5     | Kennzeichnen von elektrischen Leitungen und Kabeln durch den Hersteller gem. DIN- u. ISO-Norm ..... | 18-6  | 4.1.3   | Lötverbinder .....  | 18-31 |
| 2.6     | Spezialleitungen und Kabel .....  | 18-6  | 4.2     | Steckverbindungen .....   | 18-32 |
| 2.6.1   | Thermoelement-Leitungen .....   | 18-6  | 4.2.1   | Allgemein .....   | 18-32 |
| 2.6.2   | Leitungen für Feuerwarnsysteme .....  | 18-6  | 4.2.2   | Steckerbindungs-Typen (ältere Bauart) .....   | 18-33 |
| 2.7     | Verbindungen von Spezial-Leitungen und Kabeln .....   | 18-6  | 4.2.3   | Steckerverbindungstypen, neuerer Bauart .....   | 18-35 |
| 2.7.1   | Verbindungen von Thermoelement-Leitungen .....  | 18-6  | 4.2.4   | Steckerverbindungs-Identifizierungs-Schlüssel .....   | 18-35 |
| 2.7.2   | Verbindungen von Alu- auf Kupfer-Leitungen .....  | 18-6  | 4.2.4.1 | Erläuternder Text zur Identifizierung der Steckverbindungen A bis G .....   | 18-36 |
| 2.8     | Belastbarkeit von Leitungen und Kabeln .....  | 18-8  | 4.2.4.2 | Werkzeuge zum Einsetzen und Entfernen von Kontakten .....   | 18-40 |
| 2.9     | Leitungs- und Kabelkennzeichnung .....  | 18-9  | 4.2.4.3 | Drückzange (Quetschzange) .....   | 18-41 |
| 2.9.1   | Kabelbezeichnungssystem der Firma Boeing gem. ATA 100 Spec. .....                                   | 18-10 | 4.2.4.4 | Vorbereiten von Leitungen zum Quetschvorgang .....  | 18-42 |
| 2.9.2   | Kabelbezeichnungssystem gem. ATA 100 Spec. bei Reiseflugzeugen .....                                | 18-11 | 4.2.4.5 | Sechskanthalüsen für abgesch. Kabel mit Masseanschluß .....   | 18-44 |
| 2.9.2.1 | Leitungs- und Gerätekennzeichnung nach Deutscher DIN 29 571 Norm .....                              | 18-11 | 4.2.4.6 | Einteiliger Verbinder für abgesch. Kabel mit Masseanschluß .....  | 18-44 |
| 2.9.3   | Kabelbezeichnungssystem gem. NSA 935000 bei Airbus .....  | 18-11 | 4.2.4.7 | Coax-Antennenkabel-Steckerbindungen .....   | 18-45 |
| 2.9.4   | Zusammenstellung der wichtigsten Stromkreis-Kennbuchstaben, nach MIL-W 5088 und DIN 29 571 .....    | 18-13 | 4.2.4.8 | Coax-Kontakte in Gerätesteckdosen .....   | 18-45 |
| 2.10    | Bauteilkennzeichnung auf Schaltplänen (ATA 100 u. ANSI Y32-2) .....                                 | 18-13 | 4.2.4.9 | Sperrbolzen an Geräteneinschub-Steckern .....   | 18-45 |
| 2.11    | Schaltplan-Beispiele .....  | 18-15 | 4.3     | Drückverbindungen .....   | 18-48 |
| 2.11.1  | Boeing-Flugzeuge .....  | 18-15 | 4.3.1   | Kabelschuhe und Verbinder (Allgemein) .....   | 18-48 |
| 2.11.2  | Geschäfts-/Reiseflugzeuge .....   | 18-16 | 4.3.2   | Darstellung von verschiedenen Kabelschuhen und Verbinder, welche in der Flugzeugindustrie verwendet werden .....        | 18-49 |
| 2.11.3  | Airbus-Flugzeuge .....  | 18-17 | 4.3.3   | Drückvorgang für Kabelschuhe .....  | 18-49 |
| 2.11.4  | Douglas-Flugzeuge .....   | 18-18 | 4.3.4   | Drückvorgang für Kabelverbinder .....   | 18-50 |
| 3       | Leitungs- und Kabelinstallation .....   | 18-19 | 4.3.5   | Drückvorgang für Endverbinder .....   | 18-51 |
| 3.1     | Leitungs- und Kabelarbeiten, Sicherheitshinweise .....  | 18-19 | 4.3.6   | Drückvorgang für Isolierkappen .....  | 18-51 |
| 3.2     | Leitungs- und Kabelinstallation, allgemeine Hinweise .....  | 18-19 | 4.3.7   | Vorbereiten und Quetschen von abgeschirmten Kabelverbinder (nur für Leitungen mit starker Isolation, alte Bauart) ..... | 18-52 |
| 3.3     | Leitungs- und Kabelinstallation im Flugzeug .....   | 18-19 | 4.3.8   | Fehlermöglichkeiten bei Quetsch-Vorgängen .....   | 18-53 |
| 3.3.1   | Wichtigste Bedingungen zur Installation .....   | 18-19 | 4.3.9   | Mehrfach-Leitungen in einem Verbinder .....   | 18-54 |
| 3.4     | Kontrolle elektr. Installation im Flugzeug .....  | 18-20 | 4.3.10  | Kennzeichnen von Kabelschuhen .....   | 18-54 |
| 3.4.1   | Definition der Kontrollarten .....  | 18-21 | 4.4     | Masseverbindungen und Masseanschlüsse .....   | 18-54 |
| 3.5     | Leitungs- und Kabelhalterungen .....  | 18-21 | 4.4.1   | Allgemein .....   | 18-54 |
| 3.5.1   | Schellen .....  | 18-21 | 4.4.2   | Ausführung der Masserverbindungen (Abbindungen oder Bondings) .....   | 18-56 |
| 3.5.2   | Kabelträger und deren Anwendung .....   | 18-23 | 4.4.2.1 | Übergangswiderstand von Masseverbindungen (Bondings, Abbindungen) messen .....  | 18-57 |
| 3.5.3   | Sichern von Steckverbindungen .....   | 18-23 | 4.4.3   | Masseanschlüsse von elektrischen Stromkreisen (Grounding) .....   | 18-57 |
| 3.5.4   | Druckdurchführungen .....   | 18-24 | 4.4.3.1 | Übergangswiderstand von Masseanschlüssen (Grounding) messen .....   | 18-57 |
| 3.6     | Kabelbaum-Abbindungen .....   | 18-25 | 4.4.3.2 | Grundregeln zum Setzen von Masseanschlußbolzen .....  | 18-57 |
| 3.6.1   | Abbindungen als Scheuerschutz .....   | 18-25 | 4.4.3.3 | Ausführung eines Masseanschlusses (Grounding) .....   | 18-58 |
| 3.6.2   | Abbindungen .....   | 18-25 | 4.4.4   | Messung von Isolationswiderständen in elektrischen Systemen .....   | 18-58 |
| 3.6.2.1 | Abbinden von Kabelbäumen mit Kunststoffbändern .....  | 18-27 | 4.4.4.1 | Übersicht von Meßergebnissen an elektrischen Systemen. Auszug aus: BCAR (British Civil Airworthiness                    |       |
| 3.6.3   | Einbinden von nicht benutzten Leitungen .....   | 18-27 |         |   |       |
| 3.6.4   | Isolieren von blanken Brückenverbindungen bei Selbstschaltern .....                                 | 18-28 |         |   |       |
| 3.7     | Reparatur beschädigter Leitungen .....  | 18-29 |         |   |       |
| 3.7.1   | Reparatur einfacher Leitungen .....   | 18-29 |         |   |       |
| 3.7.2   | Reparatur von Koaxial-Kabeln .....  | 18-30 |         |   |       |
| 4       | Leitungs- und Kabelverbindungen .....   | 18-30 |         |   |       |
| 4.1     | Lötverbindungen allgemein .....   | 18-30 |         |   |       |
| 4.1.1   | Weichlöten .....  | 18-30 |         |   |       |
| 4.1.2   | Hartlöten .....   | 18-31 |         |   |       |

|  |       |       |  |       |
|--|-------|-------|--|-------|
| Requirements) Britische Zivil-Luftfahrtbehörde Kap. EEL/4—1, Seite 9 ..... | 18-58 | 7.2   | Positionslampen .....                    | 19-12 |
| 4.5 Klemmverbindungen .....  | 18-59 | 7.3   | Landescheinwerfer .....                  | 19-13 |
| 4.5.1 Klemmleisten (Verteilerleisten) .....                                | 18-59 | 7.4   | Rollscheinwerfer .....                   | 19-15 |
| 4.5.1.1 Darstellung von verschiedenen Bolzengrößen in Schaltplänen .....   | 18-60 | 7.5   | Tragflächenvorderkantenbeleuchtung ..... | 19-15 |
| 4.5.2 Blockverbinder-System .....  | 18-61 | 7.6   | Zusammenstoßwarnbeleuchtung .....        | 19-15 |
| 4.5.2.1 Airbus Blockverbinder System .....                                 | 18-63 | 7.6.1 | Allgemeines .....                        | 19-15 |
| 5 Stichwortverzeichnis Kapitel 18 .....                                    | 18-64 | 7.6.2 | Drehwarnlicht .....                      | 19-16 |
|  |       | 7.6.3 | Blitzlicht .....                         | 19-16 |
|  |       | 7.7   | Ankerlicht .....                         | 19-16 |
|  |       | 8     | Die Notbeleuchtung .....                 | 19-17 |
|  |       |       | Abkürzungsverzeichnis .....              | 19-17 |

## Kapitel 19 Beleuchtung

|   |       |
|---|-------|
| 1 Allgemeines .....   | 19-3  |
| 1.1 Übersicht über die Beleuchtungsanlagen .....                          | 19-3  |
| 1.2 Grundlagen der Beleuchtungstechnik .....                              | 19-3  |
| 2 Im Flugzeug verwendete elektrische Lichtquellen .....                   | 19-3  |
| 2.1 Glühlampen .....  | 19-3  |
| 2.2 Halogen-Glühlampen .....  | 19-4  |
| 2.3 Gasentladungslampen .....   | 19-4  |
| 2.3.1 Übersicht .....   | 19-4  |
| 2.3.2 Die Blitzlichtlampe (Blitzröhre, Stroboskopröhre) .....             | 19-4  |
| 2.3.3 Die Leuchtstofflampe .....  | 19-4  |
| 2.3.4 Schaltung von Leuchtstofflampen .....                               | 19-5  |
| 2.3.4.1 Überblick .....   | 19-5  |
| 2.3.4.2 Vorschaltgerät mit Glimmzünder .....                              | 19-5  |
| 2.3.4.3 Vorschaltgerät für Kaltstartlampen .....                          | 19-5  |
| 2.3.4.4 Vorschaltgerät für Direktstartlampen .....                        | 19-5  |
| 3 Geräte- und Instrumentenbeleuchtung .....                               | 19-6  |
| 3.1 Beleuchtungsarten .....   | 19-6  |
| 3.2 Übersteuerungsschalter für die Beleuchtung .....                      | 19-7  |
| 3.3 Helligkeitssteuerung der Beleuchtung .....                            | 19-7  |
| 3.3.1 Die manuelle Helligkeitssteuerung für Glühlampen .....              | 19-7  |
| 3.3.1.1 Spannungsverringerung durch Vorwiderstand .....                   | 19-7  |
| 3.3.1.2 Spannungsverringerung durch Transistor .....                      | 19-7  |
| 3.3.1.3 Spannungsverringerung durch Z-Diode .....                         | 19-7  |
| 3.3.1.4 Spannungsverringerung durch Transformator .....                   | 19-8  |
| 3.3.1.5 Spannungsverringerung durch Pulsbreitenmodulation .....           | 19-8  |
| 3.3.2 Die automatische Helligkeitssteuerung für Glühlampen .....          | 19-8  |
| 3.3.3 Helligkeitssteuerung für Leuchtstofflampen .....                    | 19-8  |
| 4 Beleuchtung der Passagierkabinen .....                                  | 19-8  |
| 5 Warn- und Anzeigelampen .....   | 19-9  |
| 5.1 Warn- und Anzeigelampen im Führerraum .....                           | 19-9  |
| 5.2 Anzeigelampen in der Passagierkabine .....                            | 19-10 |
| 6 Beleuchtung in Fracht- und Gerätträumen und den Fahrwerkschächten ..... | 19-11 |
| 6.1 Fracht- und Geräteraumbelichtung .....                                | 19-11 |
| 6.2 Beleuchtung der Fahrwerkschächte .....                                | 19-11 |
| 7 Außenbeleuchtung .....  | 19-12 |
| 7.1 Übersicht .....   | 19-12 |

## Kapitel 20 Flugüberwachungs- und Navigationsanlagen

|   |       |
|---|-------|
| 1 Übersicht .....                                     | 20-3  |
| 1.1 Aufgaben .....                                    | 20-3  |
| 1.2 Gerätegruppen .....                               | 20-3  |
| 1.2.1 Flugüberwachungsgeräte .....                    | 20-3  |
| 1.2.2 Navigationsgeräte .....                         | 20-3  |
| 1.3 Konstruktive Unterscheidungsmerkmale .....        | 20-3  |
| 1.3.1 Prinzip .....                                   | 20-3  |
| 1.3.2 Aufbau .....                                    | 20-3  |
| 1.3.3 Energiebedarf .....                             | 20-3  |
| 1.4 Geräteeinbau .....                                | 20-3  |
| 2 Höhenmesser .....                                   | 20-4  |
| 2.1 Aufgaben .....                                    | 20-4  |
| 2.2 Grundlagen .....                                  | 20-4  |
| 2.2.1 Definition des Drucks .....                     | 20-4  |
| 2.2.2 Erdatmosphäre — Standardatmosphäre .....        | 20-4  |
| 2.3 Höhenmessung .....                                | 20-5  |
| 2.3.1 Flüssigkeitsbarometer .....                     | 20-5  |
| 2.3.2 Höhenmesser .....                               | 20-6  |
| 2.3.3 Druckhöhe — Dichtehöhe .....                    | 20-7  |
| 2.3.4 Statikdruckabnahme .....                        | 20-7  |
| 2.3.5 Gerätefehler .....                              | 20-7  |
| 2.3.6 Anlagen .....                                   | 20-8  |
| 2.4 Prüfpraxis .....                                  | 20-9  |
| 2.4.1 Allgemeine Hinweise .....                       | 20-9  |
| 2.4.2 Dichtigkeitsprüfung .....                       | 20-9  |
| 2.4.3 IFR-Luftfahrzeuge .....                         | 20-9  |
| 2.4.4 Werkstattprüfung .....                          | 20-9  |
| 2.5 Literatur .....                                   | 20-9  |
| 3 Fahrtmesser .....                                   | 20-10 |
| 3.1 Aufgabe .....                                     | 20-10 |
| 3.2 Grundlagen .....                                  | 20-10 |
| 3.2.1 Geschwindigkeitsmessung in Luftfahrzeugen ..... | 20-10 |
| 3.2.2 Gesetz von Bernoulli .....                      | 20-10 |
| 3.2.3 Fahrtmessung mit Pitotrohr .....                | 20-11 |
| 3.2.4 Fahrtmessung mit Venturidüse .....              | 20-11 |
| 3.2.5 Geschwindigkeitsbezeichnungen .....             | 20-11 |
| 3.3 Fahrtmessung .....                                | 20-13 |
| 3.3.1 Staudruckfahrtmesser .....                      | 20-13 |
| 3.3.2 Machmeter .....                                 | 20-13 |
| 3.3.3 Fahrtmesser für die wahre Geschwindigkeit ..... | 20-13 |
| 3.3.4 Fahrtmessermarkierungen .....                   | 20-14 |
| 3.3.5 Fahrtmesseranlagen .....                        | 20-14 |
| 3.4 Prüfpraxis .....                                  | 20-15 |
| 3.4.1 Allgemeine Hinweise .....                       | 20-15 |
| 3.4.2 Dichtigkeitsprüfung .....                       | 20-15 |

|       |  |       |        |   |       |
|-------|--|-------|--------|---|-------|
| 3.5   | Literatur .....                              | 20-16 | 8.5    | Literatur .....   | 20-28 |
| 4     | Variometer .....                             | 20-16 | 9      | Magnetkompaß .....  | 20-28 |
| 4.1   | Aufgaben .....                               | 20-16 | 9.1    | Aufgaben .....  | 20-28 |
| 4.2   | Grundlagen .....                             | 20-16 | 9.2    | Grundlagen .....  | 20-28 |
| 4.2.1 | Meßprinzip .....                             | 20-16 | 9.2.1  | Stabmagnet .....  | 20-28 |
| 4.2.2 | Zeitverhalten .....                          | 20-16 | 9.2.2  | Erdmagnetfeld .....   | 20-28 |
| 4.3   | Variometer .....                             | 20-16 | 9.2.3  | Deklination .....   | 20-28 |
| 4.3.1 | Dosenvariometer .....                        | 20-16 | 9.2.4  | Inklination .....   | 20-29 |
| 4.3.2 | Stauscheibenvariometer .....                 | 20-17 | 9.2.5  | Magnetfeldintensität .....  | 20-29 |
| 4.3.3 | Elektrische Variometer .....                 | 20-17 | 9.3    | Magnetkompass .....   | 20-29 |
| 4.4   | Prüfpraxis .....                             | 20-18 | 9.3.1  | Führerkompaß .....  | 20-29 |
| 4.4.1 | Allgemeine Hinweise .....                    | 20-18 | 9.3.2  | Fernkompaß .....  | 20-29 |
| 4.4.2 | Dichtigkeitsprüfung .....                    | 20-18 | 9.3.3  | Inklinationsfehler .....  | 20-29 |
| 4.4.3 | Werkstattprüfung .....                       | 20-18 | 9.3.4  | Deviation .....   | 20-30 |
| 4.5   | Literatur .....                              | 20-18 | 9.4    | Prüfpraxis .....  | 20-30 |
| 5     | Kreiselgeräte .....                          | 20-18 | 9.4.1  | Allgemeine Hinweise .....   | 20-30 |
| 5.1   | Aufgaben .....                               | 20-18 | 9.4.2  | Kompensierung .....   | 20-30 |
| 5.2   | Grundlagen .....                             | 20-18 | 9.5    | Literatur .....   | 20-31 |
| 5.2.1 | Kreisel .....                                | 20-18 | 10     | Borduhren .....   | 20-31 |
| 5.2.2 | Freiheitsgrade .....                         | 20-18 | 10.1   | Aufgaben .....  | 20-31 |
| 5.2.3 | Stabilität .....                             | 20-19 | 10.2   | Grundlagen .....  | 20-31 |
| 5.2.4 | Präzession .....                             | 20-19 | 10.3   | Geräteausführungen .....  | 20-32 |
| 5.2.5 | Scheinbares Wandern .....                    | 20-19 | 10.3.1 | Mechanische Uhren .....   | 20-32 |
| 5.2.6 | Wirkliches Wandern .....                     | 20-20 | 10.3.2 | Elektrische Uhren .....   | 20-32 |
| 5.3   | Kreiselgeräte .....                          | 20-20 | 10.4   | Prüfpraxis .....  | 20-32 |
| 5.3.1 | Kurskreisel .....                            | 20-20 | 10.5   | Literatur .....   | 20-32 |
| 5.3.2 | Kreiselhorizont .....                        | 20-20 |        | Abkürzungsverzeichnis .....                                       | 20-32 |
| 5.3.3 | Wendezeiger .....                            | 20-21 |        |   |       |
| 5.3.4 | Kreiselantriebe .....                        | 20-22 |        |   |       |
| 5.4   | Prüfpraxis .....                             | 20-23 |        |   |       |
| 5.4.1 | Allgemeine Hinweise .....                    | 20-23 |        |   |       |
| 5.4.2 | Gerätefehler .....                           | 20-23 |        |   |       |
| 5.5   | Literatur .....                              | 20-23 |        |   |       |
| 6     | Beschleunigungsmesser .....                  | 20-23 |        |   |       |
| 6.1   | Aufgaben .....                               | 20-23 |        |   |       |
| 6.2   | Grundlagen .....                             | 20-23 | 1      | Allgemeines .....   | 21-3  |
| 6.2.1 | Meßprinzip .....                             | 20-23 | 2      | Arbeitsweise von Autopilotanlagen .....                           | 21-3  |
| 6.2.2 | Einheiten .....                              | 20-23 | 2.1    | Sperry A-3 Gyropilot .....  | 21-3  |
| 6.3   | Beschleunigungsmesserausführungen .....      | 20-24 | 2.2    | Sperry SPZ-500 Autoflight System .....                            | 21-5  |
| 6.3.1 | Beschleunigungsmesser mit Flachskala .....   | 20-24 | 3      | Bauelemente der Autopilot-Anlage .....                            | 21-7  |
| 6.3.2 | Beschleunigungsmesser mit Rundskala .....    | 20-24 | 3.1    | Horizont- und Kurskreisel (Vertical Gyro, Directional Gyro) ..... | 21-7  |
| 6.4   | Prüfpraxis .....                             | 20-24 | 3.2    | Wendekreisel (Rate Gyro) .....                                    | 21-8  |
| 6.5   | Literatur .....                              | 20-24 | 3.3    | Beschleunigungsmesser (Accelerometer) .....                       | 21-8  |
| 7     | Überziehwarnanlagen .....                    | 20-24 | 3.4    | Höhenabhängige Regler (Altitude Control, Air Data Sensor) .....   | 21-8  |
| 7.1   | Aufgaben .....                               | 20-24 | 3.5    | Fluggeschwindigkeitsschalter (Airspeed Sensor) .....              | 21-9  |
| 7.2   | Grundlagen .....                             | 20-24 | 3.6    | Radio-Anlagen (Radio Systems) .....                               | 21-9  |
| 7.3   | Geräteausführungen .....                     | 20-25 | 3.7    | Autopilot-Rechner (Autopilot Computer) .....                      | 21-9  |
| 7.3.1 | Anstellwinkel-Meßanlagen mit Windfahne ..... | 20-25 | 3.8    | Bediengerät (Control Unit) .....                                  | 21-13 |
| 7.3.2 | Einfache Überziehwarnanlagen .....           | 20-25 | 3.9    | Trimmanzeiger (Trim Indicator) .....                              | 21-13 |
| 7.4   | Prüfpraxis .....                             | 20-26 | 3.10   | Servomotoren (Servo Drives) .....                                 | 21-14 |
| 7.4.1 | Allgemeine Hinweise .....                    | 20-26 | 3.11   | Abschaltvorrichtungen (Disengage Systems) .....                   | 21-14 |
| 7.4.2 | Justierung .....                             | 20-26 | 4      | Autopilot-Anlagen in modernen Großflugzeugen .....                | 21-15 |
| 7.5   | Literatur .....                              | 20-26 | 4.1    | Der Autopilot im AIRBUS A-310 .....                               | 21-15 |
| 8     | Außenluft-Temperaturanzeigegeräte .....      | 20-26 | 4.2    | Der Autopilot im AIRBUS A-320 .....                               | 21-20 |
| 8.1   | Aufgaben .....                               | 20-26 |        | Abkürzungsverzeichnis .....                                       | 21-27 |
| 8.2   | Grundlagen .....                             | 20-26 |        |   |       |
| 8.2.1 | Temperaturskalen .....                       | 20-26 |        |   |       |
| 8.2.2 | Geschwindigkeitseinfluß .....                | 20-26 |        |   |       |
| 8.3   | Thermometerarten .....                       | 20-27 |        |   |       |
| 8.3.1 | Bimetallthermometer .....                    | 20-27 |        |   |       |
| 8.3.2 | Elektrischer Thermometer .....               | 20-27 |        |   |       |
| 8.4   | Prüfpraxis .....                             | 20-27 |        |   |       |

|   |       |   |       |
|---|-------|---|-------|
| <b>Kapitel 22</b>   |       |   |       |
| <b>Reparaturmöglichkeiten am Flugwerk (Metall)</b>                          |       |   |       |
| 1 Einleitung .....  | 22-3  | 8.14 Arbeiten mit dem Drehmomentschlüssel<br>(Torque Wrench) .....  | 22-40 |
| 2 Begriffsbestimmungen .....  | 22-3  | 8.15 Bedeutung von Gütezeichen auf<br>Schraubenköpfen .....   | 22-40 |
| 2.1 Wartung .....   | 22-4  | 8.16 Bestimmung von Werkstoffen .....   | 22-40 |
| 2.2 Kleine Reparaturen .....  | 22-4  | 8.17 Härtetest .....  | 22-41 |
| 2.3 Kleine Änderungen .....   | 22-4  | 8.18 Auswägen von Rudern (Pendeln) .....  | 22-41 |
| 2.4 Überholung .....  | 22-4  | 8.19 Abdichten von Strukturauteilen .....   | 22-42 |
| 2.5 Große Reparatur .....   | 22-4  | 9 Reparaturbeispiele .....  | 22-43 |
| 2.6 Große Änderungen .....  | 22-4  | 9.1 Vorbereitung der Reparaturstelle .....  | 22-43 |
| 2.6.1 Beispielkatalog .....   | 22-5  | 9.2 Temporary Repair (Aufsatzstück bzw.<br>External Patch) .....  | 22-43 |
| 2.6.1.1 Große Änderungen an der<br>Luftfahrzeugzelle bzw. an Systemen ...   | 22-5  | 9.2.1 Durchführung der Reparatur .....  | 22-43 |
| 2.6.1.2 Große Änderungen an der<br>Antriebsanlage .....                     | 22-6  | 9.2.2 Beispiele .....   | 22-44 |
| 2.6.1.3 Große Änderungen am Propeller .....                                 | 22-6  | 9.2.2.1 Kleinere Löcher, die durch Einziehen<br>eines Nieten oder einer Schraube nicht<br>gedichtet werden können .....                     | 22-44 |
| 2.6.1.4 Große Änderungen an der Ausrüstung ..                               | 22-6  | 9.2.2.2 Reparatur eines größeren<br>Hautschadens zwischen Stringern und<br>Spanten .....  | 22-44 |
| 2.6.1.5 Sonstige große Änderungen .....                                     | 22-6  | 9.2.2.3 Vorläufige Reparatur („Temporary<br>Repair“) eines Hautschadens im Be-<br>reich eines darunterliegenden Struktur-<br>Profiles ..... | 22-48 |
| 2.7 Vorläufige Reparatur .....  | 22-6  | 9.2.2.4 Vorläufige Reparatur („Temporary<br>Repair“) im Bereich eines horizontalen,<br>überlappten Hautstoßes .....                         | 22-49 |
| 2.8 Reparatur für Überführungsflüge .....                                   | 22-7  | 9.2.2.5 Instandsetzung am Rumpf .....   | 22-49 |
| 3 Schadenseinstufung .....  | 22-8  | 9.2.2.6 Reparatur eines Spantes .....   | 22-49 |
| 4 Einteilung der Flugzeugzelle nach<br>ATA 100 .....                        | 22-8  | 9.2.2.7 Reparatur eines Profiles .....  | 22-50 |
| 5 Durchführung einer Reparatur<br>(allgemein) .....                         | 22-9  | 9.3 „Flush-Repair“ (Einsatzstück) .....   | 22-50 |
| 5.1 Schadensortbestimmung .....   | 22-8  | 9.3.1 Durchführung der Reparatur .....  | 22-50 |
| 5.2 Bestimmung der Schadensart („Damage<br>Classification“) .....           | 22-12 | 9.3.2 Beispiele .....   | 22-50 |
| 5.3 Material-Identifizierung („Material<br>Identification“) .....           | 22-13 | 9.3.2.1 Reparatur durch Einsatzstück —<br>Allgemeiner Verfahrensablauf .....  | 22-51 |
| 5.4 Eingeschränkte Bereiche („Restricted<br>Areas“) .....                   | 22-15 | 9.3.2.2 Reparatur am Rumpf (Druckkabine) ...  | 22-51 |
| 5.5 Allowable (Permissible) Damage.<br>Repairable Damage .....              | 22-16 | 9.3.2.3 Reparatur am Rumpf (ohne<br>Druckkabine) .....  | 22-52 |
| 6 Grundlagen der Bauteilbeanspruchung<br>bei der Zelleninstandsetzung ..... | 22-17 | 9.3.2.4 Reparatur durch Ausschneiden und<br>Einsetzen eines T-Profiles .....  | 22-52 |
| 6.2 Beanspruchungsarten, Begriffe .....                                     | 22-18 | 9.4 Reparaturbeispiele an Wabenbauteilen .....  | 22-52 |
| 6.3 Formeln zur Ermittlung der möglichen<br>Belastungen .....               | 22-19 | 9.4.1 Allgemeine Richtlinien für die<br>Instandsetzung an Wabenbauteilen ...  | 22-52 |
| 6.4 Sicherheitsfaktoren .....   | 22-19 | 9.4.2 Beispiele .....   | 22-52 |
| 6.5 Berechnung eines Nietanschlusses ...                                    | 22-20 | 9.4.2.1 Reparatur von durchgehenden Löchern<br>mit Füllharz .....   | 22-52 |
| 7 Grundsätzliche Reparaturverfahren .....                                   | 22-26 | 9.4.2.2 Reparatur von Löchern mit<br>Wabeneinsatz .....   | 22-53 |
| 7.1 Kleine Reparaturen .....  | 22-26 | 9.5 Reparaturbeispiele für GFK-Bauteile ..  | 22-54 |
| 7.2 Größere Reparaturen .....   | 22-27 | 9.6 Typengebundene Reparaturen .....  | 22-54 |
| 7.2.1 Temporary Repairs .....   | 22-27 | 9.6.1 Genietete Blechüberlappungen am<br>Airbus A300-Rumpf .....  | 22-55 |
| 7.2.2 Flush Repair .....  | 22-27 | 9.6.2 Ermüdungsrisse im Boeing 737-Flügel-<br>anschlußprofil .....  | 22-57 |
| 7.3 Reparatur durch Austausch .....   | 22-27 | 9.6.3 Ermüdungsrisse im Druckrumpf des<br>Boeing 747-Jumbojets .....  | 22-58 |
| 8 Arbeitsverfahren und spezielle Normen                                     | 22-28 |   |       |
| 8.1 Grundwerkzeuge für die Instandhaltung                                   | 22-28 |   |       |
| 8.2 Entfernen geschlagener Niete .....                                      | 22-30 |   |       |
| 8.3 Gängige Nietarten .....   | 22-30 |   |       |
| 8.4 Normaufschlüsselung für Universalniete                                  | 22-30 |   |       |
| 8.5 Kennzeichnung und Verwendung der<br>Universalniete .....                | 22-31 |   |       |
| 8.6 Spezialniete (siehe auch Abschnitt 8.3) ..                              | 22-32 |   |       |
| 8.7 Auswahl der Reparatur-Fastener .....                                    | 22-33 |   |       |
| 8.8 Körnen und Bohren .....   | 22-35 |   |       |
| 8.9 Senken .....  | 22-36 |   |       |
| 8.10 Prägewarzen .....  | 22-36 |   |       |
| 8.11 Übertragen von Nietbohrungen .....                                     | 22-37 |   |       |
| 8.12 Erkennen loser Niete .....   | 22-38 |   |       |
| 8.13 Sichern von Schrauben und Bolzen ...                                   | 22-39 |   |       |

### Kapitel 23

#### Reparaturmöglichkeiten am Flugwerk (Holz und Kunststoff)

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| 1 Allgemeines Ausführung .....  | 23-3 |
| 2 Prüfung von Reparaturen ..... | 23-3 |

|     |  |      |
|-----|--|------|
| 3   | Kunststoffbauweise .....                             | 23-4 |
| 3.1 | Allgemeines .....                                    | 23-4 |
| 3.2 | Reparaturen an Laminaten .....                       | 23-4 |
| 3.3 | Reparaturen an Sandwichteilen .....                  | 23-5 |
| 3.4 | Reparaturen an Stringern und Holmen ..               | 23-6 |
| 3.5 | Reparaturen an Krafteinleitungspunkten ..            | 23-7 |
| 3.6 | Reparaturen an glasartigen Kunststoffen ..           | 23-7 |
| 3.7 | Prüfung von Reparaturen der Kunststoffbauweise ..... | 23-7 |

„Leseprobe“