

# Flugdurchführung

## Teil 1:

### Masse und Schwerpunktlage

Ein Lehrbuch für Piloten  
nach europäischen Richtlinien

1. Auflage Oktober 2010

Final Version 4.12102010

Copyright © 2010 bei K.L.S. Publishing, Köln

Alle Rechte vorbehalten

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

Herstellung: Verschiedene Druckereien im Auftrag des Verlags

Dieses Buch wurde im Digitaldruckverfahren hergestellt.

Verlag: K.L.S. Publishing, Köln

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

Text: Neue deutsche Rechtschreibung

Mit 87 Abbildungen (Grafiken und Fotos) und 10 Tabellen

ISBN-13: 978-3-942095-08-2 (Schwarz-Weiß-Druck)

ISBN-13: 978-3-942095-09-9 (Farbdruck)

ISBN-13: 978-3-942095-55-6 (e-Book)

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek:

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

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Vorwort des Verlags</b> .....	<b>9</b>
<b>030 Flugdurchführung Teil 1:</b> .....	<b>11</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>13</b>
Gliederung.....	13
Weitere Dokumente.....	14
<b>031 00 00 00 MASSE UND SCHWERPUNKTLAGE</b> .....	<b>15</b>
<b>031 01 00 00 Grundlegende Überlegungen zur Schwerpunktlage</b> .....	<b>17</b>
Definitionen physikalischer Grundgrößen.....	17
Masse und Kraft .....	17
Unterschied von Masse und Gewicht.....	19
Drehmoment .....	19
<b>031 01 01 00 Begrenzung der Masse eines Luftfahrzeuges</b> .....	<b>21</b>
031 01 01 01 Masse und strukturelle Grenzbelastung .....	21
031 01 01 02 Masse und Flugleistung .....	22
<b>031 01 02 00 Grenzen der Schwerpunktlage</b> .....	<b>26</b>
Massenschwerpunkt, Auftriebsschwerpunkt .....	26
Methoden zur Kompensation des Nickmomentes.....	28
Konstruktion mit einer aerodynamischen Fläche (Nurflügler) .....	28
Konstruktion mit Tragflügel und Höhenflosse .....	31
Die Canard-Auslegung.....	32
Momentkompensation durch die Masse des Treibstoffs (Trimmtanks) .....	34
<b>031 01 02 01 Schwerpunktlage, Stabilität und Steuerbarkeit</b> .....	<b>36</b>
Lage des Schwerpunktes .....	38
Statische Stabilität.....	39
Zusammenfassung Schwerpunktlage und Stabilität .....	41
<b>031 01 02 02 Schwerpunktlage und Performance</b> .....	<b>42</b>
<b>031 02 00 00 Beladung – Massenbegriffe, Grenzwerte, Berechnung</b> .....	<b>43</b>
031 02 01 00 Terminologie .....	43
031 02 01 01 Begriffe für die Basismassen.....	43
031 02 01 02 Zuladungsmasse inklusive Treibstoffzuladung.....	45
Berechnungsbeispiele.....	47
Umrechnung von Treibstoffvolumen oder Treibstoffmasse.....	48
031 02 02 00 Grenzwerte für Massengrößen .....	50

031 02 02 01	Strukturbedingte Grenzwerte .....	50
031 02 02 02	Leistungsbedingte Grenzwerte .....	51
031 02 02 03	Grenzwerte im Cargobereich .....	52
031 02 03 00	Berechnung verschiedener Massengrößen .....	53
031 02 03 01	Berechnung der Maximalmassen für Start und Landung .....	53
	Ermittlung der Regulated Take-Off Mass .....	57
	Ermittlung der Regulated Landing Mass .....	59
031 02 03 02	Maximal zulässige Nutzlast und Treibstoffmasse .....	60
031 02 03 03	Standardmassen für Passagiere, Gepäck und Besatzung .....	62
	Verwendung eines Load und Trim Sheets .....	63
<b>031 03 00 00</b>	<b>Grundlagen der Schwerpunktberechnung .....</b>	<b>67</b>
031 03 01 00	Definition Schwerpunkt .....	67
031 03 02 00	Gleichgewichtsbedingung .....	68
031 03 03 00	Basisrechnungen zur Schwerpunktlage .....	70
<b>031 04 00 00</b>	<b>Dokumentation zu Masse und Schwerpunktlage .....</b>	<b>73</b>
031 04 01 00	Inhalte der Dokumentation .....	73
	Daten der drei FCL-Musterflugzeuge .....	73
	SEP 1 Musterflugzeug .....	74
	MEP 1 Musterflugzeug .....	76
	MRJT 1 Musterflugzeug .....	78
031 04 01 01	Referenzebene und Hebelarme .....	81
031 04 01 02	Schwerpunktlage als Abstand zur Referenzebene .....	81
031 04 01 03	Schwerpunktlage in Prozent Mean Aerodynamic Chord (% MAC) .....	81
031 04 01 04	Longitudinale Grenzen der Schwerpunktlage .....	81
031 04 01 05	Laterale Grenzen der Schwerpunktlage (Helikopter) .....	82
031 04 01 06	Details der Passagier- und Cargo-Abteile .....	84
031 04 01 07	Details des Treibstoffsystems im Hinblick auf den Schwerpunkt .....	84
031 04 02 00	Schwerpunktbestimmung durch Wägung .....	86
031 04 02 01	Wägung bei Luftfahrzeugen (generelle Aspekte) .....	86
031 04 02 02	Schwerpunktberechnung aus Wägedaten .....	87
031 04 03 00	BEM und Schwerpunktlage aus der Dokumentation .....	89
031 04 03 01	Basic Empty Mass (BEM) und/oder Dry Operating Mass (DOM) .....	89
031 04 03 02	Schwerpunktlage und Moment bei BEM/DOM .....	89
031 04 03 03	Abweichungen von der Standard Konfiguration .....	89
<b>031 05 00 00</b>	<b>Berechnung der Schwerpunktlage .....</b>	<b>91</b>
031 05 01 00	Methoden .....	91
031 05 01 01	Numerische Methode .....	91

031 05 01 02 Grafische Methode.....	93
031 05 01 03 Index Methode .....	96
Berechnung der Schwerpunktlage beim Helikopter .....	98
<b>031 05 02 00 Formulare für Beladung und Schwerpunkt.....</b>	<b>99</b>
031 05 02 01 Generelles .....	99
031 05 02 02 Formulare für Kleinflugzeuge und Helikopter.....	99
031 05 02 03 Formular für die Beladung bei Transportflugzeugen .....	99
031 05 02 04 Formular für die Schwerpunktlage bei Transportflugzeugen .....	100
Stabilizer Trim Units für den Take-Off .....	105
Certified Limits versus Operational Limits .....	106
031 05 02 05 Änderungen in letzter Minute (LMC) .....	106
<b>031 05 03 00 Repositionierung des Schwerpunktes .....</b>	<b>107</b>
031 05 03 01 Repositionierung durch Verschieben von Masse.....	107
031 05 03 02 Repositionierung durch Änderung der Zuladungsmasse.....	110
Unfallrisiken in Bezug auf Mass and Balance .....	113
Unfallstatistik zu Unfällen mit Ursachen bei Masse und Schwerpunktlage .....	115
<b>031 06 00 00 Beförderung von Luftfracht (Cargo).....</b>	<b>117</b>
031 06 01 00 Verschiedene Luftfrachttypen.....	117
031 06 02 00 Belastungsgrenzwerte in Cargoabteilen .....	122
<b>031 07 00 00 Mass and Balance Software und Systeme .....</b>	<b>125</b>
Mass and Balance Software .....	125
Mass and Balance im EFB .....	125
Mass and Balance Software beim Operator/Ramp Agent .....	127
On-board Mass and Balance Systeme .....	134
Mass and Balance Monitoring im Flug .....	135
<b>Musterprüfungsfragen.....</b>	<b>137</b>
<b>Mass and Balance (Syllabus) .....</b>	<b>149</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>163</b>
Übungsformulare (leer) .....	165
EU OPS 1 Subpart J Mass and Balance .....	170
JAR OPS 3 (Helikopter) Subpart J Mass and Balance .....	181
Internetlinks .....	189
Literaturverzeichnis .....	190
Autor dieses Buches.....	191
Bildnachweis .....	192

Übersicht zur Lehrbuchreihe nach JAR-FCL.....	193
---	-----