

Georg J. Landsberger

# Kraftstoffleckagen

Behebung an Flugzeugen mit Integraltanks

Mit vielen Abbildungen, Tabellen und praktischen Fallbeispielen, sowie eine im Anhang den Fachgebieten zugeordnete Sammlung deutsch - englischer Fachbegriffe und deren Definition.

**gela**

Verlag für Luftfahrttechnik

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Flugzeuge und Kraftstoffe</b> .....	<b>9</b>
1.1	Kraftstoffarten der Flugzeuge.....	10
1.1.1	Kraftstoffe für Kolbenriebwerke.....	10
1.1.2	Kraftstoffe für Turbinenriebwerke.....	11
1.2	Verunreinigungen im Kraftstoff.....	11
1.2.1	Feste Stoffe.....	12
1.2.2	Schlammablagerungen.....	12
1.2.3	Mikrobenbefall.....	12
1.2.4	Wasser im Kraftstoff.....	12
1.2.4.1	Ablauf der Wasseraufnahme.....	13
1.2.4.2	Feststellung von Wasser.....	13
1.3	Umgang mit Kraftstoffen.....	14
1.3.1	Kraftstoffeinsparung.....	15
1.4	Alternative Kraftstoffe.....	15
1.4.1	Synthetisches Kerosin.....	16
1.4.1.1	Kraftstoffe aus Kohle (CTL).....	16
1.4.1.2	Kraftstoffe aus Erdgas (GTL).....	16
1.4.1.3	Kraftstoffe aus Biomasse (BTL).....	17
1.4.1.4	Kraftstoffe aus Pflanzenölen (HVO).....	17
1.4.1.5	Flüssigwasserstoff (LH2).....	17
1.5	Schnellablassen von Kraftstoff.....	17
<b>2</b>	<b>Behälter zur Kraftstoffaufnahme</b> .....	<b>19</b>
2.1	Lage der Behälter.....	19
2.1.1	Zusatzbehälter.....	19
2.2	Behälterkonstruktionen.....	19
2.2.1	Starre Einbaubehälter.....	20
2.2.1.1	Instandhaltung starrer Behälter.....	20
2.2.2	Flexible Einbaubehälter.....	21
2.2.2.1	Instandhaltung flexibler Behälter.....	23
2.2.3	Integralbehälter.....	23
2.2.4	Monolithische Kraftstoffbehälter.....	25
2.3	Zugang zu den Behältern.....	25
2.4	Lüftungsanlage der Behälter.....	26
<b>3</b>	<b>Betanken der Kraftstoffbehälter</b> .....	<b>27</b>
3.1	Zulaufbetankung.....	27
3.2	Druckbetankung.....	27
3.3	Sicherheitsvorschriften zur Betankung.....	28
3.4	Betankungsmenge.....	29
3.4.1	Kraftstoffumrechnungen.....	29
3.4.2	Umrechnungsfaktoren der Systeme.....	29
<b>4</b>	<b>Kraftstoffförderanlage</b> .....	<b>31</b>
4.1	Versorgung der Triebwerke.....	31
4.1.1	Förderleitungen.....	32
4.1.2	Kraftstoffbehälterpumpen.....	32
4.1.2.1	Behälterpumpenumgehungsventile.....	33
4.1.2.2	Kraftstoffabsperrentile.....	33
4.1.2.3	Siebe und Kraftstofffilter.....	33
4.1.2.4	Rückschlagventile.....	34
4.1.2.5	Kreuzschaltventile.....	34
4.1.2.6	APU Kraftstoffversorgung.....	34
<b>5</b>	<b>Überwachung der Förderanlage</b> .....	<b>35</b>
5.1	Kraftstoff Vorratsanzeige.....	36

5.1.1	Elektrische Vorratsanzeige .....	36
5.1.2	Mechanische Vorratsanzeige .....	36
5.2	Kraftstoff Durchflussanzeige .....	37
5.3	Kraftstoff Druckanzeige .....	37
5.3.1	Kraftstoff Druckmessung .....	37
5.3.2	Kraftstoff Druckwarnung .....	38
5.4	Kraftstoff Temperaturanzeige .....	38
5.5	Kraftstoff Vereisungswarnung .....	38
<b>6</b>	<b>Auftreten von Kraftstoffleckagen .....</b>	<b>39</b>
6.1	Auslösefaktoren von Kraftstoffleckagen .....	39
6.2	Leckagen an Kraftstoffbehältern .....	39
6.2.1	Anwendung von Talkum-Puder .....	40
6.2.2	Leckagen an nassen Behältern .....	40
6.3	Schwierige Leckageerkennung .....	40
6.3.1	Maximale Betankung der Behälter .....	41
6.3.2	Simulierung von Flugbewegungen .....	41
6.4	Leckagen an Verbindungselementen .....	42
6.4.1	Kontrolle auf Festsitz .....	42
6.4.1.1	Anwendung von Vakuumbehältern .....	42
6.4.1.2	Anwendung von Farbmarkierung .....	43
6.4.1.3	Kontrolle mit Drehwerkzeug .....	43
6.5	Leckage an Überlappungen und Stößen .....	44
6.5.1	Freilegungen zur Leckageerkennung .....	44
6.6	Bewertung der äußeren Leckagen .....	45
6.6.1	Eingruppierung der Leckagen .....	45
6.6.2	Position der Leckage .....	46
6.6.3	Maßnahmen für den Flugbetrieb .....	46
6.7	Leckagerate an Kraftstoffbehältern .....	46
6.7.1	Maßeinheiten für Leckageraten .....	47
6.8	Leckageprüfung an leeren Behältern .....	48
6.8.1	Überdruckverfahren .....	48
6.8.1.1	Abdrücken unter Wasser .....	49
6.8.1.2	Aufbringung von Seifenlösung .....	49
6.8.1.3	Anwendung von Gasmischungen .....	49
6.8.1.4	Anwendung von Ultraschall .....	50
6.9	Auftreten von Leckagen im Fluge .....	50
6.9.1	Leckagen am Triebwerk .....	50
6.9.2	Kraftstofftransfer zwischen Behältern .....	50
<b>7</b>	<b>Enttanken der Kraftstoffbehälter .....</b>	<b>51</b>
7.1	Saugenttanken .....	51
7.2	Druckenttanken .....	51
7.3	Umpumpen .....	51
7.4	Kraftstoff - Ablassventile .....	51
7.5	Kraftstoff - Schnellablassanlage .....	52
7.6	Belüftung der Kraftstoffbehälter .....	52
7.6.1	Zoneneinteilung .....	53
7.6.1.1	Zone 0 .....	53
7.6.1.2	Zone 1 .....	53
7.6.1.3	Zone 2 .....	53
7.6.2	Gefährdete Bereiche .....	54
7.6.3	Messung der Gaskonzentration .....	54
<b>8</b>	<b>Begehen der Kraftstoffbehälter .....</b>	<b>55</b>
8.1	Kraftstoffdampf - Luftgemische .....	55
8.1.1	Flammpunkt des Kerosins .....	55

## Inhaltsverzeichnis

8.1.2	Zündtemperatur des Kerosins.....	55
8.2	Anforderungen zur Behälterbegehung.....	55
8.3	Behälterkategorien.....	56
8.4	Vorschriften und Regelwerke.....	59
8.4.1	Brand- und Explosionsschutz.....	59
8.4.2	Personenschutz.....	59
8.4.3	Personenrettung.....	59
8.5	Umgang mit Kraftstoffzusätzen.....	59
8.5.1	Strontiumchromat.....	60
8.5.2	Biobor JF.....	60
8.5.3	Kathon FP 1.5.....	61
8.6	Freigabe zur Begehung.....	61
8.6.1	Verfassung des Begehungspersonals.....	63
8.7	Persönliche Schutzausrüstung.....	63
8.7.1	Schutzkleidung.....	63
8.7.2	Atemschutz.....	64
8.7.3	Sicherheitswerkzeuge.....	64
8.8	Sicherheitsmaßnahmen.....	65
8.8.1	Beobachtungsposten.....	65
8.8.2	Gefährdeter Bereich.....	65
8.9	Rettungsmaßnahmen.....	65
8.9.1	Rettung aus Kategorie 4.....	65
<b>9</b>	<b>Feststellung von Eintrittsstellen.....</b>	<b>69</b>
9.1	Sichtkontrolle auf Beschädigungen.....	69
9.2	Seifenblasenmethode.....	69
9.2.1	Leckageaustrittsstelle anblasen.....	70
9.2.2	Leckageeintrittsbereich anblasen.....	70
9.3	Behälter mit Druckluft.....	70
9.3.1	Behälter mit Eindringflüssigkeit.....	71
9.4	Unterdruck und Eindringflüssigkeit.....	73
9.4.1	Unterdruckwerte.....	73
9.4.2	Unterdruck und Eindringmittelspray.....	73
9.5	Verfahren mit Unter- und Überdruck.....	75
9.5.1	Unter- und Überdruckwerte.....	75
9.5.2	Anwendung des Verfahrens.....	75
9.5.2.1	Unterdruck und flexibler Behälter.....	77
9.6	Unterdruckverfahren mit Begehung.....	77
9.6.1	Leckageerkennung im Unterdruck.....	78
9.7	Leckage am Verbindungselement.....	78
9.7.1	Anwendung von Klebefittings.....	78
9.7.2	Anwendung von Hohlbolzen.....	79
9.7.2.1	Hohlbolzen mit Druckluft.....	79
9.7.2.2	Hohlbolzen mit Eindringmittel.....	79
9.8	Leckagesuche mit Gasen.....	80
9.8.1	Helium als Prüfgas.....	80
9.8.1.1	Leckagesuche mit Helium.....	80
9.8.1.2	Wasserstoff als Prüfgas.....	81
9.8.2.2	Leckagesuche mit Wasserstoff.....	82
9.9	Analyse der Leckage.....	83
9.9.1	Befundaufnahme der Leckage.....	83
<b>10</b>	<b>Behebung von Leckagen.....</b>	<b>85</b>
10.1	Endgültige Behebung von Leckagen.....	85
10.2	Entfernung beschädigter Dichtmittel.....	85
10.2.1	Kratzen mit Kunststoffwerkzeugen.....	85
10.2.1.1	Vibrationswerkzeug.....	86

10.2.2	Entfernung mit chemischen Mitteln.....	87
10.2.3	Hochdruckstrahlen mit Wasser.....	87
10.2.4	Entfernung durch Kunststoffbürsten.....	88
10.2.5	Weitere Oberflächenvorbereitung.....	88
10.3	Voranstriche und Dichtmittel.....	89
10.3.1	Allgemeines über Voranstriche.....	90
10.3.2	Allgemeines über Dichtmittel.....	90
10.3.2.1	Handhabung der Dichtmittel.....	92
10.3.3	Einfluss der Umgebungstemperatur.....	96
10.3.4	Einfluss der Umgebungsluftfeuchte.....	96
10.4	Anwendung der Dichtmittel.....	96
10.5	Aushärten der Dichtmittel.....	101
10.5.1	Anwendung von Warmluft.....	103
10.5.2	Vermehrte Härterzugabe.....	103
10.5.3	Katalytische Geräte.....	103
10.6	Blockierung des Leckageweges.....	107
10.6.1	Blockierung von der Außenseite.....	107
10.6.2	Blockierung von der Innenseite.....	108
10.6.3	Großflächige Dichtmittelaufbringung.....	109
10.6.4	Pinsel und Rollenanwendung.....	109
10.6.5	Aufspritzen der Dichtmittel.....	109
10.7	Vorläufige Behebung von Leckagen.....	109
10.7.1	Abdichten der Leckageaustrittsstelle.....	110
10.7.1.1	Oylite - Stik Dichtmittelstifte.....	110
10.7.1.2	Epoxy Tabs Type "O".....	111
10.7.1.3	Anwendung des Druckwerkzeuges.....	111
10.7.1.4	Abdichtwerkzeug mit Schraube.....	112
10.7.1.5	Abdichtwerkzeug mit Saugheber.....	114
10.7.1.6	Click Patches.....	115
10.7.1.7	Aluminiumfolie mit Dichtmittel.....	116
10.7.2	Abdichten von Beplankungsstößen.....	116
10.7.3	Abdichten von Überlappungen.....	117
10.8	Kurzhinweise zur Leckagereparatur.....	117
<b>11</b>	<b>Schließen der Kraftstoffbehälter.....</b>	<b>119</b>
11.1	Kontrolle auf Fremdkörper.....	119
11.2	Kontrolle der Reparaturstelle.....	119
11.3	Komplettieren der Begehungsbereiche.....	120
11.4	Anwendung von Zweitkontrollen.....	120
11.5	Einbau der Zugangsdeckel.....	120
<b>12</b>	<b>Dichtkontrolle am Behälter.....</b>	<b>121</b>
12.1	Trockene Dichtkontrolle mit Prüfgas.....	121
12.2	Nasse Dichtkontrolle mit Kerosin.....	122
12.2.1	Wartezeit bis zum Betanken.....	122
12.2.2	Wartezeit nach dem Betanken.....	122
<b>13</b>	<b>Dokumentation und Freigabe.....</b>	<b>123</b>
13.1	Erfassung von Beanstandungen.....	123
13.2	Bescheinigung von Arbeitsunterlagen.....	123
13.3	Freigabe des Flugzeuges.....	123
<b>14</b>	<b>Überführung mit Leckagen.....</b>	<b>124</b>
14.1	Ablauf bei Überführungsflügen.....	124
14.1.1	Eingruppierung und Maßnahme.....	124
14.1.2	Reduzierung der Kraftstoffmenge.....	124

## Inhaltsverzeichnis

---

14.1.3	Blindsetzen betroffener Bereiche.....	124
<b>15</b>	<b>Abläufe zur Leckagereparatur.....</b>	<b>125</b>
15.1	Planung des Reparaturablaufes .....	125
15.2	Statistik zur Leckagereparatur .....	129
15.3	Sammelkarte.....	129
<b>16</b>	<b>Fuel Tank Safety SFAR 88.....</b>	<b>131</b>
16.1	Einführung der SFAR 88.....	131
16.1.1	Forderungen der Behörden.....	132
16.2	Auslösefaktoren für eine Explosion.....	132
16.3	Kontrollen und Änderungen .....	133
16.3.1	Vorgaben an das Luftfahrtpersonal.....	133
16.4	Fuel Airworthiness Limitations .....	134
16.4.1	ALI's .....	134
16.4.2	CDCCL's .....	134
16.4.2.1	Beispiel für eine CDCCL.....	134
16.5	Vermeidung von Explosionsgefahren .....	136
16.5.1	Stickstoffeinblasung.....	136
16.5.2	Sicherheit im Umgang mit Stickstoff .....	138
<b>17</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>139</b>
17.1	Definition technischer Ausdrücke.....	139
17.2	Fachtermini Englisch - Deutsch.....	142
17.2.1	Kraftstoffe und Kraftstoffanlagen.....	142
17.2.2	Werkzeuge und Geräte.....	146
17.2.3	Dichtmittel und Hilfsmaterial .....	148
17.2.4	Sicherheit und Gesundheitsvorsorge .....	149
17.3	Technische Abkürzungen.....	151
17.4	Umrechnung der Maßsysteme.....	157
17.5	Vorsätze und Vorsatzzeichen .....	159
17.5.1	Große und kleine Zahlenwerte.....	159
17.6	Literaturverzeichnis.....	160
17.7	Sachwortverzeichnis.....	161