

Gütwerte russischer Hölzer aus Beuteflugzeugen

Von Dipl.-Ing. J. THEINER

Bericht des Zentralprüflaboratoriums bei der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, Berlin-Adlershof

Der russische Flugzeugbau bevorzugt seit jeher für eine große Anzahl von Baumustern den Gemischbau. Neben einzelnen ganz aus Stahl oder Leichtmetall hergestellten Bauteilen der Zelle finden wir Stoffbespannung bzw. Sperrholzbekleidung auf Metall- und Holzgerippe vor. Vereinzelt werden Flugzeugmuster auch in Ganzholzbauweise hergestellt. Die im Vergleich zum Flugzeugbau anderer Länder stärkere Verwendung von Holz als Baustoff ist in erster Linie wohl auf den Holzreichtum Rußlands zurückzuführen. Aber auch fertigungstechnische Gründe dürften bei der Wahl der Gemisch- und Ganzholzbauweise von wesentlicher Bedeutung gewesen sein. Bemerkenswert ist, daß die Russen Holz in ihren Flugzeugen unabhängig von deren taktischem Einsatz verwenden.

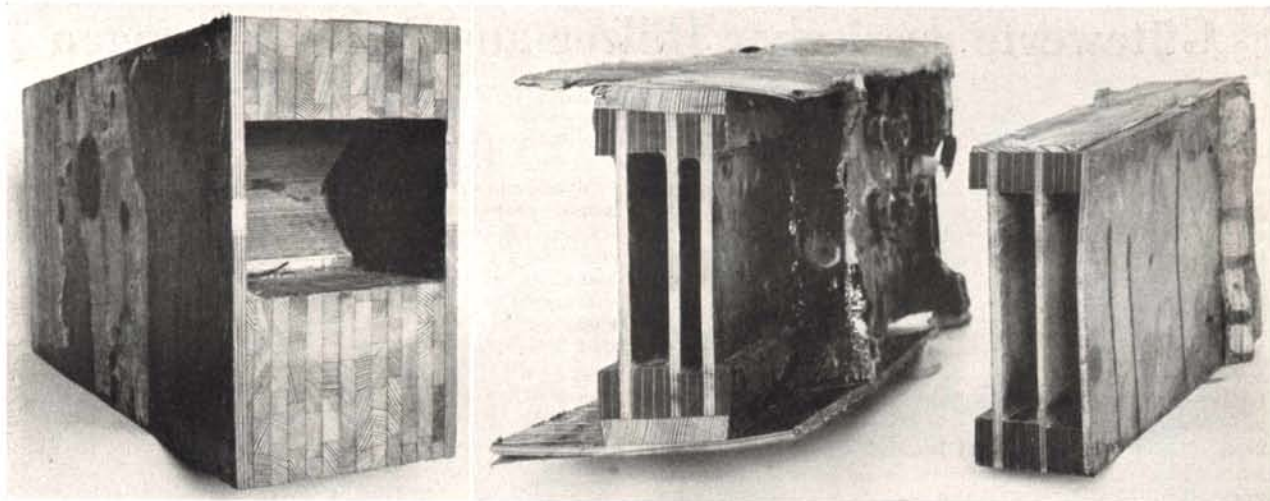
Im nachfolgenden sollen auf Grund von Untersuchungen, die an russischen Beuteflugzeugen der Baumuster JAK-1, LAGG-3 und MIG-3 durchgeführt wurden, Gütwerte russischer Hölzer mitgeteilt werden. Bei den untersuchten Flug-

zeugen handelt es sich um neuere einsitzige Jagdflugzeuge mit einer Fluggeschwindigkeit von $V_{Reise} = 450$ km/h und $V_{max} \leq 600$ km/h. Das Muster LAGG-3 wird in Ganzholz-, die beiden anderen Muster in Gemischbauweise hergestellt. Die Flächenbelastung der JAK-1 beträgt 150 bis 160 kg/m², die der beiden anderen Jäger etwa 180 bis 190 kg/m². Untersucht wurde bei allen 3 Baumustern das Holz der Tragflächen und beim Muster MIG-3 auch das Holz der Rumpfbekleidung. Als Werkstoff für Sperrhölzer und die Preßschicht-hölzer der Flügelholme von LAGG-3 und MIG-3 wurde Birke verwendet, im übrigen Kiefer (Rippen, Stringer). Die Holmgurte der JAK-1 sind aus zahlreichen Kiefernstablamellen verleimt. Fertigungstechnisch ist bemerkenswert, daß der Rumpf nach dem „Wickel“-Verfahren als Schale gebaut wird. Auf einem Formklotz wird je eine seitliche Halbschale durch kreuzweises Verleimen von Birkenfurnieren (etwa 0,5 mm Dicke und 180 bis 200 mm Breite) hergestellt. Die Stärke der Bekleidung ändert sich mit der Zahl der übereinandergeleimten Furnierschichten.

Zahlentafel 1. Gütwerte russischer Birken-Sperrhölzer

Sperrholz der Flugzeugbaumuster		Flügelbekleidung (Mittelteil)			Rumpfbekleidung LAGG-3	Holmstege			
		JAK-1	LAGG-3	MIG-3		JAK-1	LAGG-3	MIG-3	
Aufbau		dreifach	dreifach	fünffach	vierfach	siebenfach ¹⁾ (fünffach)	1:1, 5:1:1, 5:1	1:1, 2:1:1, 2:1 ¹⁾ (1:1:1)	
Dicke mm		3,5—3,7	2,8—2,9	2,4—2,6	2,4—2,5	8,0—8,4 (6,4—6,6)	3,7—4,0	3,9—4,0 (2,7—2,8)	
Raumgewicht g/cm ³		0,68	0,68	0,72	0,93	0,74 (—)	0,73	0,78 (0,77)	
Feuchtigkeitsgehalt %		8,7	8,1	7,1	7,5	8,2 (8,2)	8,3	7,5 (7,8)	
Zugfestigkeit kg/cm ²	längs	Grenzen	539—822	772—1040	678—780	319—833 ²⁾	700—832 (840—990)	622—730	880—913 (657—792)
		Mittel	698	912	703	604 ²⁾	779 (937)	705	899 (719)
	quer	Grenzen	568—706	717—910	543—713	—	690—947 —	850—902	845—911 (557—580)
		Mittel	646	801	631	—	804 —	870	882 (571)
	diagonal	Grenzen	—	—	—	—	—	—	—
		Mittel	—	—	—	—	—	—	—
E-Modul x 10 ³ kg/cm ²	längs	Grenzen	106—117	106—108	81—90	110—140 ²⁾	100—109 (89—108)	100—110	117—127 (105—115)
		Mittel	112	107	85	126 ²⁾	106 (100)	106	122 (108)
	quer	Grenzen	67—76	72—78	53—66	—	90—100 —	104	108—117 (72—75)
		Mittel	70	75	58	—	96 —	104	114 (73)
	diagonal	Grenzen	—	—	—	—	—	29—31	— (28—29)
		Mittel	—	—	—	—	—	30	— (28)
Leimfestigkeit naß kg/cm ²	Grenzen	15,9—23,6	30—36	24,8—30,6	9,3—10,7	— 14,6—35,9	35,5—45,4	— 15,5—25,8	
	Mittel	20,6	35	30,4	9,9	— 30,2	38,8	— (19,6)	

¹⁾ Holmstege aus zwei verschiedenen Sperrhölzern. ²⁾ längs bzw. quer.



Holmgurte (ganz links) aus dem Muster JAK-1 (Gurte: Kiefernstablammeln, Stege: Birkensterrholz), aus den Mustern LAGG-3 (Mitte) und MIG-3 (rechts) (Gurte: Birkenpreßschichtholz, Stege: Birkensterrholz, Füllholz: Kiefernvollholz)

Die in den Zahlentafeln 1 und 2 angeführten Versuchsergebnisse wurden an Proben ermittelt, die längere Zeit ungeschützt den Witterungseinflüssen ausgesetzten Bruchstücken entnommen waren. Es ist deshalb anzunehmen, daß

besonders niedrig liegende Einzelwerte bei den Sperrhölzern der Beplankung nicht allein auf die unterschiedliche Holzbeschaffenheit zurückzuführen, sondern zum Teil als Folge des Einflusses der Witterung zu erklären sind. Betrachtet man die in den Zahlentafeln angeführten Versuchsergebnisse, so kann folgendes festgestellt werden:

Zahlentafel 2. Gütewerte russischer Voll- und Preßschichthölzer

Flugzeugmuster		JAK-1	LAGG-3	MIG-3
Holzart		lamelliertes Kiefernholz	Preß-Schichtholz (Birke)	Preß-Schichtholz (Birke)
Aufbau		Schichtdicke 13 mm	Furnierdicke 0,3 mm im verg. Zustand; 12 Lagen längs, 1 Lage quer	Furnierdicke 0,2 mm im verg. Zustand; 11 Lagen längs, 1 Lage quer
Raumgewicht g/cm ³		0,53	1,34	1,33
Feuchtigkeitsgehalt %		10,5	—	—
Zugversuch	Zugfestigkeit kg/cm ²	Grenzen 544—977 Mittel 738	2340—2720 2574	2020—2145 2090
	E-Modul x 10 ³ kg/cm ²	Grenzen 113—176 Mittel 143	320—337 326	289—305 296
Druckfestigkeit kg/cm ²		Grenzen A 482—492 488 B 97,5—98,4 98,0 C 161—165 163	a 1340—1435 1377 b 2070—2140 2100 c 1212—1410 1291	a 1207—1300 1244 b 1565—1625 1598 c 1015—1057 1033
Biegeversuch	Biegefestigkeit kg/cm ²	Grenzen B 960—1045 1007 C 820—1080 992	a 2675—3180 2928 c 2575—2660 2612	a 2590—3090 2840 c 2630—2755 2693
	E-Modul x 10 ³ kg/cm ²	Grenzen B 137—141 139 C 99—142 125	a 282—310 297 c 294—307 300	a 287—289 288 c 270—300 285
Kunstharzleim		zwischen Bauteilen im Preß-Schichtholz	Harnstoff-Formaldehyd Phenol-Formaldehyd Phenol-Formaldehyd	Harnstoff-Formaldehyd

A parallel zur Faser,
B radial zur Faser,
C tangential zur Faser.

a senkrecht zur Schicht,
b parallel zur Schicht in Richtung der Längsfaser,
c parallel zur Schicht senkrecht zur Längsfaser.

Die Sperrhölzer der Flügelbeplankung der beiden Muster JAK-1 und MIG-3 weisen Festigkeitswerte auf, die den nach den Bauvorschriften für Flugzeuge (Deckblatt 1—7, Ausgabe November 1935) vorgeschriebenen Sollwerten größtenteils entsprechen, jedoch gegenüber den Mittelwerten deutscher Hölzer nicht als besonders gut zu bezeichnen sind. Beim Muster LAGG-3 liegen die entsprechenden Gütewerte weit höher. Diese hohen Festigkeitswerte sind zum größten Teil auf die Verwendung eines auf Phenol-Formaldehyd-Basis aufgebauten Leimes zurückzuführen. Sehr gute Festigkeitsergebnisse weist auch das Sperrholz der Holzstege bei allen drei untersuchten Mustern auf.

An Schichthölzern wurde ein lamelliertes Kiefernholz mit 13 mm Schichtdicke untersucht, dessen Festigkeitswerte als gut zu bezeichnen sind. Verglichen mit den entsprechenden deutschen Werten, sind sie jedoch nicht besonders hervorzuheben. Das nach russischen Angaben als Deltaholz bezeichnete Birkenpreßschichtholz, das bei den Mustern LAGG-3 und MIG-3 für die Gurte verwendet wurde, besitzt eine beachtenswerte gute Festigkeit. Es zeigt sich auch hier, daß das mit Phenol-Formaldehyd-Kunstharzlack geleimte Preßschichtholz des Musters LAGG-3 zum Teil erheblich höhere Festigkeitswerte gegenüber dem beim Muster MIG-3 verwendeten Holz besitzt. Hervorzuheben sind die hohen Werte für Zugfestigkeit bei gleichzeitig hoher Druckfestigkeit.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Festigkeitswerte der untersuchten Sperrhölzer und des lamellierten Kiefernholzes zwar gut sind, aber nicht über den in Deutschland bekannten Durchschnittswerten liegen. Auffallend hohe Festigkeitswerte zeigt das Birkenpreßschichtholz beim Muster LAGG-3.