

Holmberechnung für Sandwich- oder Schalenbautragflächen
Europhia2 F3B-Modell als Beispiel

(C) Christian Baron 08.2010

Das Kopieren und die Weitergabe dieses Programms für nicht kommerzielle Zwecke ist unter Nennung der Quelle erlaubt.

Eingabefelder sind rot
Ergebnisfelder sind grün
Ergebnisfeld in blau ist als Diagramm

Zuerst werden die Anzahl der Trapeze einer Tragflächenhälfte eingegeben. Es wird die Flächentiefe an der Wurzel und an den Trapezeabschnitten benötigt (t) und die Längen der Abschnitte(). Die zur Anwendung kommenden Profile sind für die Berechnung nicht von Bedeutung, wohl aber die Profildicken. Daher wird die Profildicke zu jeder Flächentiefe in % benötigt. Bitte diese Werte in die Tabelle eingeben, im Beispiel wird eine Fläche mit fünf Trapezen gezeichnet. Hat die zu berechnende Fläche nur zwei oder drei Trapeze, werden die weiteren Felder nicht ausgefüllt (gleich Null setzen).

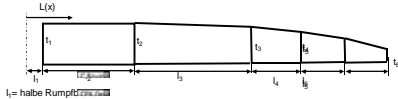


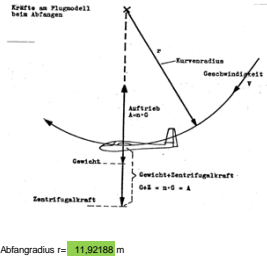
Tabelle zur Eingabe der Flächengeometrie:

t in mm	l in mm	Profildicke in %
t ₁ = 225,0	l ₁ = 90,0	13,1
t ₂ = 190,0	l ₂ = 100,0	10,4
t ₃ = 90,0	l ₃ = 500,0	9,15
t ₄ =		
t ₅ =		

Der Auftrieb den die Tragfläche produziert, muß von der Konstruktion aufgenommen werden. Dies führt zu einer Biege-, Torsions- und Querkraftbeanspruchung. Der Auftrieb der Tragfläche berechnet sich mit den in den roten Feldern eingegebenen Werten für den maximale Auftriebsbeiwert c_a und die maximal zu erwartende Fluggeschwindigkeit (V) in m/s². Als Standardwerte können hier c_a=1,0 und V=40 eingegeben werden.

A= Auftrieb in [N]
maximaler Auftriebsbeiwert c_a
maximale Fluggeschwindigkeit V
Flügelfläche
Damit erhält man diesen Auftrieb:
Das Gesamtgewicht des Modells:
Das Lastviefache n errechnet sich damit zu:
Mit diesem Auftrieb errechnet sich folgendes maximale Biegemoment in Rumpfmittle:

c_a = 1
V = 54 m/s
F = 0,667 m²
A = 1166,983 N
G = 45 N
n = 25,9



Die Spannweite der Tragfläche (b) ist:
Dies ist das maximale Biegemoment:

b = 3920 mm
M_{b(max)} = 571821,8 Nmm

Ablenkwinkel alpha = 11,92188 m

Für die Berechnung der örtlichen Beanspruchung, z.B. an einer beliebigen Stelle der Tragfläche, ist ausgehend von diesem bisher berechnetem M_{b(max)} das M_b an jeder Stelle der Tragfläche folgendermaßen zu berechnen:

M_{b(x)} = q * x² / 2
mit dem maximalen Biegemoment (M_{b(max)}) erhält man durch Umstellen der Gleichung die örtliche Beanspruchung

q = M_{b(max)} * 2 / (b/2)² q = 0,29777 N/mm

Der nächste Punkt ist die Querkraftbeanspruchung des Flächenholms.
Q(x_{max}) = q * x * b/2 Q(x_{max}) = 583,5 N

Q(x) = q * x * X

An dieser Stelle kann der Roving oder das UD-Gelege für den Holmgurt gewählt werden:

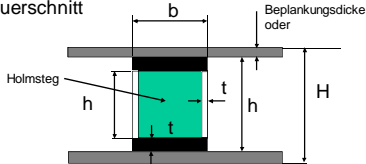
Hier bitte das Material für die Stegbeschichtung wählen:

Hier bitte das Material für den Holmsteg wählen:

Hier bitte die Dicke der Beplankung oder der Schalendicke eingeben falls die Holmgurte darunter liegen und nicht bis zur größten Profildicke gesetzt werden können:
Beplankungsdicke: 0,8 mm

Hier sind die Werte zu sehen die bei der gegenwärtigen Rechnung verwendet werden:		
Sigma (zul.)	Querschnitt des Rovings	Flächengewicht bei UD-Gelegen
800 [N/mm ²]	1,5	0
Tau(zul)		
90 [N/mm ²]		
Tau(zul) Kernmaterial		
1,3 [N/mm ²]		

Holmquerschnitt



Eingabe der Stellen (L(x)) in Spannweitenrichtung an der Tragflächenhälfte, an der die Werte ermittelt werden sollen. Es sollen zudem für die Breite des Holms an den jeweiligen Stellen vorläufige Werte eingegeben werden. Die Breite (b) kann dann anschließend sofort verändert werden um Werte zu erhalten, die durch den Materialeinsatz leichter zu realisieren sind.

Erklärungen der Tabellenwerte:	Abstand von der Rumpfmittle	Holmbreite an dieser Stelle	Biegemoment an der Stelle die L(x) angibt	Querkraft an der Stelle die L(x) angibt	Profilhöhe (siehe Skizze) an der Stelle die L(x) angibt	Profildicke (siehe Skizze) an der Stelle die L(x) angibt	Das erforderliche Widerstandsmoment	Die sich ergebende Querschnittsfläche die durch die Querkraft beansprucht wird	Höhe des Steges zwischen den Holmgurten (siehe Skizze)	Höhe eines Holmgurtes (siehe Skizze)	Anzahl der Rovings an der Stelle die L(x) angibt	Schubkraft	Rechnung für UD-Geleges	Querschnittsfläche eines Holmgurtes	X(mm)	Anzahl Rovings	
																	L(x) in mm
Maximalwert in der Rumpfmittle (L=0)	0	20	571822	583,4916	25,0	23,4	715	6,48	19,8	1,73	24	516	#DW/0	36,77	80	23	0
Wert an der Tragflächen Wurzeltrapez	60	20	537348	565,6296	25,0	23,4	672	6,28	20,1	1,68	22	521	#DW/0	33,24	130	22	50
Ein Zwischenwert (beliebig eingeben)	150	20	487647	538,8366	24,5	22,0	610	5,99	19,0	1,52	20	516	#DW/0	30,48	180	21	100
Wert z.B. am Ende des ersten Tragflächenraupe	1060	0	120268	267,9298	19,8	16,2	151	2,98	16,3	0,92	6	212	#DW/0	9,20	230	20	150
Ein Zwischenwert (beliebig eingeben)	1000	7,5	275292	129,0100	13,7	12,1	34	1,42	11,3	0,40	2	110	#DW/0	3,63	290	19	200
Wert z.B. am Ende des zweiten Trapezes	1960	5	0	0	8,2	6,6	0	0,00	6,6	0,00	0	43	#DW/0	0,00	330	18	250
Ein Zwischenwert (beliebig eingeben)	1900	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	380	17	300
Wert z.B. am Ende des dritten Trapezes	2900	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	430	16	350

Ein Zwischenwert (beliebig einzugeben)													
Wert z.B. am Ende des vierten Trapezes (falls vorhanden)													
Ein Zwischenwert (beliebig einzugeben)													
Wert z.B. am Ende des fünften Trapezes (falls vorhanden)													

Erwartete Durchbiegung der Flächen in mm am Randbogen:
 $d=b \cdot Z \cdot \sigma / (4 \cdot E \cdot h) =$ 1538,178 mm

480	15	400	50
530	14	450	50
580	13	500	50
630	12	550	50
680	11	600	50
730	10	650	50
780	9	700	50
850	8	770	70
920	7	840	70
1060	6	980	140
1110	5	1030	50
1210	4	1130	100
1310	3	1230	100
1410	2	1330	100
1880	1	1800	470