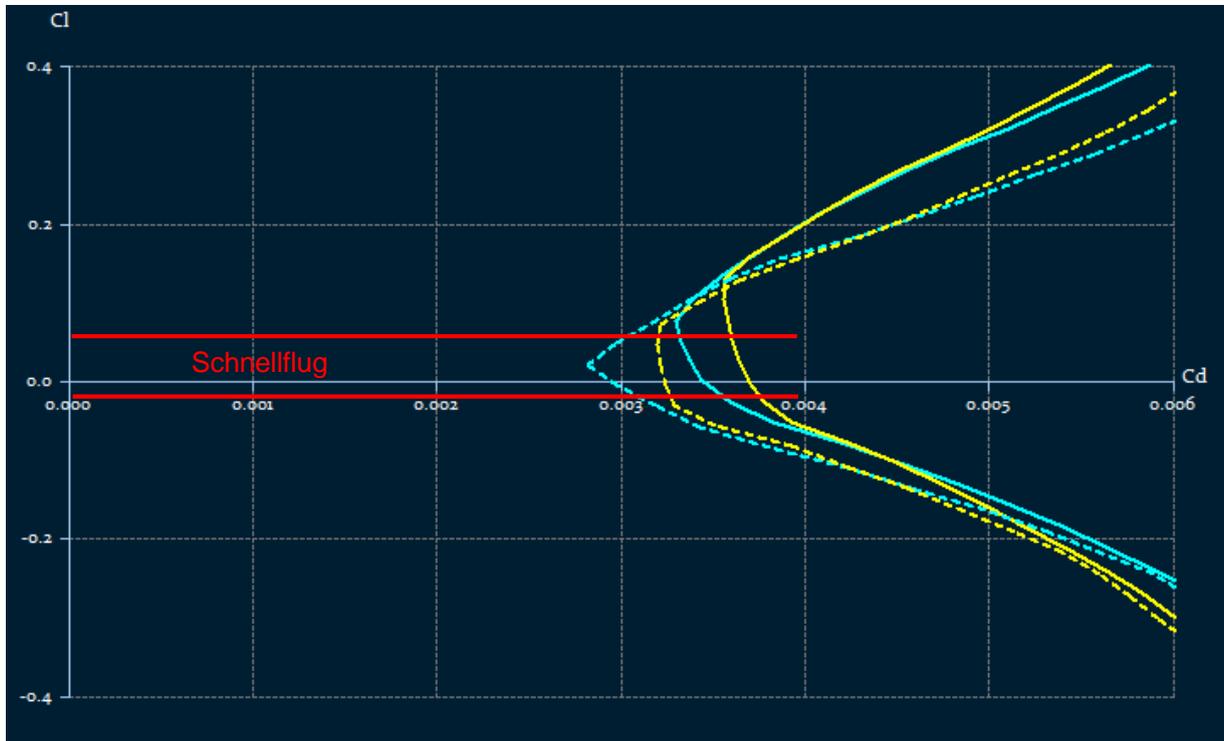


MH 54 auf 6% verdünnt – Vergleich MH 54/8% mit MH 54/6%

Rechnungen mit dem XFLR5 Programm



Das übliche Polardiagramm zeigt den Auftriebsbeiwert (C_l , vertikale Achse) über dem Widerstandsbeiwert (C_d , horizontale Achse). Es sind durchgezogene Kurven für das MH 54 (8% Dicke) und gestrichelte Kurven für ein verdünntes MH 54 (6%) dargestellt.

Gelbe Kurven: Reynoldszahl = 3 Millionen (entspricht $v = 400$ km/h bei 400 mm Profiltiefe)

Türkise Kurven: Reynoldszahl = 4 Millionen (entspricht $v = 500$ km/h bei 400 mm Profiltiefe)

Man sieht, dass die gestrichelte Kurve in der Nähe der waagerechten Achse ($C_l = 0$) links zur durchgezogenen Linie liegt. Das heißt der Widerstandsbeiwert ist dort geringer. In diesem Bereich fliegt man im Schnellflug ($C_l = \pm 0.05$). Im Schnellflug hat das verdünnte Profil einen um etwa 5 % geringeren Profilwiderstand. Der reine Profilwiderstand macht allerdings nur etwa die Hälfte des Gesamtwiderstands des Flugzeugs aus, sodass also noch etwa 2.5% Widerstandsersparnis unter dem Strich herauskommen können.

Leider sind Antriebsleistung und Widerstand mit der Geschwindigkeit hoch 3 verknüpft (für doppelte Geschwindigkeit bräuchte man die $2^3 = 8$ -fache Antriebsleistung):

$$P = \frac{\rho}{2} \cdot v^3 \cdot S \cdot C_D$$

(ρ = Luftdichte, v = Fluggeschwindigkeit, S = Flügelfläche, C_D = Widerstandsbeiwert des gesamten Flugzeugs = Profilwiderstand + Rumpf + Leitwerke + ...)

Deshalb erhält man bei gleicher Antriebsleistung das Verhältnis der Geschwindigkeiten:

$$\frac{v}{v_1} = \frac{C_{L,1} \cdot \frac{1}{\sigma^3}}{C_{D,2} \cdot \frac{1}{\sigma}} = \frac{C_{L,1}}{C_{D,2}} \cdot \frac{1}{\sigma^2} = \frac{1}{1 - D_{Reduktion}} \cdot \frac{1}{\sigma^2}$$

Mit den Zahlen 2,5% für $C_{D,Reduktion}$ bekommt man dann Geschwindigkeitsverhältnisse von 1.0084 und 1.017, d.h. die Geschwindigkeit würde sich um 0.84% bis erhöhen (von 500 km/h auf 504).

Im Diagramm sieht man aber auch, dass der Bereich mit geringem Widerstandsbeiwert in vertikaler Richtung schrumpft, d.h. der Bereich mit geringem Widerstand wird kleiner und schärfer begrenzt. Das ist besonders bei türkisen gestrichelten Kurve zu sehen.

Wenn man dann bei höheren Auftriebsbeiwerten schaut (C_L über 0.1), sieht man, dass dort der Widerstandsbeiwert des dünneren Profils sogar rechts vom dickeren Profil liegt, d.h. der Widerstand ist dort größer. Der vorteilhafte Bereich ist aber noch breit genug um darin zu fliegen.

Im Diagramm nicht sichtbar ist, dass der maximale Auftriebsbeiwert auch etwas zurückgeht, was bedeutet, dass man bei der Landung etwas schneller hereinkommen muss.

Insgesamt wird das Fluggerät dann vermutlich etwas unschöner zu fliegen sein.

Tiefe 0.4 m
 400 mm

v [km/h]	v [m/s]	Re [Mio]
250	69.4	1.9
400	111.1	3.1
450	125.0	3.5
500	138.9	3.9
550	152.8	4.3