

Från bambu till kevlar

En populärteknisk exposé

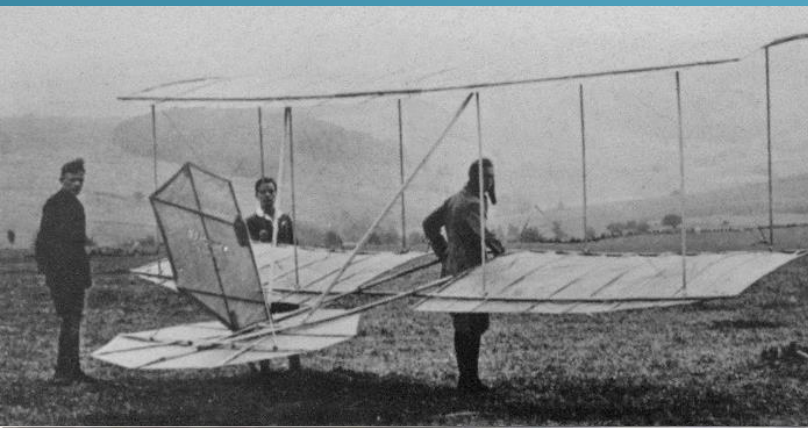


Jens T

Robert Danewid

SEGELFLYGET


Oskar Ursinus „Rhönvater“ (1877 – 1952)



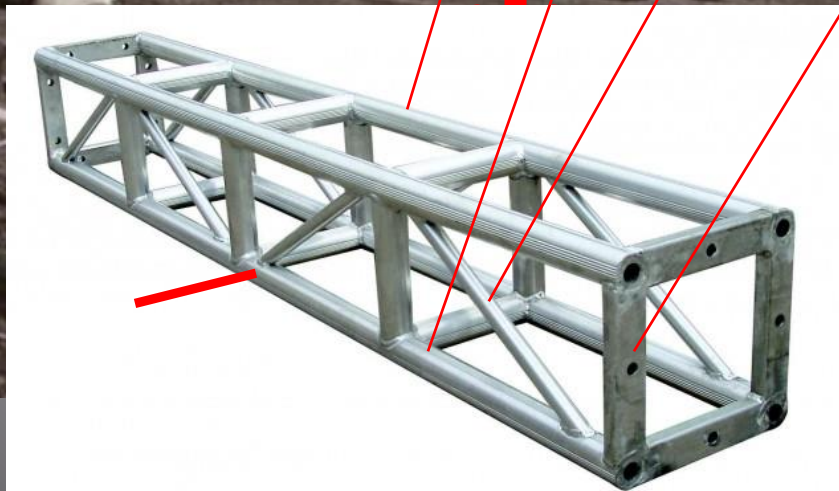
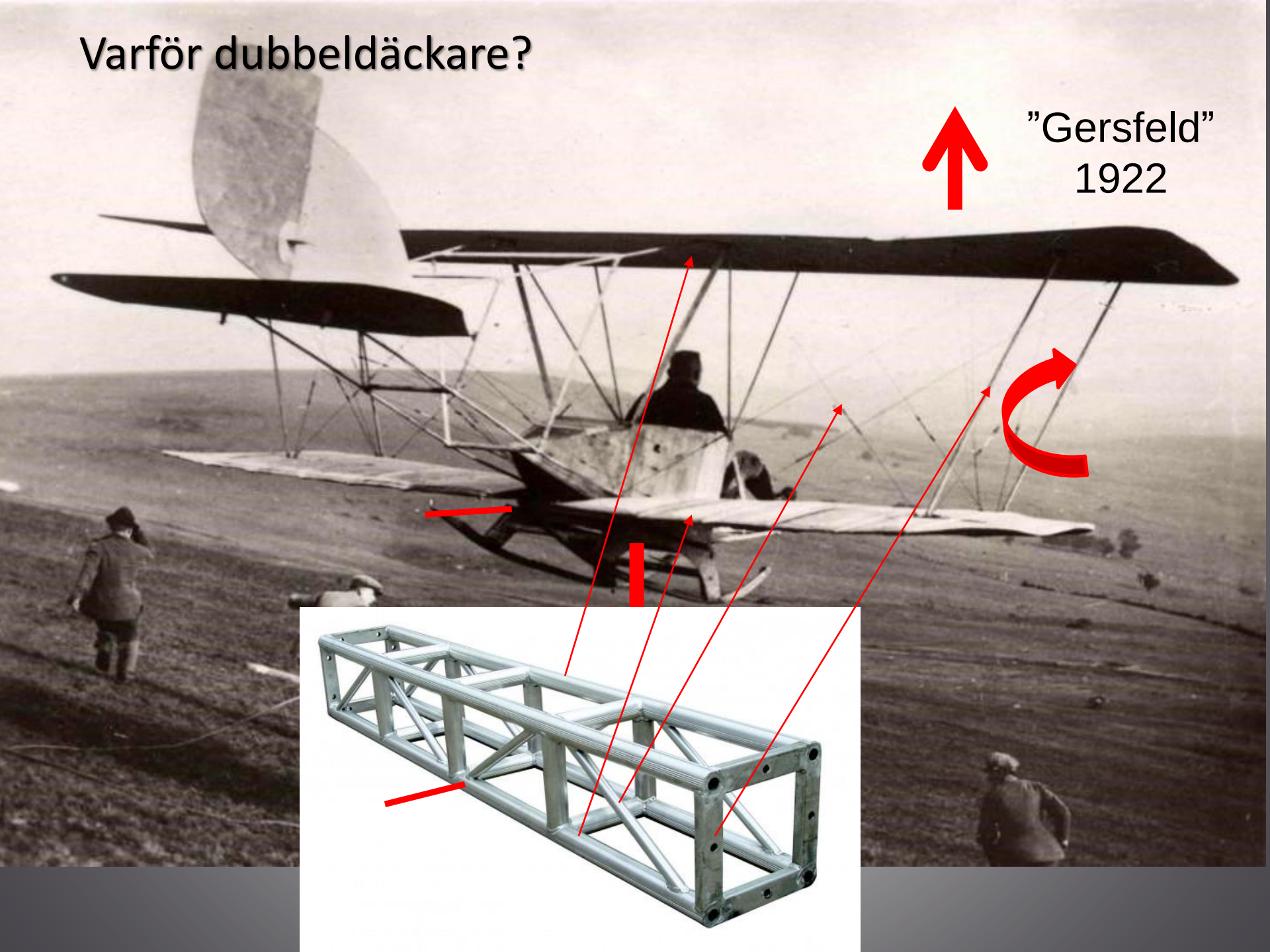
Vår tideräkning börjar
i augusti 1920

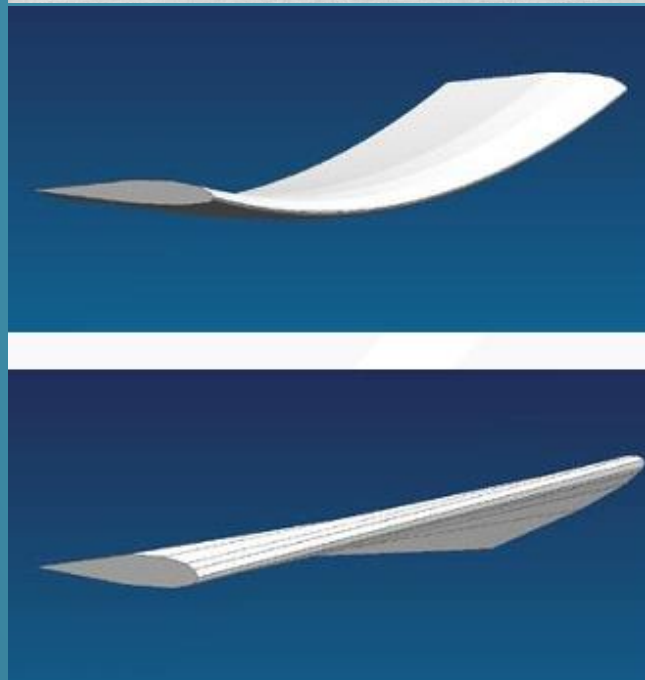
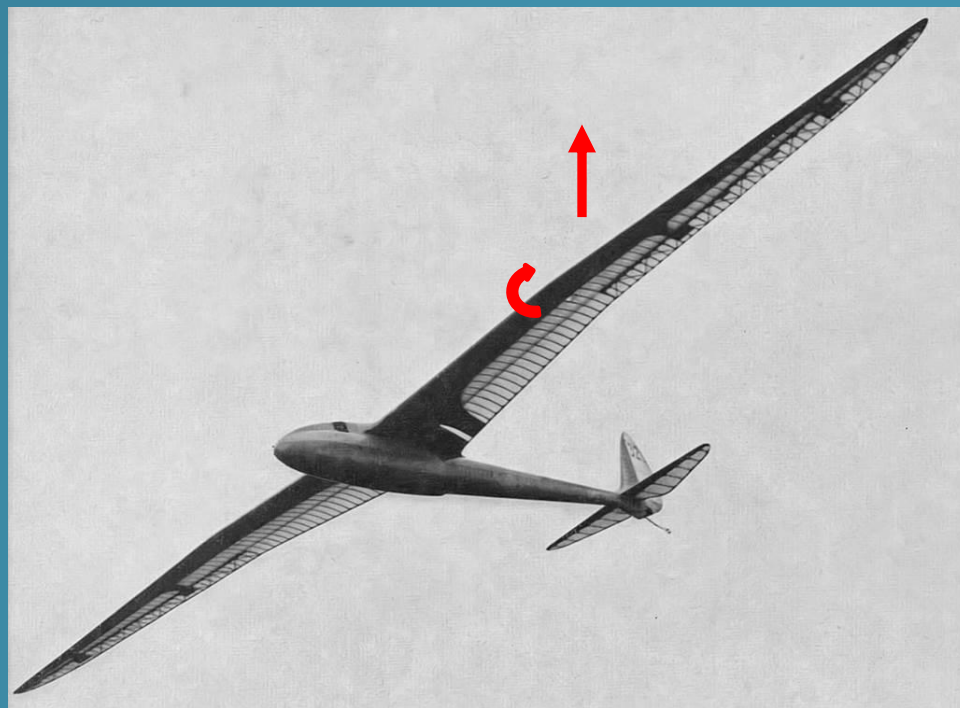
Rhöntävlingen 1920-1939

Varför dubbeldäckare?



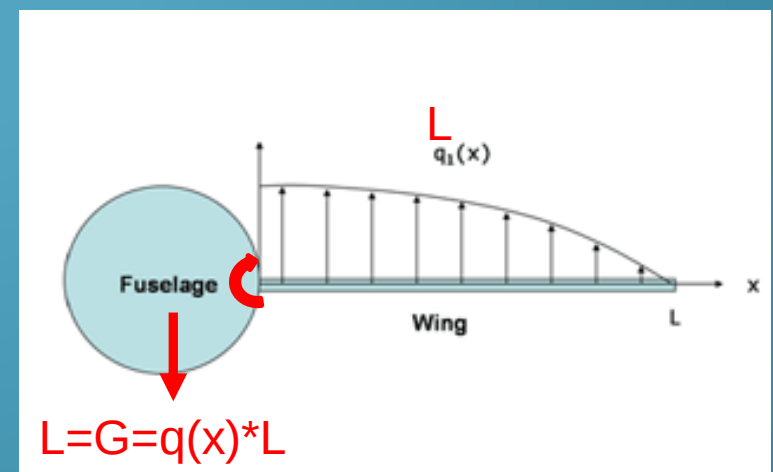
"Gersfeld"
1922

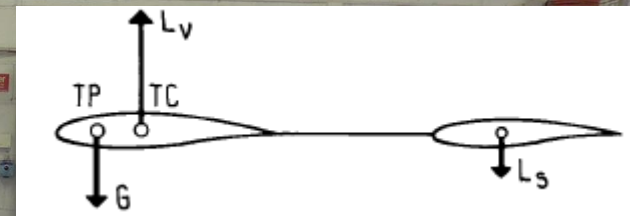
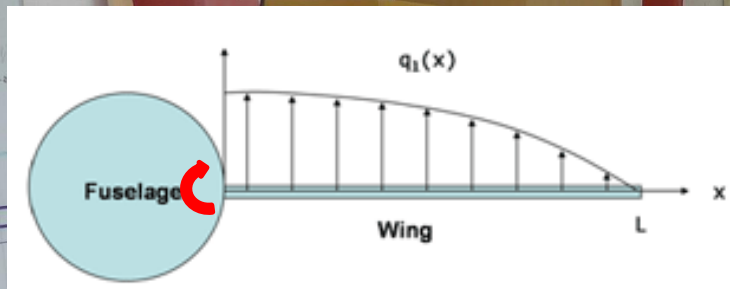




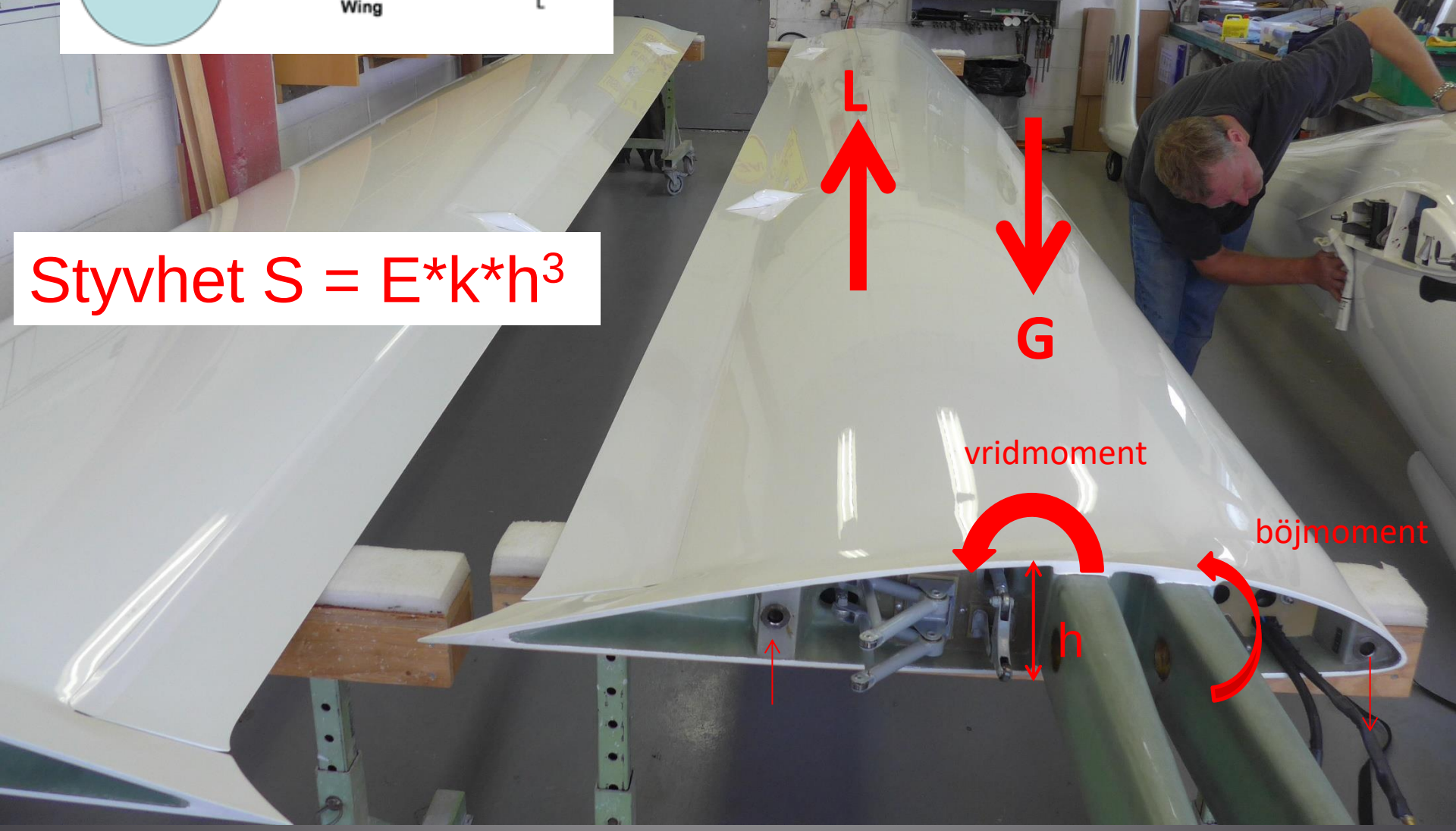
böjmoment

vridmoment

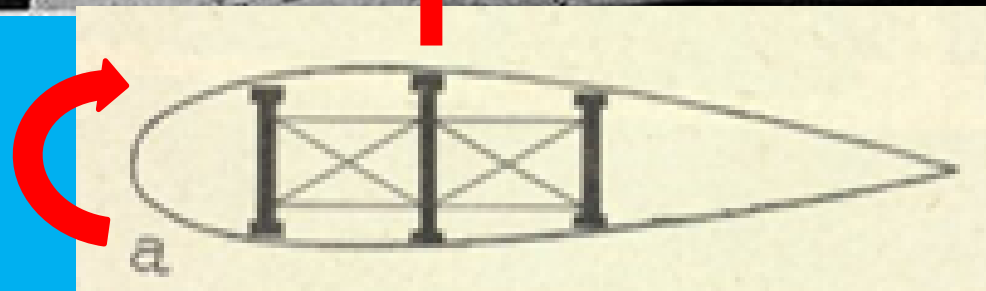
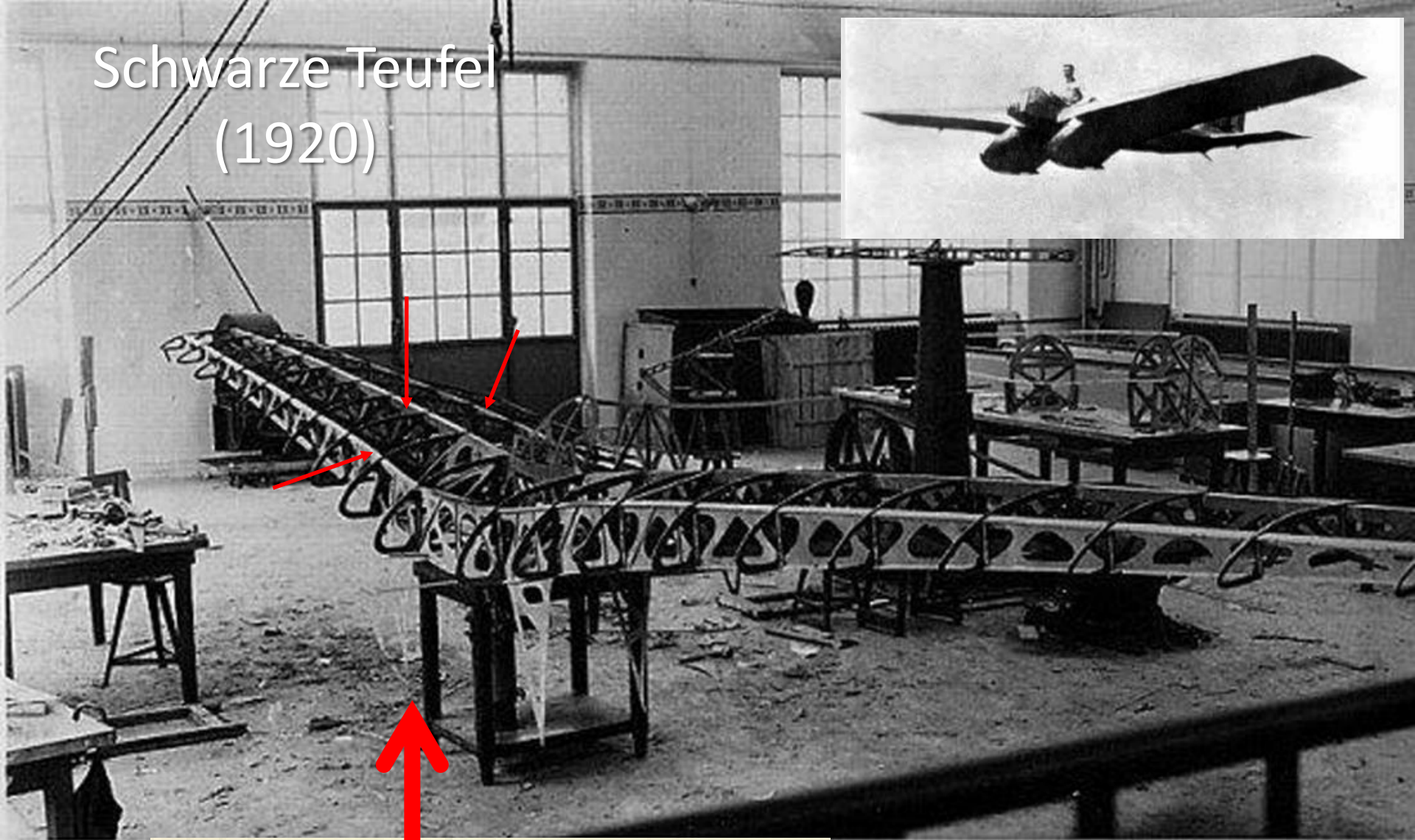




Styvhet $S = E \cdot k \cdot h^3$



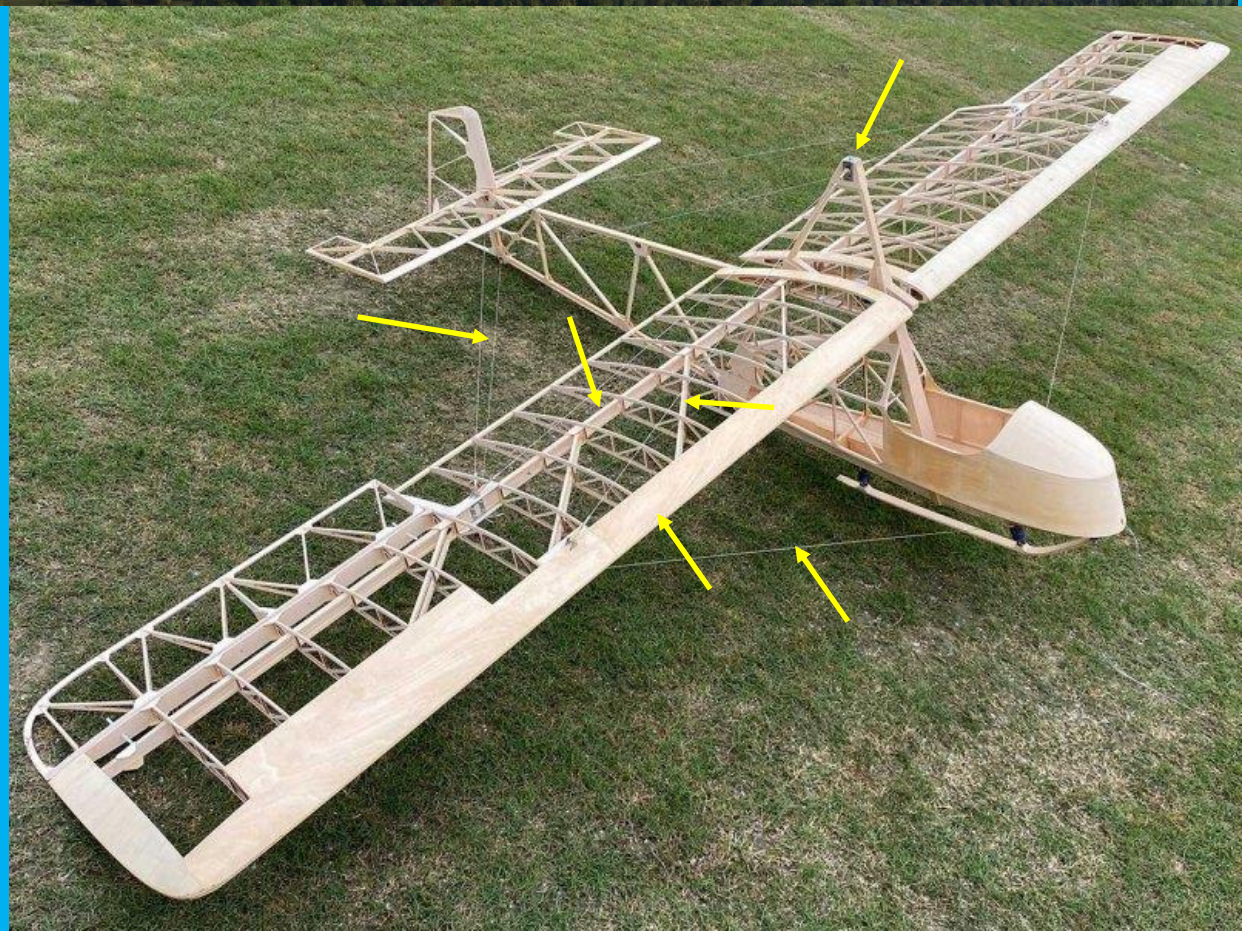
Schwarze Teufel (1920)



Plywood
Virke
Duk



SG 38
(1938)



„Akaflieg“ Hannover Vampyr (1921)

Alla segelflygplans stamfader



Martens

Hentzen



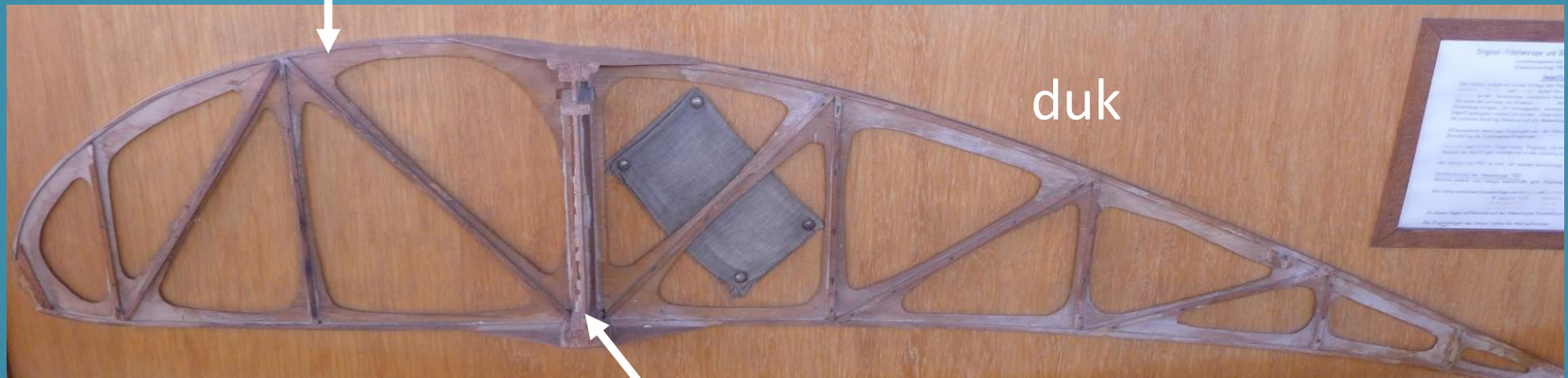
Första timmen aug 1922



Georg
Madelung
1919



tensionsnäsa
plywood



duk

vingbalk

Einholmflügel

DEN ENBALKIGA VINGEN

av Håge

Den enbalkiga vingen, patenterad av professor Willy Messerschmitt, en av Tysklands och världens främsta flygplankonstruktörer, mötte segt motstånd att börja med — nu är den så gott som allmänradande på de moderna både civila och militära flygplan-konstruktionerna.

Som namnet säger, har den enbalkiga vingen endast en balk, som går från den ena vingspetsen till den andra, rakt genom kroppen. I flygplanets historia — i det "avsnitt" som rör år 1921 — finner man för första gången en enbalkig vinge. Det var den bekante segelflygaren och konstruktören Madelung som använde den på sitt segelflygplan "Vampyr" — ett plan som testades med gott resultat på Wasserkuppe. Segelflygare och konstruktör var även Messerschmitt! Varför han också snart hade tagit upp idén med den enbalkiga vingen och från segelflyget överfört den till sina sportflygplan, som snart började komma till, det ena efter det andra och i en aldrig sinande ström.

ke på att den enbalkiga vingen hos ett motorflygplan utsättes för vida större krafter än hos ett segelflygplan och med sikte på de fördelar, som metallbygget då började visa.

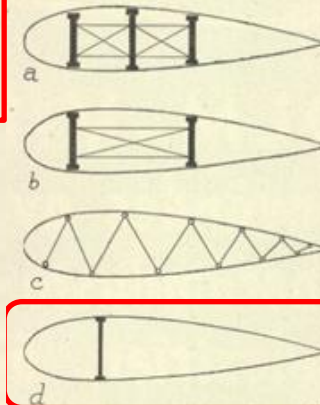
Den enbalkiga skalvinge, som numera finns på alla messerschmittkonstruktioner är helt i metall och utgör, bildligt talat, en låda genom vilken den torsionsstyva balken löper. Spryglarna, som ligger på relativt stort avstånd, tjänar egentligen endast till att ge vingen dess riktiga form.

heterna utsättes för stora påkänningar måste den ha största hållfasthet. Men sådan kan man ej nå genom att lägga in fler balkar och andra förstärkningar i vingen, ty därigenom blir vingens vikt och således planetas tyngd allt större — den farliga vingbelastningen ökar...

Desutom bör vingen hos exempelvis ett jaktplan, där all utrustning måste trängas samman på ett relativt litet utrymme, vara så konstruerad att den lämnar plats för bränslebehållare, hjulställ och annan utrustning.

Alla dessa stränga krav uppfyller den enbalkiga vingen så som hittills ingen annan vingkonstruktion måktat göra. Under det att både böjnings- och torsionspåkänningarna hos flerbalkiga vingar måste upptagas även av själva kläddeln — som egentligen endast tjänar till formgivning — upptas torsionskrafterna hos en enbalkig vinge av den låda, som vingens kraftiga metallkläddel bildar. Då en lådkonstruktion äger större torsionsstyvhet — försök t. ex. vrida en tändsticksask — upptar den bättre än den flerbalkiga vingen alla torsionskrafter varigenom den svängningsfara elimineras, som uppträder ju fortare planet flyger. Men även vid böjningspåkänningar bidrar själva skalet avsevärt till att avlasta balken, vilket medför en förlängning av vingens livstid. Då vingbalken alltid anbringas där vingens största profil djup finns, kan man göra den speciellt hög och lätt och följaktligen ur böjningshållfasthetssynpunkt kraftigare än en lägre och mer kvadratformad lådbalk.

De fördelar den enbalkiga vingen så småningom förde med sig öppnade ögonen på andra flygplankonstruktörer och snart hade den ens efter den andre av de stora konstruktörerna övergett sina gamla principer och anammat professor Messerschmitts förnämliga patent.

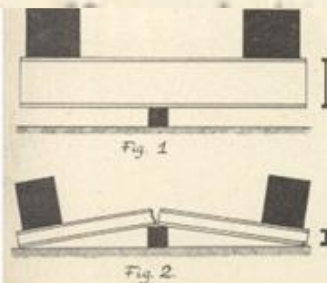


Teckningen här ovan visar några vanliga balkkonstruktioner. Man ser tydligt hur mycket mer fördelaktig den enbalkiga vingen (D) ställer sig. Utrymmet för bränsletankar etc. är ju stort.

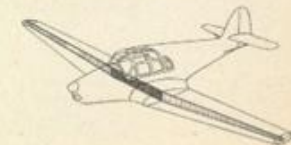
Men varför i all världen är då den enbalkiga vingen att föredra framför andra vingkonstruktioner? För att förklara fördelarna med detta byggnadssätt måste man nödvändigtvis känna till de krav som ställs på moderna vingkonstruktioner.

Som bekant söker de luftkrafter, som verkar på vingen, att böja denna uppåt eller nedåt, ja, till och med försätta den i svängning. Helt annorlunda är de krafter, som uppträder hos flygplan avsedda för höga hastigheter, exempelvis hos de moderna jaktplanen, vilka ha en vingbelastning på 200 kg/kvm eller mer samt en hastighet på 600 km/tim.

Då vingen hos de moderna krigsplanen på grund av de enormt höga flyghastig-



Figurerna här ovan visar ett par balkar av samma storlek, men med olika form. Den övre, den som är högre och smalare, har större motståndskraft än den undre och lägre.



På Me 108 "Tai-fun" går balken rakt genom kabinen på den plats där sittarna är anbragta, varigenom man väl tar vara på utrymmet.

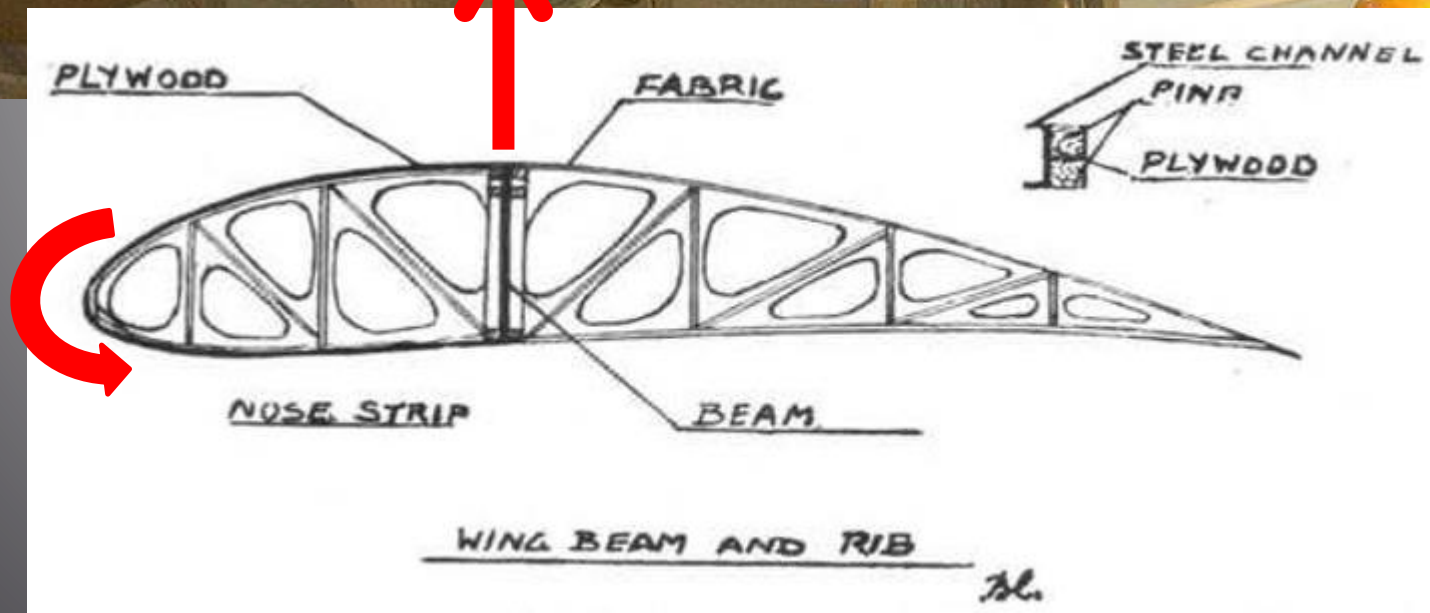
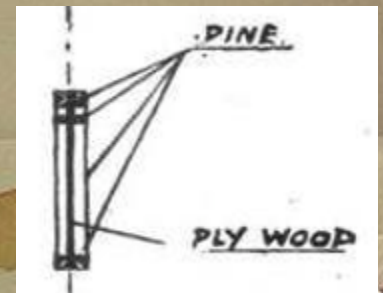
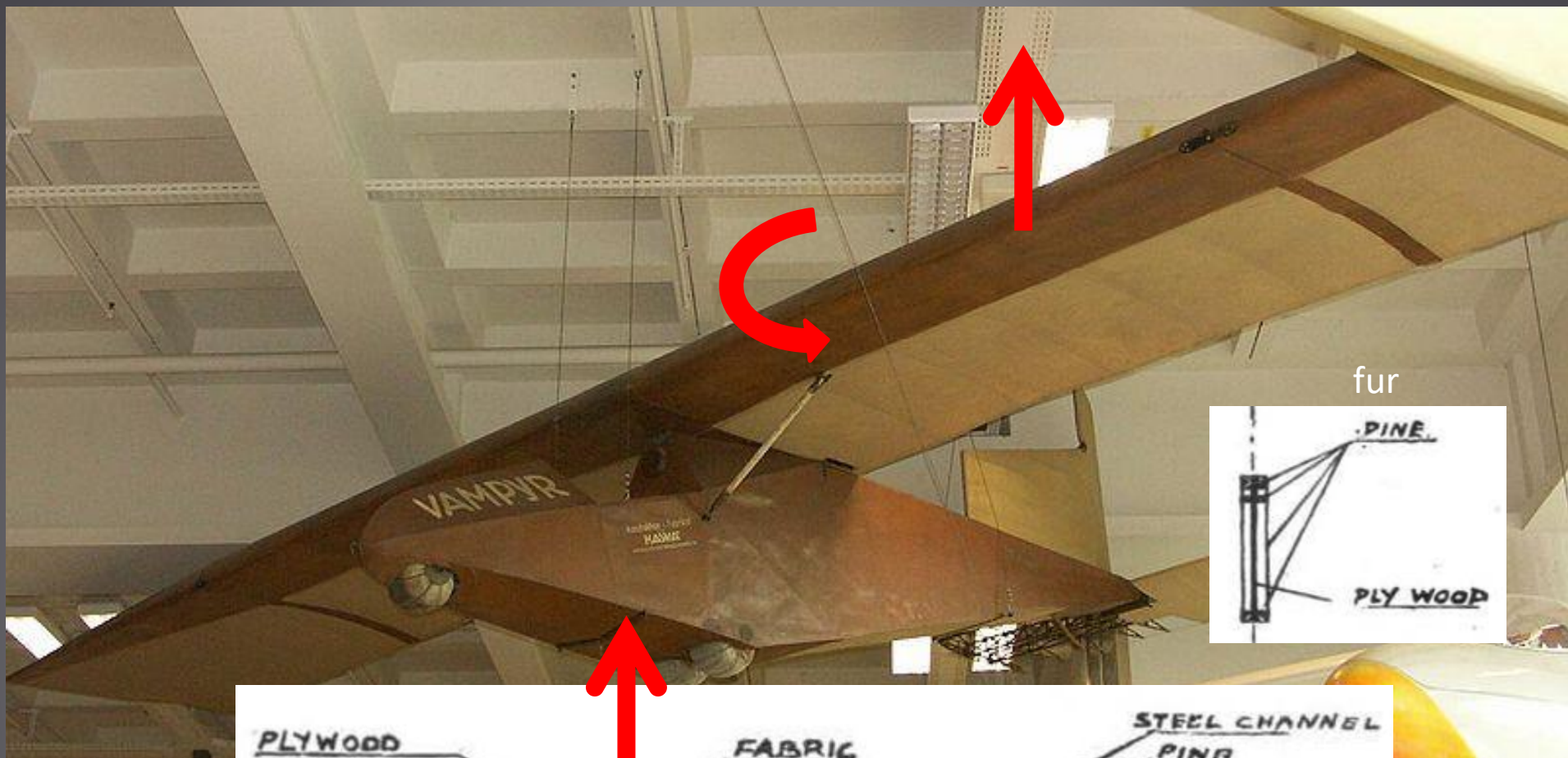
EINHOLA

som anvä
dens ber
plansindus

MESSERSCH

MESSERSCHMITT A.G.

Svensk Flygtidning 1944

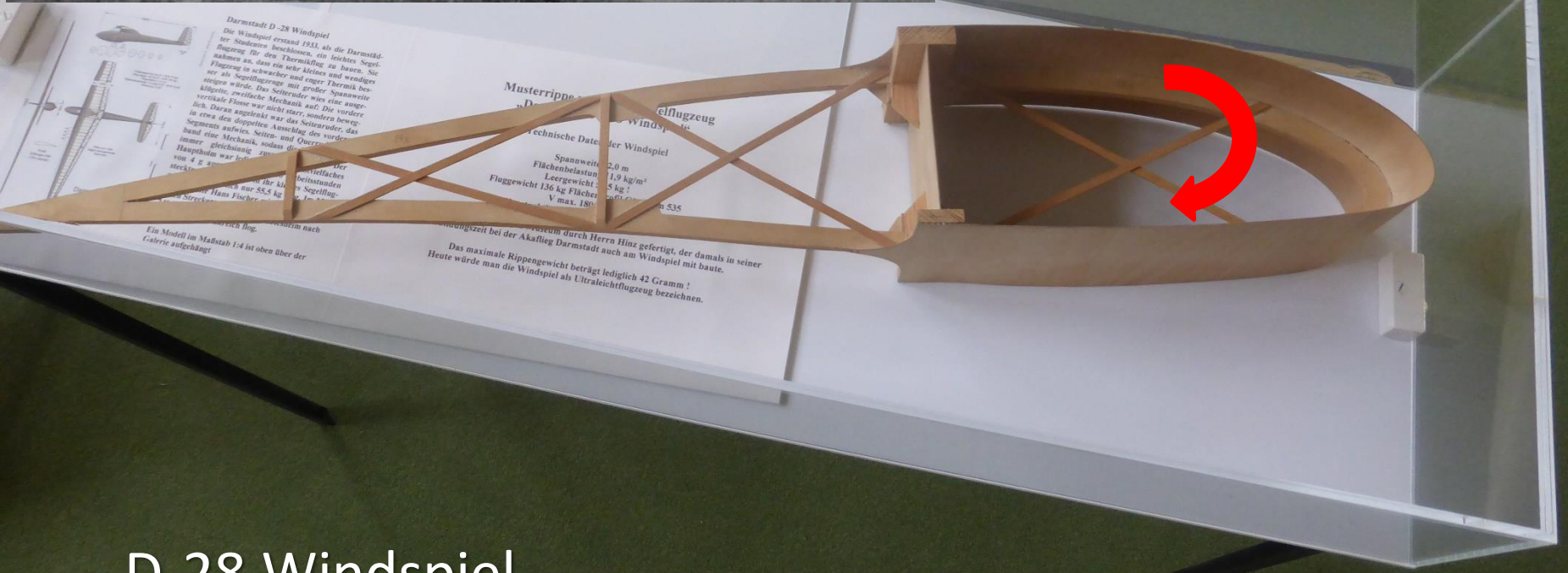








72 kg



D-28 Windspiel
(1933)



Kropp i trä



Huvudspant

spant

Longerong

plywood

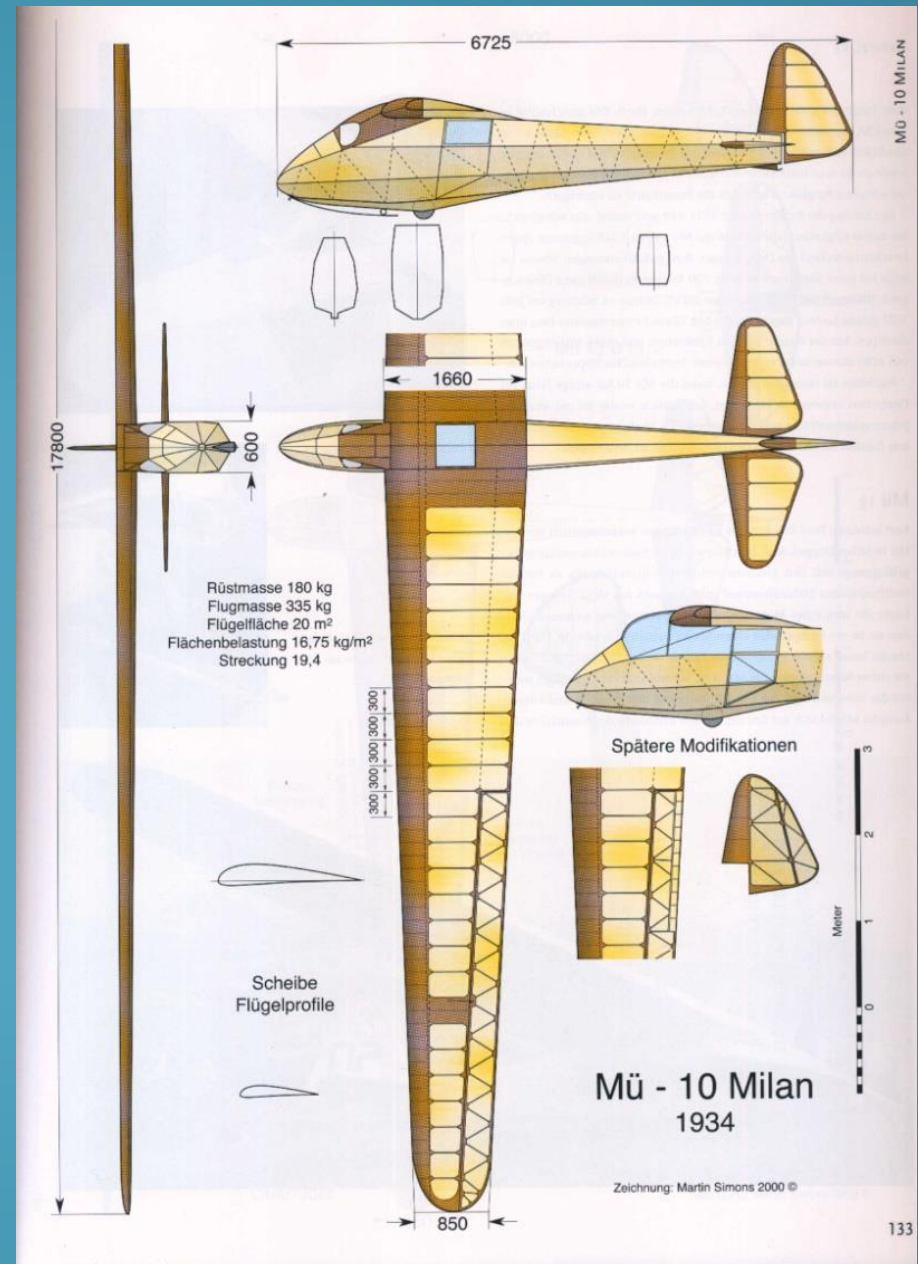
Träarbete som konst



Fafnir
(1930)

Mü 10 Milan (1934)

„München-skolan“
Akaflieg München



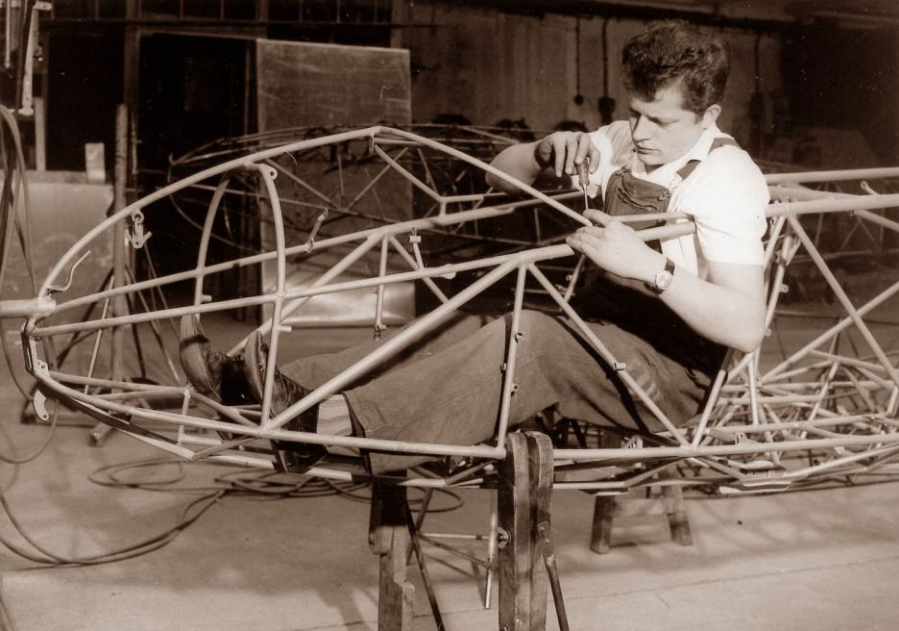
Egon Scheibe, Bergfalkens pappa



Zugvogel (1954)



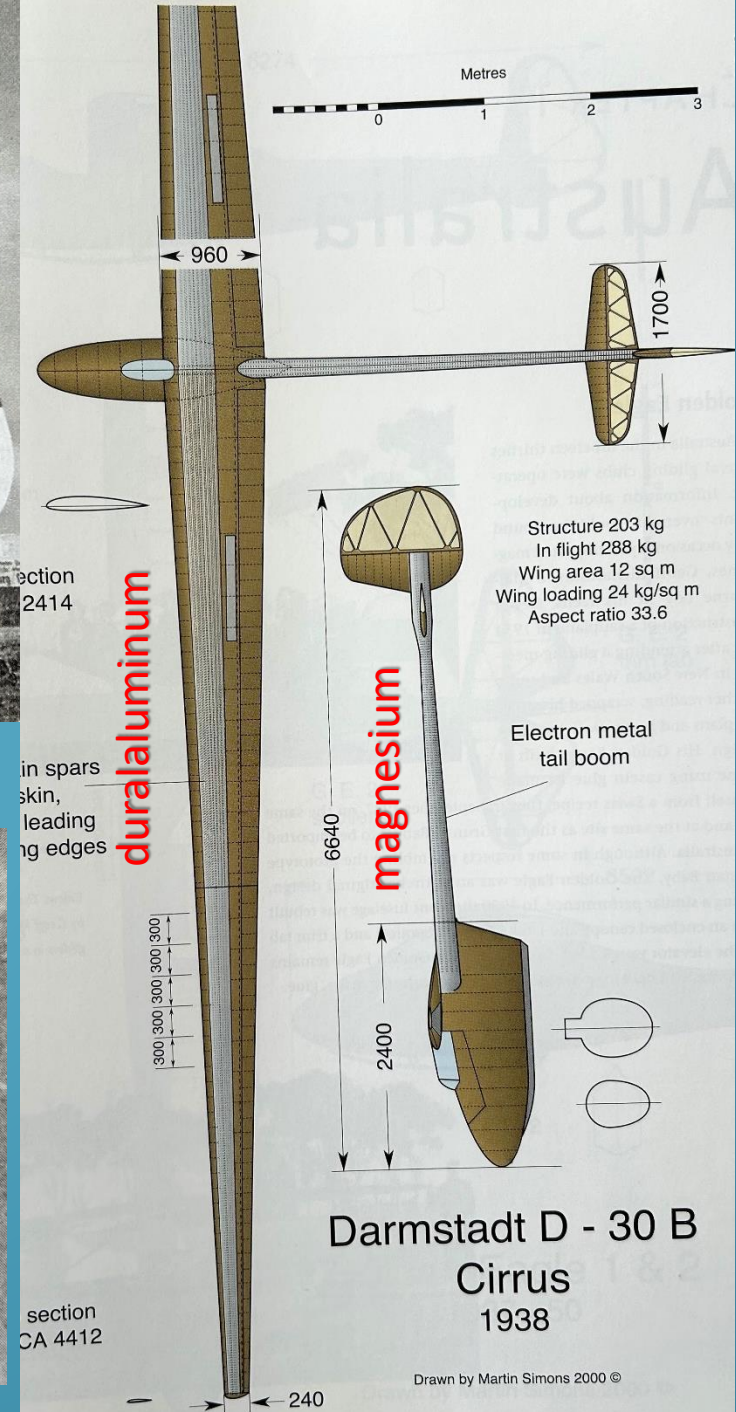
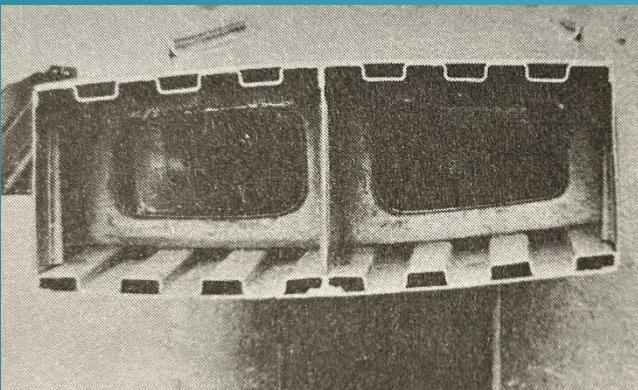
Stålrör, trä, duk



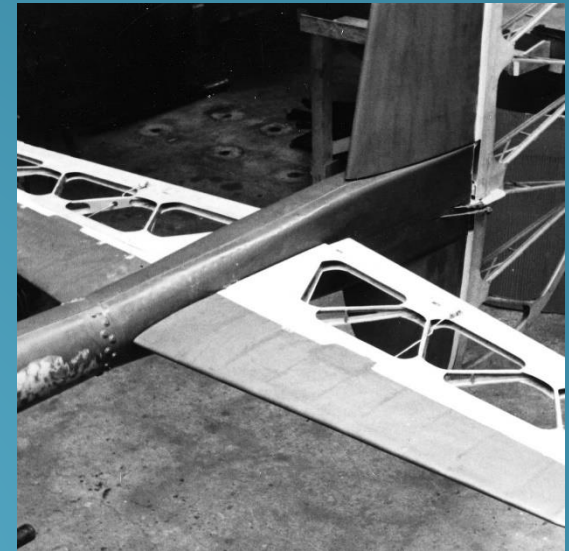
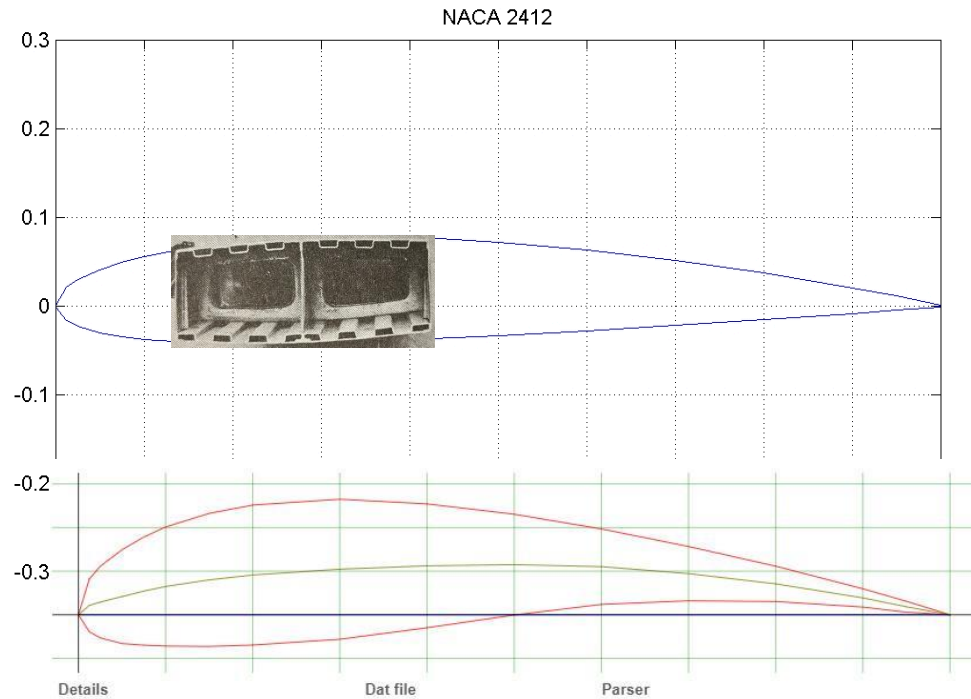
FFG Darmstadt



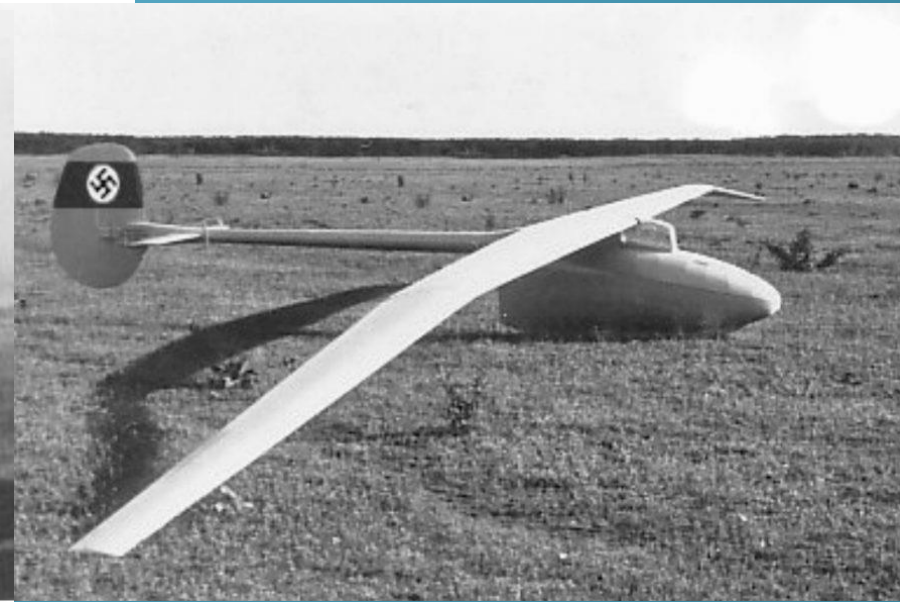
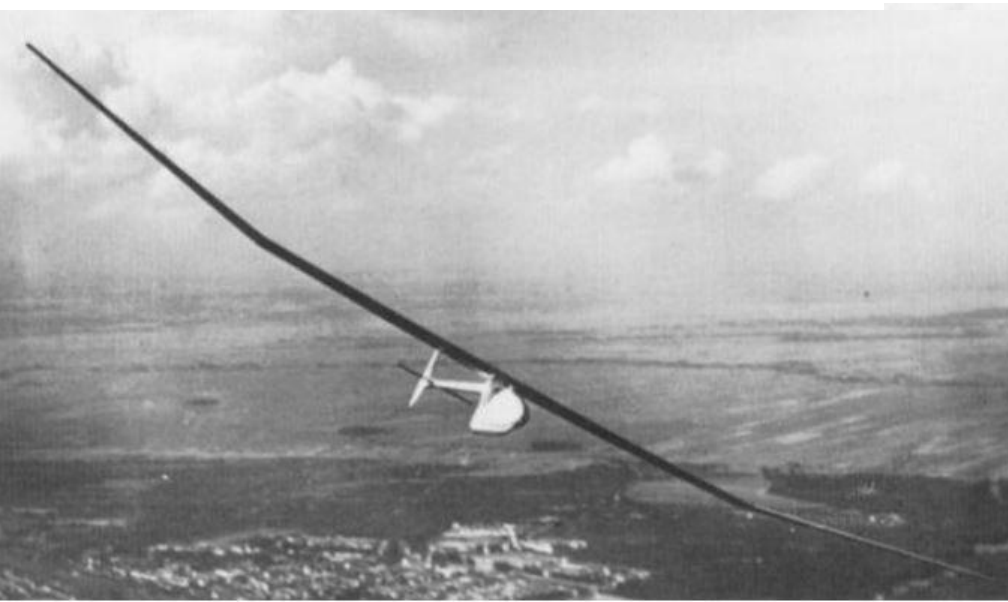
D-30 Cirrus (1938)



Först med laminarprofil?



Det första
superskeppet



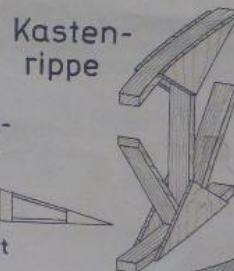
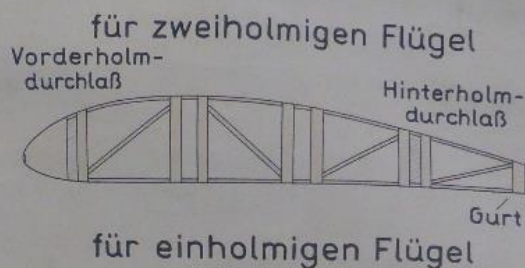
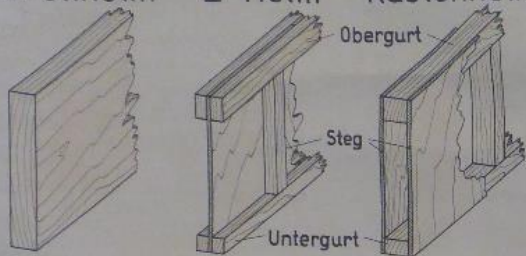
DAISEH
BERLIN

Baueinheiten Normalrippen

Luftfahrt
Lf6

Holmbauarten

Brettholm I-Holm Kastenholzm

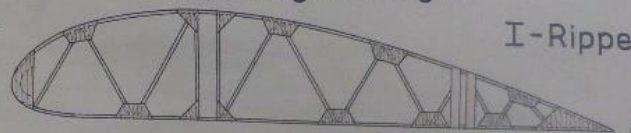
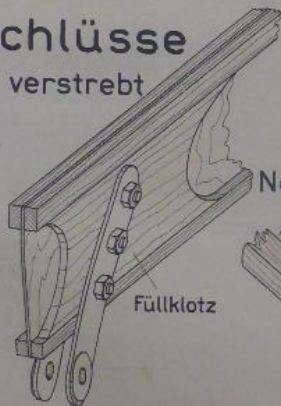
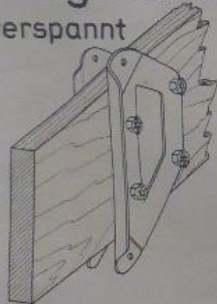


Starthaken

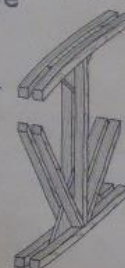


Flügelanschlüsse

verspannt verstrebt



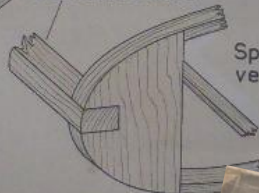
I-Rippe



Nasenleiste

Endleiste

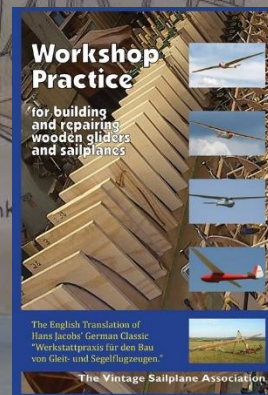
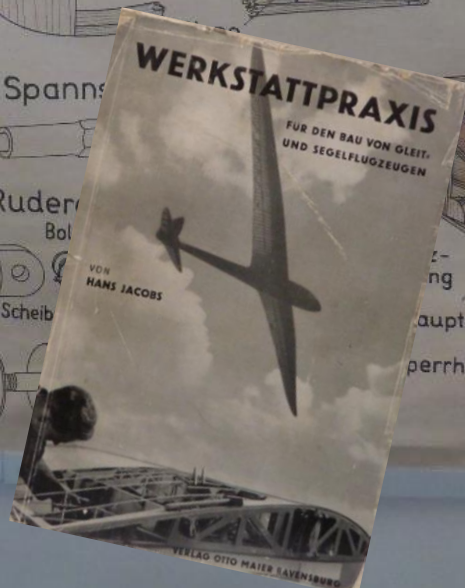
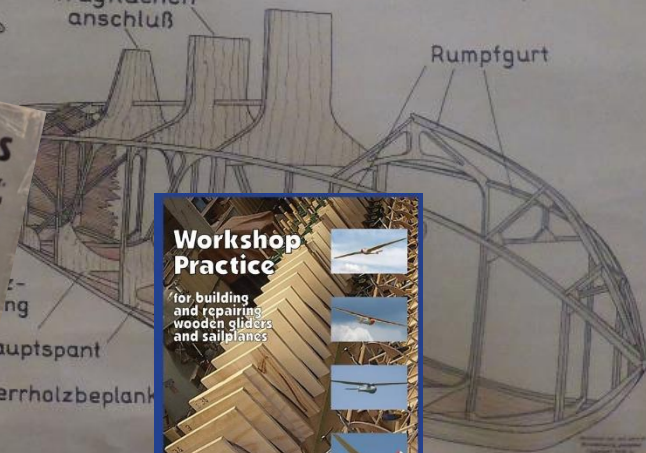
Sperrholz-versteifung



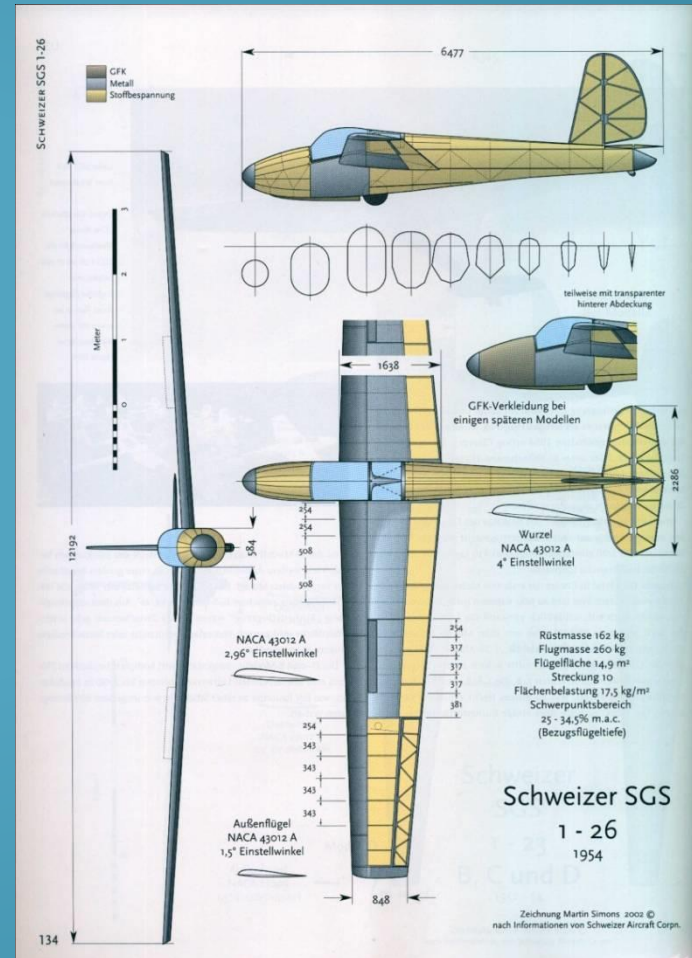
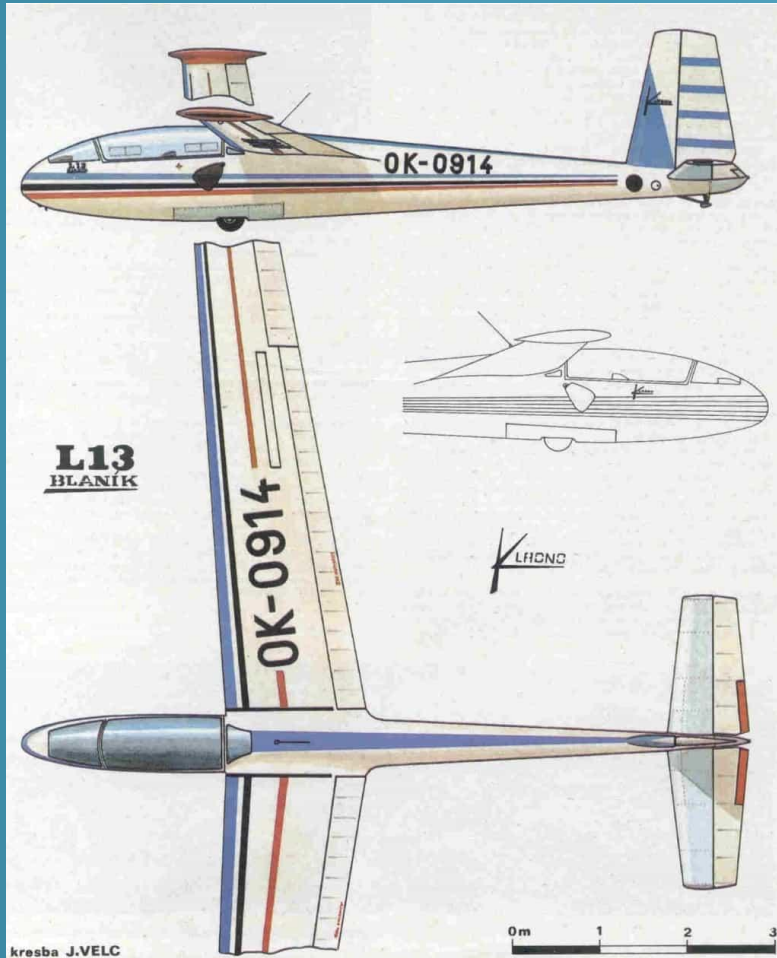
Rumpfaufbau

Tragflächen-anschluß

Rumpfgurt

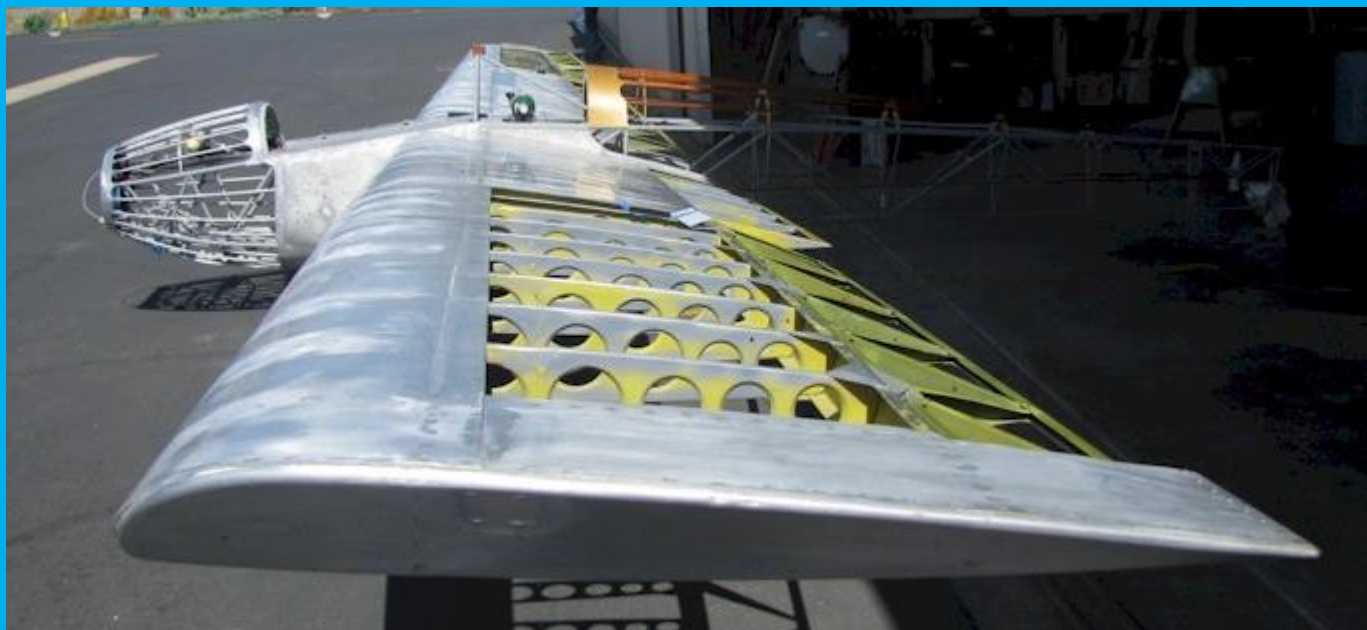


Metall konstruktioner: L-13 Blanik och SGS 1-26





Ett av världens mest tillverkade

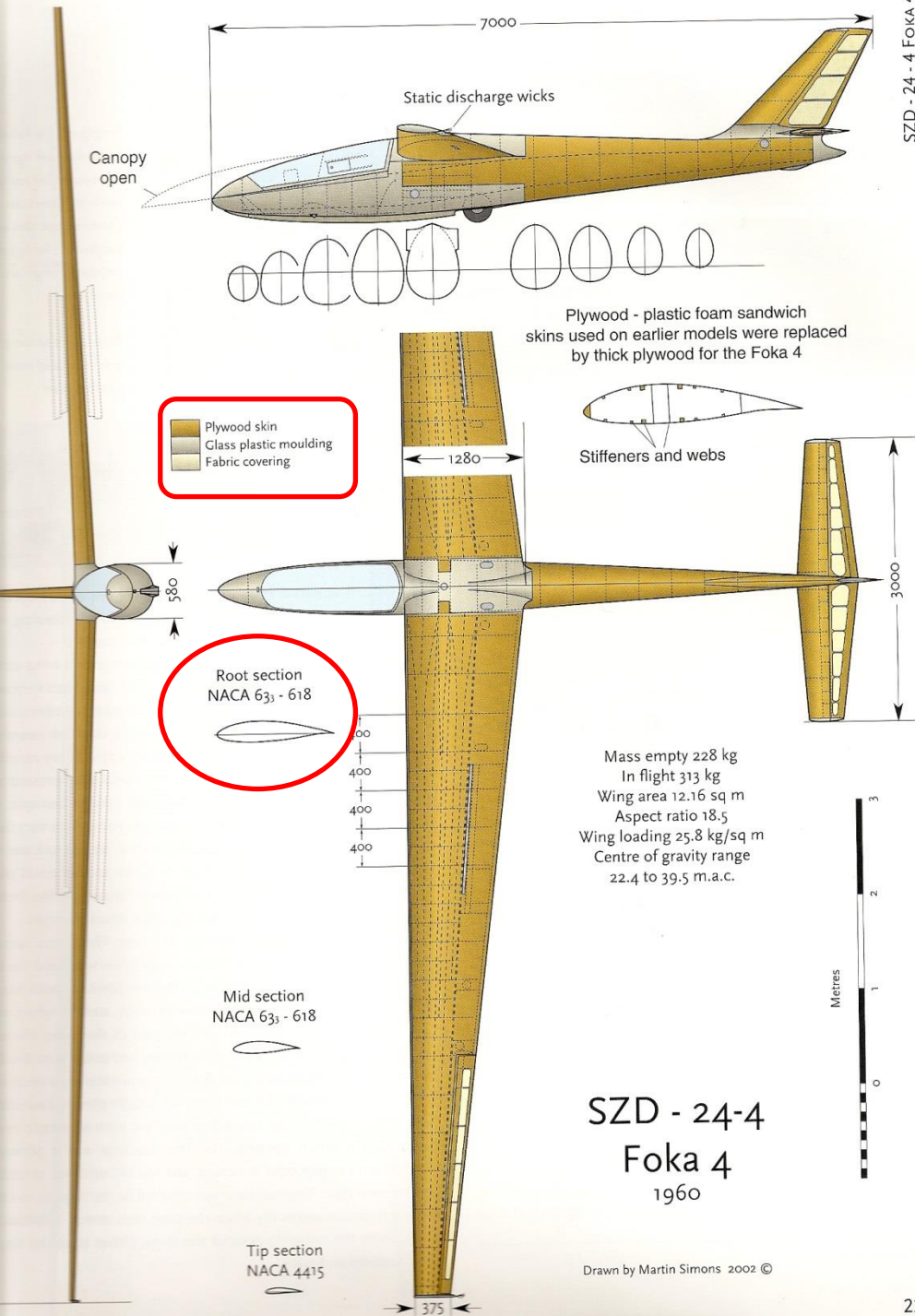


Sisu 1A (1958)





50/60-talet
Laminarprofiler och träsandwich
Foka 4
De sista träflygplanen

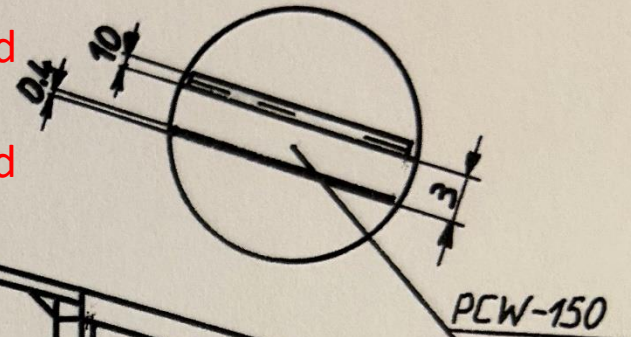


SZD - 24 - 4 Foka 4



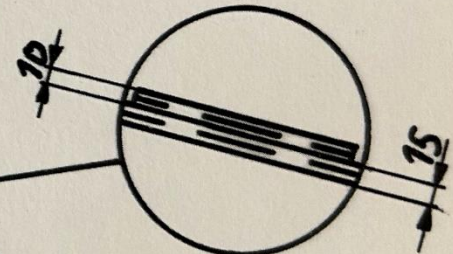
SZD-24C

plywood
distans
plywood



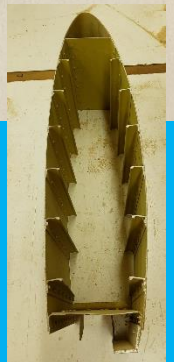
SZD-24-4

plywood
plywood

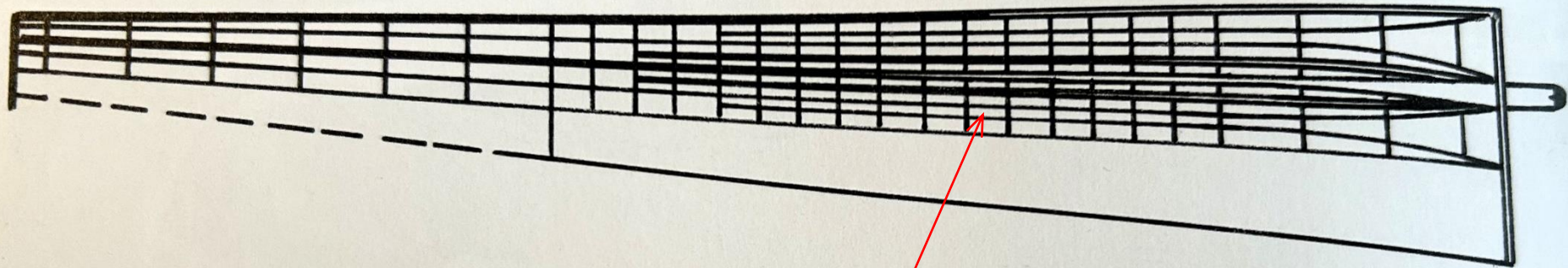


ingen
balk

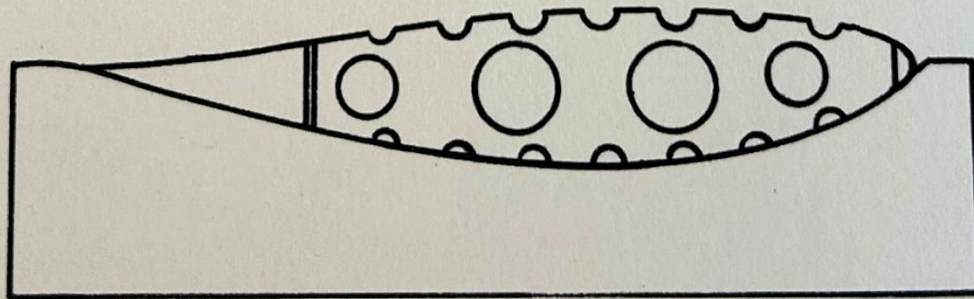
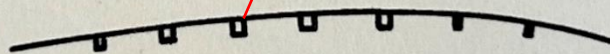
Jämför Sisu

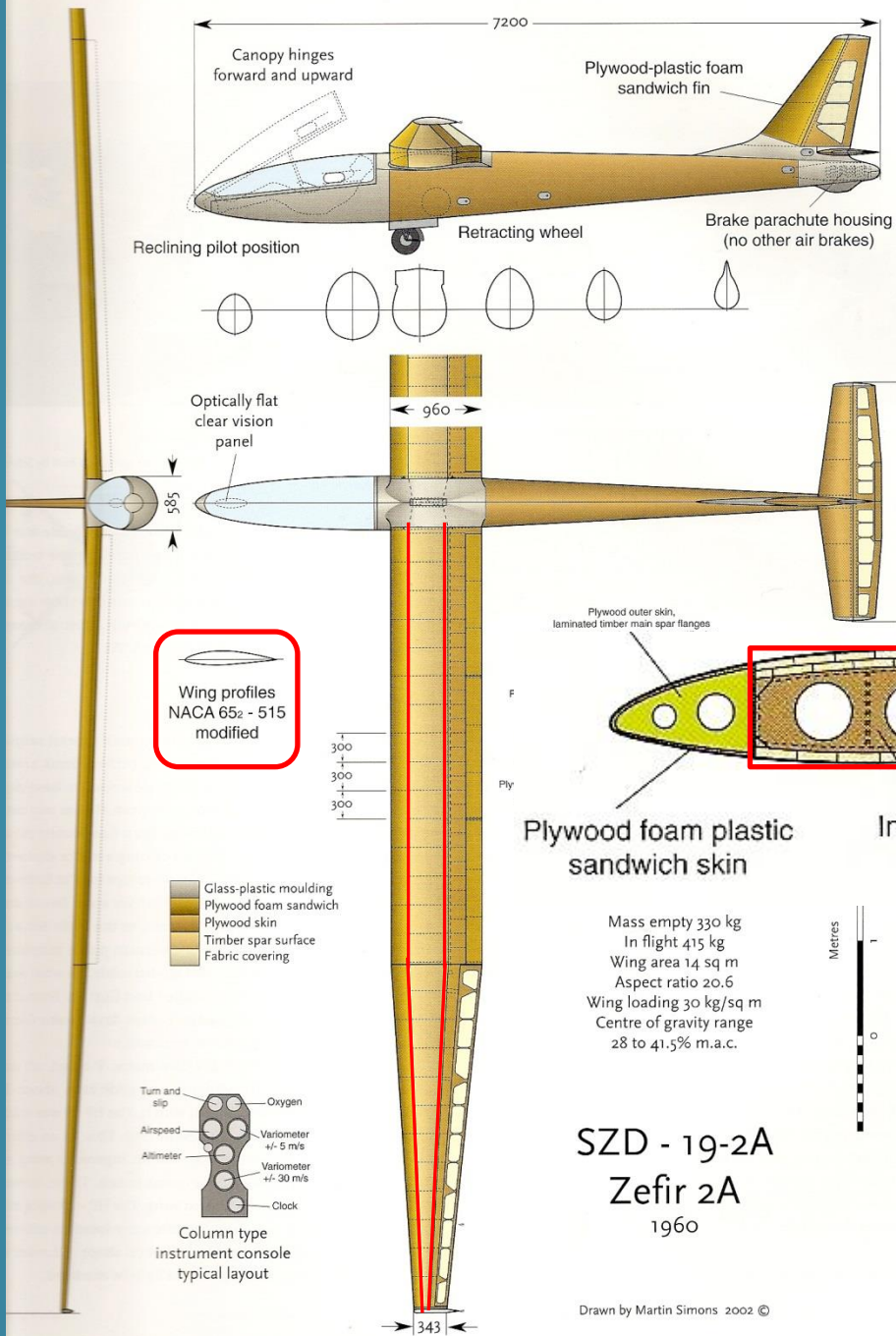


a



b





SZD-19-2A ZEFIR 2A



Zefir (1960)



Sagitta
(1960)

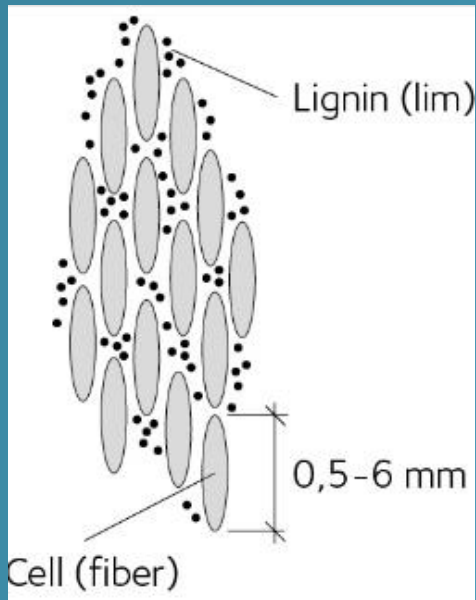
PH-384

Laminarprofil =>
Profiltrogen och
jämn yta





Schweizer 1-34
(1969)

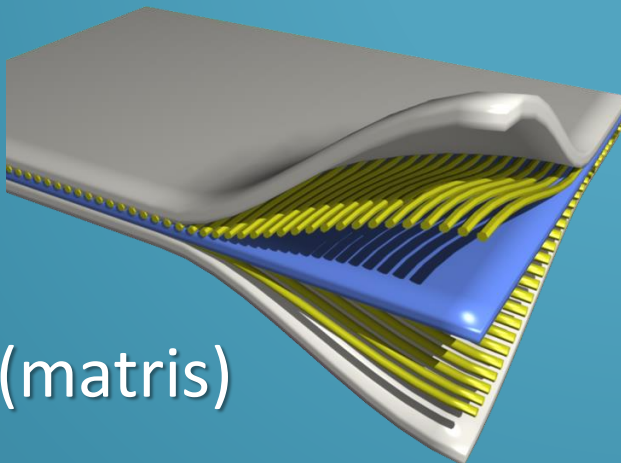


Komposit = matris + fiber

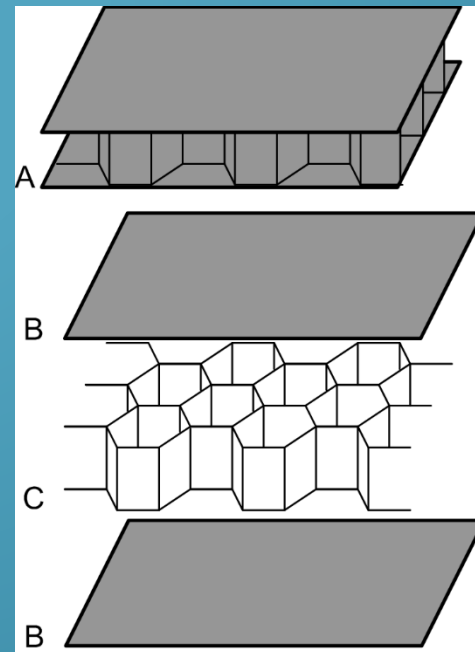
T ex trä, betong

GRP – **G**las fibre **R**einforced **P**lastic

CRP – **C**arbon fibre **R**einforced **P**lastic



Epoxy (matris)
Fiber





Glasfiber

Hybridlaminat



Kolfiber



Aramid
(Kevlar)

polyethylene

ARE WE APPROACHING THE ERA OF THE ALL PLASTIC AIRCRAFT?

By W. R. SCOTT, A.M.Inst.B.E., A.M.R.Ae.S.

THE subject of plastics has, in recent years, become one of considerable interest in many fields of industry. The aircraft designer has in no way been the last to seek its possibilities with a view to using various materials that to-day come under the heading of plastics.

Unfortunately, however, plastics are a subject which has not been written up in much detail, and in many cases technical data appertaining to the various moulding compounds that are available is difficult to obtain, and are issued by the various manufacturers as strictly confidential.

I have listened with interest to many a discussion, the subject of which has been the possibility of moulding complete sections of aircraft from plastic. It was hearing of the various ideas that friends and acquaintances had got of the possibility of the all-plastic aircraft, that prompted these few short articles. It is not my intention to lay down any particular theory as to the possibilities of aircraft ever being completely made



change in the process, the whole be-

fabricated from aluminium, dural, brass, etc. Such things as pulleys, pulley guards, cable shields, air-ducts, flair tubes, fairings and fillets between fuselage and tail-plane and fuselage and wing, cabin heating tubes, flexible shielding for cables, map cases, inspection panels, dinghy containers, First Aid boxes, and in some cases the complete detachable tip of the wing, which incorporates the navigation lights, and even units as large as complete pilot seats, which as will be appreciated, have to withstand considerable strain under present-day service conditions. All these items, as well as many others, are not made from the same kind or grade of plastic. Before going on to discuss, in detail, which of the plastics have been chosen for the various articles and why, I am going to give a rough idea of the characteristics and composition of some of the best known commercial plastics of to-day.

Plastics are by no means a recent discovery, as mouldable compositions have been produced from

50-talet



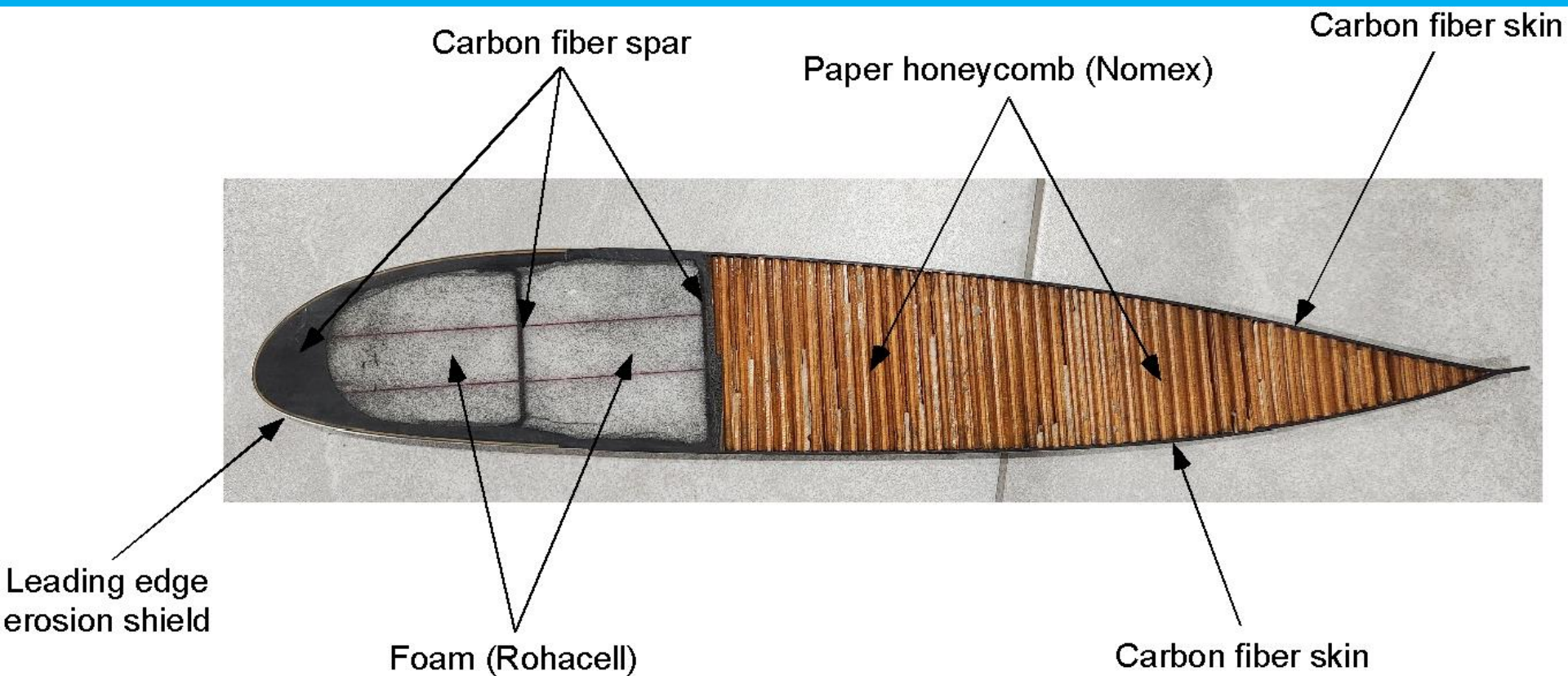
wellpapp



Flächenschnitt D 34 D



Rotorblad till vindkraftverk



FS 24 Phönix (1957)

Hermann Nägele
Richard Eppler



Första "plastflygplanet"



10 byggda

Epplers och Nägeles idé var att bygga ett flygplan i lager av papper, som impregnerats med lim, över ett balsaskal

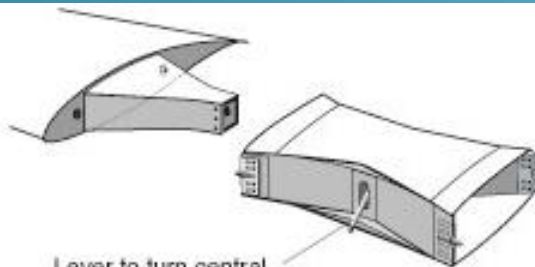
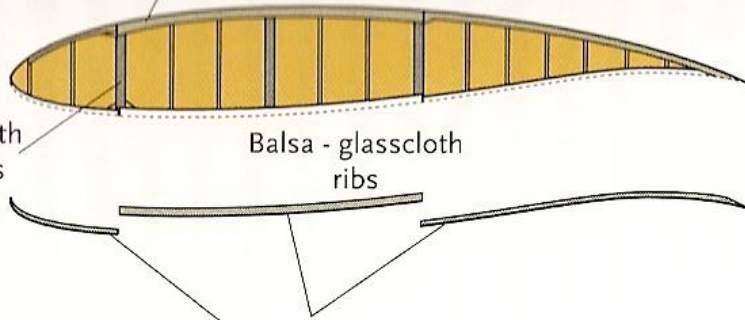
Load bearing upper skin, balsa - glasscloth sandwich laid up in female mould

Wing structure

Balsa - glass cloth sandwich webs

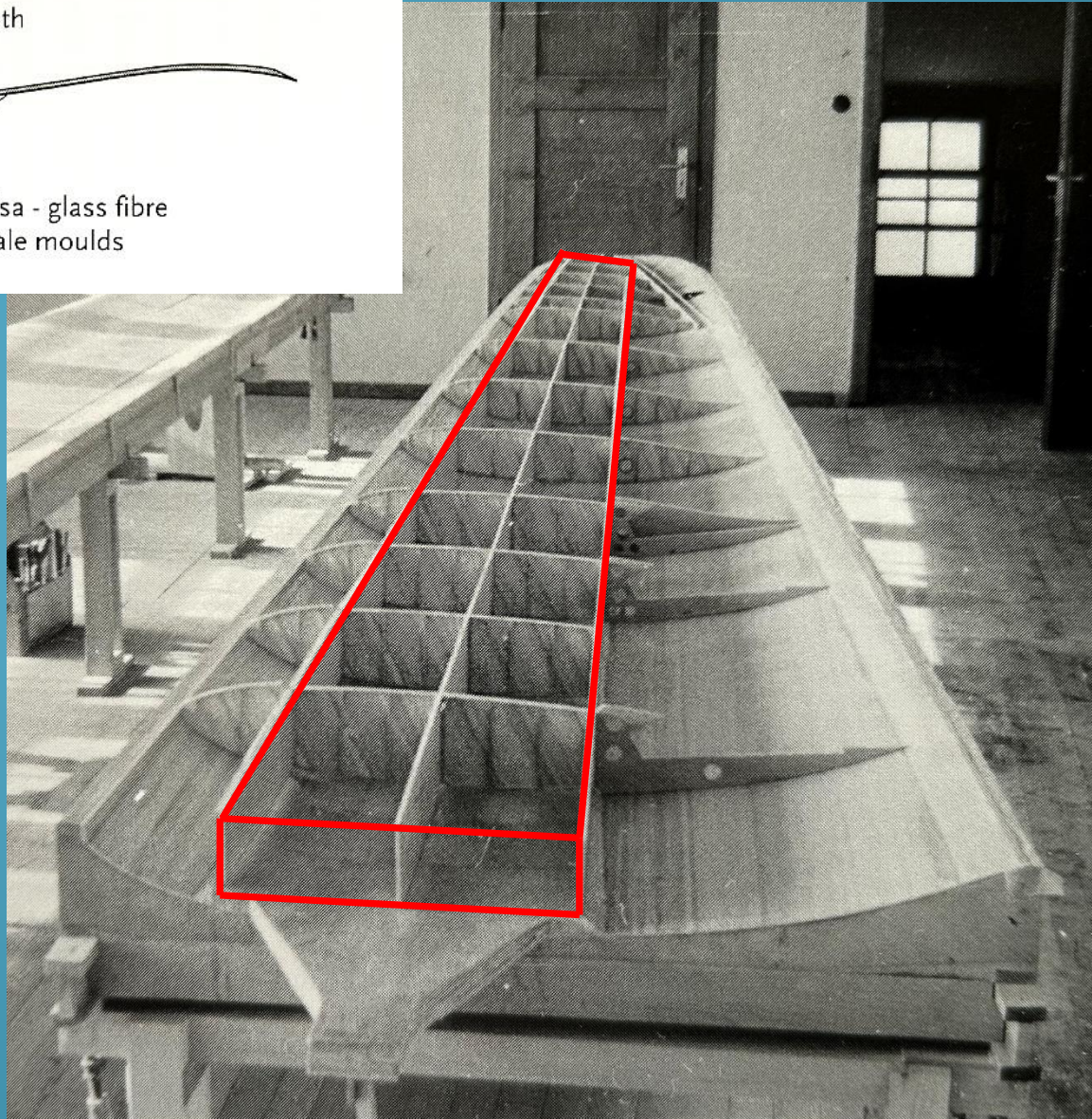
Balsa - glasscloth ribs

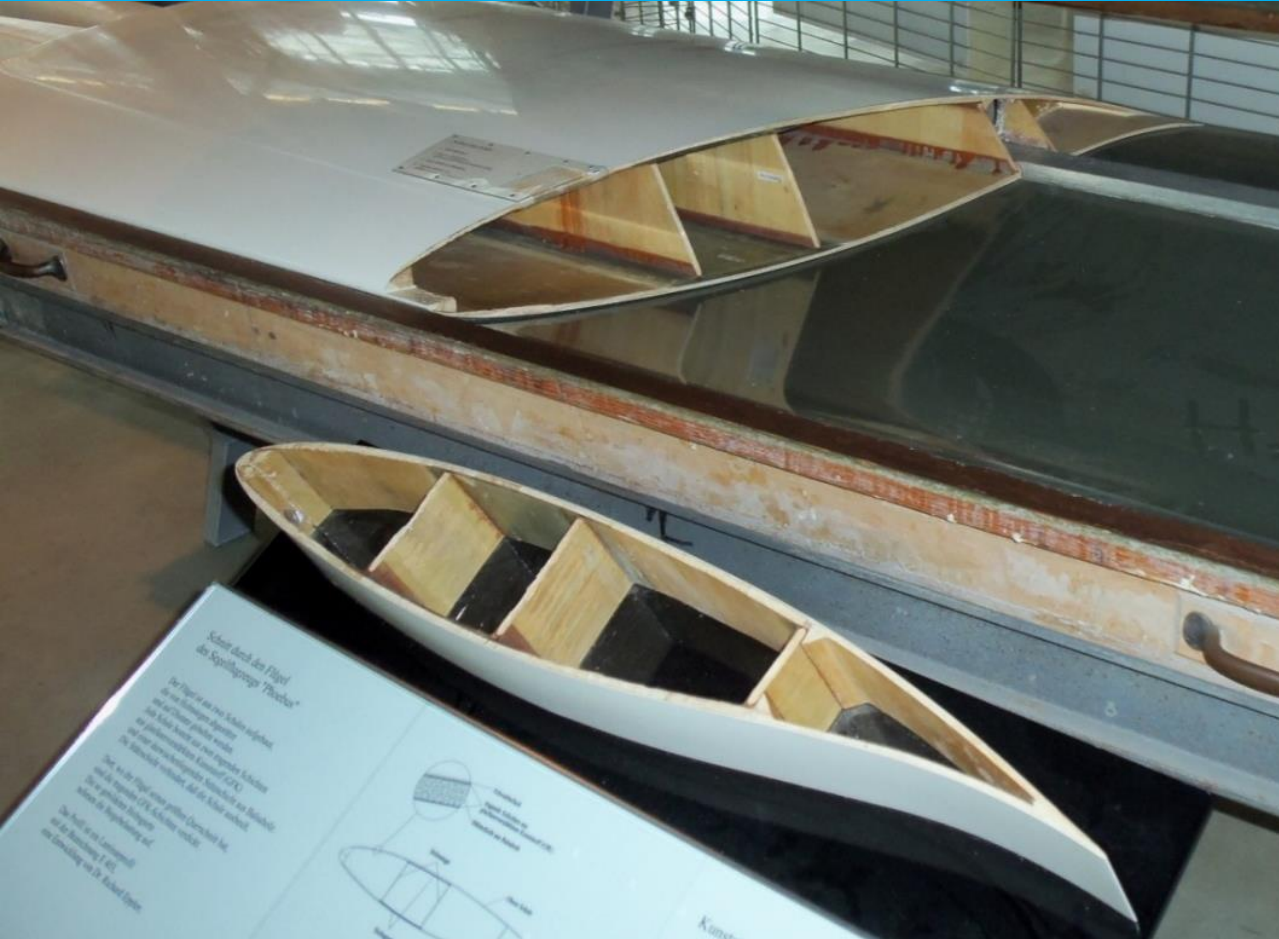
Load bearing lower skin, balsa - glass fibre sandwich laid up in female moulds



Lever to turn central locking bolts

polyester





Phoebus
(1964)



D-36

(1964)

Akaflieg Darmstadt



Alla platsflygplans stamfader



Gerhard Waibel, Wolf Lemke, Heikko Fries, (Klaus Holighaus)

AS

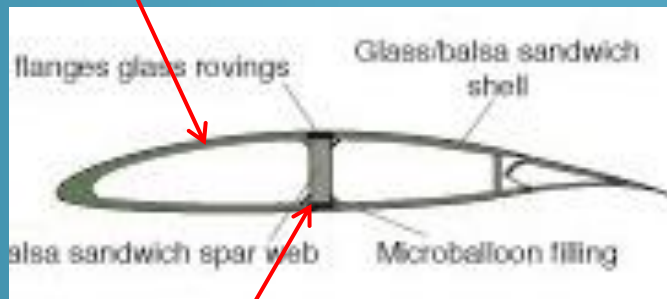
LS

LBA

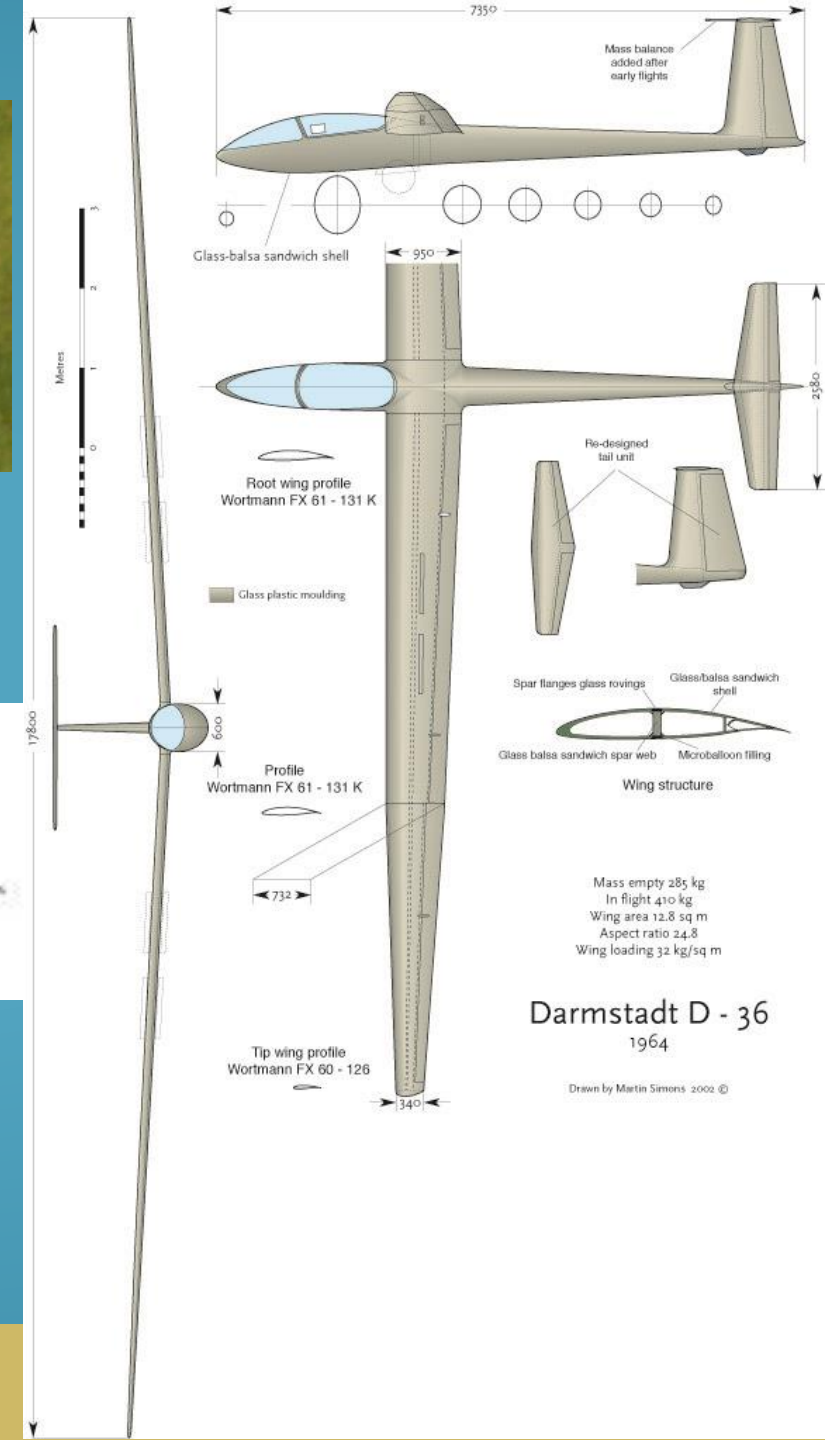
SH



Torsionsnäsa primärt
för vridmoment



"I-balk" primärt
för böjmoment



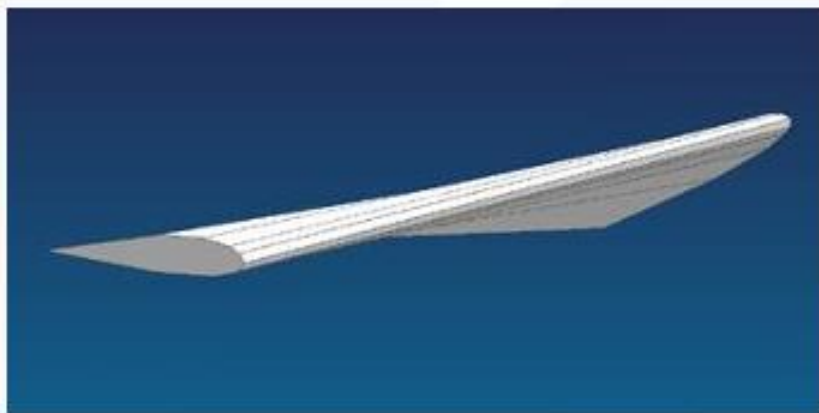


=

90%



10%



=

0%



100%



Ingen strukturell skada



Strukturell skada





Walter Schneider (LS)

ASW 17 (1971)

Ett undantag



0%



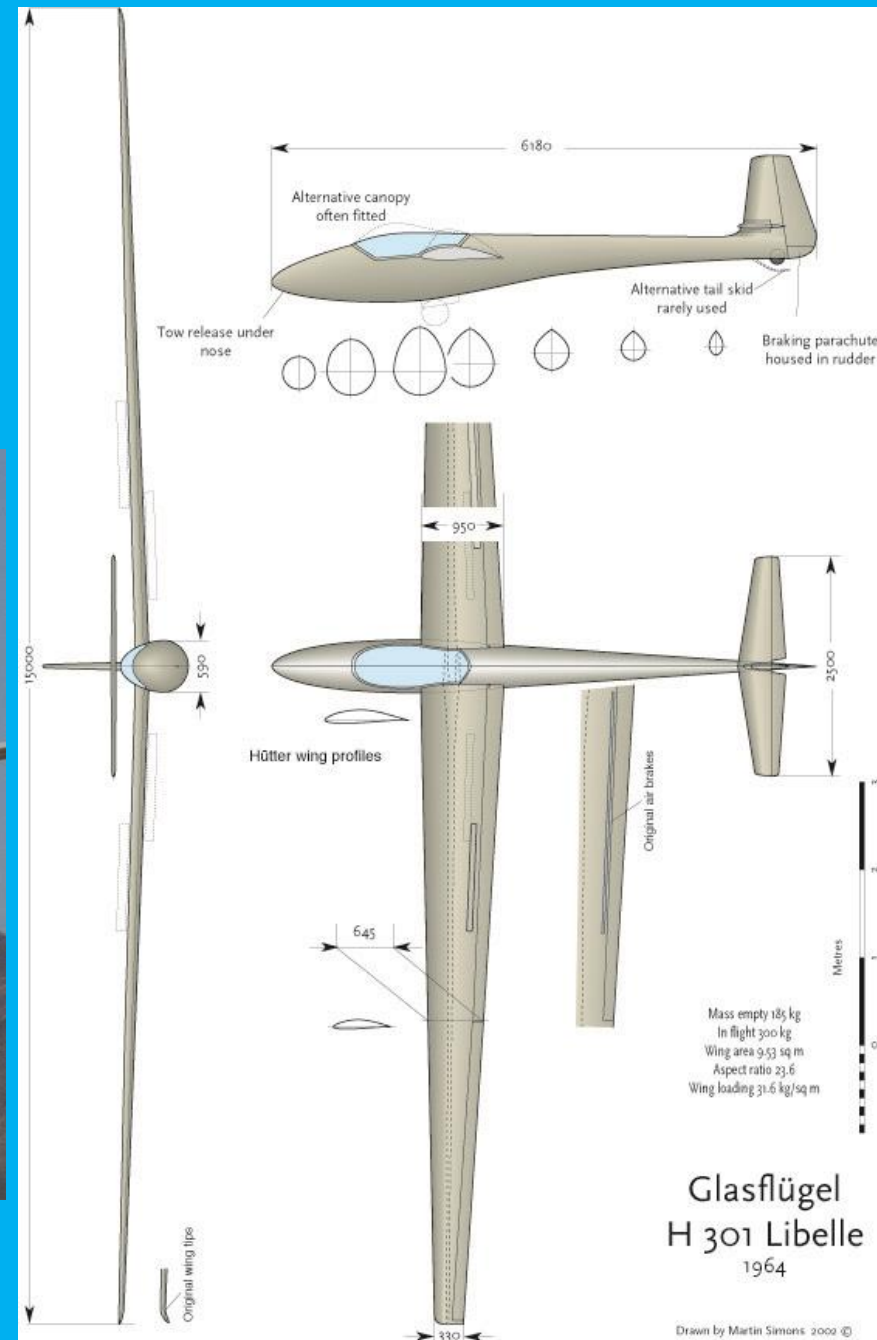
100%
100%

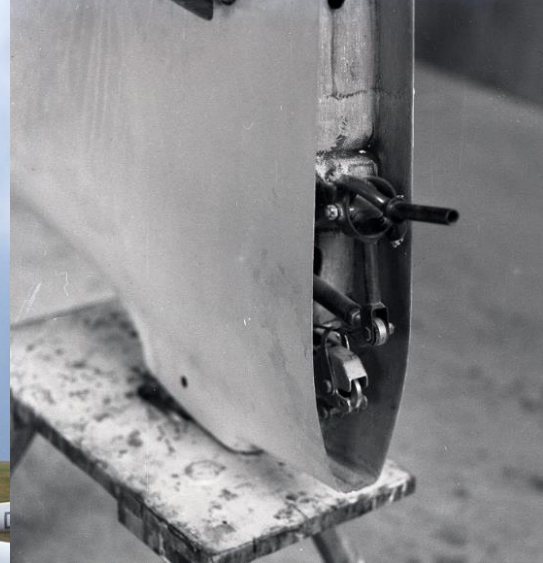


Glasflügel

H 301 Libelle

(1964, Eugen Hänle)
ingenjören/innovatören



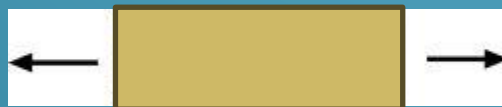
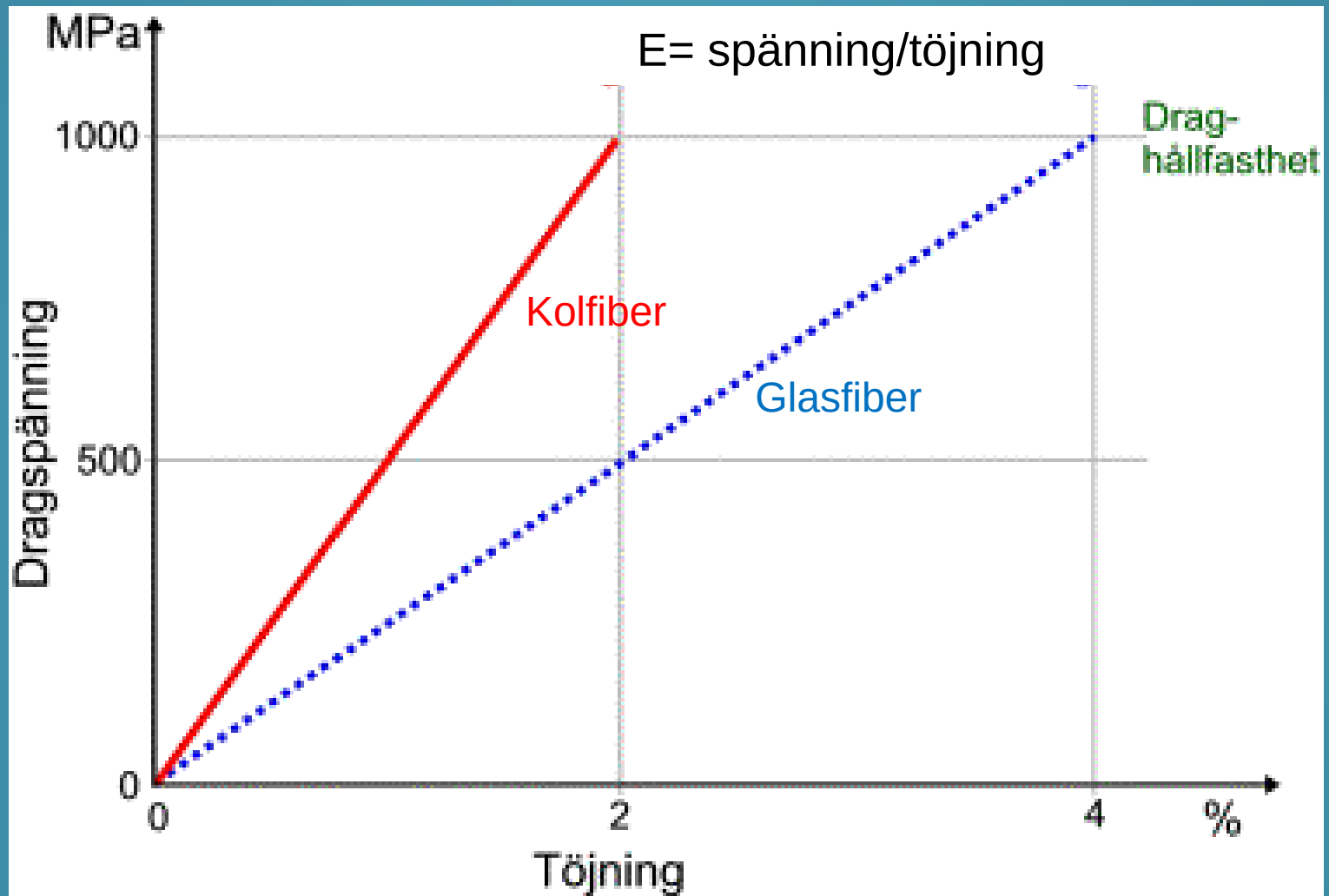




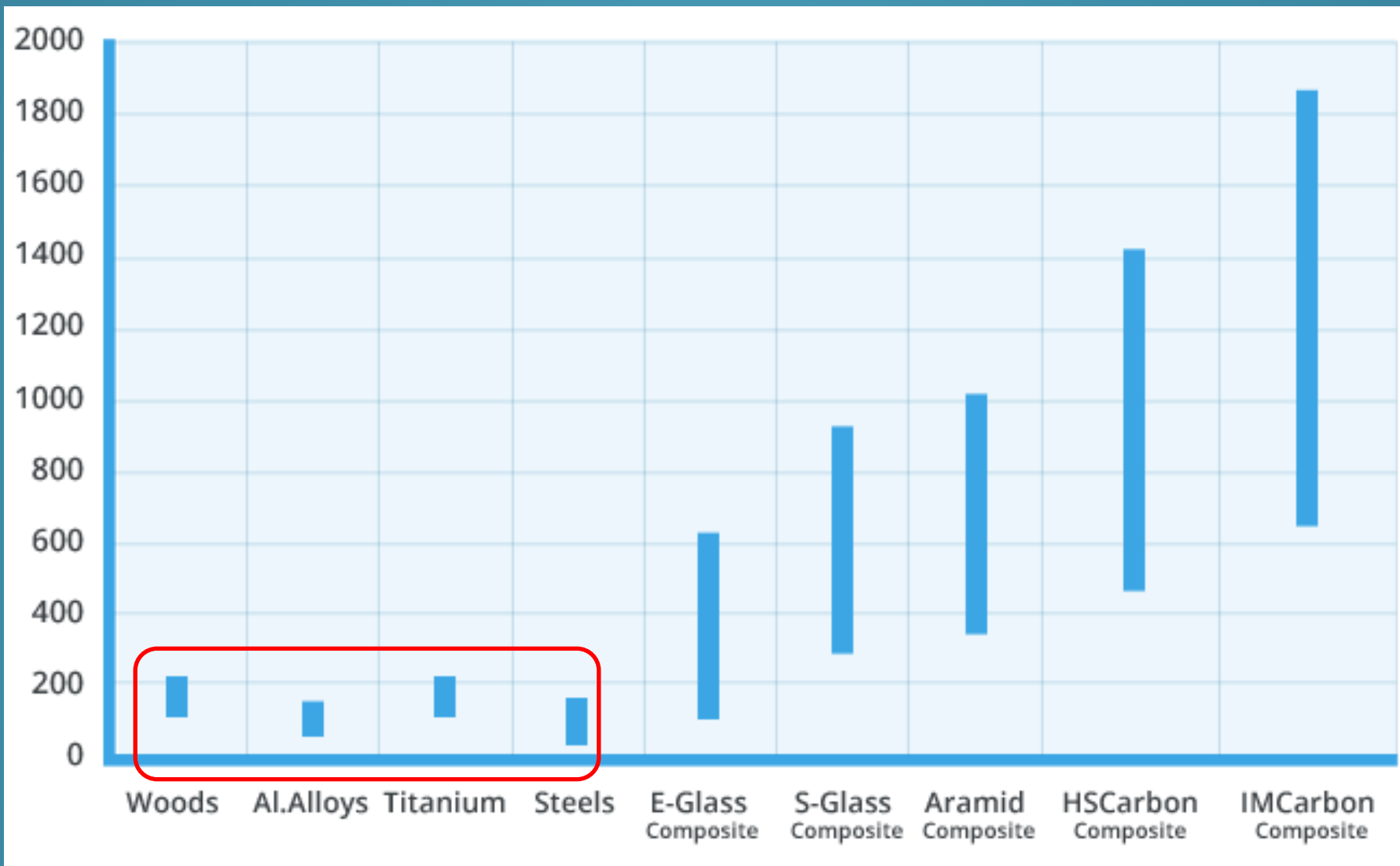
SB-10
(1972)
kolfiber



SB-9/10 spv 18m, 22m, 26m eller 29m
En eller tvåsitsig



$$S = E \cdot k \cdot h^3$$



Draghållfasthet dividerat med densitet



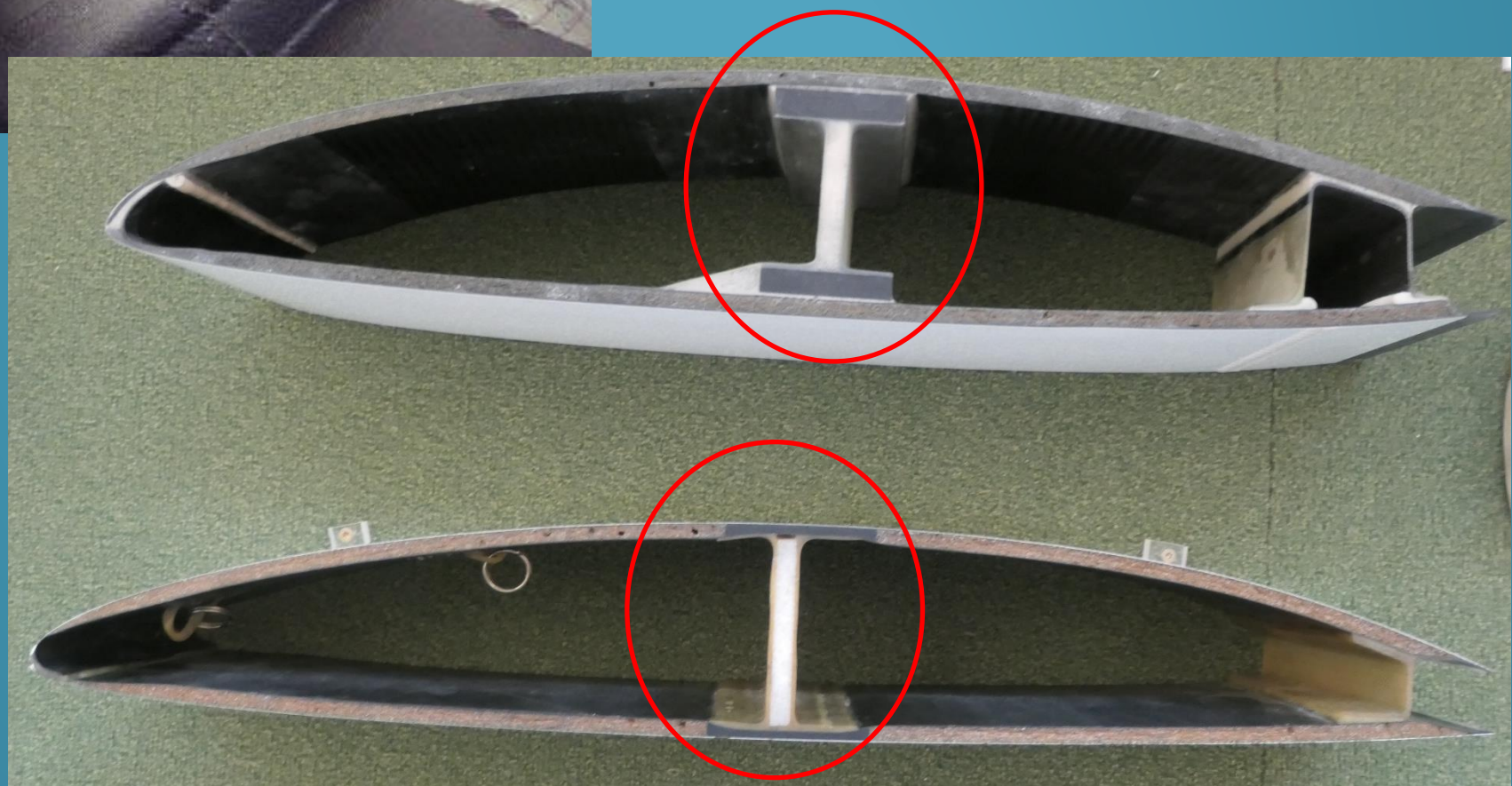
Omålad prototyp

SB-9 (ur fladderfilmen)

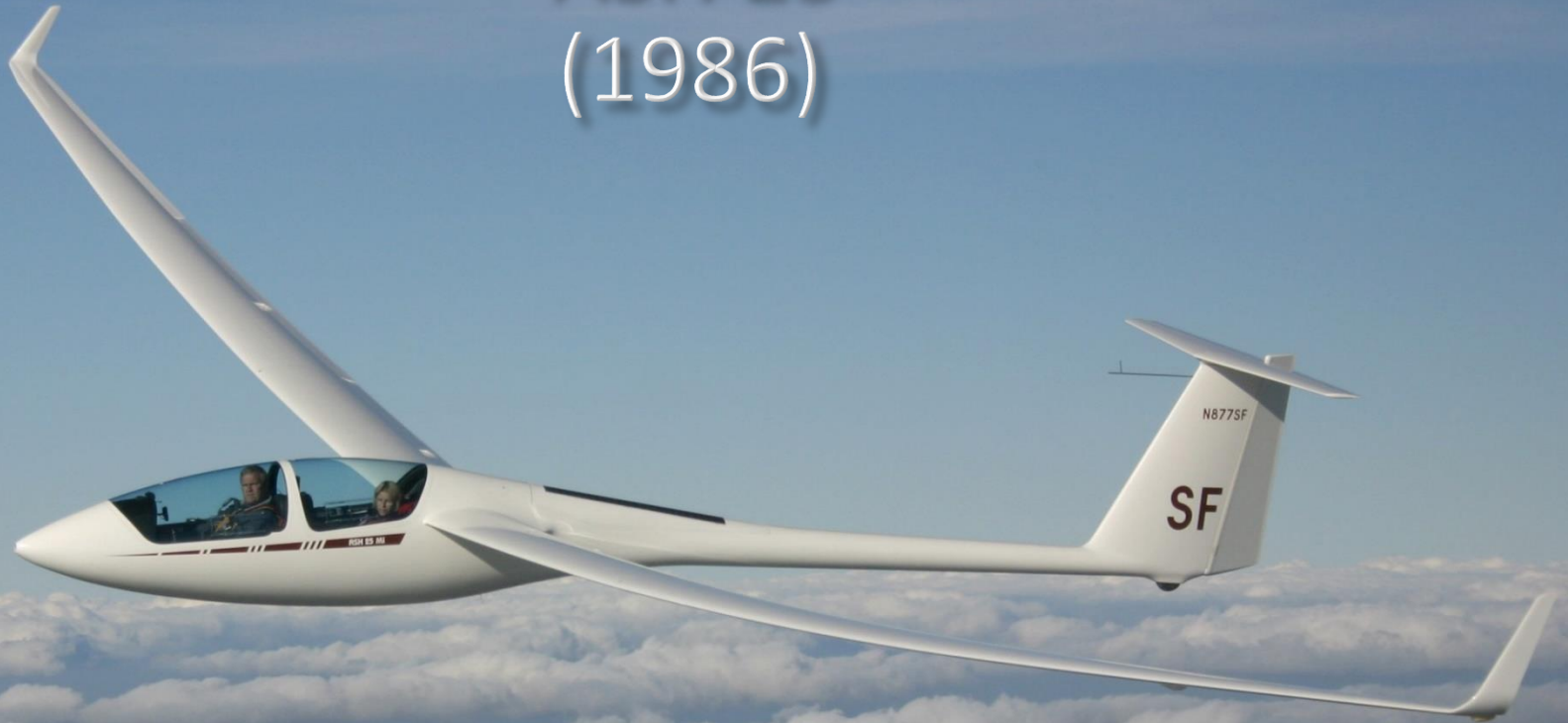




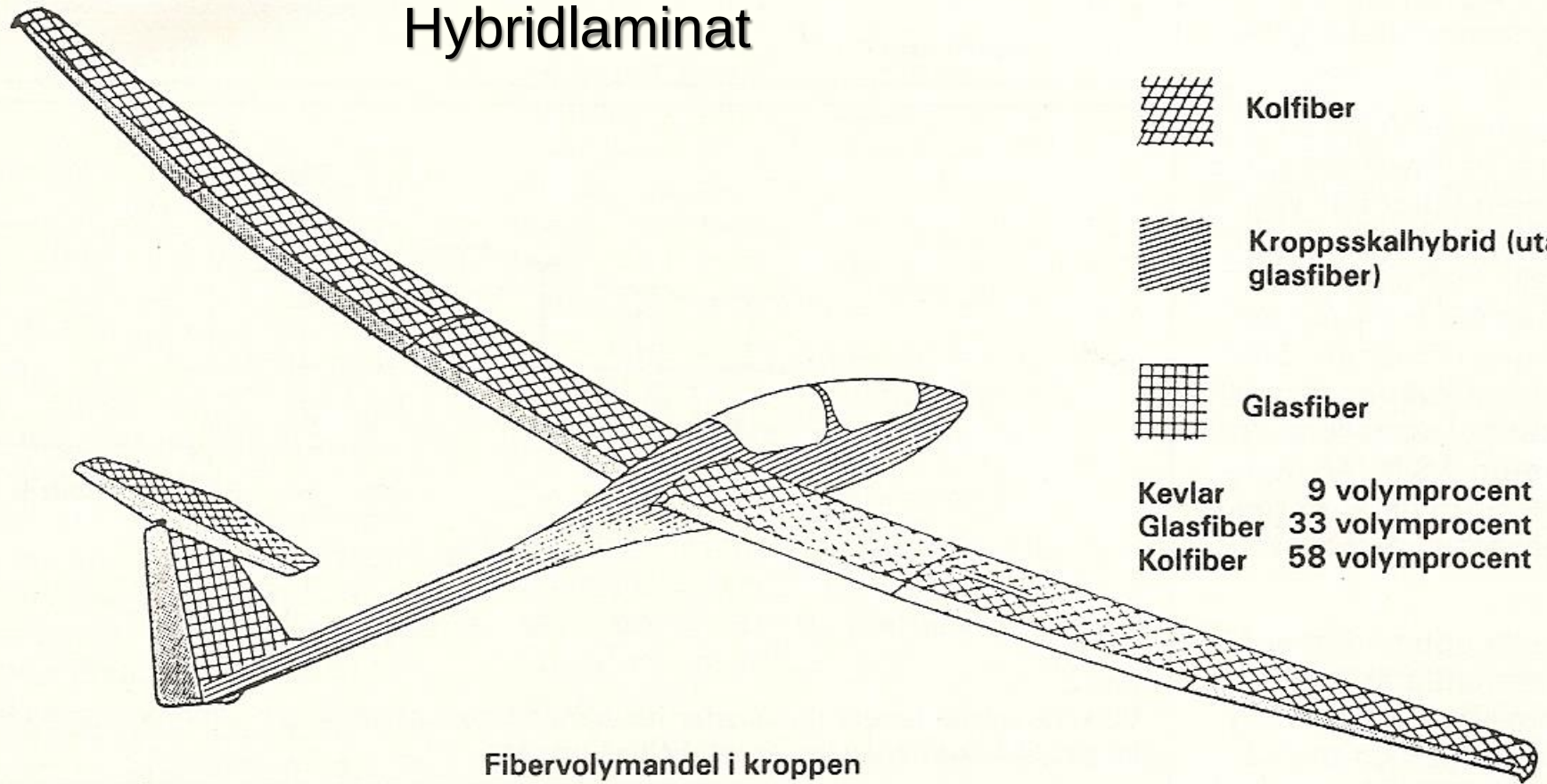
Kolfiber i vingbalkar



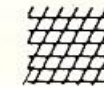
ASH 25 (1986)



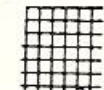
Hybridlaminat



 Aramid (Kevlar)

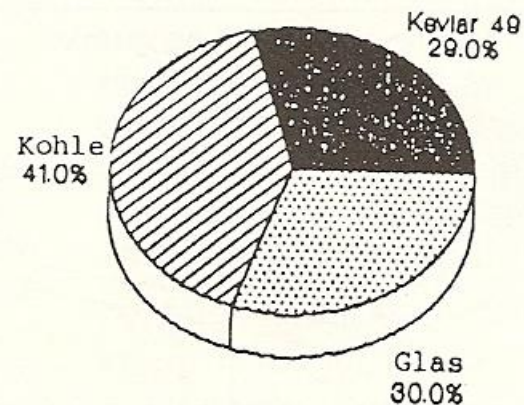
 Kolfiber

 Kroppsskalhybrid (utan glasfiber)

 Glasfiber

Kevlar	9 volymprocent
Glasfiber	33 volymprocent
Kolfiber	58 volymprocent

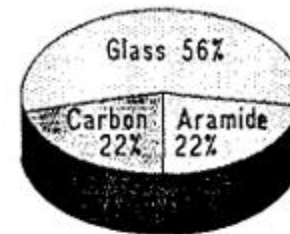
Fibervolymandel i kroppen



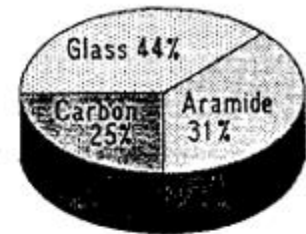
Kroppsskalhybrid (utan glasfiber)

Kolfiber	59 volymprocent
Kevlar	41 volymprocent

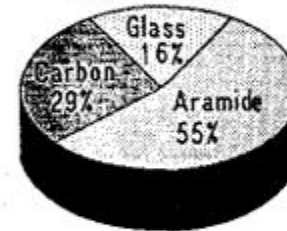
ASW 24 (1987)



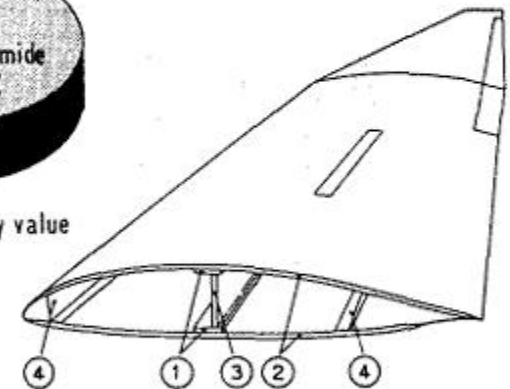
parts in weight



parts in volume

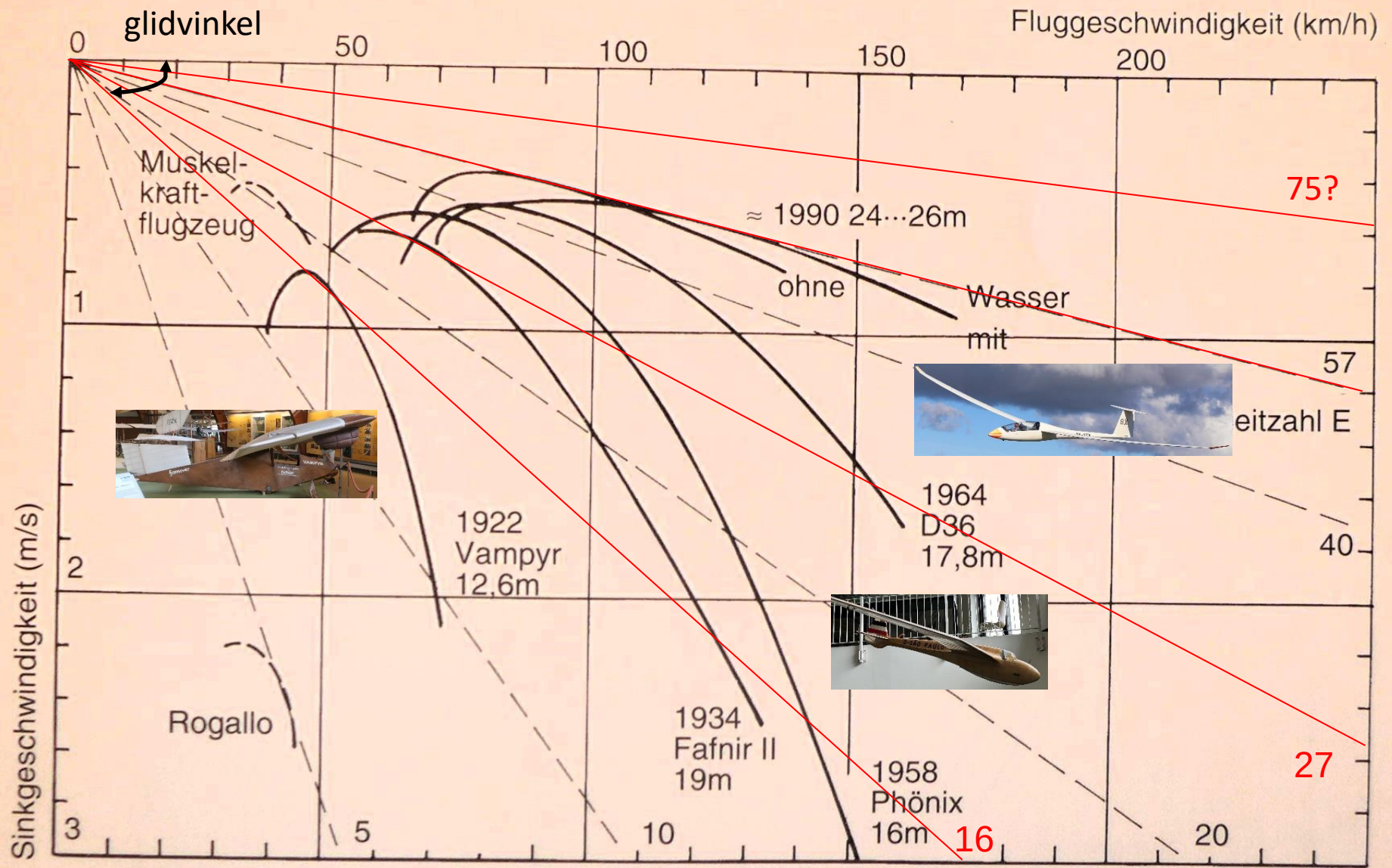


parts in money value



- ① Carbon fiber spar flanges
- ② Aramide fabric/Hardfoam sandwich skin
- ③ Glass fabric/Hardfoam sandwich shear web
- ④ Glass/Polyamide vleece stringers

1/75 -> glidvinkel 0.76 grader



Geschwindigkeitspolare vermessener Segelflugszeuge 1922 bis 1990

Concordia
(2012)
state-of-the-art





Dick Butler, Gerhard Waibel, Loek Boermans, Johannes Dillinger

Spännvidd 28 m

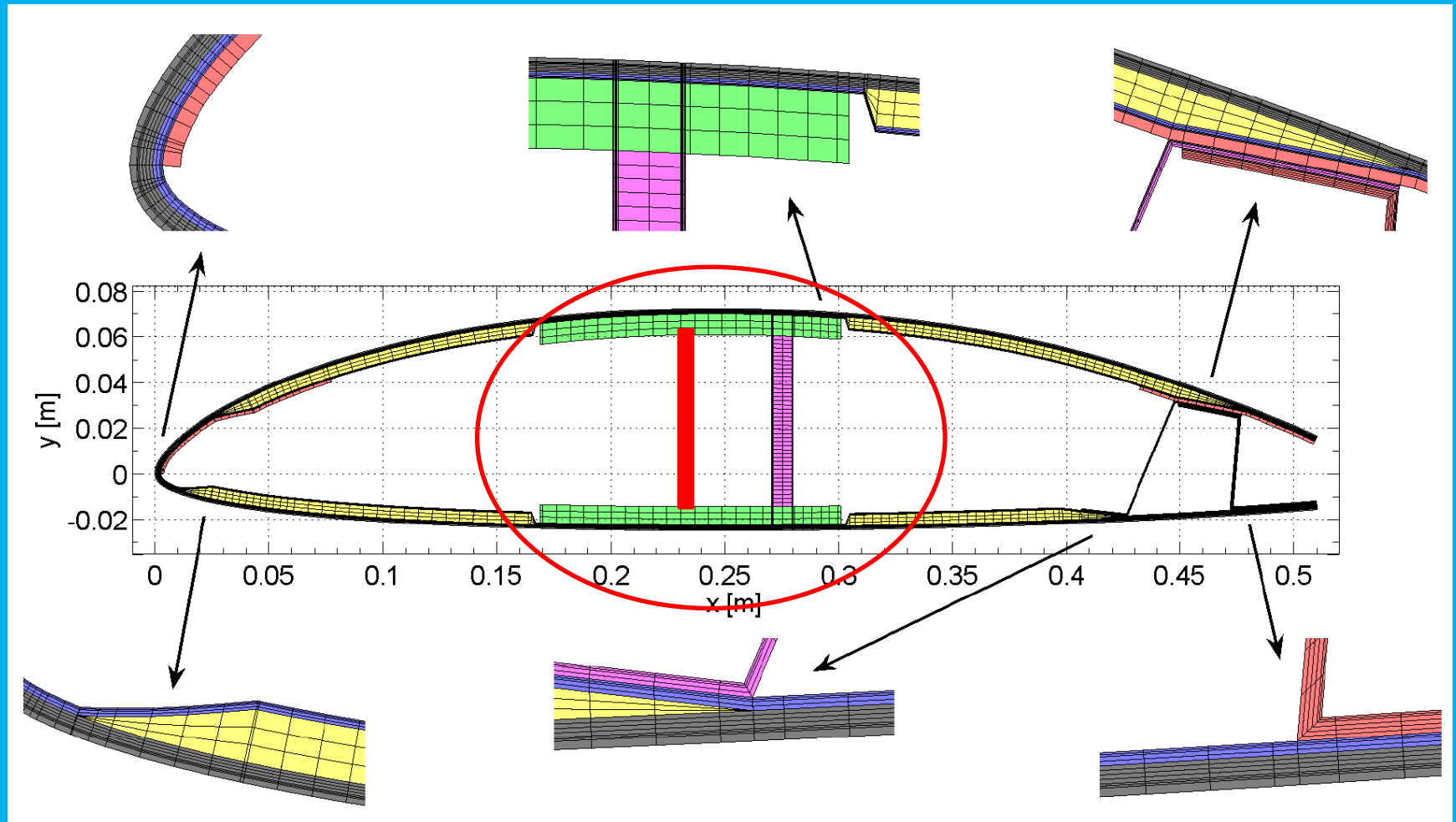
Vingbelastning 62 kg/kvm

MTOW 850 kg

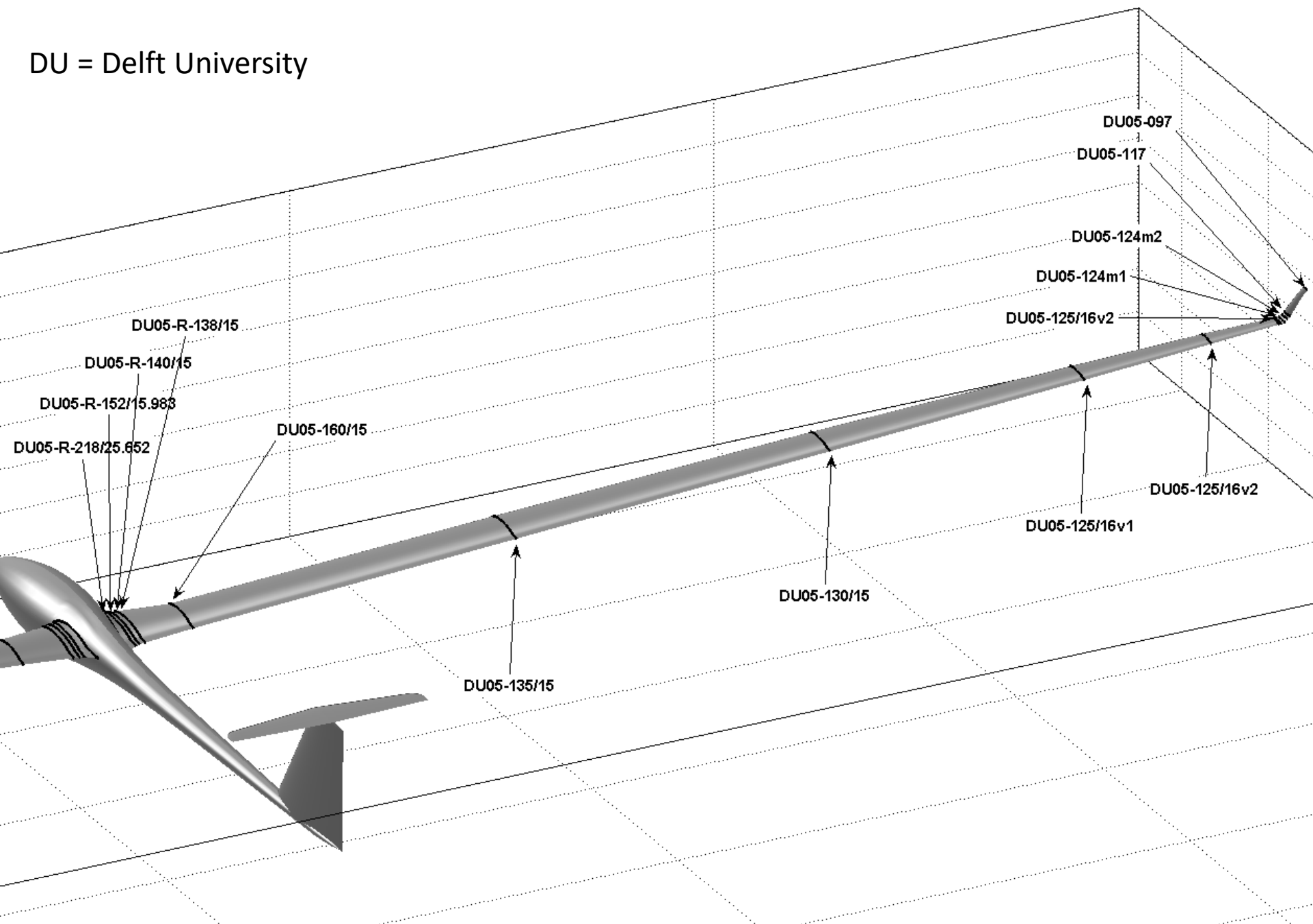
Sidoförhållande 57

Vattenbarlast 300 l

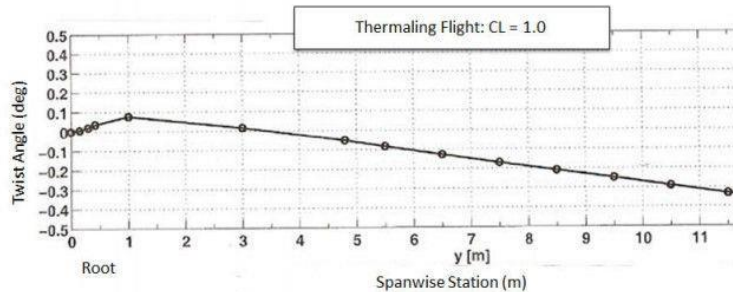
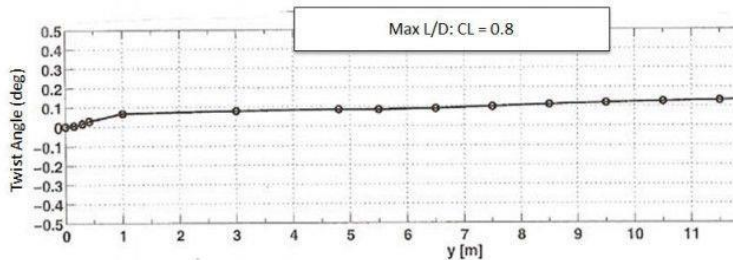
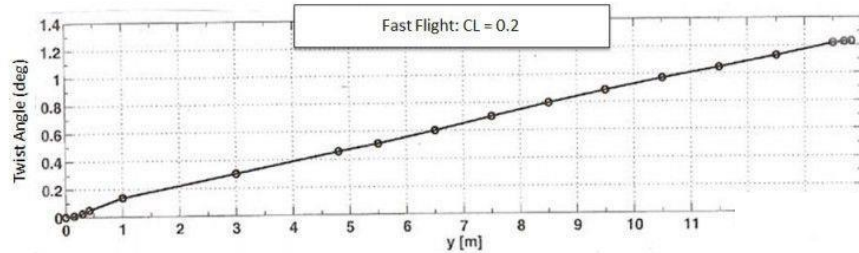
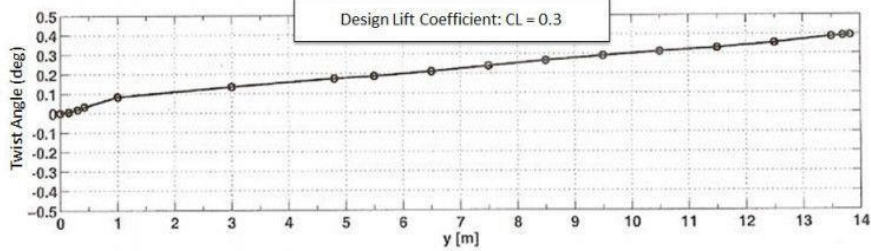
Vingtjocklek 12-16%



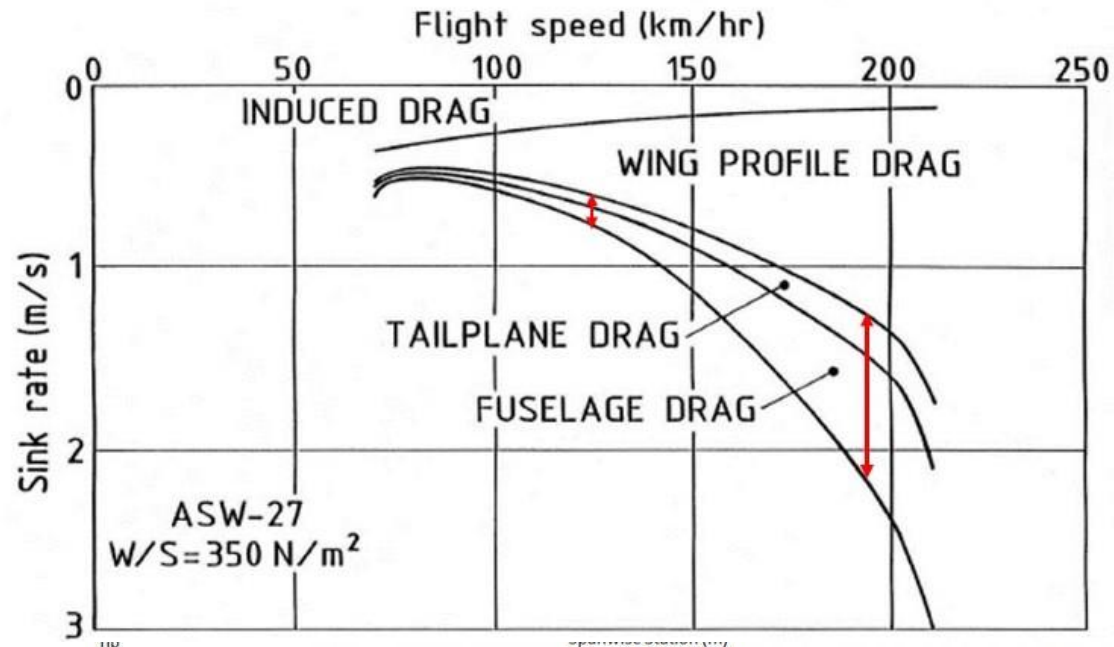
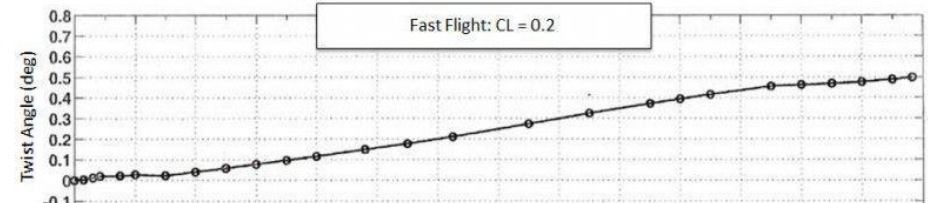
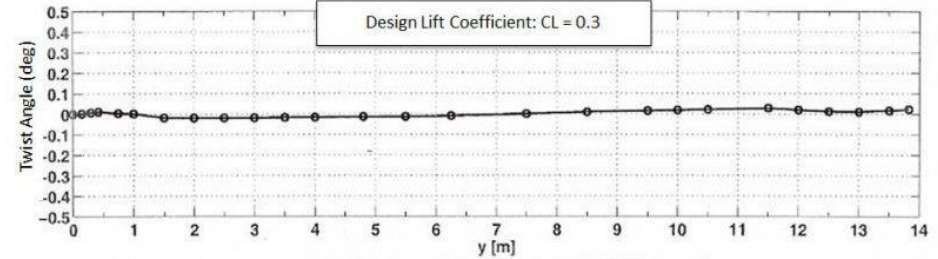
DU = Delft University



ursprungligt



modifierad



Stabilisator och vingbalk



Concordia



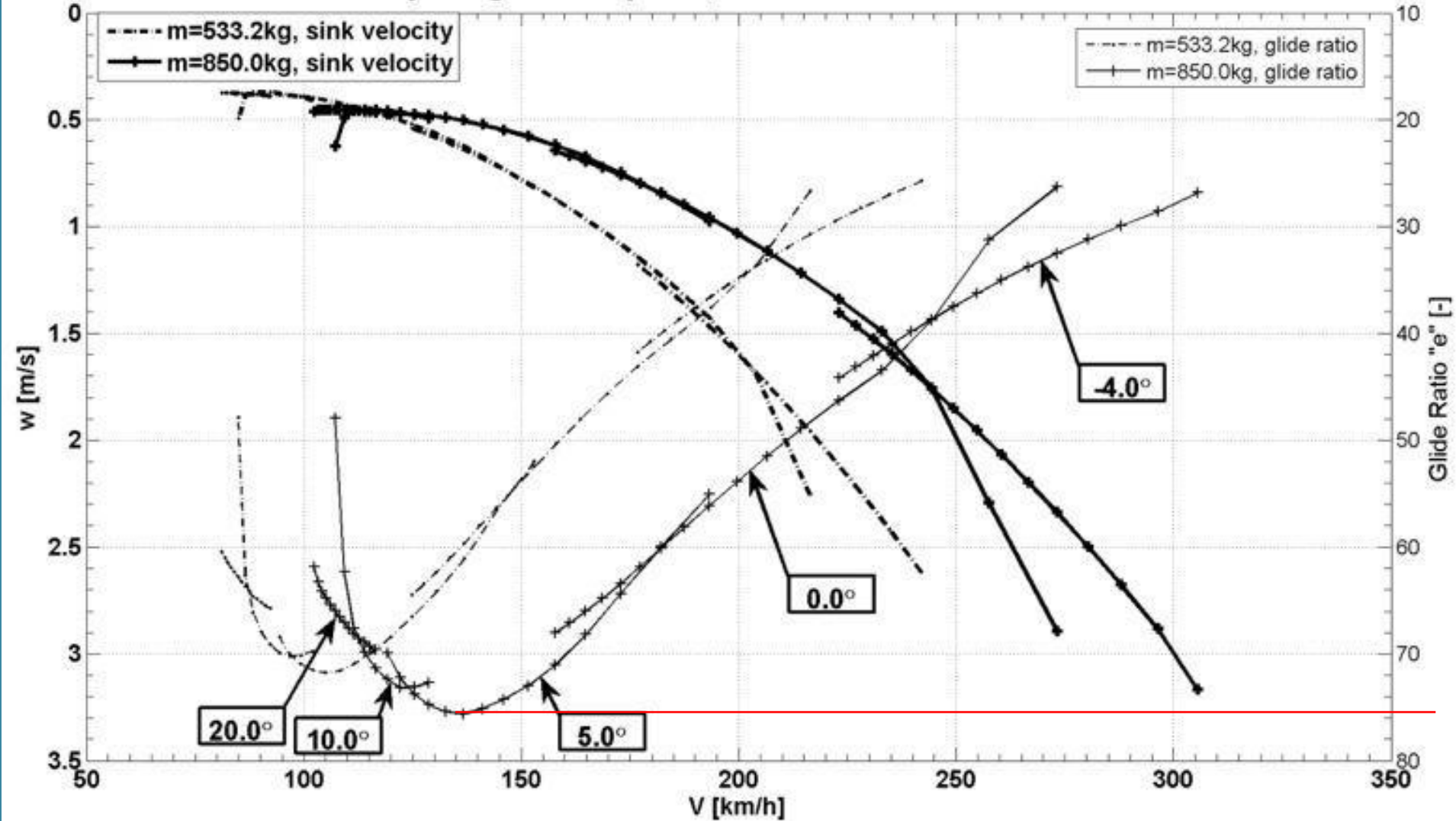
ASW 22 och Concordia







Velocity and glide ratio polars, $h=1500.0$



Nixus 28 m spv, 980 kg



Fly-by-wire
Automatisk klaff

ASH 30 kropp + nya vingar



Segelflygplan enligt reglerna?



Kort hur man
bygger ett
segelflygplan

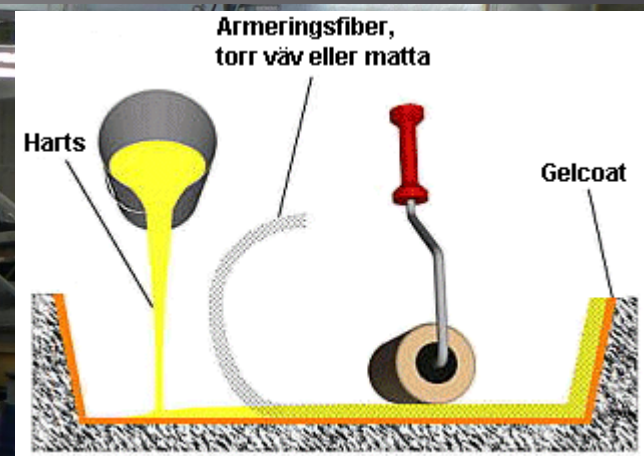






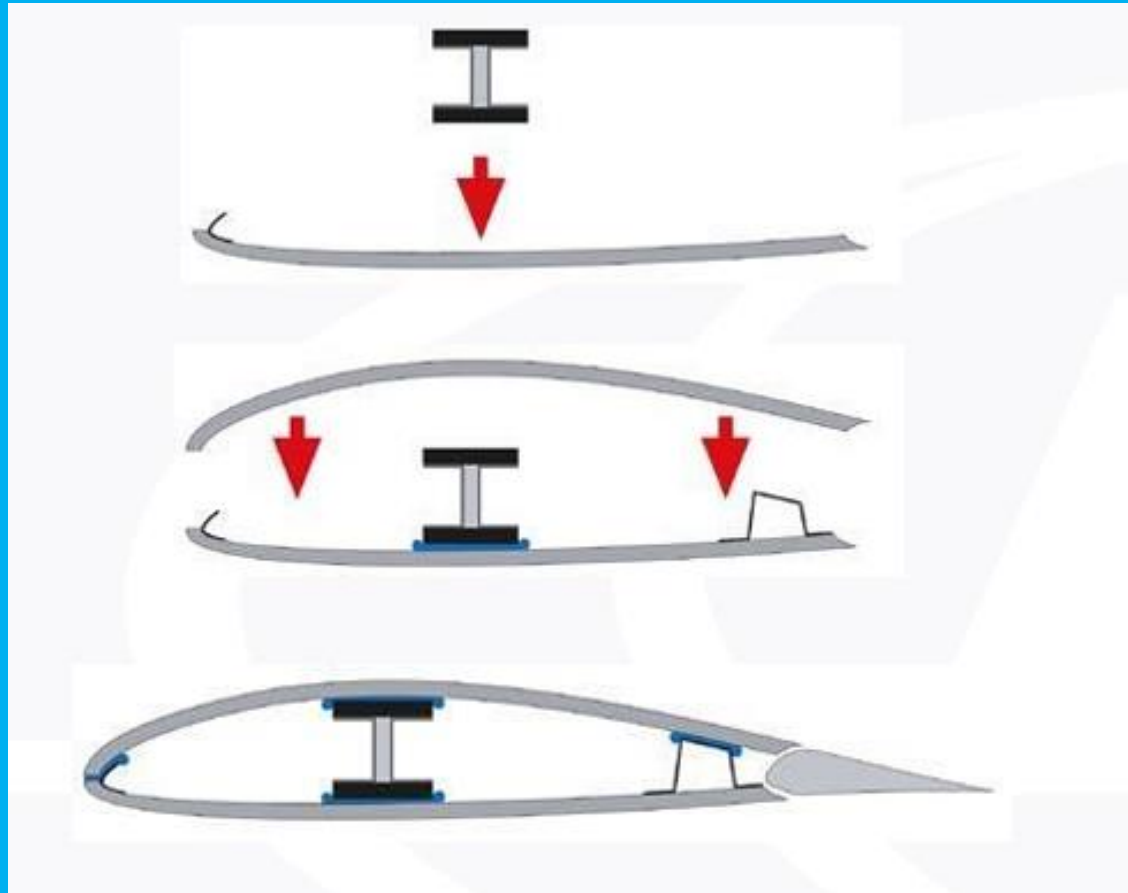




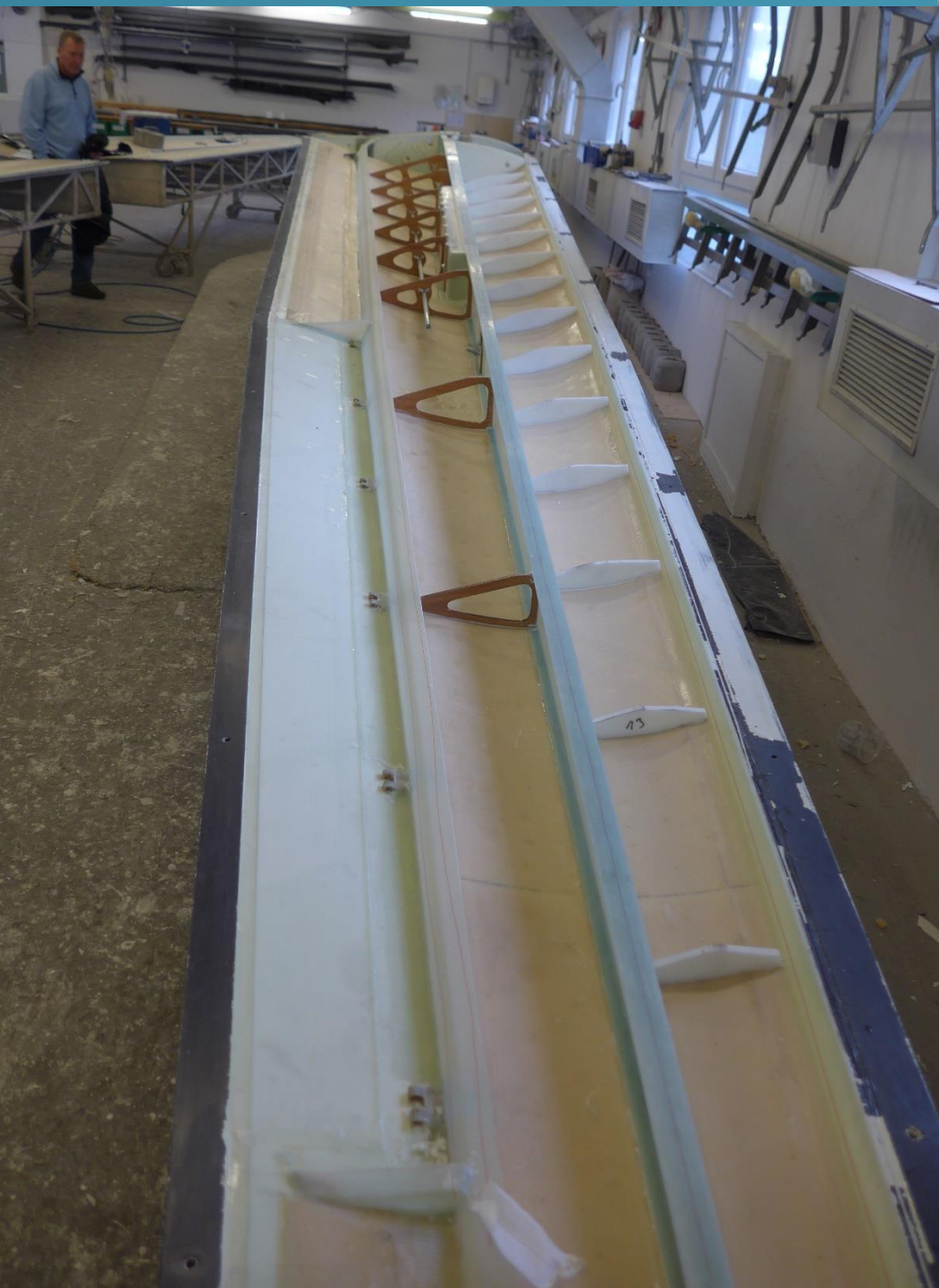




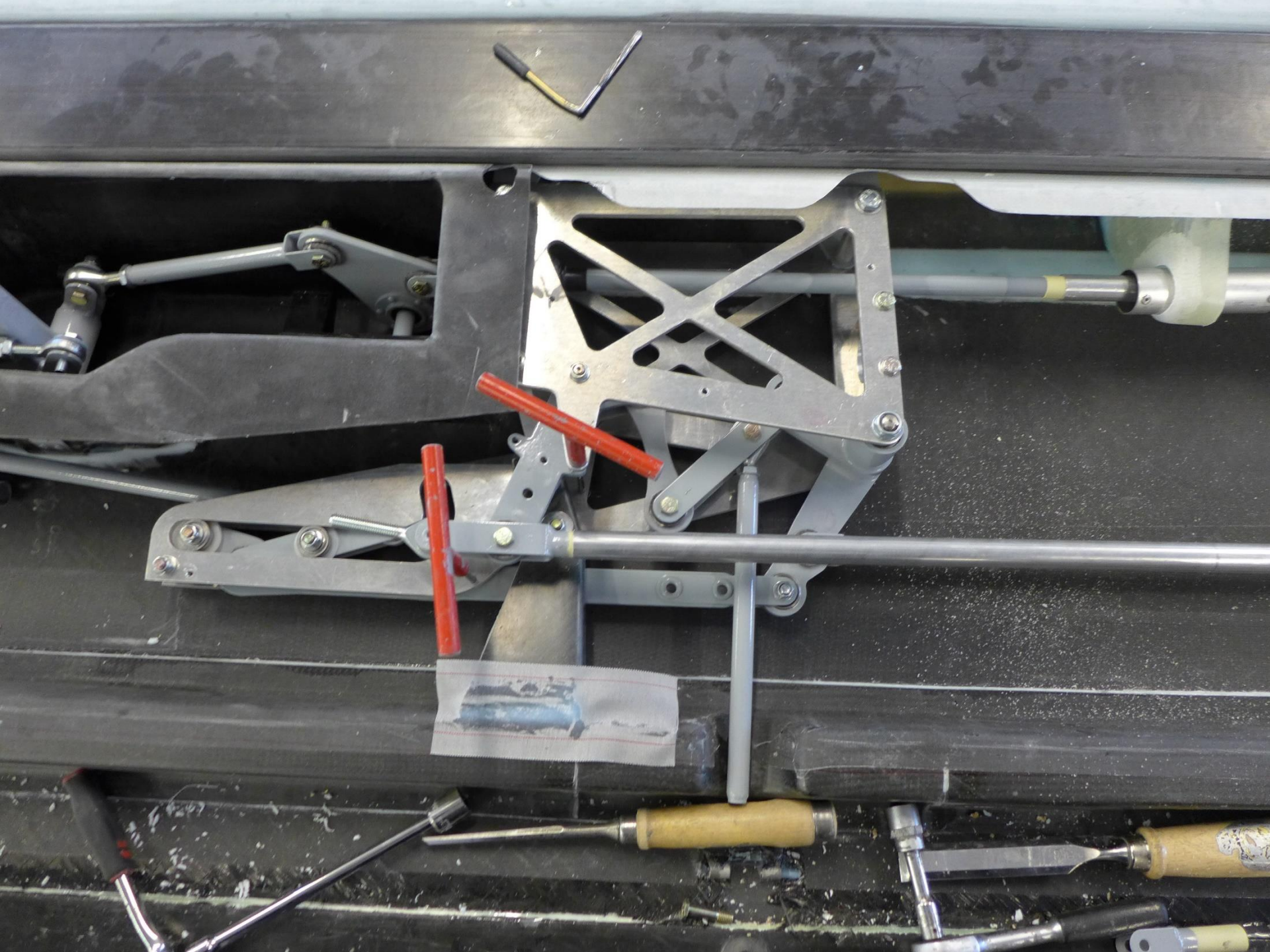
Schleicher



















Trä är vackert!





ASK 21

ASG 29



1 500 tim

3 100 tim
(55% av kostnaden)



Framtiden?

Loek Boermans

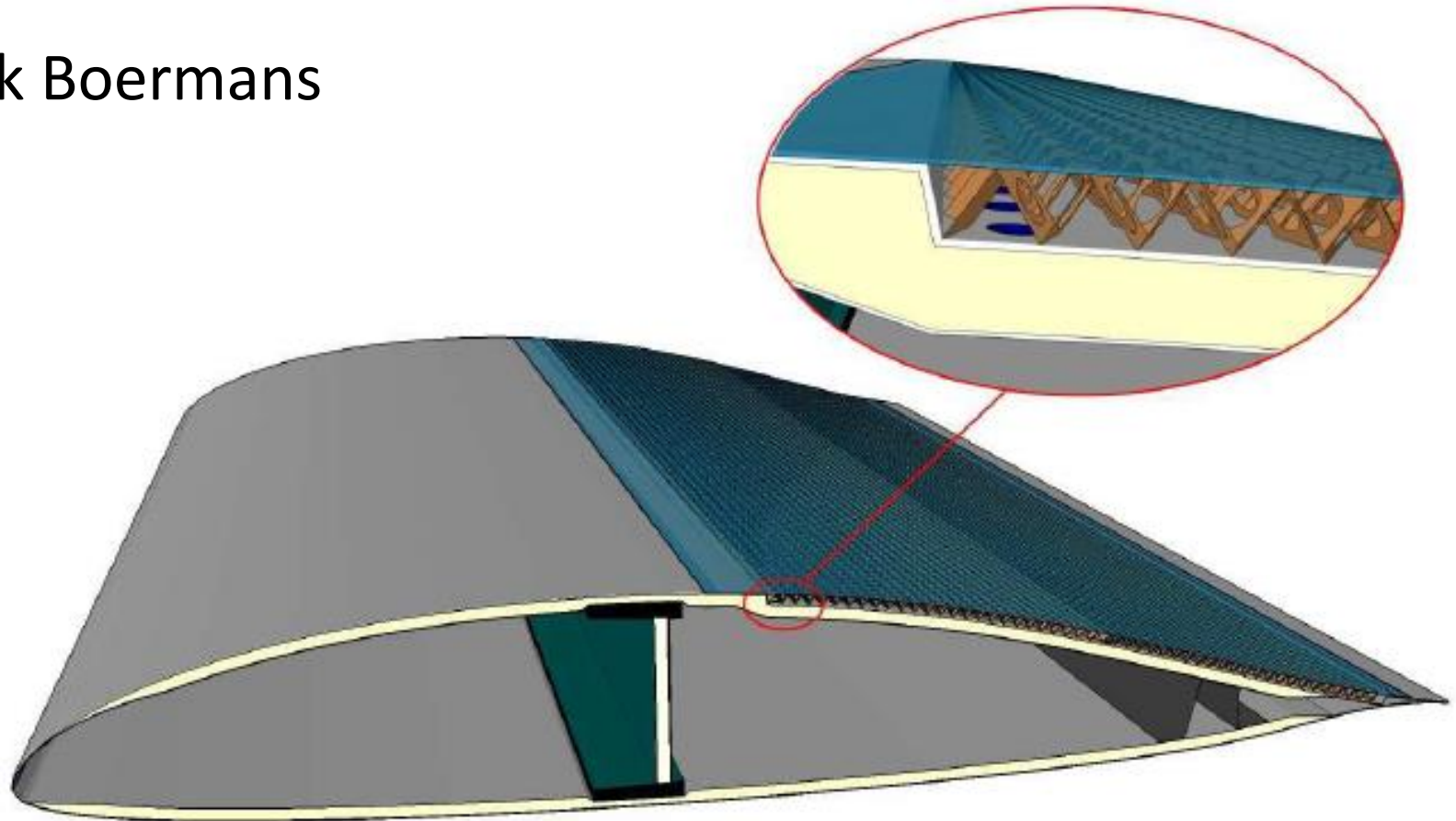


Figure 29 Layout of the suction sandwich on top of the structural sandwich. The air is sucked through the porous outer skin, flows forward through perforated folded core and finally through throttling holes into the wing

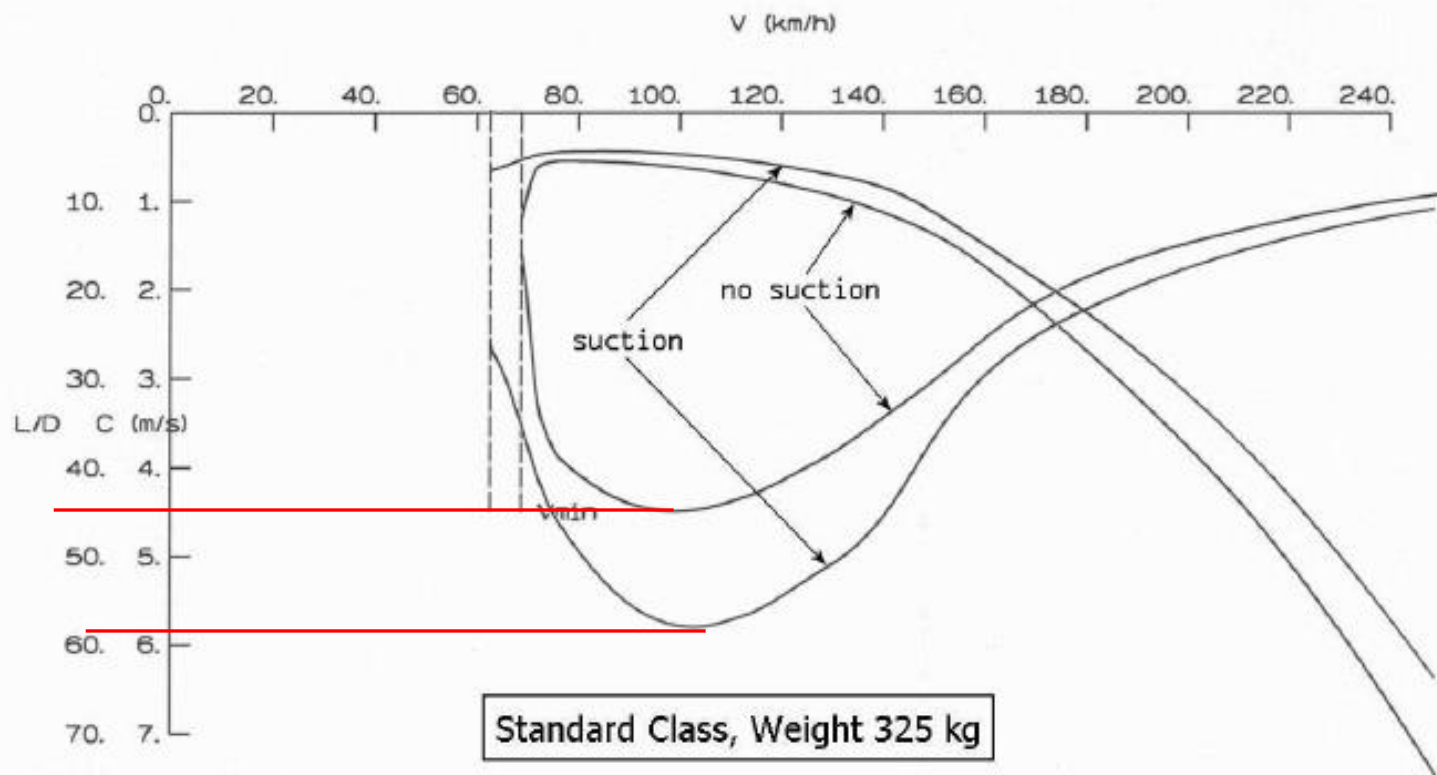


Figure 32 Improvement of the speed polar of a Standard Class sailplane by boundary layer suction

Inte tillåtet med dagens regler!

Framtiden?



Framtiden?



20 000 l
vatten/dag



Vilken är säkrast och
bäst att flyga?

Vilken är vackrast?



Kjetil Nordheim
PHOTOGRAPHY

God
Jul

Frågor?

