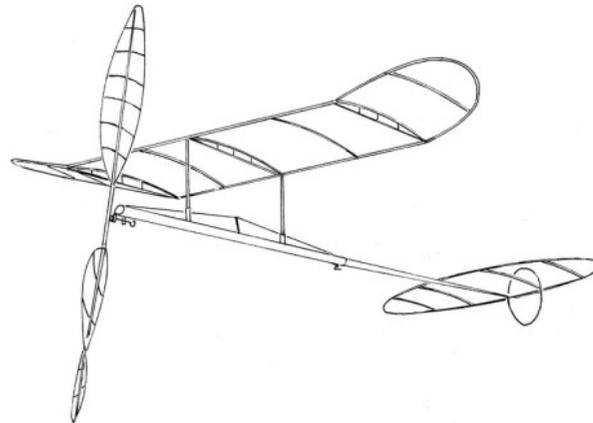


Seminar Saalflug

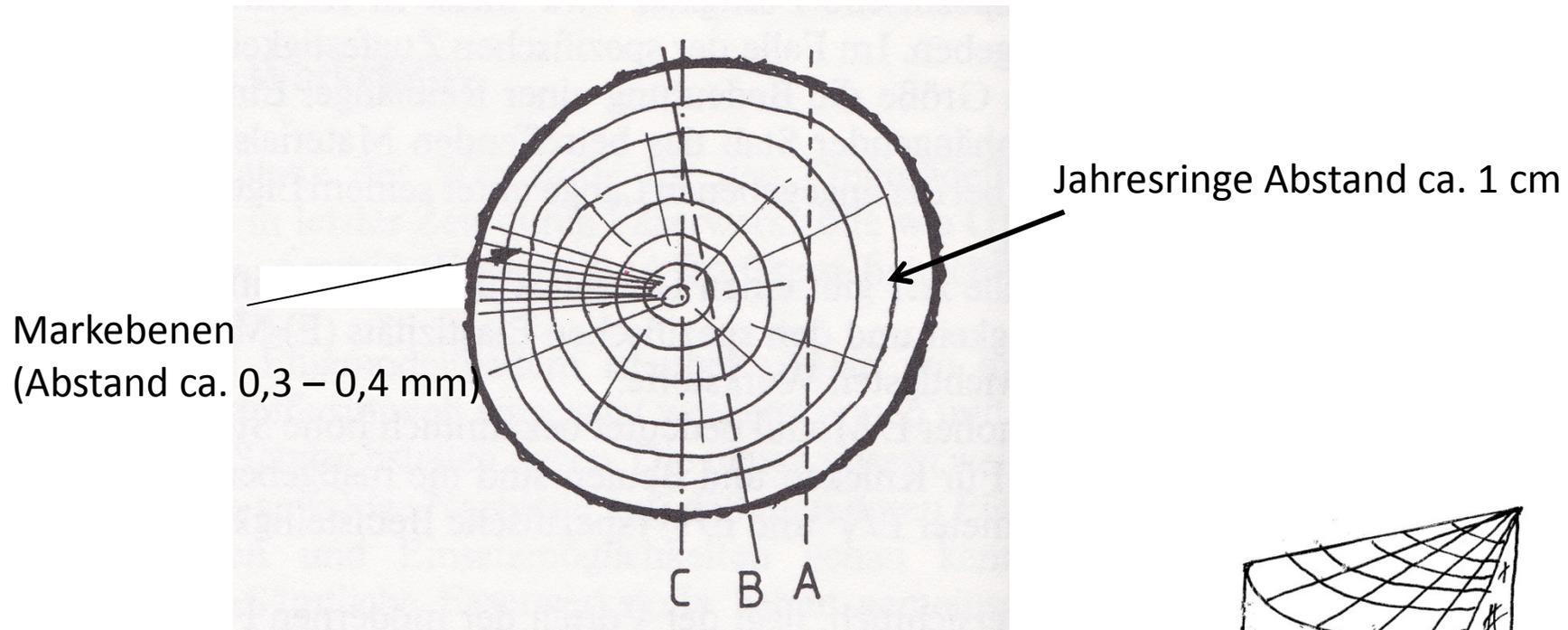
22. 11. 2014

Flugwerft Schleißheim



Deutsches Museum





Daten Balsaholz:

Dichte 0,05 bis 0,30 g/cm³ (55 bis 250 kg/m³)

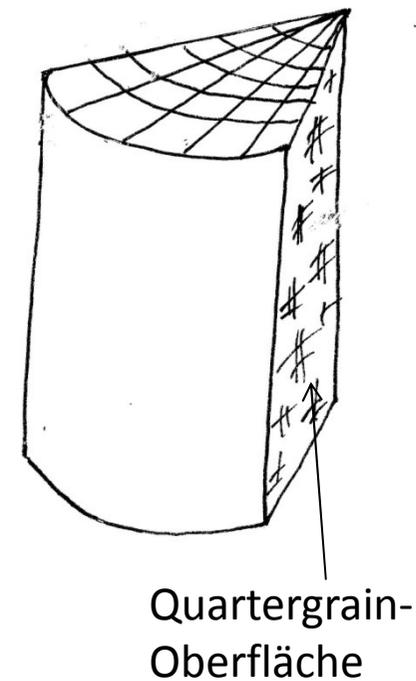
Für Saalflug: 0,06 bis 0,01 g/cm³ geeignet

Festigkeitsdaten für 0,08 g/cm³ :

Zugfestigkeit 7 N/mm²

Druckfestigkeit 4 N/mm²

E-Modul 1400 N/mm²

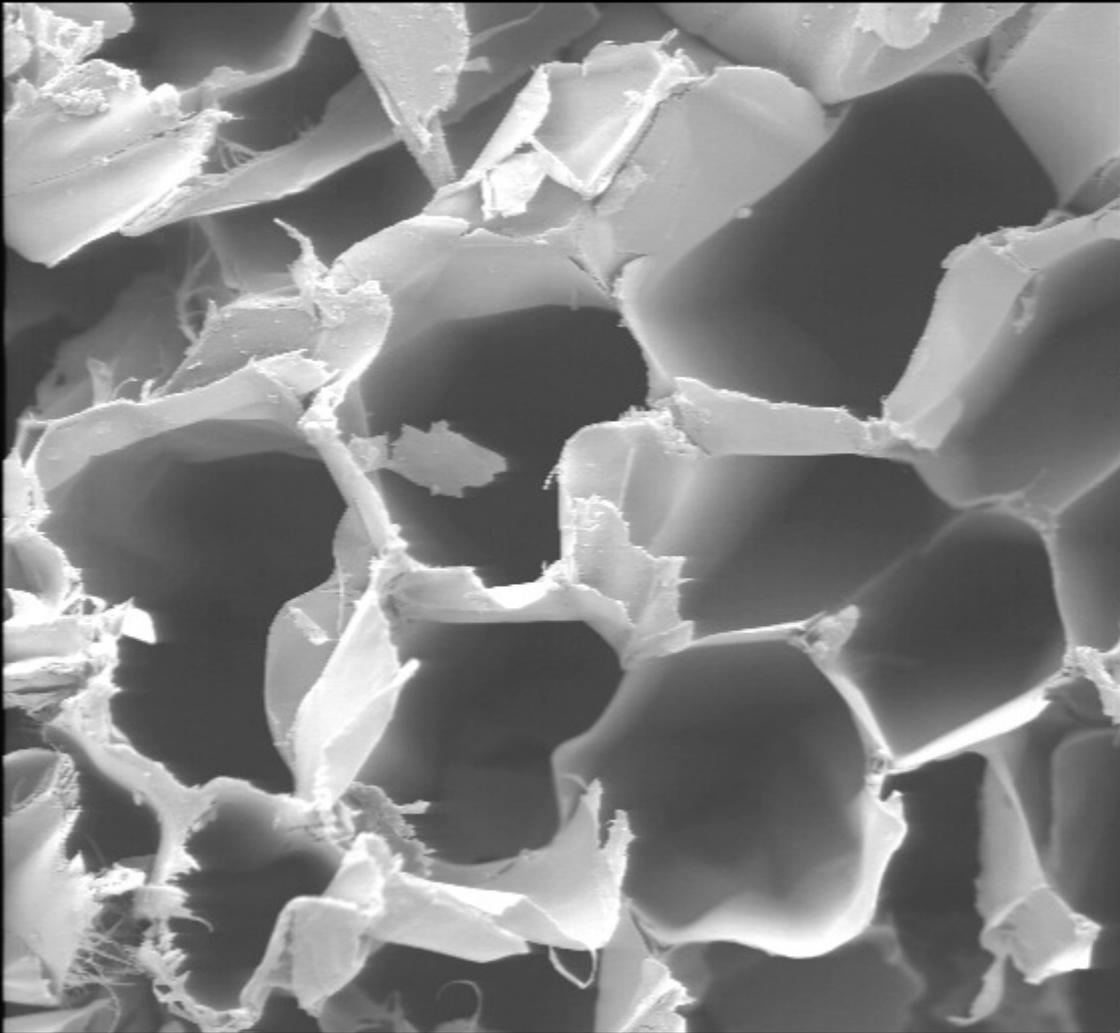




A

B

C



10 kV

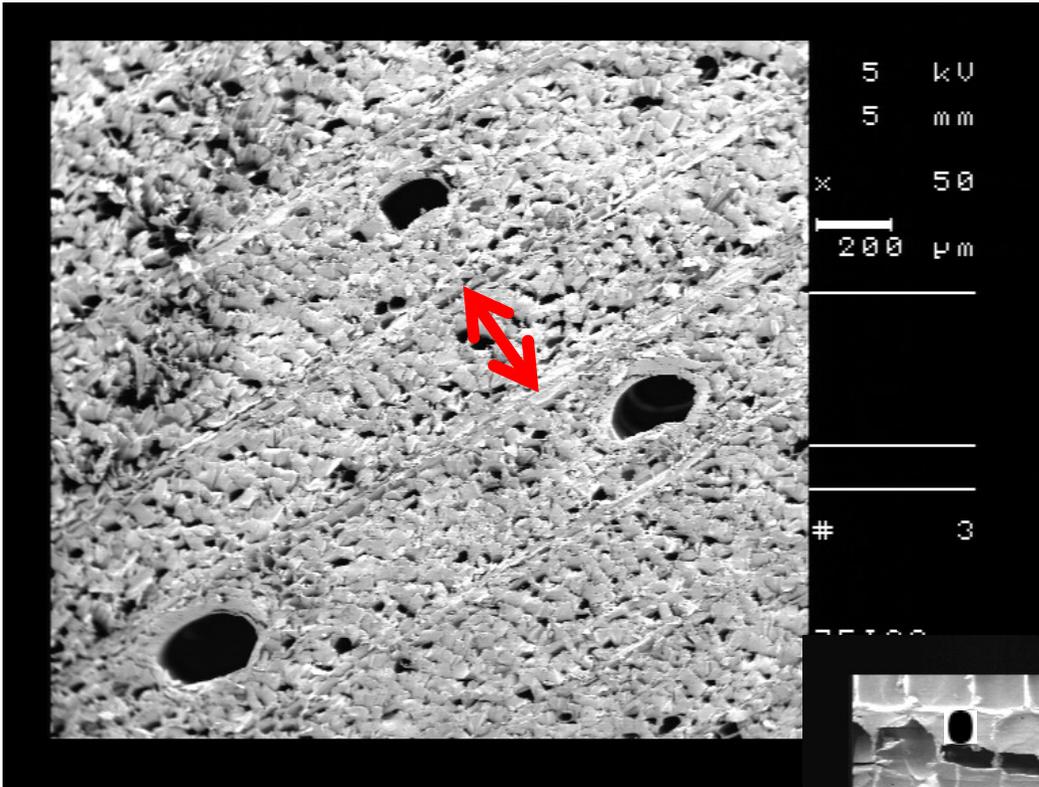
5 mm

x 500

20 μ m

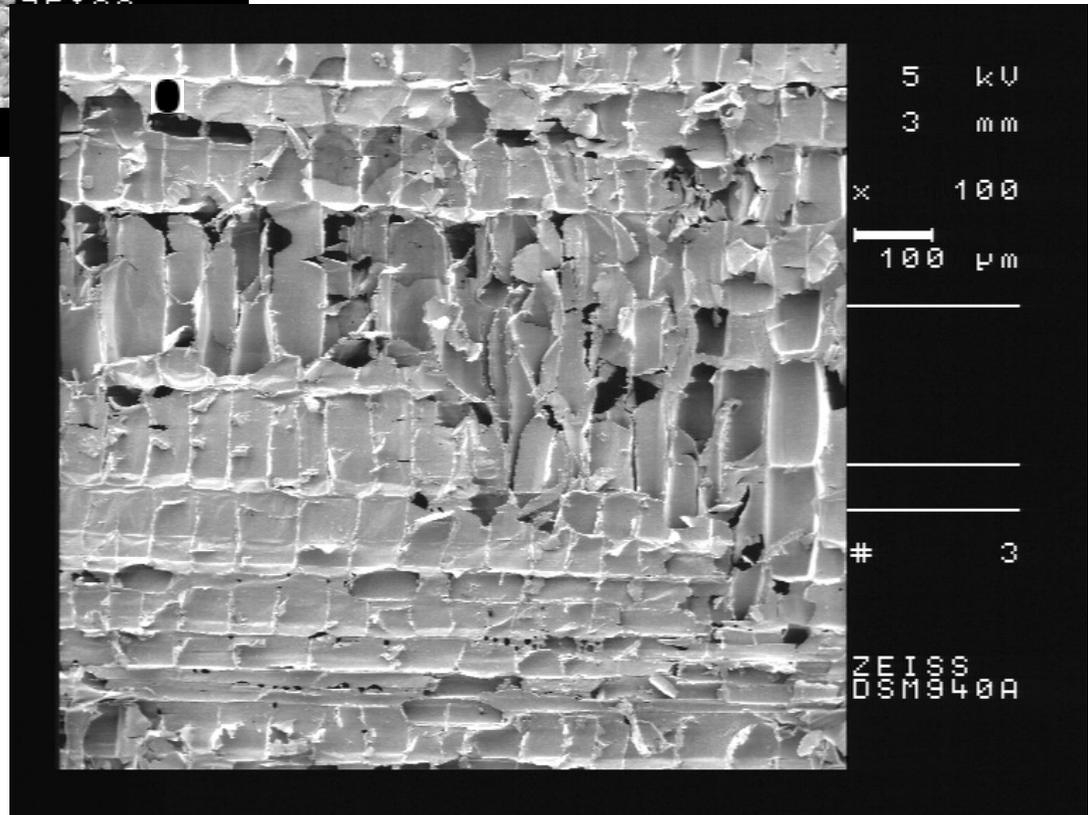
3

ZEISS
DSM940A

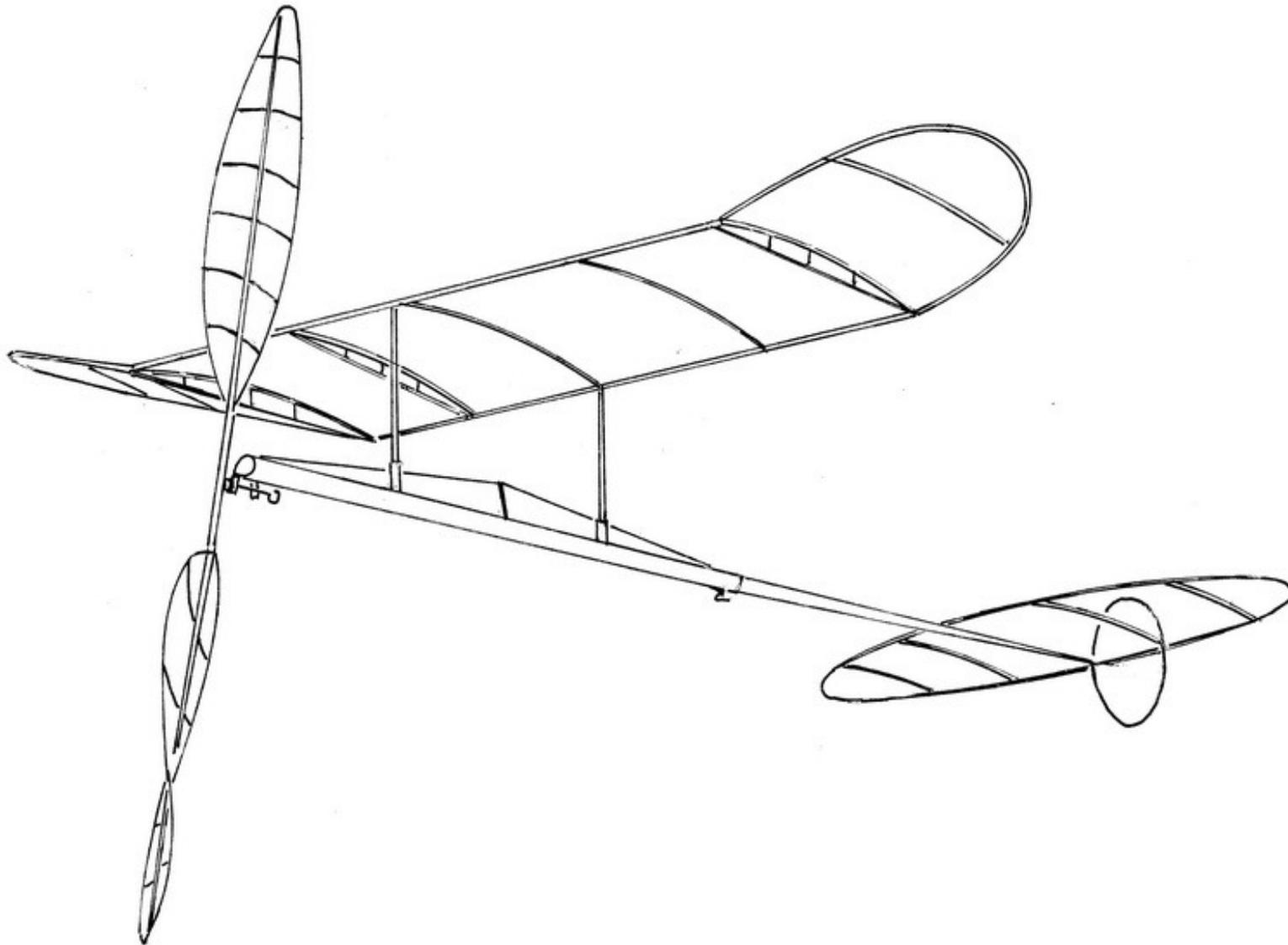


Abstand Markebenen ca. 0,4 mm

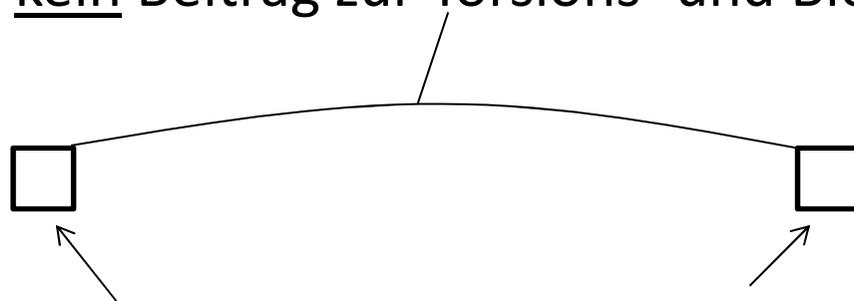
Schnitt tangential
zu einer Markebene



Wo platziert man das Gewicht
um maximale Festigkeit zu bekommen?



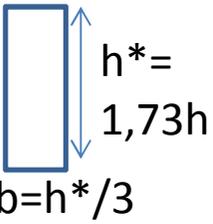
kein Beitrag zur Torsions- und Biegesteife



Holme übernehmen Biege- und Torsionskräfte

Optimierungsaufgabe Querschnittsform:

Torsionssteifigkeit

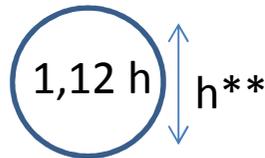
	Drillwiderstand	bezogen auf gleiche Querschnittsfläche (=Gewicht)
	$\pi/32 h^{**4}$	115 %
	$1/3 b^3 h^*$	79 %
	$0,14 h^4$	100 %

Ergebnis:

Bei gleichem Gewicht haben quadratische oder Kreisquerschnitte eine bessere Torsionssteifigkeit als flache Querschnitte

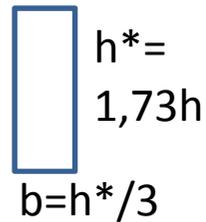
Biegesteifigkeit

Flächenträgheitsmoment bezogen auf
die Querschnittsfläche (Gewicht)



$$\pi/64 h^{**4}$$

95 %



$$1/12 b h^{*3}$$

300 %



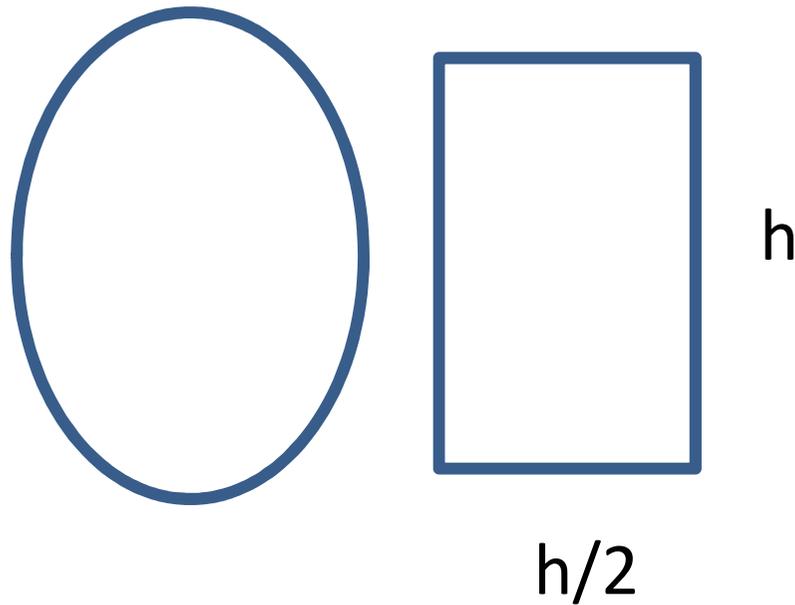
$$1/12 h^4$$

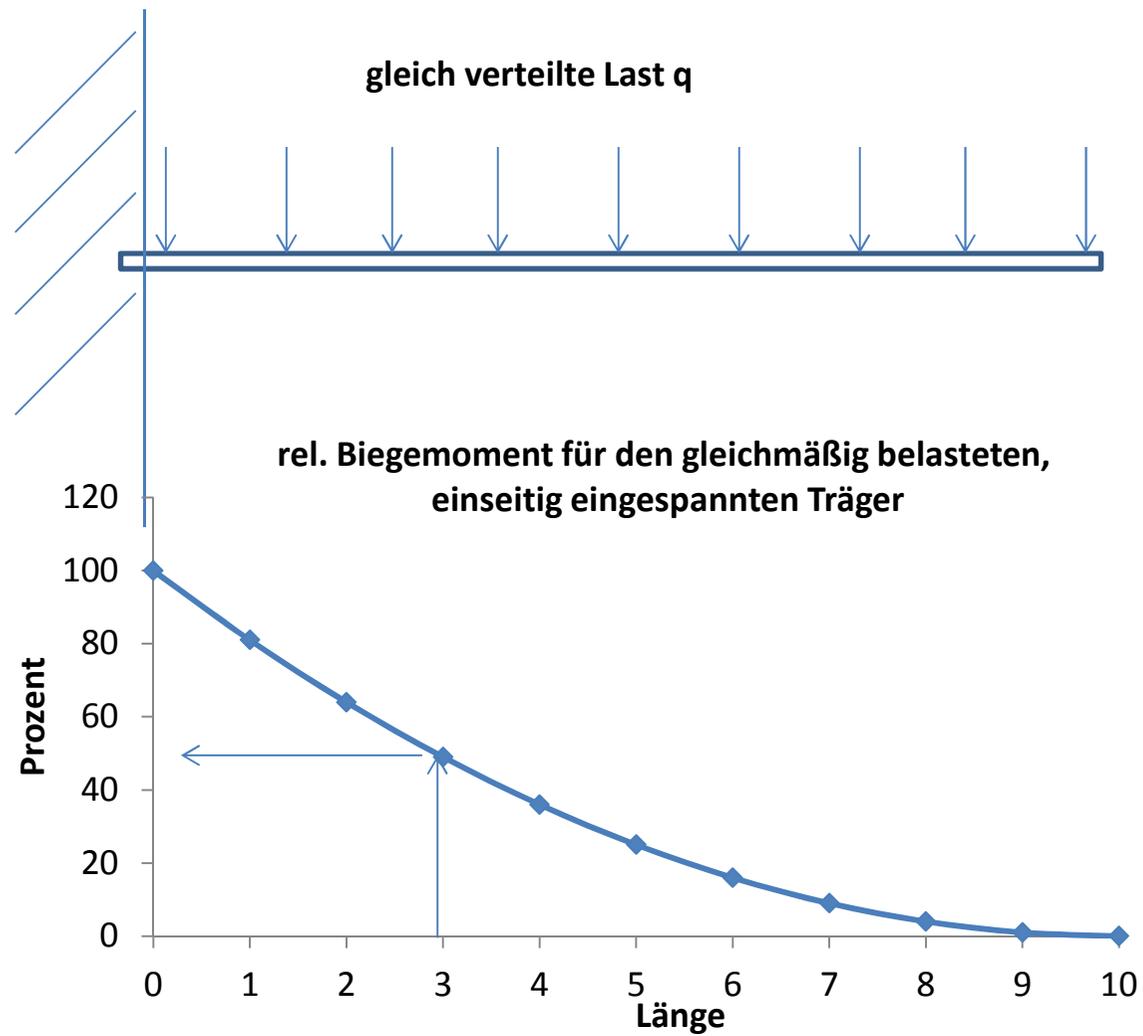
100 %

Ergebnis:

Bei gleichem Gewicht sind Hochkant-Rechteckträger hinsichtlich *Biegesteifigkeit* die beste Lösung

Beste gewichtsbezogene Lösung
für Biegung und Torsion:



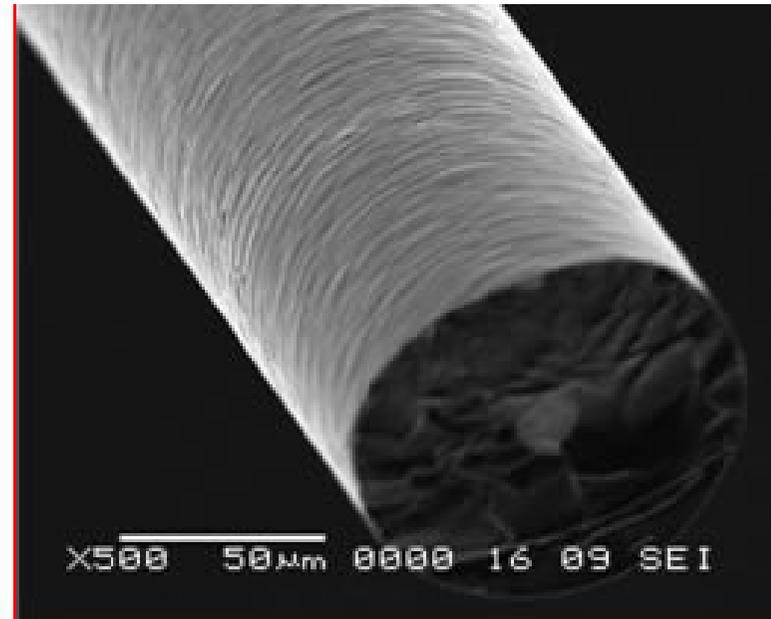
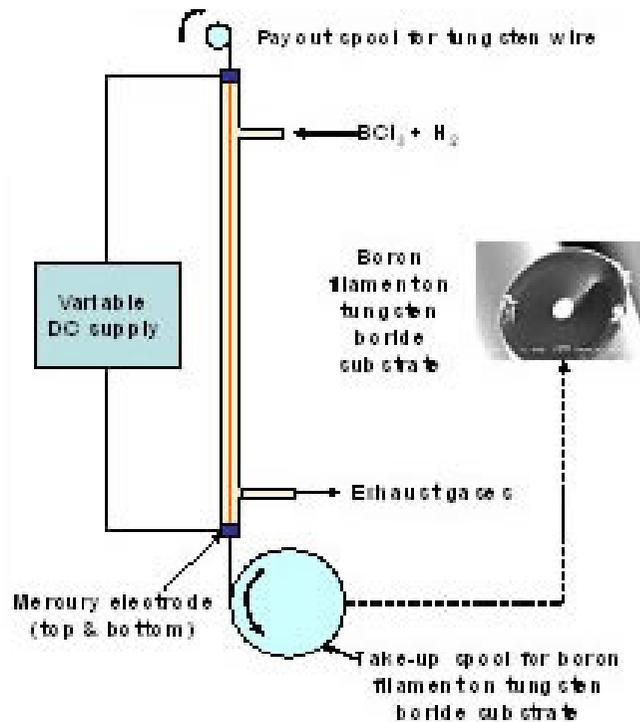


Ergebnis: Holme müssen, um die hohe Biegesteifigkeit bei geringem Gewicht zu erreichen, stark verjüngt sein!

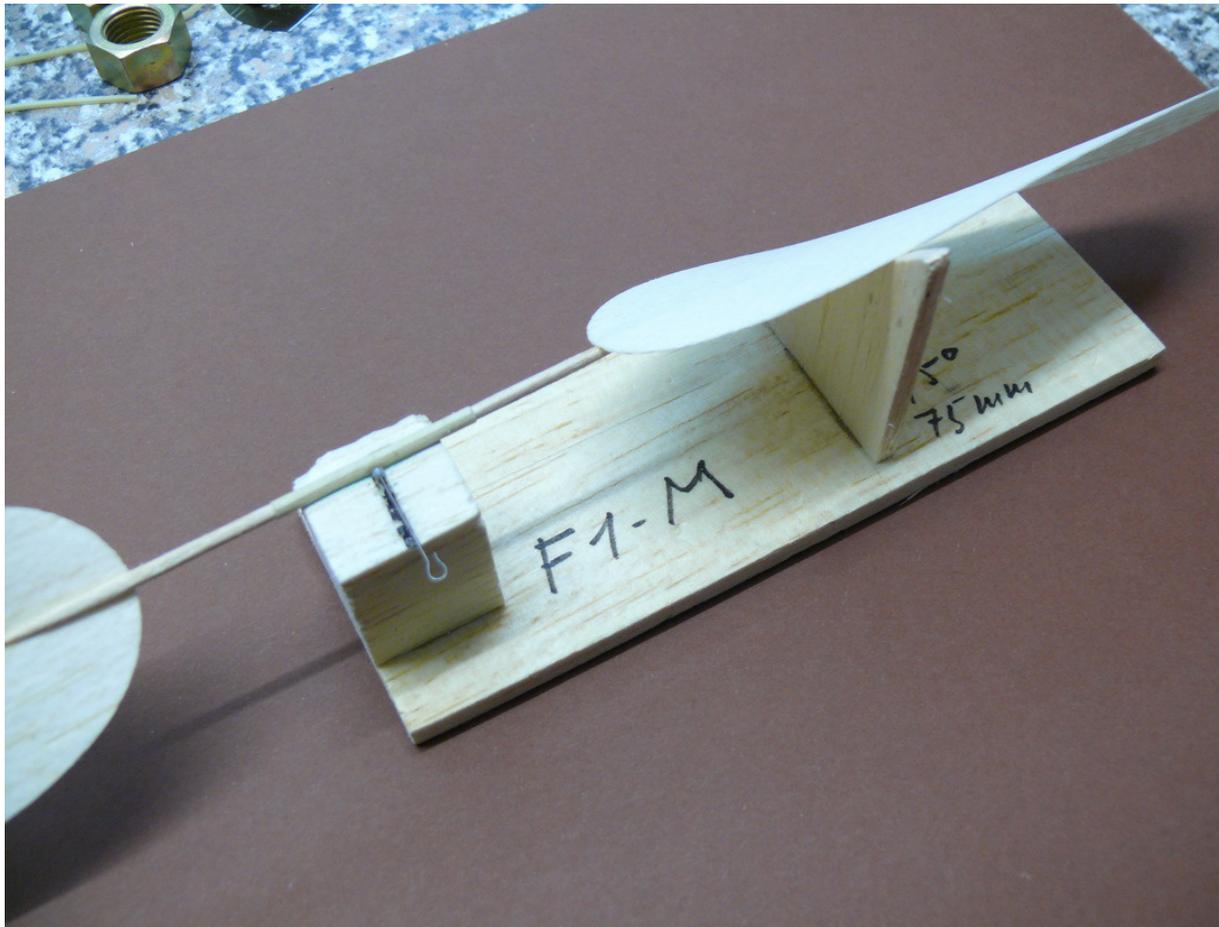
Borfasern 75 und 100 μm

sehr hohe Steifigkeit und Zug/Druckfestigkeit

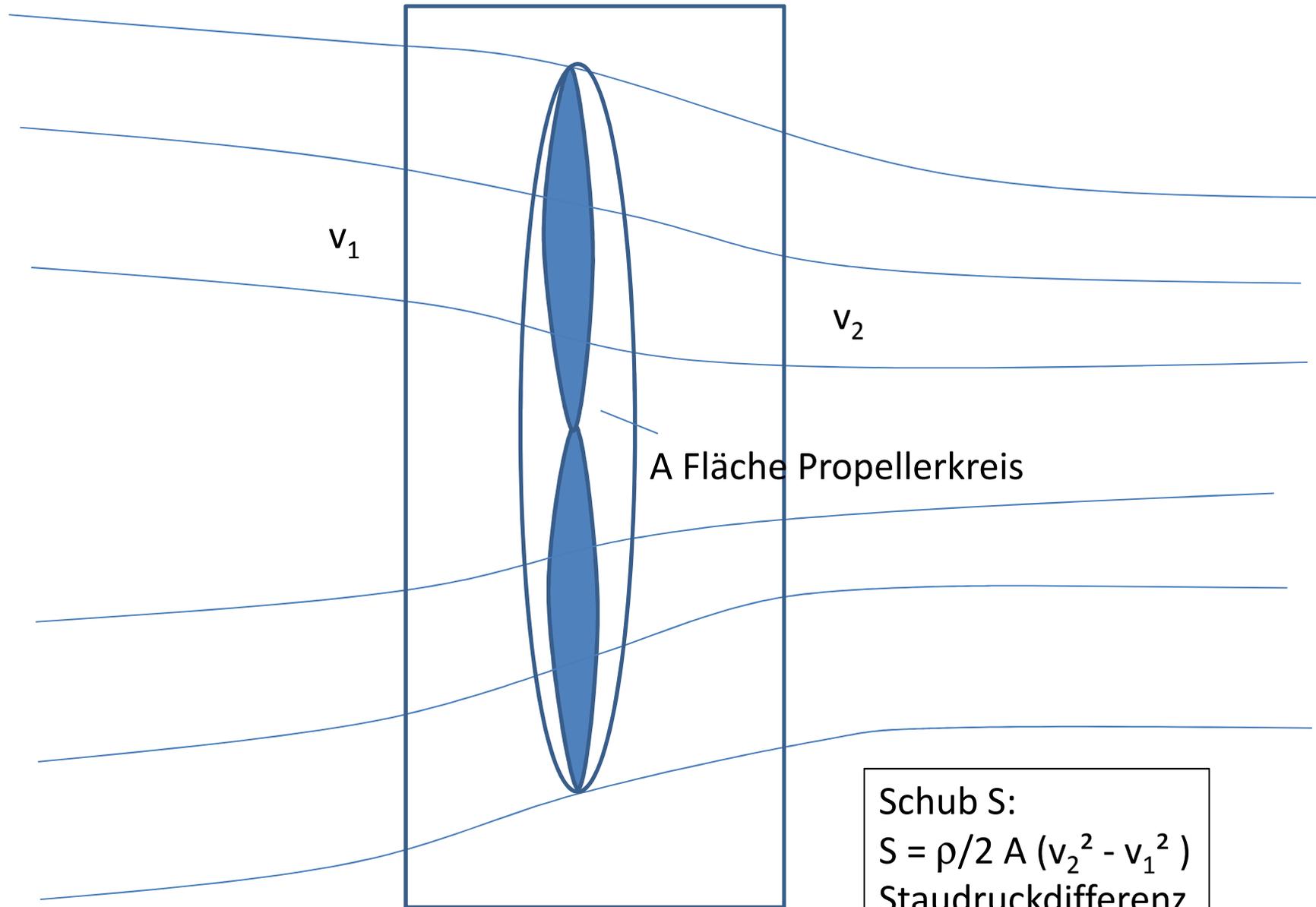
Dichte $2,6 \text{ g/cm}^3$ (Kohle $1,8 \text{ g/cm}^3$)

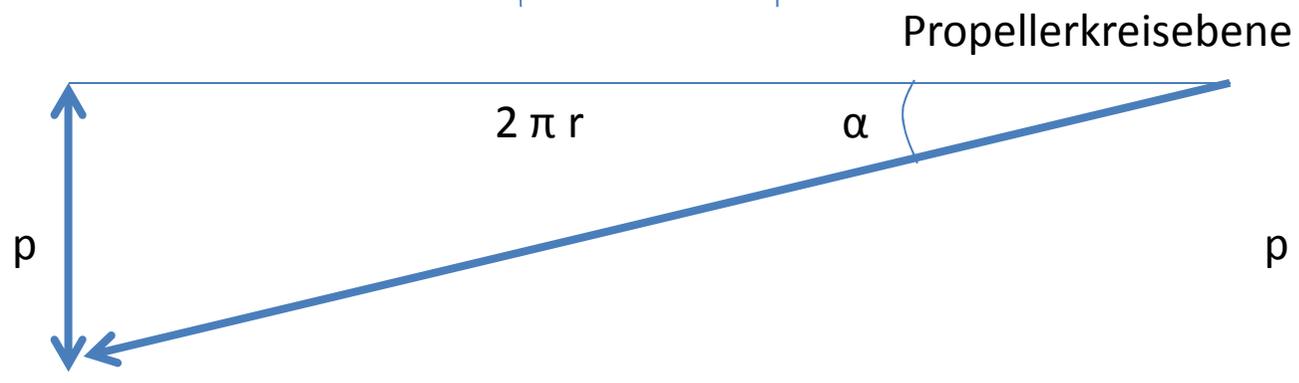
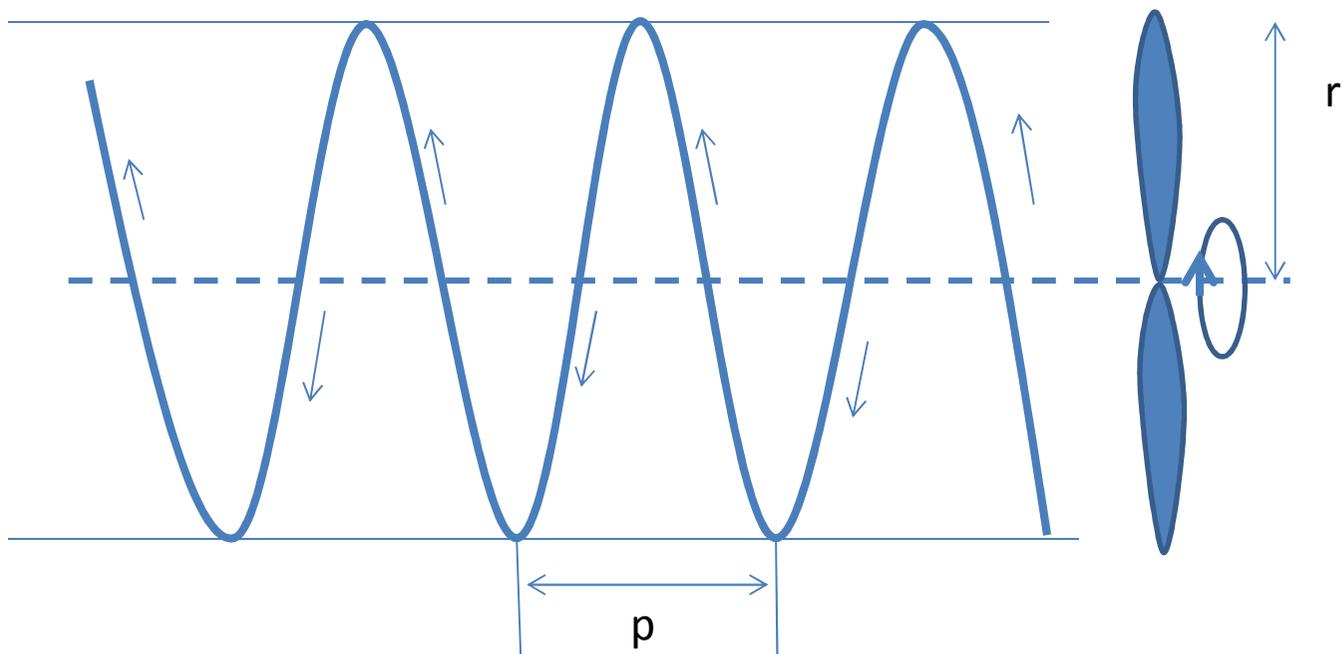


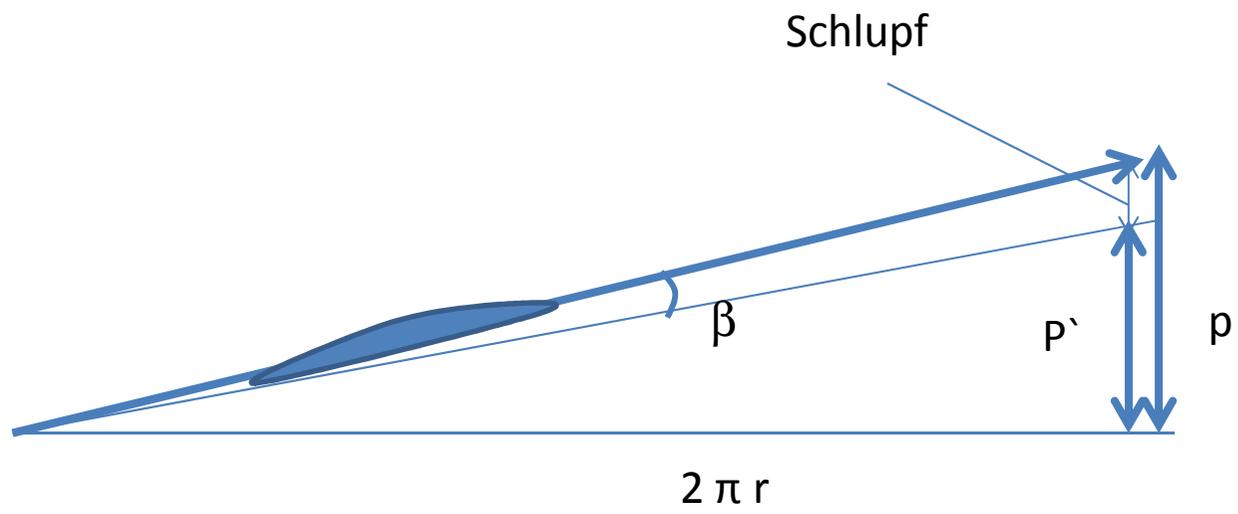
Propeller



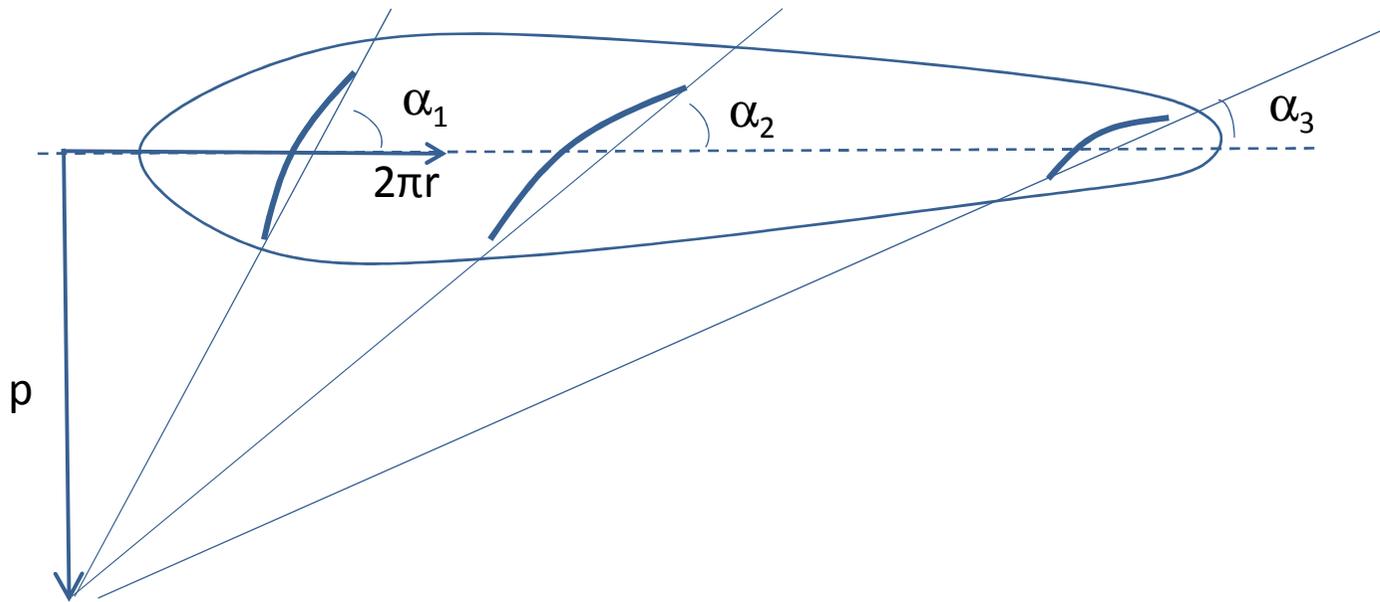
Luftsäule beschleunigen: Kontinuitätsgesetz



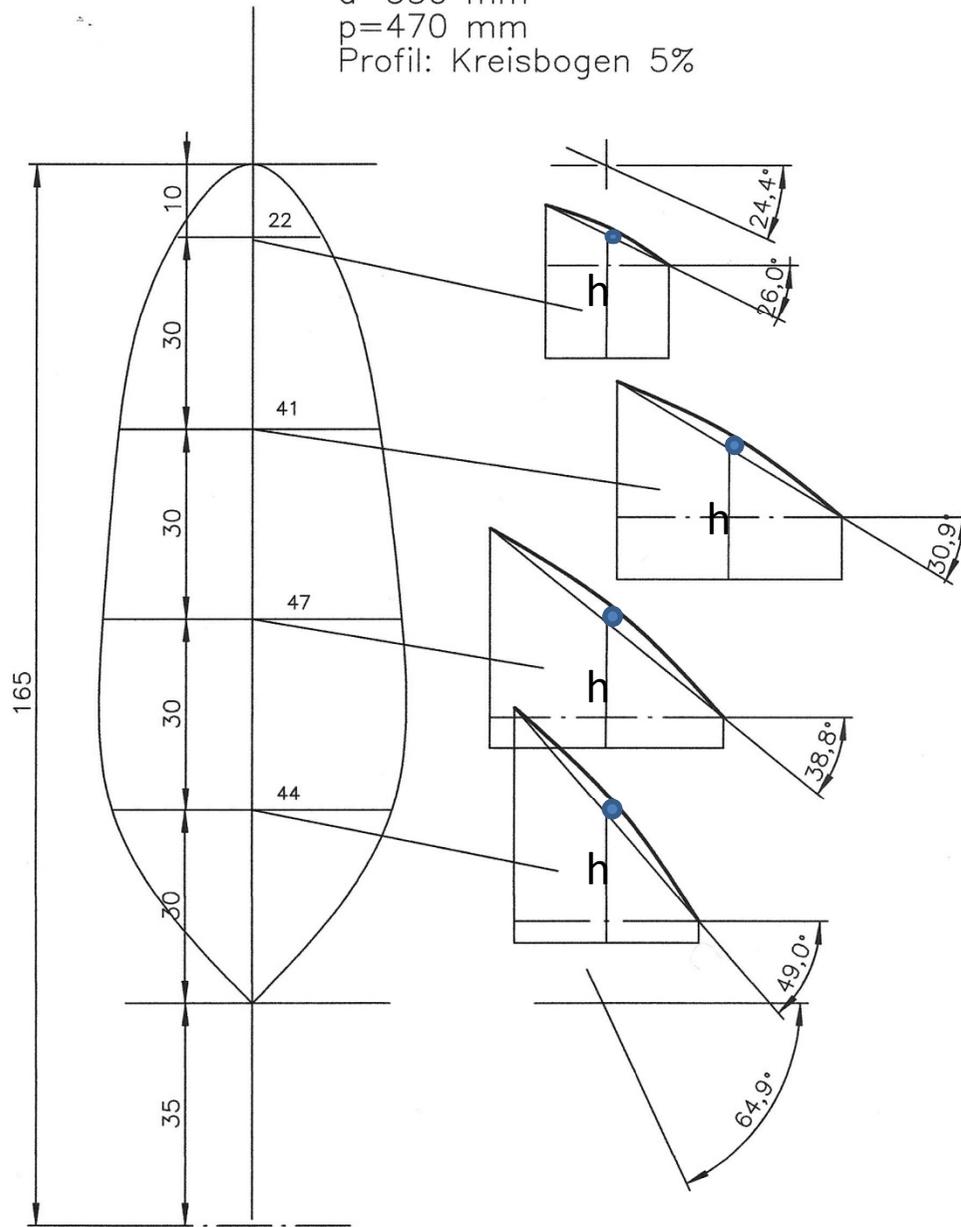




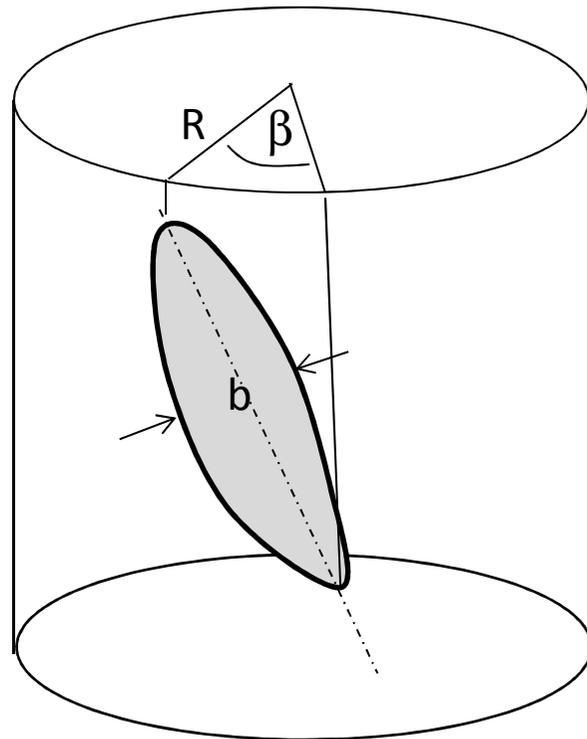
α Blattwinkel zur Propellerebene:
 p Steigung , r Radius



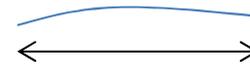
F1M-L Propeller
d=330 mm
p=470 mm
Profil: Kreisbogen 5%



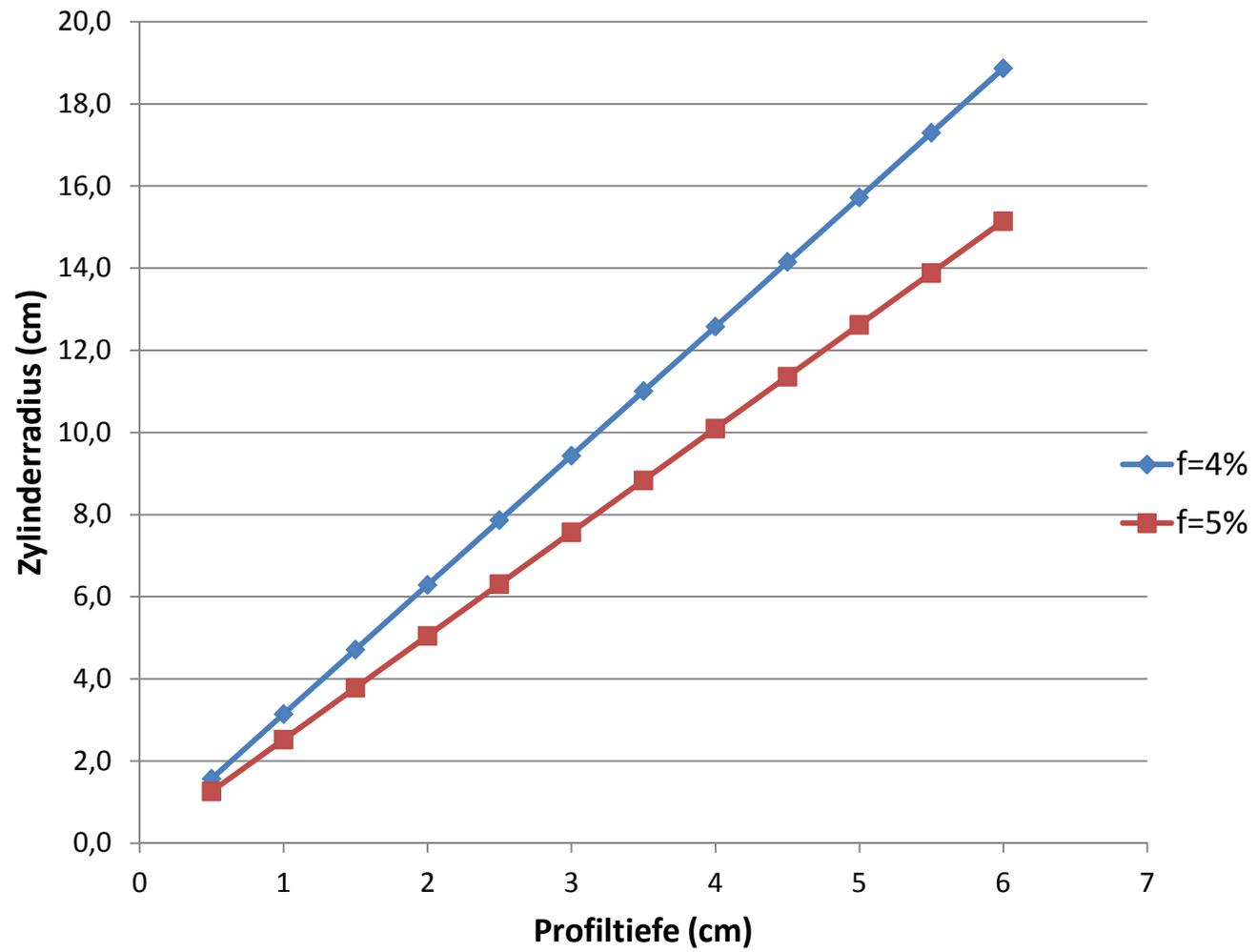
Dosenpropeller



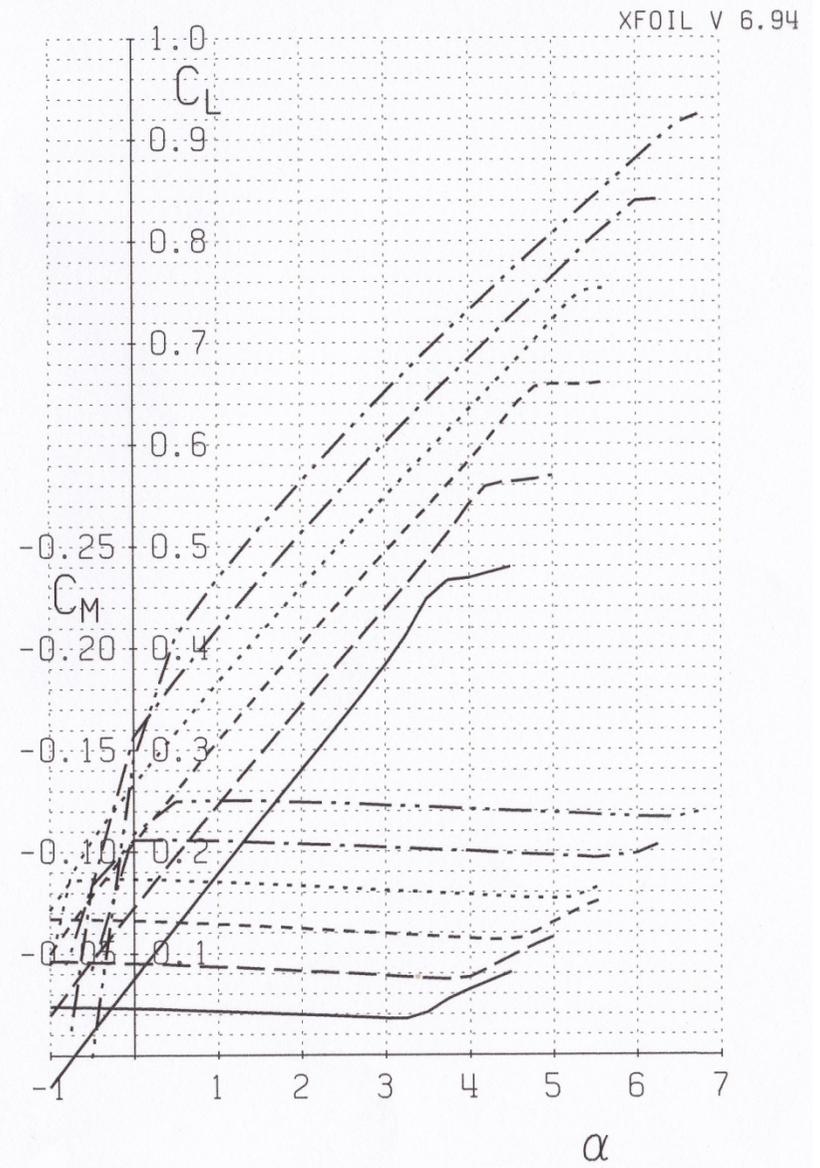
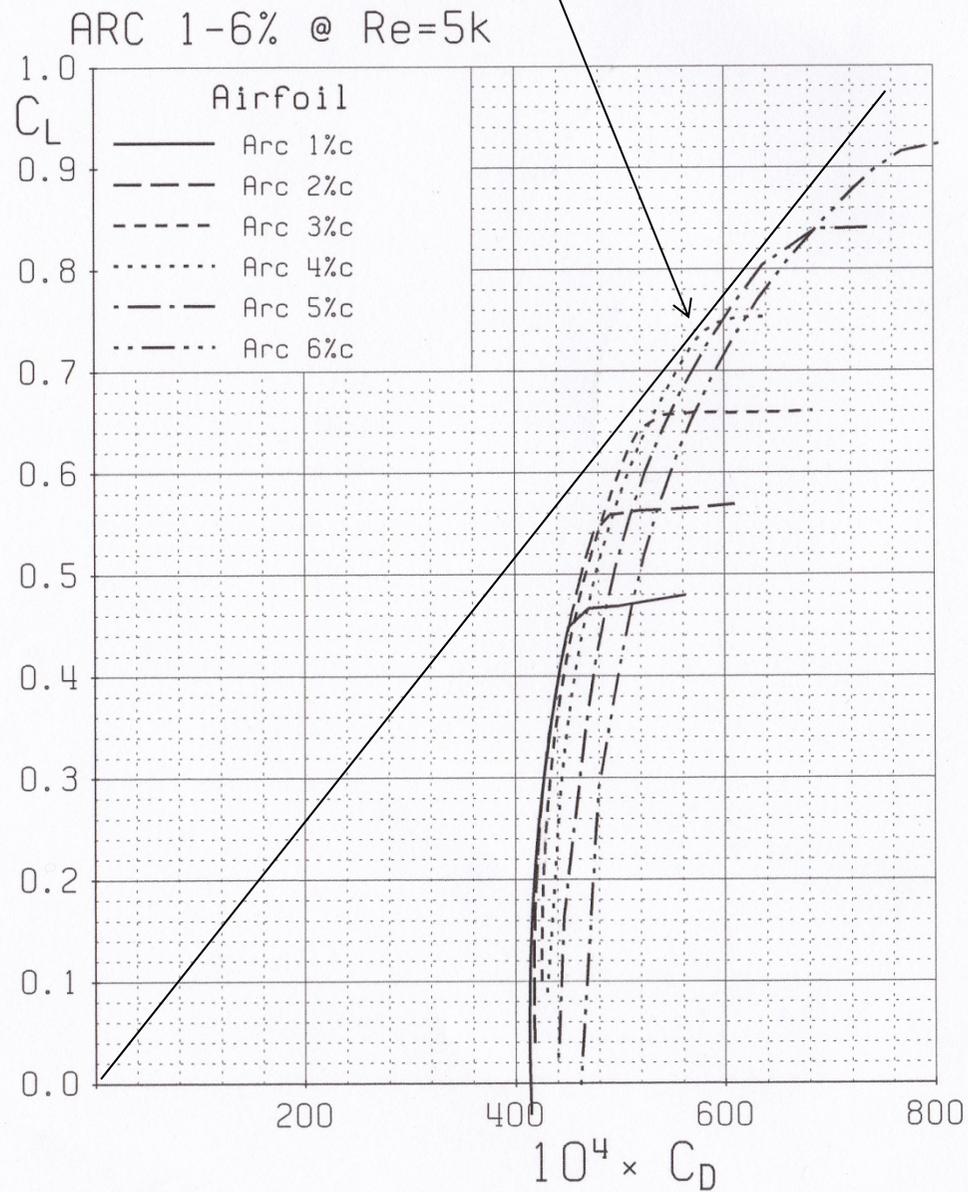
$R \approx 2,5b$
(für 5% Wölbung)

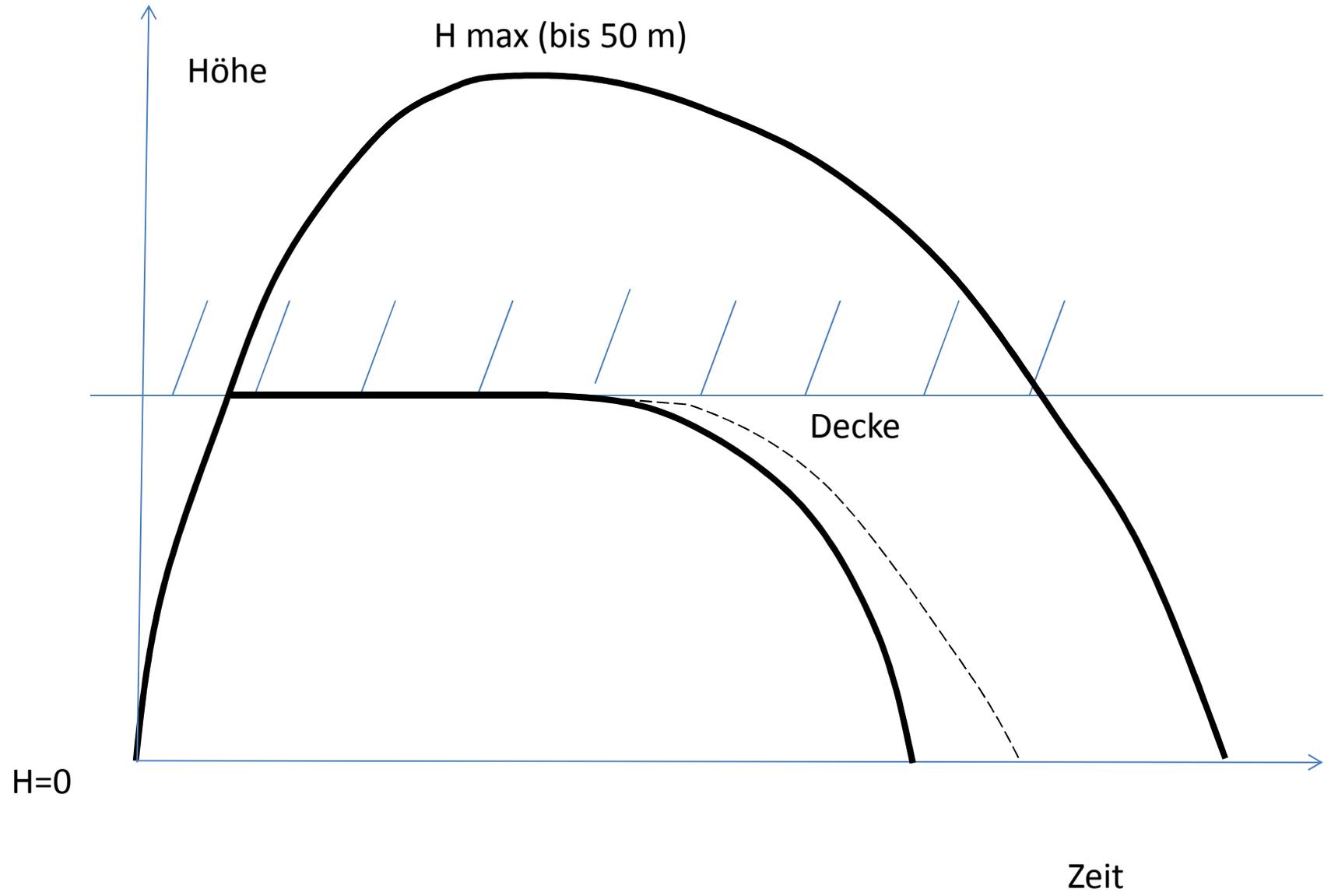


b : größte Blattbreite



Ca /Cw maximal bei 4 – 5% Wölbung





Einfache Bestimmung des Propeller-Wirkungsgrades

Propeller-Eingangsleistung $\mathbf{P}_{\text{ein}} =$
Drehmoment M x Drehzahl n

Propeller-Ausgangsleistung $\mathbf{P}_{\text{aus}} =$
Widerstand W x Fluggeschwindigkeit v

Propellerwirkungsgrad $\eta = \mathbf{P}_{\text{aus}} / \mathbf{P}_{\text{ein}}$

$$\eta = v \times S \times 30 / \pi \times M \times n$$

S Schub = Widerstand W (stationärer Flug)

Gleitzahl = Auftrieb/Widerstand ≈ 4 (für Saalflugmodelle)

→ $W = G/4$ (G Gesamtgewicht) (N)

M Drehmoment (Nm), n Drehzahl U/min

Beispiel: Paddelschraube des Quirl

Modellgewicht mit Gummi: 2,5 g ($2,5 \times 10^{-2}$ N)

Widerstand = Schub = $\frac{1}{4} \times 2,5 \times 10^{-2}$ N = $0,62 \times 10^{-2}$ N

$v = 1,3$ m/s

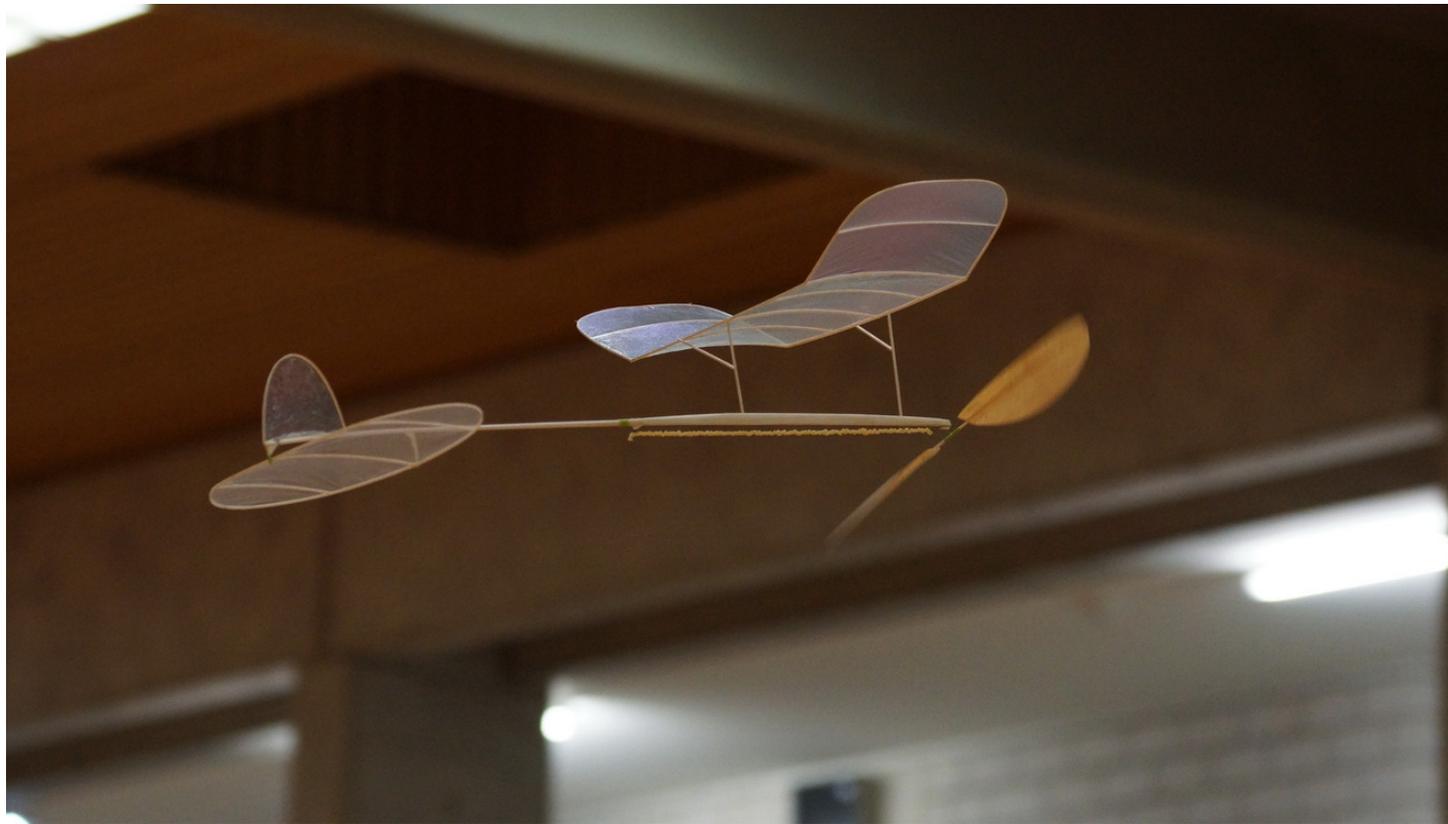
$M = 5 \times 10^{-4}$ Nm

$N = 420$ /min

$\eta = 1,3 \times 0,62 \times 10^{-2} \times 30 / \pi \times 5 \times 10^{-4} \times 420$

$\eta = 0,36$

Flugmechanik

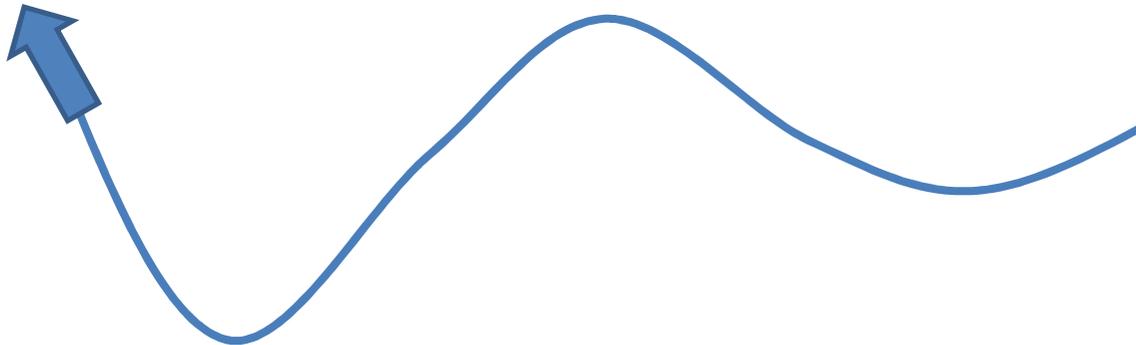


Schwerpunktlage

Stabilitätsmaß

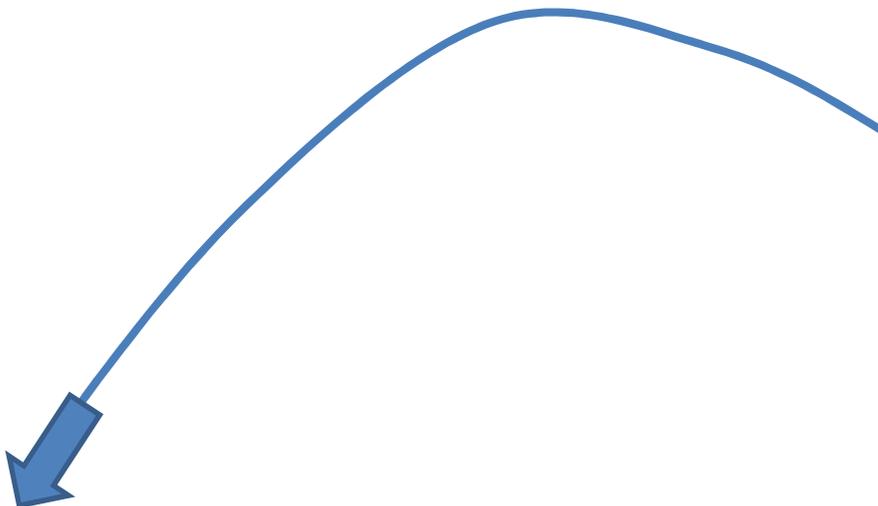
$$s = x_n - x_s / t$$

zu weit vorn



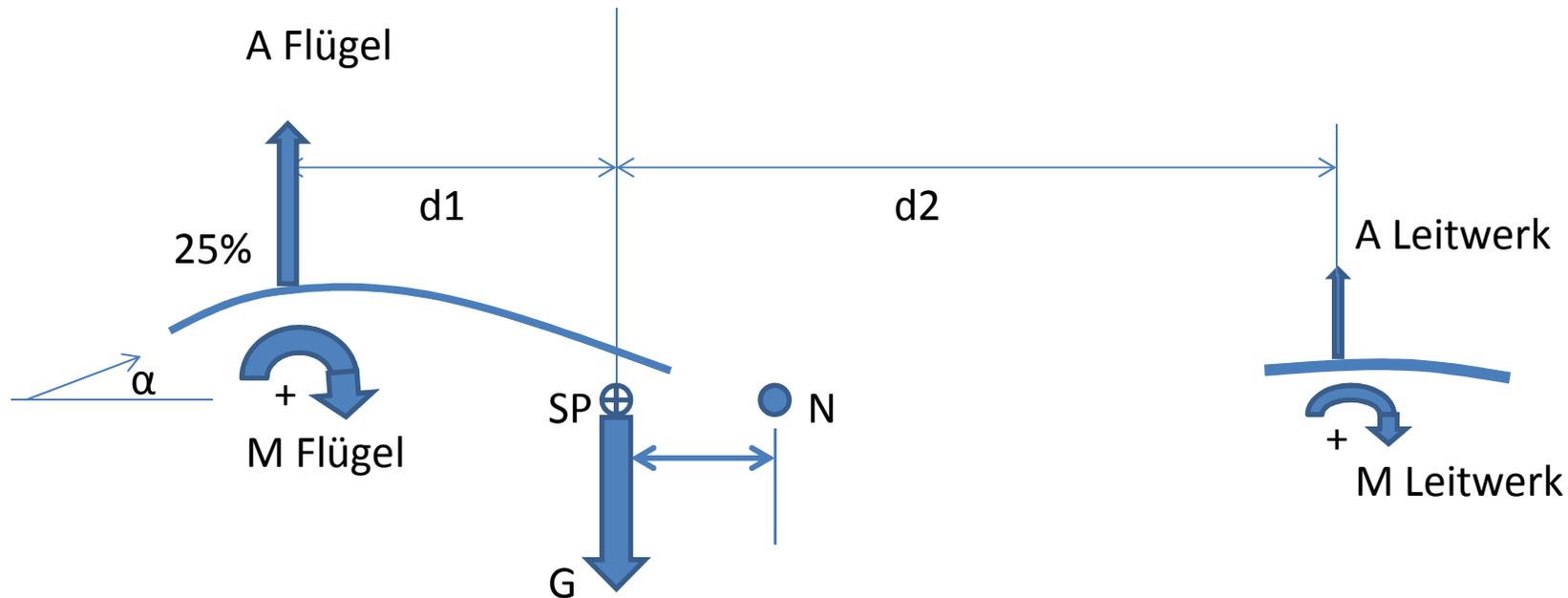
zu groß

zu weit hinten



zu gering

Stabilitätsmaß $S = 5$ bis 15% der Flügeltiefe



$A_{\text{Flügel}} + A_{\text{Leitwerk}} = G$ (Gesamtgewicht)

Bezugspunkt SP: $M_{\text{Flügel}} = M_{\text{Leitwerk}}$ (Stat. Gleichgewicht)

$A_{\text{Flügel}} * d_1 + M_{\text{Flügel}} = A_{\text{Leitwerk}} * d_2 + M_{\text{Leitwerk}}$

Bei Änderung von α

$\Delta M_{\text{Flügel}} / \Delta \alpha < \Delta M_{\text{Leitwerk}} \Delta \alpha$ (stat. Stabilitätsbedingung)

Im Neutralpunkt gilt Gleichheit!

FAI-Gummi

Früher: Pirelli, TAN II

Heute: Tan Super Sport und TAN Sport

Bestandteile: Naturkautschuk mit Zutat

Dehnverhältnis TAN Supersport ca. 9 - 9,5

Dichte ca. 0,98 g/cm³ (Wasser 1 g/cm³)

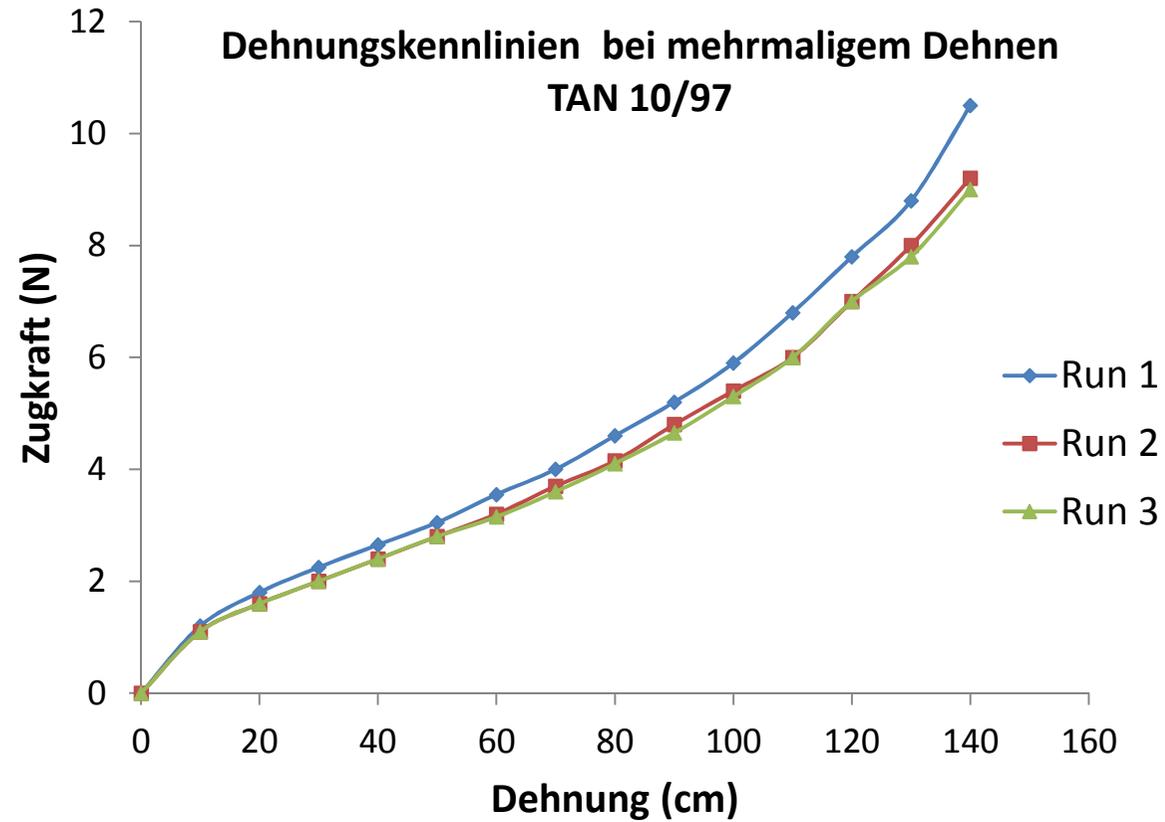
Breite der Bänder typ. 3,15 mm

Schmierung: Silikonöl, Armor-All, Schmierseife/Glycerin,
Polyethylenglykol

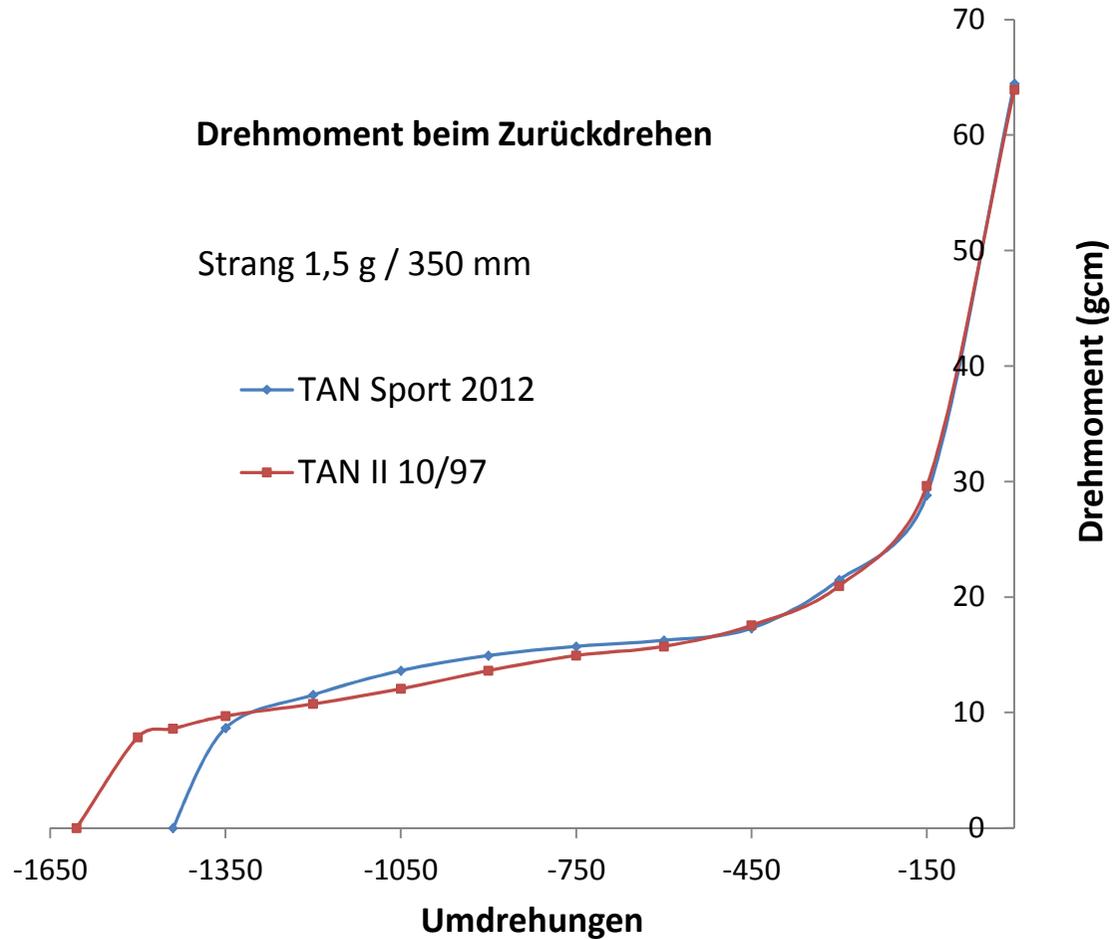
Lagerung: dunkel, dicht, im Kühlschrank

Vor Gebrauch im Modell: Einbrechen (30 s bis Dehngrenze dehnen)

Zugkraft bei mehrfachem Dehnen



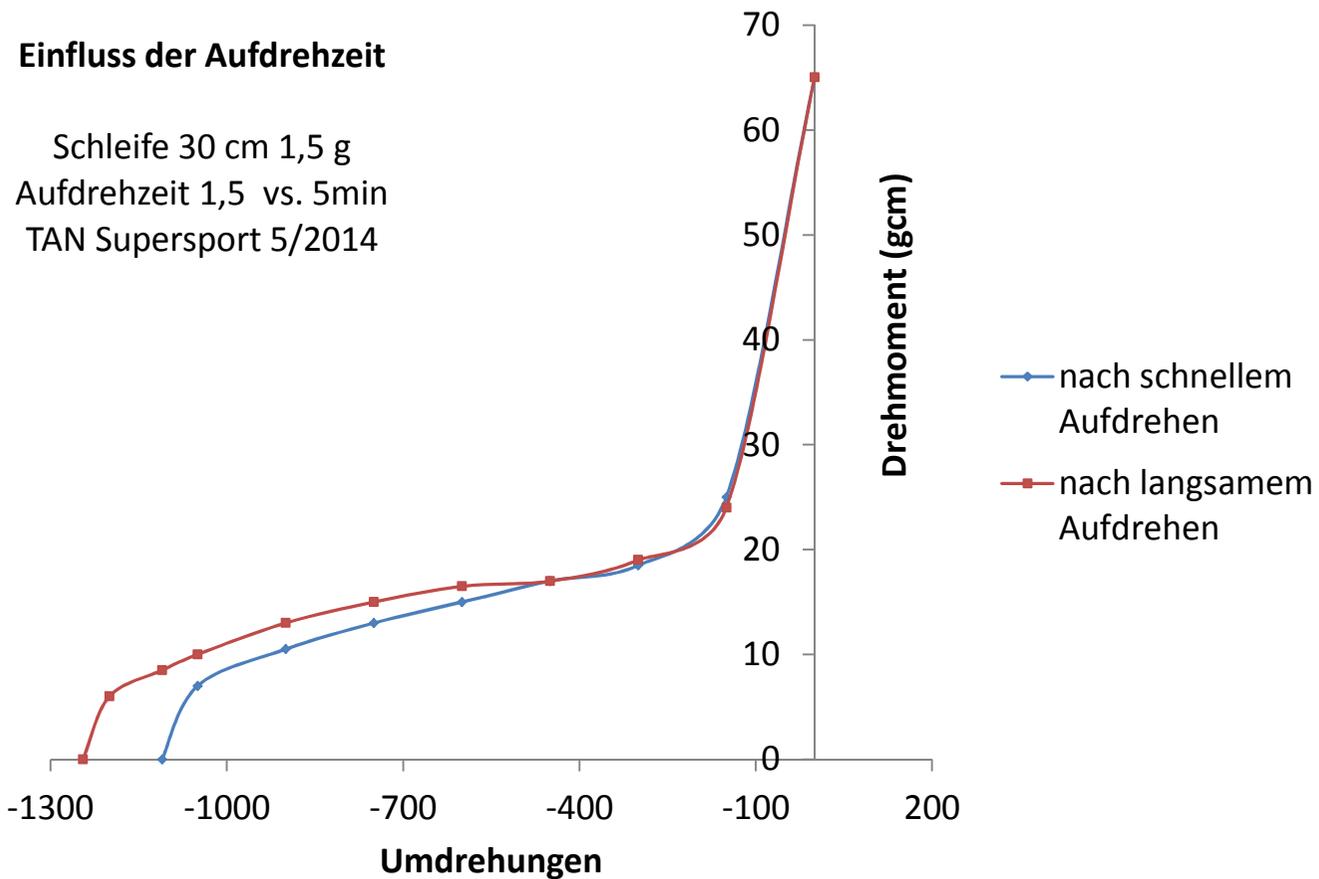
Vergleich von Gummichargen beim Abdrehen



Achtung:

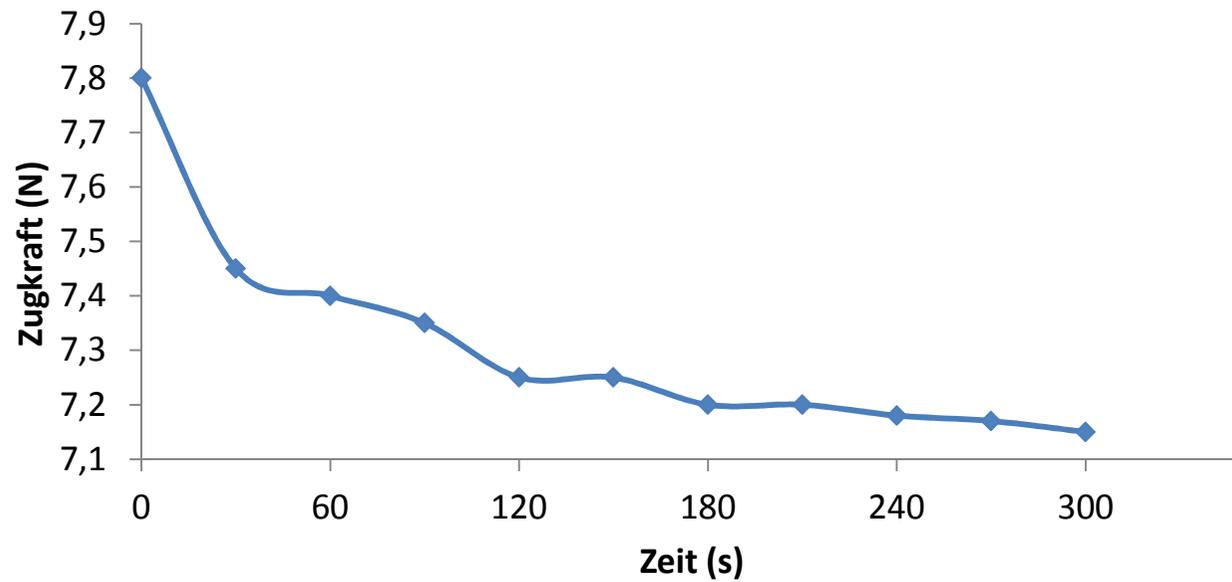
- Stranglänge wie Hakenabstand im Modell
- Zeiteinfluss beachten: gleiche Aufdrehzeit!

Einfluss der Aufdrehzeit auf das Drehmoment beim Abdrehen



Einfluss der Haltezeit beim Dehnen

**Zeitabhängigkeit der Zugkraft (N)
bei konstant gehaltener Dehnung
(Dehnverhältnis 7,5)**



Vergleich: Entspannen 1 vs. 2 Stränge bei gleichem Querschnitt

