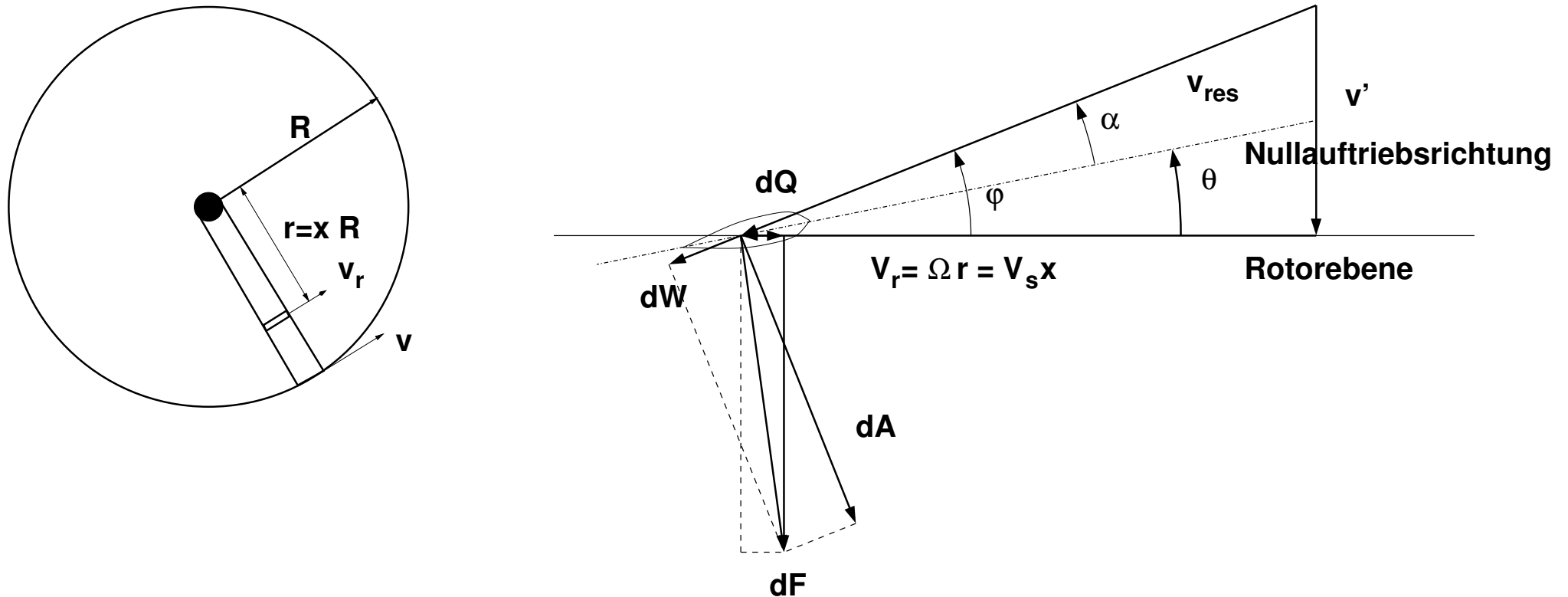


Blattelementtheorie



Kräfte und Geschwindigkeiten am Blattelement

Blattelementtheorie

Bezeichnungen

r	Abstand von der Rotorachse
θ	Winkel zwischen der Rotorebene und der Nullauftriebsrichtung
φ	Winkel zw. der Rotorebene und der res. Anströmgeschw.
l	Blatttiefe
$V_r = \Omega \cdot r$	Umfangsgeschw. am Element
$V_S = \Omega \cdot R$	Umfangsgeschw. an der Blattspitze
V_1	Windgeschwindigkeit
σ	$\frac{\text{Blattfläche}}{\text{Rotorfläche}} = \text{Völligkeit}$

Blattelementtheorie

aus der Blattelementtheorie

$$dF = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (\Omega \cdot r)^2 \cdot c'_a \cdot (\varphi - \theta) \cdot k \cdot l \cdot dr \quad (1)$$

aus der Strahltheorie

$$dF = 4\pi\rho \cdot \varphi \cdot \Omega \cdot r (V_1 - \varphi \cdot \Omega \cdot r) r \cdot dr \quad (2)$$

Verwenden Sie die Ergebnisse aus der letzten Übung, um eine Gleichung herzuleiten, mit der für jeden Radius r der Torsionswinkel oder der Auftriebsbeiwert bestimmt werden kann.

Blattelementtheorie

Gleichsetzen

$$(\varphi - \theta) = \frac{\delta}{\sigma \cdot c'_a} \cdot \varphi \left\{ \frac{V_a}{V_S} - \varphi \cdot x \right\} \quad (3)$$

quadratische Gleichung für φ

$$\varphi^2 + \varphi \cdot \left(\frac{\sigma c'_a}{8 \cdot x} - \frac{1}{x} \cdot \frac{V_a}{V_S} \right) - \frac{\sigma \cdot c'_a}{8x} \cdot \theta = 0 \quad (4)$$

$$\varphi(x) = -\frac{1}{2} \left(\frac{\sigma c'_a}{8 \cdot x} - \frac{1}{x} \cdot \frac{V_a}{V_S} \right) \pm \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{\sigma c'_a}{8 \cdot x} - \frac{1}{x} \cdot \frac{V_a}{V_S} \right)^2 + \frac{\sigma \cdot c'_a}{8x} \cdot \theta} \quad (5)$$

Blattelementtheorie

a)

x	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
θ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
φ	56.8	29.4	20.2	15.6	12.8	10.9	9.6	8.6	7.8	7.2
c_a	5.3	2.6	1.7	1.3	0.98	0.79	0.66	0.56	0.48	0.41

b)

konstante Verzögerung: $\left\{ \frac{V_1}{V_S} - \varphi \cdot x \right\} = const.$

$$\varphi \sim \frac{1}{x} \Rightarrow \theta \sim \frac{1}{x} \Rightarrow \theta = \frac{k_1}{x} = \frac{3}{x}$$

x	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
θ	30	15	10	7.5	6	5	4.3	3.75	3.33	3
φ	71.7	35.9	23.9	17.9	14.3	11.9	10.2	9.0	7.0	7.2
c_a	4.2	2.1	1.4	1.0	0.83	0.69	0.59	0.52	0.46	0.41

