

Berechnung

	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
36																
37																
38																
39																
40					Re-Zahl	100.000										
41			Profil		Profildaten	Λ^∞				Profildaten	Λ^{real}					
42							Gleitzahl		Streckung			Gleitzahl				
43		r/R		β	c_a	c_w	k		Λ	c'_a	c'_w	k'				
44		1	NACA 4412	3,0	0,82	0,0190	43,2		10,5	0,69	0,033	20,6				
45		5/6	NACA 4412	5,0	1,00	0,0210	47,6			0,84	0,042	19,8				
46		2/3	NACA 4412	5,8	1,08	0,0225	48,0			0,91	0,047	19,1				
47		1/2	NACA 4412	6,0	1,10	0,0230	47,8			0,92	0,049	18,9				
48		1/3	NACA 4412	6,0	1,10	0,0230	47,8			0,92	0,049	18,9				
49		1/4	NACA 4412	6,0	1,10	0,0230	47,8			0,92	0,049	18,9				
50		1/6	NACA 4412	6,0	1,10	0,0230	47,8			0,92	0,049	18,9				
51																
52			Mittelwerte				47,2					19,3				
53																
54																
55																
56																
57																
58																
59																
60																
61																
62																
63																
64																
65																
66																
67																
68																
69		Quelle:	Schlichting/Truckenbrodt, "Aerodynamik des Flugzeuges" 2. Bd.													
70		Siehe auch	http://www.kleinwindanlagen.de/Forum/cf3/topic.php?p=34005#real34005													
71																
72																
73																
74																
75																
76																
77																

$$\frac{c'_A}{c'_{A^\infty}} = \frac{\Lambda}{\Lambda + 2}, \quad (7.30)$$

$$c_{w2} = c_{w1} + \frac{c_A^2}{\pi} \left(\frac{1}{\Lambda_2} - \frac{1}{\Lambda_1} \right). \quad (7.31)$$

Berechnung

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Auslegung nach Schmitz						Eingabefelder sind:			gelb						Solidity	13,5	%		
2							Ergebnisse sind:			ocker										
3	λ	5	Schnellaufzahl				handkorrigierte Werte sind:			rot						Re-Zahl und Streckung				
4	$\varnothing$ in m	1,20	Rotor- $\varnothing$		R in m	0,60											v_w in m/s			
5	Z	3	Blattanzahl														7,0			
6							Profildaten													
7					Anström-Winkel		Profil	Anstell-Winkel			Gleit-zahl	Einbau-Winkel			Stapelhöhe ca.	Blattbreite ca.		Anström-mung		Streckung
8	r/R	λ_r	r	α_1	α	α		β	c'_a	c'_w	k'	$\gamma = \alpha - \beta$	t_r Schmitz (5.63)	H_r	B_r	c_1	c	Re-Zahl		
9	-	-	mm	°	°	(		°	-	-	-	°	mm	mm	mm	mm	m/s	m/s	*1000	-
10	1	5,0	600	11,3	7,5	0,13	NACA 4412	3,0	0,69	0,033	20,6	4,5	53,2	53,0	53,0	35,7	35,6	126		
11	5/6	4,2	500	13,5	9,0	0,16	NACA 4412	5,0	0,84	0,042	19,8	4,0	61,3	61,2	61,2	30,0	29,9	122		
12	2/3	3,3	400	16,7	11,1	0,19	NACA 4412	5,8	0,91	0,047	19,1	5,3	69,5	69,2	69,2	24,4	24,2	112		
13	1/2	2,5	300	21,8	14,5	0,25	NACA 4412	6,0	0,92	0,049	18,9	8,5	87,0	86,1	86,1	18,8	18,7	108		
14	1/3	1,7	200	31,0	20,6	0,36	NACA 4412	6,0	0,92	0,049	18,9	14,6	116,4	112,6	112,6	13,6	13,4	104		
15	1/4	1,3	150	38,7	25,8	0,45	NACA 4412	6,0	0,92	0,049	18,9	19,8	135,3	127,3	127,3	11,2	10,9	99		
16	1/6	0,8	100	50,2	33,5	0,58	NACA 4412	6,0	0,92	0,049	18,9	27,5	150,3	133,3	133,3	9,1	8,7	87	10,4	
17	0		0																	
18	Mittelwerte								0,88											
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
34																				
35																				

Berechnung

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
36																				
37																				
38																				
39																				
40																				
41																				
42																				
43																				
44																				
45																				
46																				
47																				
48																				
49																				
50																				
51																				
52																				
53																				
54																				
55																				
56																				
57																				
58																				
59																				
60																				
61																				
62																				
63																				
64																				
65																				
66																				
67																				
68																				
69																				
70																				
71																				
72																				
73																				
74																				
75																				
76																				
77																				

$$t_{\text{Schmitz}}(r) = \frac{1}{z} \frac{16 \pi}{c_A} r \sin^2 \left(\frac{1}{3} \alpha_1 \right)$$

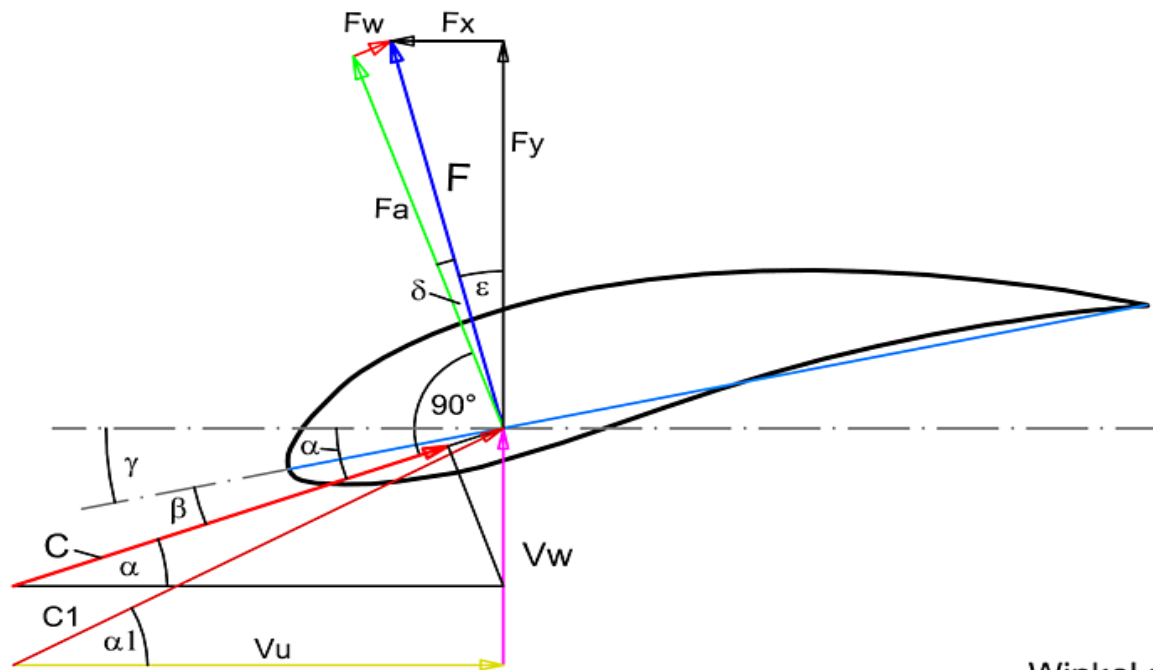
$$\alpha_1 = \arctan (R/r \cdot 1/\lambda)$$

(nach 5.58)

$$\alpha = \frac{2}{3} \alpha_1$$

(5.57)

Gleichungen nach Gasch "Windkraftanlagen" 1996



- V_w Windgeschwindigkeit
- V_u Umfangsgeschwindigkeit
- C Anströmung
- α Winkel der Anströmung
- β Anstellwinkel
- γ konstruktiver Einbauwinkel
- F_a Auftriebskraft
- F_w Widerstand
- F resultierende Luftkraft
- F_x Komponente in x-Richtung
- F_y Komponente in y-Richtung

Winkel und Kräfte am Blattelement_Schmitz

In Anlehnung an Bild 6.1 in Gasch "Windkraftanlagen" 1996

Berechnung

	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
1	Kontrollrechnung Blattelemente															
2																
3											Drehzahl, Leistungen					
4		V_{w_max} in m/s									fn	n	Pear/Blatt	Pear	P	
5		11,0									s⁻¹	min⁻¹	W	W	W	
6											14,59	875	123	368	264	
7											Schub	Drehmoment				
8	c1	c	Δr	Ar	Fa	Fw	F	δ	ε	Fx	Fy	Md	Pear			
9	m/s	m/s	m	m ²	N	N	N	°	°	N	N	Nm	W			
10	56,1	56,0	0,050	0,0027	3,51	0,17	3,52	2,77	4,77	0,29	3,51	0,18	16,08			
11	47,1	47,0	0,100	0,0061	6,97	0,35	6,98	2,89	6,11	0,74	6,94	0,37	34,03			
12	38,3	38,1	0,100	0,0069	5,61	0,29	5,61	2,99	8,14	0,79	5,56	0,32	29,14			
13	29,6	29,4	0,100	0,0087	4,25	0,22	4,26	3,03	11,51	0,85	4,17	0,25	23,35			
14	21,4	21,0	0,075	0,0087	2,19	0,12	2,19	3,03	17,61	0,66	2,09	0,13	12,14			
15	17,6	17,2	0,050	0,0068	1,13	0,06	1,13	3,03	22,74	0,44	1,04	0,07	6,00			
16	14,3	13,7	0,025	0,0038	0,40	0,02	0,40	3,03	30,43	0,20	0,35	0,02	1,86			
17																
18	Summen:			0,0437	24,05	1,24	24,08			3,98	23,64	1,34	121			
19	gesamt:			0,1311							71	4,0				
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
33																
34																
35																

$$\delta = \arctan(F_w / F_a)$$

$$F = \sqrt{F_a^2 + F_w^2}$$

$$C_1 = V_w / \sin \alpha_1$$

$$C = C_1 * \cos(\alpha_1 - \alpha)$$

$$\varepsilon + \delta + 90^\circ - \alpha = 90^\circ \Rightarrow \varepsilon = -\beta + \alpha$$

Veranschaulichung s. Bild "Winkel und Kräfte am Blattelement"

Gleichung für C siehe Gasch, hinter Bild 5.21

Anlaufmoment

Anlaufmoment (Schmitz)															
Eingabefelder sind: gelb															
λ	5	Schnelllaufzahl													
$\varnothing$ in m	1,20	Rotor- $\varnothing$	R in m	0,60	v_{w_an} in m/s 3,5										
Z	3	Blattanzahl													
Profildaten: Ersatzprofile nach Bild 5.7 (Gasch), funktionalisiert															
		Profil	Anstell- Winkel			Einbau- Winkel	Profil- breite							Stand- Schub	Anlauf- moment
r/R	r		β_{an}	C_{a_an}	C_{w_an}	γ	t_r Schmitz		Δr	Ar	Fa	Fw	Fx	Fy	Md
-	mm		°	-	-	°	mm		m	m²	N	N	N	N	Nm
1	600	NACA 4412	85,5	0,21	1,38	4,5	53,2		0,050	0,0027	0,004	0,028	0,004	0,028	0,00
5/6	500	NACA 4412	86,0	0,19	1,38	4,0	61,3		0,100	0,0061	0,009	0,064	0,009	0,064	0,00
2/3	400	NACA 4412	84,7	0,24	1,37	5,3	69,5		0,100	0,0069	0,012	0,072	0,012	0,072	0,00
1/2	300	NACA 4412	81,5	0,34	1,36	8,5	87,0		0,100	0,0087	0,022	0,089	0,022	0,089	0,01
1/3	200	NACA 4412	75,4	0,53	1,34	14,6	116,4		0,075	0,0087	0,035	0,087	0,035	0,087	0,01
1/4	150	NACA 4412	70,2	0,68	1,31	19,8	135,3		0,050	0,0068	0,034	0,066	0,034	0,066	0,01
1/6	100	NACA 4412	62,5	0,87	1,26	27,5	150,3		0,025	0,0038	0,025	0,035	0,025	0,035	0,00
									Summen:				0,12	0,41	0,03
									gesamt:				1,22	0,10	