

Inhaltsverzeichnis

Zusammenstellung der wichtigsten Bezeichnungen	X
Vorwort des Verfassers	XIII

Teil 1

Grundfaktoren der Fahrtleistung von Yachten	1
Einleitung: Der Kern des Problems	3
Fahrtleistung	5
A Kräfte und Geometrie beim Segeln am Wind	8
Aerodynamische und hydrodynamische Kräfte	10
Die Zehn-Grad-Yacht	16
Zielgeschwindigkeit nach Luv	23
B Das Zusammenwirken von Rumpf und Segel bei leichtem und starkem Wind	25
Schotstellung	31
Krängungskräfte	33
Rumpf-Reaktion	35
C Die Wirksamkeit von Schwert und Kielflosse	37
Seitenverhältnis	40
12-m-R-Yachten	43
D Der optimale Kurs am Wind	47
Rumpfwiderstand	47
Segelfläche	54
Verlagerung von Ballast	55

VI *Inhaltsverzeichnis*

E	Der Einfluß der Stabilität auf die Fahrtleistung	60
	Stabilität	60
	Entwicklung	65
F	Allround-Eigenschaften	70
	America-Pokal	74
	Wasserlinien	74
G	Hochgeschwindigkeitssegeln	84
	Mehrrumpfboote	86
	Transatlantik-Rennen	89
	Geschwindigkeitsweltrekorde	100
	Tragflügelboote	103
	Auftriebssteuerung – Längsstabilität	113
	Querstabilität	115
	Das Rigg	116
	Starrsegel	117
	Weitere Lösungen	123
H	Land- und Eissegelyachten	128
	Eisjachten	128
	Scheinbarer Wind	131
	Stabilität	135
	Geschwindigkeitspotential	137
	Segelboote	141
	Widerstand	145
	Literaturverzeichnis und Anmerkungen	154

Teil 2

	Grundlagen aus der Strömungsmechanik: Die Dynamik des Tragflügels . .	165
A	Grundkonzepte und Annahmen	167
	1 Luft und Wasser – Analogien und Unterschiede	167
	2 Ideale und reale Flüssigkeiten; zweidimensionale Strömung	170
	3 Die Potentialströmung; der Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit, Druck und Kraft	172
	a) Die Bernoullische Gleichung	175
	b) Der Einfluß der Reibung auf das Stromlinienbild	182
	4 Zirkulation und Magnus-Effekt	186
	a) Der rotierende Zylinder als Tragflügel	190
	b) Das Flettner-Rotorschiff	194
	5 Die Entstehung des Auftriebes am Tragflügel	199
	a) Die Kutta-Joukowskysche Hypothese	204
	b) Wie schnell entsteht Auftrieb?	206
	c) Praktische Konsequenzen	209

6	Nähere Betrachtung einiger Tragflügeleigenschaften	213
a)	Darstellungsarten der Druckverteilung	213
b)	Der Anstieg des Auftriebs mit dem Anstellwinkel bei zweidimensionaler Strömung	216
c)	Faktoren, die den Auftrieb begrenzen	220
d)	Das eigentümliche Verhalten einiger dicker Profile	223
B	Über den Zähigkeitsbedingten Widerstand	228
1	Grenzschicht, Druckwiderstand, Reibungswiderstand	228
a)	Laminare und turbulente Grenzschichten	232
b)	Zur Berechnung des Reibungswiderstandes	237
2	Strömungsgünstige Formgebung	241
C	Reynolds-Zahl-Effekte	252
1	Was man aus dem Verhalten eines Golfballes lernen kann	253
2	Das Reynoldssche Ähnlichkeitsgesetz	257
3	Wege zur Verminderung des Widerstandes	259
4	Der Einfluß der Reynolds-Zahl auf den Widerstand	266
a)	Oberflächenrauigkeit	270
b)	Körperform (Oberflächenkrümmung) und Druckgradient	274
c)	Verringerung des Reibungswiderstandes durch Polymere und flexible Oberflächen	285
5	Der Einfluß der Reynolds-Zahl auf den Auftrieb	297
a)	Der Einfluß von Nasenform, Wölbung und Dicke auf das Ablöseverhalten von Profilen	297
b)	Die Strömung um dünne Profile	302
c)	Dicke oder dünne Profile?	308
d)	Das Rigg der <i>Lady Helmsman</i>	314
e)	Aerodynamische Eigenschaften dünner Profile	319
f)	„Gefütterte“ Segel	327
g)	Die Bedeutung der Gestalt der Druckverteilung und der Einfluß des Mastes	329
h)	Der Einfluß der Rauigkeit auf den Auftrieb	339
D	Dreidimensionale Tragflügel	343
1	Das Wirbelsystem eines Tragflügels endlicher Spannweite	347
2	Mechanische und elektromagnetische Analogien	355
a)	Elektromagnetische Analogie für einen einfachen Tragflügel	359
b)	Der Tragflügel mit veränderlicher Zirkulationsverteilung	361
3	Induzierte Geschwindigkeiten und induzierter Widerstand	367
a)	Effektiver Anstellwinkel und induzierter Widerstand	371
b)	Elliptischer Umriß und elliptische Auftriebsverteilung	375
c)	Segelrisse	380
d)	Das Dreieck als Flügelgrundriß	388
4	Das effektive Seitenverhältnis	395

VIII *Inhaltsverzeichnis*

5 Der Einfluß der Flügelform 408
a) Der Einfluß der Umrißform auf den effektiven Anstellwinkel 410
b) Der Einfluß von Zuspitzung und Verwindung 425
c) Der Einfluß des Seitenverhältnisses auf den Höchstauftrieb 443
d) Pfeileffekte und Tragflügel mit kleinem Seitenverhältnis 449
e) Zur Theorie schlanker Körper 461
Literaturverzeichnis und Anmerkungen 474

Teil 3

Segelforschung: Konsequenzen für die Praxis 485
A Fahrtleistungsvoraussagen: Möglichkeiten und Grenzen 487
B Allgemeines über den Entwurf von Segeln 502
1 Belastung 506
C Wie und warum Segelkräfte bestimmt werden 520
1 Bestimmung der Segelkräfte durch Messung der Kräfte im Rigg 525
2 Bestimmung der Segelkräfte durch Messung von Haltekräften 527
3 Bestimmung der Segelkräfte durch Korrelation der Ergebnisse von Großausführungs- und Modellversuchen (*Gimcrack*-Koeffizienten). 529
a) Instrumente 533
4 Analytische bestimmte Segelbeiwerte 539
5 Bestimmung der Segelkräfte aus Windkanalversuchen 546
D Ergebnisse aus dem Windkanal: Einflußfaktoren der Segelkräfte und ihre Auswirkungen auf die Fahrtleistung 552
1 Untersuchungen am Finn-Rigg 552
a) Der Einfluß des Baumniederholerzuges 553
b) Der Einfluß der Spannung im Vor- und Unterliek 556
c) Der Einfluß der Höhe des Riggs über der Wasseroberfläche 558
d) Der Einfluß der Windgeschwindigkeit auf die Segelform 559
2 Der Einfluß der Segelform auf die Fahrtleistung 560
3 Segeltrimm 570
a) Die Kontrolle des Baumniederholers 578
b) Der Einfluß des Windgradienten auf die Verwindung 585
c) Die Kontrolle der Segelwölbung 587
d) Die Entwicklung des Finn-Mastes 594
e) Andere Wege der Kontrolle der Segelwölbung 600
4 Mehr über Profilverstärkung, die Bedeutung der Profilverstärkung an der Vorderkante und Trimmfäden 606
a) Windkanaluntersuchungen an Profilverstärkungen 607
b) „Gefütterte“ Segel 613
c) Die Bedeutung der Profilverstärkung an der Vorderkante 615
d) Trimmfäden 621

5	Die gegenseitige Beeinflussung der Segel	633
a)	Der Spalteffekt	637
b)	Der Einfluß des Großsegels auf das Vorsegel	646
c)	Der Einfluß des Vorsegels auf das Großsegel	648
d)	Einige Windkanalergebnisse über das Zusammenwirken von Segeln	648
e)	Der Einfluß der Genua-Überlappung auf die Fahrtleistung	657
6	Segeln vor dem Wind	659
a)	Rollen in ruhigem Wasser	660
b)	Selbsterregte Rollschwingungen	665
c)	Windkanalversuchsergebnisse	673
d)	Der Einfluß des Kurswinkels γ_A	673
e)	Der Einfluß des Segeleinstellwinkels δ_G	676
f)	Der Einfluß der Windgeschwindigkeit	677
g)	Der Einfluß der Dämpfung	679
h)	Rolldämpfungs-Segel	679
	Literaturverzeichnis und Anmerkungen	682
Anhang		688
A	Größen und Einheiten	688
B	Potenzschreibweise	692
C	Das griechische Alphabet	692
Namen- und Sachwortverzeichnis		693