

C.A.  
Marchaj

# SEETÜCHTIGKEIT DER VERGESSENE FAKTOR

ebook

---



---

DELIUS KLASING

C. A. Marchaj  
Seetüchtigkeit – der vergessene Faktor



C. A. Marchaj

**See-  
tüchtigkeit  
der  
vergessene  
Faktor**

Deutsche Übersetzung: Reinhard Siegel

Delius Klasing Verlag

*Für Jane,  
die soviel beigetragen hat.*

1. Auflage  
© C. A. Marchaj 1986

Titel der englischen Originalausgabe  
„Seaworthiness: The Forgotten Factor“  
erschieden bei Adlard Coles Ltd. 1986

Die Rechte für die deutsche Ausgabe liegen beim  
Verlag Delius Klasing & Co. KG, Bielefeld

Folgende Ausgaben dieses Werkes sind verfügbar:  
ISBN 978-3-667-10347-5 (E-Book)  
ISBN 978-3-667-10604-9 (E-Pub)

Titelgestaltung: Felix Kempf, [www.fx68.de](http://www.fx68.de)

Datenkonvertierung E-Book: HGV Hanseatische Gesellschaft für Verlagsservice, München

Alle Rechte vorbehalten! Ohne ausdrückliche Erlaubnis des Verlages darf das  
Werk, auch Teile daraus, nicht vervielfältigt oder an Dritte weitergegeben werden.

[www.delius-klasing.de](http://www.delius-klasing.de)

# Inhaltsverzeichnis

---

Vorwort . . . . .	8
Zusammenstellung der wichtigsten Bezeichnungen . . . . .	10
<b>1 Die Natur des Problems . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>2 Seetüchtigkeit und Sicherheit auf See . . . . .</b>	<b>21</b>
A Definition der Seetüchtigkeit . . . . .	22
B Das Boot als System . . . . .	24
C Der Einfluß von Umwelt und Mensch . . . . .	25
<b>3 Der Einfluß der Vermessungsvorschriften auf den Yachtentwurf . . . . .</b>	<b>28</b>
A Die Entstehung seetüchtiger Boote . . . . .	29
B Der Einfluß der Wissenschaft . . . . .	39
C Vermessungsregeln . . . . .	46
D Die seegehende Kreuzer-Rennyacht . . . . .	61
E Mehrzweck-Vermessungsregeln . . . . .	70
F Zurück zum Anfang? . . . . .	75
G Wo ein Wille ist, ist auch ein Weg . . . . .	79
<b>4 Die Bewegung eines Bootes im Seegang . . . . .</b>	<b>82</b>
A Die Wirkung von Bewegung auf das Leistungsvermögen der Besatzung . . . . .	90
B Die Lektion des Fastnet-Rennens 1979 . . . . .	97
<b>5 Die Stabilität und ihr Einfluß auf die Sicherheit . . . . .</b>	<b>104</b>
A Hydrostatische Stabilität . . . . .	104
B Formstabilität und Gewichtsstabilität . . . . .	109

<b>6</b>	<b>Der Einfluß der IOR auf die hydrostatische Stabilität</b>	117
	A Der Einfluß des Schwerpunktfaktors CGF auf Rumpfform und Stabilität	118
	B Etwas Statistik, Vermessungsfakten und Schlußfolgerungen	120
<b>7</b>	<b>Stabilität im Seegang – Teil 1</b>	131
	A Der Unterschied zwischen statischer und dynamischer Stabilität	132
	B Aerodynamisch erregtes Rollen (dynamische Instabilität)	134
	C Aerodynamische Dämpfung (dynamische Stabilität)	136
	D Probleme, die betrachtet werden müssen	138
<b>8</b>	<b>Durch Wellen verursachtes Rollen</b>	141
	A Die Mechanik der Rollbewegung	142
	B Der Einfluß der metazentrischen Höhe	150
	C Resonanzbedingungen	154
	D Die Kontroverse um Leicht- und Schwerdeplacement	163
<b>9</b>	<b>Dämpfung – Schutz gegen schwere See</b>	173
	A Der Fall <i>Gaul</i> – die Notwendigkeit einer Neubewertung	173
	B Die Wirkung der Dämpfung	177
<b>10</b>	<b>Stabilität im Seegang – Teil 2</b>	190
	A Der Froudesche Ansatz zur Stabilität im Seegang	191
	B Querstabilität im Seegang	197
	C Der stabilitätslose Zustand – Gewichtslosigkeit	201
	D Der Einfluß des Längstrimms	203
	E Der Einfluß der Rumpfform	209
<b>11</b>	<b>Der Einfluß des Tauchens auf die Kenterwahrscheinlichkeit</b>	214
	A Die experimentelle Bestätigung der parametrischen Erregung im Seegang	217
<b>12</b>	<b>Rollen durch Ruderwirkung</b>	220
<b>13</b>	<b>Dynamische metazentrische Stabilität</b>	223
	A Der Einfluß des Deplacements	228
	B Stabilitätsenergie	229
<b>14</b>	<b>Der Einfluß der Entwurfsfaktoren auf die Seetüchtigkeit</b>	233
	A Systemansatz	233
	B Der Einfluß der Trägheit – ein Überblick	238
	C Die Kenterwirkung einer einzelnen brechenden Welle	240
	D Die Bedeutung von Trägheit und Verdrängung	261

E	Widersprüchliche Schlußfolgerungen – wer hat recht?	267
F	Die Wechselbeziehung zwischen Trägheit und Stabilität	271
G	Die Wirkung des Kiels	282
<b>15</b>	<b>Richtungsstabilität und Steuerung</b>	298
A	Widersprüchliche Erfordernisse	300
B	Der Einfluß des Seegangs auf die Rumpfanströmung	305
C	Tragflügel in stationärer Strömung	311
D	Instationärer Strömungszustand	316
E	Warum Langkiel?	319
F	Kurshalten	327
<b>16</b>	<b>Überlebenstaktik</b>	335
A	Leinen – ja oder nein?	337
B	Strategie des Segelns im Sturm	340
<b>Anhang 1</b>	Vermessungsregeln und das Gesetz der Ähnlichkeit	343
<b>Anhang 2</b>	Theoretische und experimentelle Grundlagen der Rollstabilität und Rollinstabilität	353
<b>Anhang 3</b>	Rollschwingungen	362
<b>Anhang 4</b>	Die Zentrifugalkraft-Kontroverse	365
<b>Anhang 5</b>	Die Fadenpendel-Analogie zur Kopplung zwischen Rollen und Tauchen	368
	Literaturverzeichnis und Anmerkungen	371
	Namen- und Stichwortverzeichnis	383



*„Denn jedes Alter nährt sich von Illusionen,  
andernfalls die Männer früh im Leben entsagen  
müßten und es mit dem Menschengeschlecht  
zu Ende ginge.“*

Joseph Conrad  
Sieg

## Vorwort

---

Zahlreiches Beweismaterial belegt, daß an der gestiegenen Zahl von Unfällen mit modernen Segelbooten neue Entwicklungstendenzen im Yachtbau, die von der zur Zeit gültigen Vermessungsformel, der International Offshore Rule (IOR), stark gefördert werden, ein gerüttelt Maß an Schuld tragen. Vergleichbare Gründe haben auch bei modernen Fischereifahrzeugen in den letzten Jahrzehnten zu vermehrten Unglücksfällen geführt.

Viele Segler haben das unbehagliche Gefühl, daß der in den ganzen Bootsbaubereich aggressiv eingedrungene IOR-Bootstyp sich für das Segeln auf See nicht eignet. Einsichtige, besonnene und vorsichtige Segler beunruhigt die Vorstellung, daß die IOR-Mode den Yachtentwurf in seiner ganzen Bandbreite negativ beeinflussen könnte. „Viele Bootskäufer sind schon heute nicht mehr in der Lage, zwischen einem anständigen und langlebigen Fahrtenboot und einer fledigen, unseetüchtigen und kurzlebigen Rennyacht zu unterscheiden.“

Eignen sich die IOR-Boote, die nur auf ein Ziel hin konstruiert werden, wirklich zum Wettsegeln *auf See*? Die Tauglichkeit eines Segelfahrzeugs bemißt sich nach seinem Verhalten und bestimmt letztendlich seine statistische Überlebenswahrscheinlichkeit. Diese erscheint bei IOR-Booten als beklagenswert gering.

Der Rumpf der Segelyachten entwickelte sich aus den seetüchtigen Fischerbooten des 19. Jahrhunderts. Unter dem Einfluß der verschiedenen Rennformeln veränderte sich allmählich die Form – nicht immer zum Besseren. Neue Materialien und Entwurfstechniken, die man nach dem Zweiten Weltkrieg einzusetzen begann, ließen diesen langsamen Wandel sich rasch beschleunigen. Hinzu kommt, daß wegen der besseren Rettungseinrichtungen heutzutage nicht jeder schlechte Entwurf gleich tödliche Auswirkungen hat. Eine Art Gedächtnisschwund, was vorangegangene Entwicklungen, Entdeckungen und Errungenschaften auf dem Gebiet des Entwurfs von Segelyachten angeht, ist zum Teil für die gegenwärtige mißliche Lage verantwortlich. Die Zeit ist reif für eine eingehende Analyse der Situation und einen Blick in die Zukunft.

Dieses Buch versucht, die zur Seetüchtigkeit beitragenden Entwurfsmerkmale objektiv zu betrachten und logisch genau – also nicht mit emotional bedingten Meinungen – zu untersuchen, was mit dem gegenwärtigen Konzept der seegehenden Rennyacht oder vorgeblichen Tourenyacht fehlgelaufen ist und warum. Der Verfasser gründet seine Argumentation auf feste Naturgesetze – den Gesetzen der Physik; diese Gesetze folgen einer Logik, die nicht notwendigerweise immer mit Vorstellungen von Logik übereinstimmen, wie sie Wunschdenken, Einbildung oder blühende Phantasie hervorbringen. Eine verunglückte Yacht oder ihr gefährliches Fehlverhalten in rauher See ist Beweis für die Existenz dieser unnachsichtigen Naturgesetze.

Obwohl Seetüchtigkeit und das damit zusammenhängende dynamische Verhalten eines Bootes im Seegang extrem komplexe und schwierige Gegenstände sind, läßt sich die Natur des Problems erfassen, ohne viel Mathematik zu Hilfe nehmen zu müssen. Folglich hat der Verfasser den Versuch unternommen, das Thema Seetüchtigkeit mit möglichst einfacher Mathematik und im Vertrauen auf Abbildungen, Diagramme und die Intuition des Lesers darzustellen. Seiner Meinung nach ist vieles an der sogenannten *angewandten Mathematik* (oder Mechanik), um den amerikanischen Wissenschaftler M. A. Biot zu zitieren, „... seiner Aufgabe fast diametral entgegengesetzt. Sie ist durchdrungen von übertriebener Haarspalterei, gekleidet in eine anmaßende Sprache, als wäre ihr Zweck Verschleierung, und umgeben mit dem Anschein des Mysteriösen und einer Tiefgründigkeit, die in vielen Fällen nichts weiter als einfache und sogar triviale Gegenstände verbirgt“.

Gute Einsicht in die physikalischen Zusammenhänge in Verbindung mit theoretischer Einfachheit kann die Abkürzung sein, die unmittelbar zum Kern selbst äußerst komplexer Probleme und zu einfachen Lösungen führt.

Auf die eine oder andere Weise haben viele Personen und mehrere wissenschaftliche Einrichtungen zu diesem Buch beigetragen. Ich danke allen Autoren, deren Namen im Literaturverzeichnis angegeben sind. Für die freundliche Erlaubnis zur Verwendung ihrer Abbildungen und Fotografien gilt mein Dank darüber hinaus M. Pocock, Payton S. Salter, J. Taylor, A. Cloughton, Beken, *Practical Boat Owner*, *Yachts and Yachting*, *Yachting World*, National Maritime Institute und Press Association. Bei meinen Verlegern Jeremy Howard-Williams und Peter Coles schließlich stehe ich in großer Schuld für ihre das Manuskript betreffenden Ratschläge.

C. A. Marchaj

## Zusammenstellung der wichtigsten Bezeichnungen

---

A	Seitenfläche des Überwasserschiffes, Kielfläche
$A_n$	Fläche unter der Stabilitätsmomentenkurve im Winkelbereich negativer Stabilität
$A_p$	Fläche unter der Stabilitätsmomentenkurve im Winkelbereich positiver Stabilität
$A_S$	Segelfläche
$A_x$	eingetauchte Spantfläche
a	Beschleunigung (Zentrifugalbeschleunigung)
B	Breite des Rumpfes, Verdrängungsschwerpunkt
$b_A$	aerodynamischer Dämpfungsbeiwert
$b_H$	hydrodynamischer Dämpfungsbeiwert
$b_R$	resultierender Dämpfungsbeiwert
$C_D$	Widerstandsbeiwert
$C_L$	Auftriebsbeiwert
$C_n$	Normalkraftbeiwert
$C_x$	Völligkeitsgrad der Spantfläche
c	Wellenfortschrittsgeschwindigkeit
D	Seitenhöhe des Rumpfes
$D_r$	Rumpftiefgang
d	logarithmisches Dekrement, Umschlingungsdifferenz ( $G_s - G_c$ )
E	Energie
$E_i$	Wellenstoßenergie
$E_k$	kinetische Energie (Bewegungsenergie)
$E_p$	potentielle Energie (Lageenergie)
$E_r$	Energie der Drehbewegung
$E_{tot}$	Gesamtenergie
F	Freibord, Kraft

$F_d$	Dämpfungskraft
$F_{ef}$	effektive Ruderkraft
$F_K$	Krängungskraft
$F_n$	Froude-Zahl = $V_s / \sqrt{g \cdot L}$
$F_R$	aerodynamische Vortriebskraft
$F_{rud}$	Ruderkraft
$F_T$	aerodynamische Gesamtkraft
$G$	Gewichtsschwerpunkt
$G_c$	Kettenmaß
$G_s$	Gurtmaß
$GM$	metazentrische Höhe
$GZ$	aufrichtender Hebelarm
$g$	Erdbeschleunigung ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )
$H_W$	Wellenhöhe
$I_a$	hydrodynamisches Massenträgheitsmoment
$I_r$	Rollträgheitsmoment
$I_t$	Breitentragheitsmoment der Wasserlinie
$I_{tot}$	Gesamtmassenträgheitsmoment
$k$	Trägheitsradius
$L$	Rumpflänge, Strömungsquerkraft (Auftrieb)
$L_a$	momentaner Auftrieb in instationärer Strömung
$L_s$	Auftrieb in stationärer Strömung
$L_W$	Wellenlänge
$L_{üa}$	Länge über alles
$L_{WL}$	Länge in der Wasserlinie
$l$	Länge (allgemein)
$M$	Metazentrum
$M_d$	Dämpfungsmoment
$M_i$	Wellenstoßmoment
$M_K$	krängendes Moment
$M_{St}$	aufrichtendes Moment (Stabilitätsmoment)
$M_r$	Rollmoment
$m$	Masse
$R$	Orbitalkreisradius
$R_n$	Reynolds-Zahl
$S$	benetzte Rumpfoberfläche
$T$	Wellenperiode
$T_e$	Wellenbegegnungsperiode
$T_n$	Rolleigenperiode
$T_p$	Stampfeigenperiode
$t$	Zeit
$U$	Orbitalgeschwindigkeit
$U_O$	Orbitalgeschwindigkeit der Oberflächenteilchen einer Welle
$\nabla$	Verdrängungsvolumen

$V_A$	Geschwindigkeit des scheinbaren Windes
$V_S$	Fahrtgeschwindigkeit
$V_W$	Geschwindigkeit des wahren Windes
$v$	resultierende Anströmgeschwindigkeit von Rumpf, Kiel oder Ruder
$v_l$	örtliche Geschwindigkeit in einer brechenden Welle
$v_r$	Geschwindigkeitskomponente infolge Rollens
$W$	Gewicht der Yacht
$\alpha$	Anstellwinkel
$\alpha_w$	Wellenschräge
$\beta$	Abdriftwinkel
$\gamma_A$	Kurswinkel zum scheinbaren Wind
$\gamma_A - \beta$	Kurswinkel zum scheinbaren Wind, bezogen auf die Bootsängsachse
$\Delta$	Displacement (Masse des Verdrängungsvolumens)
$\Delta p$	Differenzdruck
$\delta_M$	Segeleinstellwinkel
$\varphi$	Krängungswinkel, Rollwinkel
$\omega$	Winkelgeschwindigkeit
$\Lambda$	Seitenverhältnis
$\approx$	annähernd gleich
$>$	größer als
$<$	kleiner als
$\sim$	proportional zu
$f()$	ist proportional oder ist eine Funktion der zwischen den Klammern stehenden Variablen

*„Ich sage euch aber, daß die Menschen müssen  
Rechenschaft geben am Tage des Gerichts von einem  
jeglichen nichtsnutzigen Wort, das sie geredet haben.  
Aus deinen Worten wirst du gerechtfertigt werden, und aus  
deinen Worten wirst du verdammt werden.“*

Matthäus 12, 36–37

# 1 Die Natur des Problems

---

Man kann das Segeln von zwei Seiten betrachten, je nachdem, welche grundverschiedene Erwartungen man hegt. Für die einen bietet das Segeln in der Hauptsache die Gelegenheit zu beschaulicher Erholung. Byrons „stilles Segel, das einer lautlosen Schwinge gleicht, die mich aus meiner Verzweiflung trägt“, ist eine der Möglichkeiten, der Zivilisation und dem alltäglichen Konkurrenzkampf zu entfliehen. Diese Betrachtungsweise des Segelns veranschaulicht Abb. 1, die eine vor etwa 2500 Jahren von Exekias bemalte Schale darstellt. Archäologen nennen die Bemalung „Die einsame Reise des Dionysos“.

Wer immer auch der Steuermann sein mag, ob Gott oder gewöhnlicher Sterblicher, eines scheint deutlich: Entspannt und geruhsam erfreut er sich der Naturkräfte. Sein Fahrzeug ist mit Freude anzusehen und erscheint seiner Umwelt vollkommen angepaßt.

Für die Nachfahren dieses antiken Seglers und vielleicht für die meisten Fahrtensegler war und ist das Segelboot immer ein „Gegenstand der Kunst und als solcher ein Gegenstand der fortwährenden Freude“, wie Francis Herreshoff einmal sagte, „denn eine Yacht soll hauptsächlich Vergnügen bereiten“. [1]\*

Obwohl das Wort *Fahrtensegeln* zu subjektiv erscheint, als daß es sich einer allgemeinen Definition erschließen könnte, so bezeichnet es doch eher eine Art zu leben als einen Sport. Wie D. Phillips-Birt treffend anmerkte, nehmen Fahrtensegler für sich in Anspruch, daß sie nur segeln, um von einem Ort zum anderen zu gelangen. „Natürlich meinen sie das nicht so. So sehr sie die Fahrt unter Segeln auch lieben, so geben sie einem doch zu verstehen, daß es ihr ganz besonderer Wunsch ist, sich am Ende der Reise nicht an einem Ort wiederzufinden, der dem hinter ihnen liegenden Heimathafen nur allzu ähnlich ist. Sie wollen ihr eigenes Haus mitnehmen, nicht aber ihr eigenes Land.“

Wie rau die Fahrt auch gewesen sein mag, im Zielhafen möchte man nicht mit nassen Segeln, nassen Sachen oder nassen Seglern ankommen. Man möchte sein

\* Siehe Literaturhinweise und Anmerkungen am Ende des Buches.

## Die Natur des Problems

Abb. 1 Das entspannte, romantische Segeln: ein Seefahrer der griechischen Antike.



Abb. 2 Das extreme Segeln: ein Segelfahrzeug mit Unterwassertragflächen. Bewohnbarkeit, Seetüchtigkeit und andere, von Fahrtenseglern geschätzte Eigenschaften fielen der Geschwindigkeit um jeden Preis zum Opfer. *Yachting World*

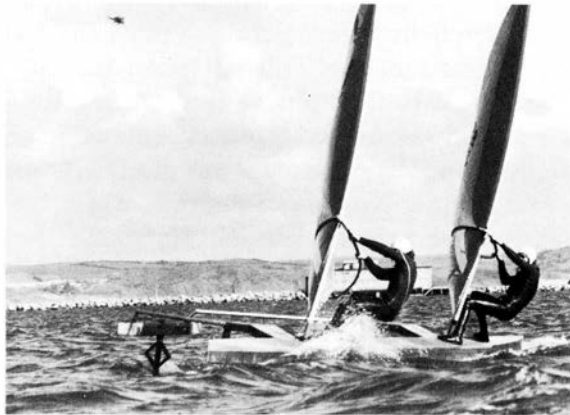


Abb. 3 Segeln als Wettkampf: ein 18-Fuß-Skiff – was zählt, ist einzig und allein Geschwindigkeit. Die heutige Regattaszene wird von verhältnismäßig kleinen, übertakelten Booten beherrscht, denen es an Stabilität fehlt. Mit dem Trapez lassen sich wirkungsvoll große Krängungskräfte ausgleichen; es ist eine billige Alternative zur Breite. Die von einer großen Mannschaft gesegelten spektakulär schnellen 18-Fuß-Skiffs erreichen Durchschnittsgeschwindigkeiten von bis zu 14 kn. Durch die harte Segelei halten die Rümpfe selten länger als zwei oder drei Saisons.



Ziel in zivilisiertem Zustand erreichen, bereit, von Bord zu gehen oder Besuch an Bord zu empfangen. H. G. Hasler bemerkte einmal dazu: „Es sei daran erinnert – denn solche Dinge ereignen sich noch immer im Wohlfahrtsstaat –, daß vielleicht ein Mann und eine Frau an Bord sind, die füreinander mehr empfinden als bloße Toleranz, und Gelegenheit haben möchten, dies zu beweisen.“ Eine Fahrtenyacht sollte so entworfen sein, daß eine kleine Mannschaft sie segeln kann, ohne außergewöhnliche Fähigkeiten oder Ausdauer mitbringen zu müssen.

Ein vollkommen gegensätzliche Einstellung zum Segeln illustrieren die Abb. 2 bis 6. Sie ist in der Mitte unseres Jahrhunderts des Überschalls weit verbreitet. Diejenigen, die diese Boote segeln, scheinen die Aktion zu lieben, die Geschwindigkeit und die Leistung, die man in einfachen physikalischen Größen wie Knoten ausdrücken kann. Zeit wird eher in Sekunden denn in Stunden gemessen. Für sie bedeuten Segeln und Segelyachten nur eine andere Art des Konkurrenzkampfes, den sie in ihrem Alltag bewundern und bejahen; und sie lieben den Sieg. Solche Leute wechseln ständig ihr Boot, dauernd auf der Jagd nach dem Trugbild des Endgültigen. In unseren Tagen ist Regattasegeln ein fast professioneller Sport, der Amateuren kaum Chancen läßt. Folglich ist die beste Rennyacht diejenige, die möglichst vielen Leuten ein Maximum an harter Arbeit und ein Minimum an Bequemlichkeit bietet. Das ist es, wonach sie streben. Regattasegeln soll schwierig sein, das letzte Quentchen Geschick und Ausdauer abverlangen. Und als Lohn dafür – *Publicity*. Wie Mark Twain einmal bemerkte: „Eine der am meisten verbreiteten Formen von Irrsinn ist das Verlangen nach Beachtung, die Lust, die der Beachtung entspringt.“

Diese beiden Einstellungen zum Segeln sind konträr. Wieder können wir Francis Herreshoff zitieren: „Ich muß gestehen, daß ich Menschen verabscheue, die sich als Segler bezeichnen und die Boote oder Yachten nur dazu benutzen, um Beachtung zu erheischen. Sie werden betrügen oder alles Erdenkliche daransetzen, um Regatten zu gewinnen. Eine Yacht ist für sie nichts anderes als Mittel zum Zweck, und der ist Großtuerei.“

Diese Worte wurden vor vielen Jahren geschrieben, und seitdem hat sich nichts geändert. Weit schlimmer, die machiavellistische Ethik des „Gewinnen ist alles – es kommt nicht darauf an, wie man spielt, es kommt darauf an, ob man gewinnt oder verliert“ hat in der Wettsegelei eindeutig die Oberhand gewonnen. Dreister Betrug oder Beinahe-Betrug hat sich in unserer Gesellschaft so tief verwurzelt, daß als einzige Lösung bleibt, entweder den Sport quasi polizeilich zu überwachen oder die Regeln radikal zu ändern.

Diese beiden schwarz-weiß gemalten Auffassungen vom Segeln zeigen sich natürlich nicht immer in reiner Form. Die Einstellung des einzelnen wie die einer ganzen Generation ist eine Kombination dieser beiden gegensätzlichen Anschauungen und der Veränderung mit Zeit und Alter unterworfen. Es gab Zeiten in der Geschichte des Segelsports, da herrschte der erholsame oder romantische Aspekt vor, und es gab auch Zeiten, in denen das Konkurrenzdenken bestimmend war.

Viele Segler beschäftigt heute folgendes Problem: Ist es möglich, diese gegensätzlichen Einstellungen miteinander in Einklang zu bringen, beispielsweise der-





Abb. 4 Glücklicherweise hat sich diese Methode, das Segeltragevermögen von seegehenden Yachten wie diesem Eintonner zu erhöhen, noch nicht durchsetzen können. *Beken*



Abb. 5 Lebender Ballast in Aktion. Vorausgesetzt, der Oberkörper befindet sich noch innenbords, gilt das Überbordhängen der Beine als legitimes Mittel, um unbewertet die Stabilität zu vergrößern. Es gibt gute Argumente dafür, daß diese Mode, die Mannschaft auf dem Schandek aufzureihen wie eine Schar Spatzen auf einer Telefonleitung, schlechte Seemannschaft ist.

Abb. 6 Ein IOR-Boot von 1980 mit Vermessungsbeule (Pfeil). Einziger Zweck einer solchen Ausbuchtung an der Stelle, wo die Wasserlinienbreite gemessen wird, ist die Verringerung des Rennwerts. Zwar kann sich dadurch der Rumpfwiderstand erhöhen (und so die Geschwindigkeit abnehmen), aber das Boot wird für sein Rating „schneller“. Derartige Tricks können das Leben einer veralteten Rennmaschine um eine weitere Saison verlängern.



art, daß man eine Yacht entwickelt, die der Mehrheit der Segelsport-Begeisterten zusagt? Bislang hat die gegenwärtig gültige internationale Vermessungsformel IOR darin versagt, den Bedürfnissen nach einem Boot sowohl für Fahrten- wie für Wettsegeln zu entsprechen. So ist Tatsache, daß in Amerika der Trend in zunehmendem Maße in Richtung Fahrtenyacht geht. Das Wort *Wettsegeln* bedeutet Spaß, *Regattaboot* aber ist ein schmutziges Wort. Es gibt wenig Anlaß zu der Hoff-

nung, daß die sich rasch verbreiternde Kluft zwischen beiden Seiten, die Wind und Wasser miteinander teilen, ohne grundlegende Änderungen der Spielregeln überbrückt werden kann.

Die Gesichtspunkte, nach denen ein Fahrtensegler sein Boot wählt, unterscheiden sich von denen des siegeshungrigen Regattaseglers. Darum gibt es wahrscheinlich keinen besseren Weg, eine heftige Auseinandersetzung in Gang zu bringen, als zu fragen, was eine moderne Fahrten-Rennyacht ausmacht. Zustimmung findet sicherlich, daß aus der Sicht des Fahrtenseglers folgende Erfordernisse von primärer Bedeutung sind:

**Seetüchtigkeit** – dauerhafte und wasserdichte Konstruktion, stabiles Rigg, gute Überlebenschancen unter extremen Wetterverhältnissen.

**Seefreundlichkeit** – angenehmes Bewegungsverhalten, keine harten, halsbrecherischen Bewegungen. Allgemein gesagt: die Fähigkeit eines Bootes, die Kräfte einer rauhen See aufzunehmen und sie in für Menschen und Sachen verträgliche Bewegungsabläufe zu übertragen. Anders ausgedrückt: Seefreundlichkeit ist die Eigenschaft eines Bootes, trotz grober See und rauhen Wetters verhältnismäßig langsame und kleine Bewegungen auszuführen.

**Wohnlichkeit** – ausreichendes Raumangebot mit genügend Stehhöhe und Komfort. Wohnlichkeit bedeutet Bereitstellung einer Umgebung, die es der Mannschaft gestattet, effektiv ihre Aufgaben zu erfüllen, ohne Beeinträchtigung ihrer geistigen und körperlichen Leistungsfähigkeit aufgrund übermäßiger Bewegungen und Beschleunigungen im Seegang.

Sind diese Ziele erreicht, mag der Fahrtensegler zu Kompromissen bereit sein und einige andere Eigenschaften in Betracht ziehen, die zur Geschwindigkeit der Yacht beitragen. Er wird sich dabei der Tatsache bewußt sein, daß Bequemlichkeit nicht notwendigerweise auch langsam bedeutet, sondern nur weniger schnell. Ein Zehntel Knoten Geschwindigkeit mehr am Wind ist für den Regattasegler ein weltbewegender Durchbruch. Aber für den Fahrtensegler ist dieses Mehr an Fahrt ohne Belang, wenn es beispielsweise nur durch Gewichtersparnis an Rumpf und Deck durch kompliziertere und teurere Baumethoden erzielt wird.

Andererseits ist der Regattasegler in Anbetracht des Wettbewerbs nicht bereit, Abstriche an der Geschwindigkeit zuzulassen, denn Geschwindigkeit ist der Wert des Bootes, der am meisten zählt. Sie entscheidet Regatten. Dennoch macht sich innerhalb der weltweiten Regattaszene eine wachsende Beunruhigung über die gegenwärtige Entwicklung hin zu immer leichteren Booten breit. Zitat: „Ich weiß zwar nicht wie, aber die Regel sollte diesen beängstigenden Tendenzen hin zu immer mehr Gewichtseinsparung Einhalt gebieten. Wenn wir so weitermachen, werden viele das Interesse verlieren, und das nicht erst in ferner Zukunft. Ich gehe mit einer modernen Yacht auf See, aber ich merke, daß die Sache keinen Spaß mehr macht, vielleicht schlicht und einfach aus reiner Angst.“ [2] Risiken müssen irgendwie belohnt werden. Anscheinend taugt Publicity nicht als Belohnung.

So gesehen gibt es zumindest einen nicht strittigen Sachverhalt, der Fahrtensegler und Regattasegler versöhnen könnte. Das gute Boot muß auf See sicher sein, das heißt, es sollte seetüchtig sein. Natürlich beinhaltet der Aspekt der Sicherheit auf See viel mehr als nur die Festigkeit von Rumpf und Rigg. Das Offshore Racing Council (ORC), eine Organisation zur Verwaltung der IOR, formuliert seine Politik so: „Aufgabe der IOR ist die Bestimmung von Rennwerten für unterschiedliche Typen von Segelyachten. Der Rat wird die Regel verwalten, sie gegebenenfalls ändern, um die Entwicklung seetüchtiger Rennyachten zu ermöglichen. Der Rat wird einschreiten, um Entwicklungen zu verhindern, die zu übermäßigen Kosten oder Verminderung der Sicherheit oder der Eignung der Yachten zum Fahrtensegeln führen.“ [3]

Welch löblicher Anspruch! Das Problem ist nur, daß die Bedeutung des Begriffs Seetüchtigkeit nur an Taten und nicht an Worten zu erkennen ist. Das Befremdliche an der Politik des ORC ist, daß zumindest bislang kein einziger Vermessungsfaktor in die Regel aufgenommen wurde, der Seetüchtigkeit gewährleisten könnte. Könnte es vielleicht an der Ungenauigkeit des Begriffs Seetüchtigkeit liegen?

Um eine vernünftige Diskussion über Seetüchtigkeit zu beginnen, müssen sich alle Teilnehmer zuerst über die genaue Bedeutung des Begriffes einig sein. Und hier beginnt das Problem. Das Folgende soll diesen Punkt verdeutlichen.

Der bekannte Konstrukteur eines der in England meistverkauften Boote wurde nach der Fastnet-Katastrophe von 1979 gefragt, ob die Vermessungsformel IOR sichere und seetüchtige Boote hervorbringe. Er antwortete: „Seetüchtigkeit und Seefreundlichkeit basieren auf Ausgeglichenheit und der Abstimmung von Segelfläche, Länge und Breite. Der schlechteste Bootstyp bei diesen Verhältnissen wäre ein Colin Archer, der nur im Wasser sitzt und darauf wartet, daß ihn die nächste Welle trifft. Ein modernes Boot ist besser steuerbar. Mit ihm läßt sich vor dem Wind oder am Wind leichter ein Weg durch die Wellen finden.“ [4]

Abb. 7 zeigt die beiden fraglichen Bootstypen. Vielen Lesern wird diese Meinung – unter den heutigen Konstrukteuren keineswegs selten – zumindest verwir-

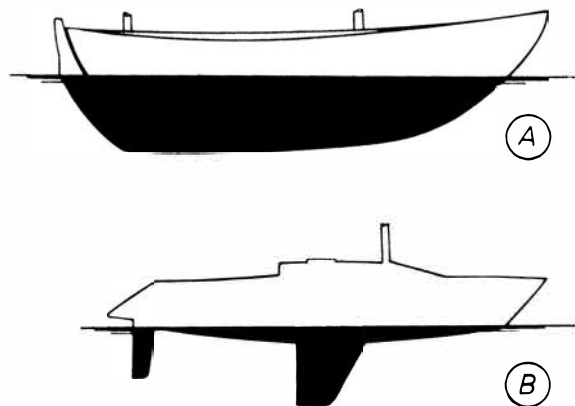


Abb. 7 Seitenriß zweier Boote gleicher Länge (12 m  $L_{\text{üa}}$ ), die zu verschiedenen Zeiten und nach unterschiedlichen Regeln entworfen wurden:  
A) Ein Boot nach dem Entwurf Colin Archers (Ende 19. Jahrhundert)  
B) IOR-Eintonner (Entwurf Ron Holland; 1981)

rend erscheinen. Schließlich war das Fastnet-Rennen eine harte Lektion – „48 Prozent der Flotte (112 Yachten) berichteten, daß das Boot einmal oder mehrere Male während des Sturmes bis zur Horizontalen gekrängt wurde“. Fünfzehn Menschen verloren ihr Leben, 136 Menschen wurden durch Hilfe von außen gerettet. [4B]

Abgesehen von denen, die das Rennen vorzeitig abbrachen, wurden 24 Yachten aufgegeben; fünf davon gingen verloren, 19 konnten später geborgen werden. Dies legt die Vermutung nahe, daß mangelnde Seetüchtigkeit der Boote – ihre unberechenbaren oder übermäßigen Bewegungen im Seegang – als Ursache angesehen werden kann für den raschen Abbau von Crewmoral und den Verlust der Fähigkeit, den Erfordernissen gemäß zu handeln.

Und noch ein weiterer Auszug aus einem Artikel in einer Segelzeitschrift mag der Erinnerung dienen: „Der Wind kam ziemlich achterlich ein, und natürlich fingen die Yachten an zu rollen ... Plötzlich war das Querschlagen nicht mehr spaßig, es wurde fluchwürdig – ein Verfluchen einer Vorschrift, die Boote hervorbringt, die, obwohl sie von den *besten Mannschaften der Welt* gesegelt werden, auf Vorwind-Kurs in geschützten Gewässern Amok laufen. Der Stand der Technik liegt ernsthaft im argen.“

Was ist an den modernen Yachten verkehrt? Warum kann so etwas geschehen? Und was kann man tun, damit es nicht wieder vorkommt?

Selbst eine Teilantwort auf diese Fragen wäre zweifellos ein Fortschritt. Solange keine Erklärungen gegeben werden können, solange wird die Kontroverse weitergehen, werden maßgebende Konstruktionserfordernisse schwer faßbar bleiben, wird man nichtseetüchtige Boote bauen und mit unnötigem Risiko segeln. Wenn wir dagegen die Entwurfsfaktoren herausfinden können, die maßgeblich das Verhalten des Bootes im Seegang bestimmen und auf diese Weise einen Beitrag zur Sicherheit leisten, könnten seetüchtige Yachten entstehen. Sind diese Faktoren bekannt, können sie dem Konstrukteur als Richtschnur dienen, versetzen sie ihn in die Lage, wohlüberlegt die Kenterwahrscheinlichkeit zu verringern.

Nach der oben wiedergegebenen Meinung eines berufsmäßigen Yachtbauers sind dies die Faktoren Segelfläche, Länge und Breite. Leider wird sich bald herausstellen, daß, gleich wie diese geometrischen Faktoren auch „abgestimmt“ oder „ausgewogen“ sein mögen, sich nach diesem Prinzip kein seetüchtiges Boot bauen läßt. Dies sind eben nicht die Hauptfaktoren, auf die es bei rauher See ankommt – einmal abgesehen davon, daß kleinere Fahrzeuge eher Gefahr laufen, verlorenzugehen.

Das Problem mit vielen, wenn nicht den meisten Yachtbauern ist: Sie sind zu wenig professionell und zu wenig Konstrukteure. Wollen sie als Konstrukteure von Nutzen sein und Respekt erlangen, müssen sie dies durch Verfeinerung ihrer Fachdisziplin und nicht durch deren Verwässerung tun. Was Publicity angeht, brauchen sie nicht mehr viel zu lernen, wohl aber, was guten Entwurf angeht.

*„Der Mensch wird jede Ausflucht  
suchen, um Denkarbeit zu vermeiden.“*

Joshua Reynolds  
Englischer Maler (18. Jahrhundert)

## 2 Seetüchtigkeit und Sicherheit auf See

---

Zumindest seit der abenteuerlichen Reise des Odysseus ist bekannt, daß man sich mit einem Floß oder sonst einem bizarren Gefährt auf See begeben und dies auch noch überleben kann, wenn einem die Götter wohlgesonnen sind. [5] Abb. 8A zeigt das Segelschiff des Odysseus aus Künstlersicht. Ihm gelang damit die Passage der gefürchteten Meerenge von Messina. Dort lauerten zwei Ungeheuer: auf einer gefährlichen Felsklippe Scylla, das sechsköpfige Untier, das wie ein Hund bellte, und auf der anderen Seite Charybdis, dreimal am Tage das Wasser verschlingend und wieder ausspeiend und so einen gefährlichen Strudel erzeugend. Beide waren aber dennoch machtlos gegen den alten Glauben der Menschen an eine besondere Vorsehung. Im Verlaufe einer langen und entbehrungsreichen Reise starben alle Gefährten. Odysseus aber überlebte, denn er war ein Liebling von Zeus, dem Vater aller Götter der griechischen Antike.

Da nicht allen Sterblichen die Gunst der Götter gleichermaßen zuteil wurde, entwickelte sich die Schiffbaukunst, um seetüchtige Fahrzeuge zu bauen, die Leib und Gut der Seefahrer vor den Angriffen und Gefahren der See schützen.

Seit Odysseus und seinem Schiff ist viel Zeit vergangen, aber die im heutigen Segelsport herrschende Denkungsart ist im Prinzip nahezu die gleiche. Der Rationalität ist anscheinend schierer Glaube an die Vorsehung vorzuziehen – in unserer heutigen Wohlstandsgesellschaft kommt sie in Form von Rettungskreuzern und Hubschraubern daher, herbeigerufen zur Rettung derer, die bei einem Segelungsglück oftmals töricht in die Patsche geraten sind.

Als Vorbedingung für ein vernünftiges Herangehen an die Problematik wäre festzustellen, wie Seetüchtigkeit und Seeverhalten mit Veränderungen von Rumpfkonstruktionsmerkmalen zusammenhängen, um Konstrukteur und Bootsbauer rationale Entscheidungen zur Gestaltung seetüchtiger Boote zu ermöglichen.

## A Definition der Seetüchtigkeit

In gewissem Maße müssen wir bei der Definition der Seetüchtigkeit Kompromisse eingehen: Obwohl der Begriff recht alt ist und im Schifffahrtsrecht im Zusammenhang mit Fragen der Haftung verwendet wird, mangelt es ihm an Klarheit.

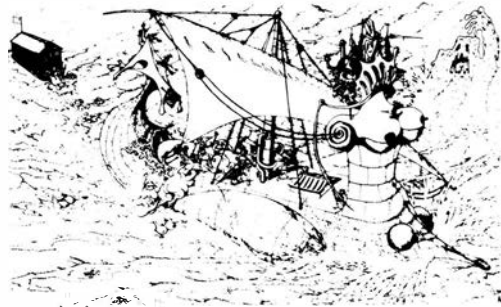
„Wer in der Rechtskunde Klarheit anstrebt, für den ist Seetüchtigkeit seiner Natur nach ein verwirrender, nicht auf Exaktheit reduzierbarer Begriff. Es ist ein relativer, verschwommener Terminus, der sich der einfachen Anwendung wie der absoluten Definition entzieht.“ Dieses Zitat, entnommen dem Werk *Survey of Marine Doctrine of Seaworthiness* [6], beschreibt die mit dem Begriff Seetüchtigkeit zusammenhängende Konfusion in angemessener Weise. Dennoch gibt es unter denen, die sich an die Aufgabe gewagt haben, diesen schwer faßbaren Ausdruck zu definieren, erkennbare Übereinstimmungen. Zum Beispiel: Ein Fahrzeug ist seetüchtig, wenn es „darauf vorbereitet ist, den von der See ausgehenden Gefahren zu widerstehen, sie wenn möglich zu überstehen“; oder: wenn es „sich bezüglich Ausrüstung, Mannschaft und in sonstiger Hinsicht in einem angemessenen Zustand befindet, um den gewöhnlichen Gefahren bei schwerem Wetter zu widerstehen, einen Sturm abwettern und sich von der Leeküste freihalten kann“; oder: wenn es „über das Maß an Tauglichkeit verfügt, das ein normal achtsamer und umsichtiger Eigner von seinem Fahrzeug verlangen würde“. Allen diesen Definitionen ist eines gemeinsam: *Um seetüchtig zu sein, muß das Fahrzeug aus eigener Kraft den Angriffen und Gefahren der See widerstehen können.*

Soweit die Aussagen von Juristen zum Thema Seetüchtigkeit. Aber damit können wir noch immer nicht unterscheiden, welches Fahrzeug sich selbst gegen eine rauhe See wehren kann und welches nicht. Die richtigen Konstruktionsvoraussetzungen bleiben verborgen und unser Boot weiter der Gefahr ausgesetzt, obwohl die Juristen zugeben, daß „sowohl nach dem Zivil- wie dem Strafrecht die Haftung für fehlende Seetüchtigkeit weitreichend“ sei.

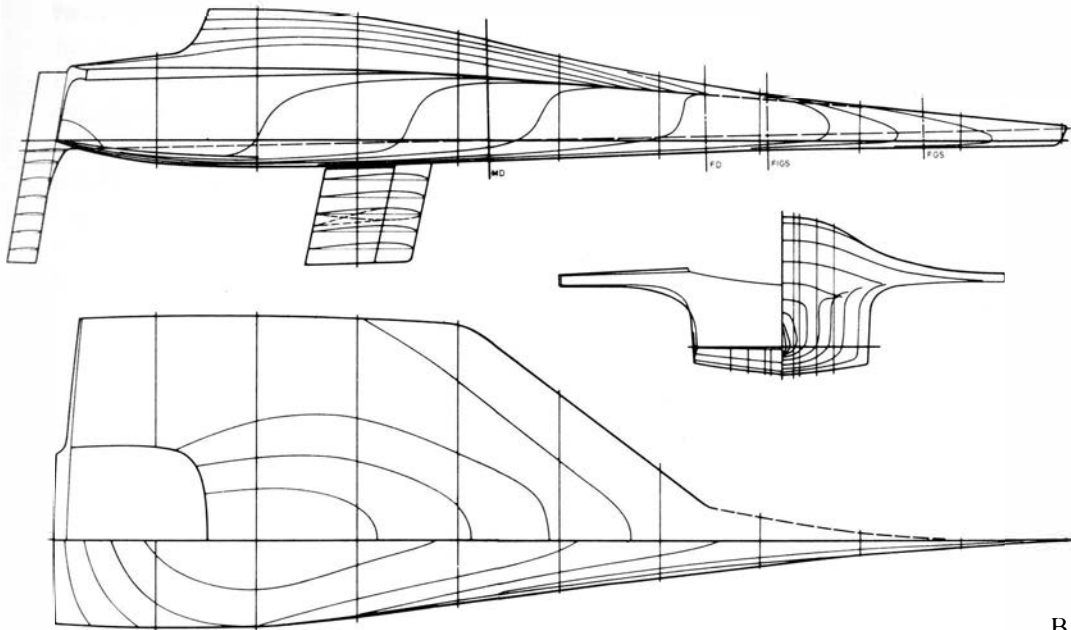
Die Intuition sagt uns aber, daß es in der Linienführung oder der Form des Rumpfes etwas geben muß, das ein Boot seetüchtiger macht als ein anderes. Könnte es wirklich der Fall sein, daß eine Yacht mit viel Verdrängung, langem Unterwasserschiff, Weinglasspanten und tief eingetauchtem Ruder vom Typ eines Colin-Archer (Abb. 7A) nicht seetüchtig ist – wie unser zitierter Konstrukteur behauptet? Und ist ein modernes jollenartiges Boot mit wenig Verdrängung und getrennter Anordnung von Kiel und Ruder, wie es Abb. 7B zeigt, wirklich genau der gesuchte seetüchtige Bootstyp, auf den die Segler gewartet haben?

Zur Verteidigung von Booten des Colin-Archer-Typs sei angemerkt, daß sie mit Bedacht als Rettungsboote gebaut wurden, um „Wind und See bei jedem Wetter zu widerstehen, jedes notwendige Manöver sicher durchzuführen, ... Hilfe zu leisten in Notfällen“. So ist zum Beispiel die 1895 von Colin Archer entworfene und gebaute *Oskar Tybring* 102 Fahrzeugen zu Hilfe gekommen und hat 329 Menschen gerettet. „Bei richtiger Besegelung und Handhabung haben diese Fahrzeuge bewiesen, daß sie auch bei stärkstem Sturm in der Lage sind, sich von einer Leeküste freizukreuzen. Eine ihrer bemerkenswerten Eigenschaften war die Fähig-

Abb. 8 A) *Argo*, das Segelschiff des Odysseus, aus Sicht eines Künstlers.



A



B

B) *Mach 1*, eine moderne Version des Schiffes des Odysseus. Ein Beispiel für viele Versuche, ein Boot zu entwerfen, das schneller segelt, als die IOR dies für möglich erachtet. Das Displacement wird leer mit etwa 530 kg, mit Besatzung und Ausrüstung mit etwa 1130 kg veranschlagt. Für die Stabilität muß fast ausschließlich die Besatzung sorgen, die in Verbindung mit den großen flügelartigen Auslegern als lebender Ballast eingesetzt wird. Die Länge in der Wasserlinie  $L_{WL}$  beträgt 8,84 m und liegt 3,35 m über der bewerteten Länge; der lange Bug dient zur Umgehung der Vermessungsbestimmungen. Ein Kommentator, der dieses Konzept verteidigte, wies darauf hin, dies sei „... eine einmalige Idee – ein sehr neues Konzept in der Geschichte der seegehenden Yachten“. Der einzige vergessene Faktor ist die Seetüchtigkeit.



keit, unter Segel bei schlechtem Wetter vier oder fünf kleinere Fischerboote von Legerwall zu schleppen.“ [7]

Historische Zeugnisse belegen, daß die Boote von Colin Archer in der Tat außergewöhnlich seetüchtig waren. Trotzdem läßt sich argumentieren, daß dies noch lange nicht bedeutet, daß die nach der IOR gebauten Boote von heute in dieser Beziehung nicht noch besser sein könnten. Ein Segelsportjournalist schrieb einmal: „Es werden immer noch die alten Märchen erzählt und falsche Auffassungen am Leben erhalten. Eine dieser falschen Auffassungen ist leider die negative Einstellung eines Großteils ansonsten kenntnisreicher Hochseesegler gegenüber dem Flossenkiel.“

Eines ist klar: Es ist unwahrscheinlich, daß sich die ganzen Meinungsverschiedenheiten über Seetüchtigkeit durch eine Umfrage lösen lassen. Der einzige Weg, der etwas verspricht, ist eine vernünftige, logische Analyse des dynamischen Verhaltens von Yachten in schwerer See. Höchstes Ziel einer solchen Übung, bei Bedarf durch experimentelle Beweise zu untermauern, wäre eine klare Antwort auf zwei Fragen:

1. Welche Kräfte und Mechanismen bringen ein Boot zum Kentern?
2. Welche Konstruktionsmerkmale muß ein Boot aufweisen, um die Überlebenswahrscheinlichkeit unter extremen Bedingungen zu vergrößern?

Haben wir bei diesem Bemühen Erfolg, dann sind wir im Verständnis dessen, welche Eigenschaften ein gutes Seeschiff ausmachen, ein ganzes Stück vorangekommen. Es wäre dann Aufgabe der Konstrukteure und Regelmacher, den Anteil an notwendigem Glück so klein wie möglich und den Nutzen eines mit Verstand entworfenen Bootes so groß wie möglich zu machen.

## B Das Boot als System

Bevor wir damit beginnen, eine Antwort auf diese Frage zu suchen, wollen wir zuerst herauszufinden versuchen, ob es möglich ist, eine klare Trennungslinie zwischen seetüchtig und nichtseetüchtig zu ziehen. Um logisch vorzugehen – offen für rationale Kritik –, ist das Verhalten eines Bootes in rauher See als die Antwort eines *physikalischen Systems* auf Wind und Wellen zu sehen. Ein Segelboot, wie jede andere von Menschen geschaffene Maschine auch, läßt sich als ein System begreifen. Allen physikalischen Systemen ist eines gemeinsam: Sie setzen sich alle aus einzelnen, eng miteinander verknüpften Komponenten zusammen. Wir werden sehen, daß die Eigenschaft eines Systems nicht aus den Eigenschaften einzelner Komponenten allein bestimmt werden kann.

Mit anderen Worten: Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile. Art und Folgen der Bewegung des Bootes im Seegang sind darum weitgehend abhängig von seinen drei Hauptkomponenten, nämlich Größe und Verteilung der *Masse* (Verdrängung, Massenträgheit), *Dämpfung* und *Stabilität*. Zusammenfassend läßt sich sagen: Die relative Stärke dieser Anteile und die Art und Weise, wie sie sich

zu einem einheitlichen Ganzen verbinden, bestimmen das, was man die „dynamische Persönlichkeit“ des Bootes nennen könnte. Verschiedenartige Boote haben so gesehen unterschiedliche dynamische Eigenheiten und reagieren folglich in unterschiedlicher Weise auf die gleichen Wind- und Wellenkräfte.

Es ist unmöglich, ein Wasserfahrzeug zu konstruieren, das gegen alle Gefahren des Wetters gefeit und so unter allen statistisch wahrscheinlichen Verhältnissen auf See tauglich und sicher wäre. Ein wasserdichtes Faß mit gutem Spund könnte man als ein seetüchtiges Fahrzeug ansehen – vorausgesetzt, daß die Mannschaft im Inneren sitzt. Alles andere wäre als nichtseetüchtig zu betrachten. Nebenbei bemerkt, die RNLI (Royal National Lifeboat Institution, England) scheint dieser Betrachtungsweise eng zu folgen, denn ihre neuesten Rettungsboote haben absolut wasserdichte Aufbauten und sind selbstaufrichtend, da ihre Stabilität für jeden Krängungswinkel positiv ist. Dennoch, es bleibt die Tatsache bestehen, daß alles, was auf der Grenze zwischen Wasser und Luft schwimmt, einschließlich des allerneuesten Rettungsbootstyps, durch die Gewalt der See zerstört werden kann. Wir finden aber sicherlich Zustimmung, daß eine vorurteilsfreie Abstimmung der oben angeführten drei Hauptkomponenten die Wahrscheinlichkeit eines Unglücksfalls verringern kann. Darum werden unter ansonsten gleichen Bedingungen einige Boote eine größere Chance besitzen, bei schwerem Wetter zu überleben, als andere.

## C Der Einfluß von Umwelt und Mensch

Der zweite an der Sicherheit auf See beteiligte Faktor ist das Wetter. Wind- und Seegangskräfte können das Verhalten des Bootes beherrschen, es auch physisch überwältigen. Zwar hat ein gut konstruiertes, stark gebautes Boot die reelle Chance, die schlimmsten Gefahren der offenen See zu überstehen – die Befähigung der Besatzung, das heißt, die Art und Weise der Bootsführung, ist aber eine andere Sache.

Damit sind wir beim dritten beteiligten Faktor. Ein Fehler des Steuermanns beim Ergreifen angemessener Defensivmaßnahmen kann die gleichen Folgen haben wie ein schlechter Entwurf. Eine unfähige oder kranke Mannschaft kann ein gutes, seegängiges Boot leicht unseetüchtig machen, aber keine noch so erfahrene, vorsichtige und aufmerksame Besatzung kann ein falsch konstruiertes, unseetüchtiges Boot in ein sicheres verwandeln. Der Mensch ist ein Teil des Gesamtsystems, und wie bei jedem anderen physikalischen System kann ein Mensch Schwächen erleiden oder gänzlich versagen. Dieser Punkt ist überall dort von großer Wichtigkeit, wo Menschen andere Systeme im Zusammenspiel kontrollieren, wie zum Beispiel bei den Systemen Steuermann/Boot oder Pilot/Flugzeug. Unter Schwächen ist zu verstehen: Überlastung, Ermüdung, Unvermögen, in einer der Situation angemessenen Weise zu reagieren. In dieser Beziehung haben Boot und Mensch etwas gemeinsam.

## *Seetüchtigkeit und Sicherheit auf See*

Der Logik von Abb. 9 folgend, werden die Probleme der Seetüchtigkeit im folgenden von drei unterschiedlichen Standpunkten aus diskutiert:

1. Grundsätzliche Entwurfsmerkmale, die das Verhalten eines Bootes unter extremen Bedingungen bestimmen und seine Seetüchtigkeit (ausgedrückt durch die Kenterwahrscheinlichkeit) beeinflussen. Obwohl es scheinbar ein Vielzahl verschiedener Kenter Situationen mit unterschiedlichen daran beteiligten Mechanismen gibt, läßt sich ihre Anzahl auf einige wenige Grundfälle reduzieren.
2. Dynamische Aspekte von Wind- und Seegangskräften.
3. Einige Überlebenstaktiken. Gute Seemannschaft bei schlechtem Wetter ist keine Fähigkeit, die man allein durch Bücherlesen erwerben kann. Vernünftigerweise kann man jedoch erwarten, daß ein Mensch, der viel aus eigener Erfahrung lernt, auch ein wenig von der Erfahrung anderer oder von Erkenntnissen wissenschaftlicher Experimente profitieren kann. Vielleicht wird ihm dies helfen, bei extremen Situationen auf See vernünftige Entscheidungen für das Überleben zu treffen.

Der letzte Faktor, der an der Sicherheit auf See beteiligt ist, das Glück, wird hier nicht betrachtet werden. Man kann das Wort Glück als Ausdruck des menschlichen Unvermögens begreifen, die letztendliche Ursache zu erfassen. Vielleicht ist Glück etwas für Dichter und Märchenerzähler. Ein arabisches Sprichwort lautet: „Wirf einen Menschen mit Glück ins Meer, und er taucht mit einem Fisch im Munde wieder auf.“

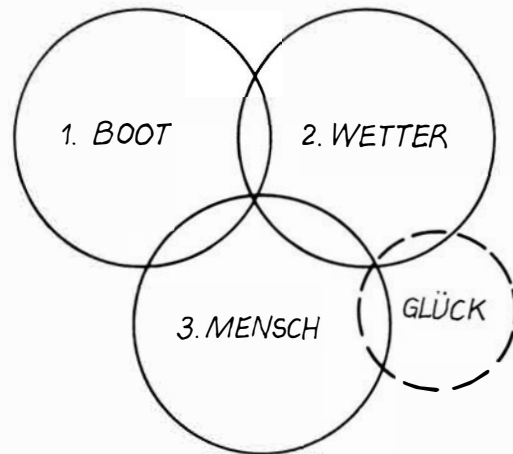
Überlastung tritt auf, wenn die Anforderungen an den Steuermann (oder das Boot) größer sind als physisch oder psychisch ertragen werden kann. In einer Not-situation, so wie beispielsweise der im Fastnet-Rennen 1979, könnten einige Steuerleute wie auch Boote absolut nicht in der Lage gewesen sein, auf alle an sie gestellten Anforderungen angemessen zu reagieren. Überlastung kann in fast allen Systemen auftreten, auch bei uns selbst, wobei wir dann jedoch uns dieser Möglichkeit aus Erschöpfung oder Angst vielleicht nicht bewußt sind, bis das Unglück uns ereilt.

Die Überschneidungen zwischen diesen drei an der Sicherheit auf See beteiligten Grundfaktoren zeigt Abb. 9 in schematischer Weise. Diese Faktoren sind einer rationalen Untersuchung zugänglich. Zudem ist ein irrationaler Faktor beigefügt: Glück – Teil jeder menschlichen Tätigkeit. Nicht selten liegen Rettung und Glück dicht beisammen.

Alle in Abb. 9 gezeigten Faktoren sind eng miteinander verknüpft und können in bestimmten Kombinationen den Untergang des Bootes bewirken. Sicherheit auf See kann so als hohe oder niedrige *Überlebenswahrscheinlichkeit* ausgedrückt werden. In England und Amerika, wie in vielen anderen Ländern auch, ist das Unfallrisiko für Menschen, die auf See arbeiten, ungefähr 35mal größer als für Menschen, die an Land arbeiten. [8] Einzig tröstliche Tatsache ist, daß es eine Zeit gab, wo Segeln auf hoher See noch gefährlicher war als heute. Im Griechenland der Antike teilte man die Bevölkerung in drei Kategorien ein: diejenigen, die leben, jene, die gestorben sind, und jene, die auf See sind (nach Zeugnis des Seefahrers Anacharsis).

Abb. 9 Zur Sicherheit auf See beitragende Faktoren. Eine Kette ist so stark wie ihr schwächstes Glied – dies gilt auch für die Sicherheit auf See.

1. Rumpffaktoren  
*Deplacement und Trägheit*  
*Dämpfung*  
*Stabilität*
2. Wetterfaktoren  
*Wind und Seegang*
3. Der Faktor Mensch  
*Seemannschaft*  
*Kompetenz und Vorsicht der Mannschaft*  
*Defensive Segeltaktiken*  
*Fehler...*
4. Der Faktor Glück  
*Ein Boot kann zum falschen Zeitpunkt am falschen Ort sein – oder auch nicht. Die Allgegenwart des Glücks und seine Macht, gute Seeleute ertrinken zu lassen und mittelmäßige zu retten, ist hinreichend belegt. Für gewöhnlich begünstigt das Glück jedoch die umsichtige Mannschaft.*



*„Neue und bessere Argumentationsweisen auf irgendeinem Gebiet zu entwickeln heißt, einen bedeutenden Fortschritt zu machen, nicht nur in Hinblick auf die Logik, sondern auch auf dem Sachgebiet selbst.“*

Stephen Toulmin  
Englischer Wissenschaftler

### 3 Der Einfluß der Vermessungsregeln auf den Yachtentwurf

---

Man kann diesen Abschnitt vielleicht nicht besser beginnen, als zwei Expertenmeinungen anzuführen. Hier zunächst D. Phillips-Birt: „Vermessungssysteme haben eine tiefgreifendere Wirkung auf die Form von Yachten als die See mit all ihren Launen . . . Die Geschichte der Regattayachten ist mehr ein Wettstreit gegen die Regeln denn gegen die See. Die Regeln sind die Form, in die der Rumpf einer Yacht gegossen wird . . . Was Fortschritt auf dem Gebiet der Konstruktion von Segelyachten genannt wird, sind die unberechenbaren und häufig überspannten Formentwicklungen, die von nicht vorhergesehenen mathematischen Lücken in den Vermessungsvorschriften ausgelöst werden.“ [9], [10]

Aus jüngerer Zeit ist der Kommentar von Rob Humphrey zur internationalen Vermessungsformel IOR. Er schreibt: „Es ist trügerisch anzunehmen, Charakter und Beschaffenheit der Hochseeregattayachten entstammten direkt und unverrückbar dem Einfluß der Vermessungsregel. Kurz gesagt, eine Vermessungsformel hat höchst geringen Bezug zur Grundgeometrie einer Hochseeyacht.“ [11]

Wo Experten sich so offenkundig widersprechen, ist Nachforschung angebracht. In den Segelzeitschriften kann man lesen: „Wir sind in den letzten Jahren Zeugen umwälzender Veränderungen in der Rumpfform geworden.“ Oder: „Die letzten zehn Jahre haben mehr Veränderungen im Rumpffentwurf gebracht als die langen Jahre davor.“ Faßt man diesen umwälzenden Fortschritt zusammen, so trat an die Stelle der Yachten mit traditionellem durchgehendem Lateralplan die Mode der Leichtdisplacementboote mit getrennter Anordnung von Kiel und Ruder unter einem fast jollenartigen Rumpf.

Fragen tauchen auf: Entstand die moderne Yacht trotz der Vermessungsregel oder als ihre Folge? Sind wir tatsächlich Zeugen einer neuen Entwicklung in der Rumpfform, abgesehen von der gleißenden Wirkung moderner Technologie? Und wenn dem so ist, sind diese und andere „revolutionären Veränderungen“ – oder,

wie wir sehen werden, Wiederentdeckungen – als Schritt zurück oder als Schritt nach vorne auf dem Weg zu einer besseren Touren-Rennyacht einzuordnen? Was bewirkt eine Vermessungsformel tatsächlich?

## A Die Entstehung seetüchtiger Boote

„Was die Natur hervorbringt, ist vollendeter als alle Kunst.“

Cicero  
Römischer Philosoph (106–43 v. Chr.)

„Die Natur täuscht uns nie.  
Wir täuschen uns stets selbst.“

J. J. Rousseau  
Französischer Philosoph (18. Jahrhundert)

Um auf all diese Fragen eine Antwort zu geben und den Einfluß von Vermessungsvorschriften auf die Konstruktion von Yachten, insbesondere auf deren Seetüchtigkeit, abzuschätzen, erscheint es angemessen, ein wenig in die Vergangenheit zurückzublicken. Diese Rückschau ermöglicht uns, das aktuelle Problem aus einem etwas weiteren Blickwinkel zu betrachten, um auf diese Weise zu einigen Einsichten zu gelangen, die zur Lösung der vor uns liegenden Probleme notwendig sind.

Die Entwicklung der Segelyacht begann im 19. Jahrhundert, als man sich für den Yachtsport Anregungen bei den schnellen Lotsen-, Zoll- und Fischerbooten holte. Die Segler jener Zeit waren eifrige Bewunderer dieser robusten, seetüchtigen Arbeitsboote, die in der Lage waren, den schweren, aus Westen drohenden Stürmen zu trotzen. Die Abb. 10–13 zeigen einige dieser Boote, die man ohne die beruhigende Hoffnung segelte, notfalls von Hubschraubern oder Rettungskreuzern aus Seenot geborgen zu werden. Ihre Erbauer mußten eine Reihe von Forderungen erfüllen. Um nur einige zu nennen: Von den Booten wurde erwartet, daß man mit ihnen *das ganze Jahr über und bei jedem Wetter auf See* bleiben konnte; sie mußten angenehme Bewegungen ausführen, um bei rauher See beim Fischen oder Lotsenversetzen ein sicheres Arbeitsdeck zu bieten. Bis Ende des 19. Jahrhunderts wurden diese Boote nicht im heutigen Sinne des Wortes konstruiert, das heißt, auf dem Reißbrett entworfen. Zeichnungen benutzte man so gut wie nie; der Rumpf wurde nach Augenschein anhand eines Halbmodells gebaut, das zuvor Zustimmung des Eigners und seiner Ratgeber fand. Für das geschulte Auge waren Halbmodelle ausreichend; hinzu kamen Intuition und Erfahrung des Baumeisters, so daß das fertige Boot und sein Modell nicht immer exakt übereinstimmten. Diese Boote entwickelten sich wie Lebewesen im Meer durch einen langen, aber zuverlässigen Prozeß von Versuch, Irrtum und Erinnerung, der immer fortgeschrittenere Formen hervorbringt und ungeeignete gnadenlos eliminiert – eine Art natürlicher Auslese nach Darwin: Das am besten Angepaßte überlebt.