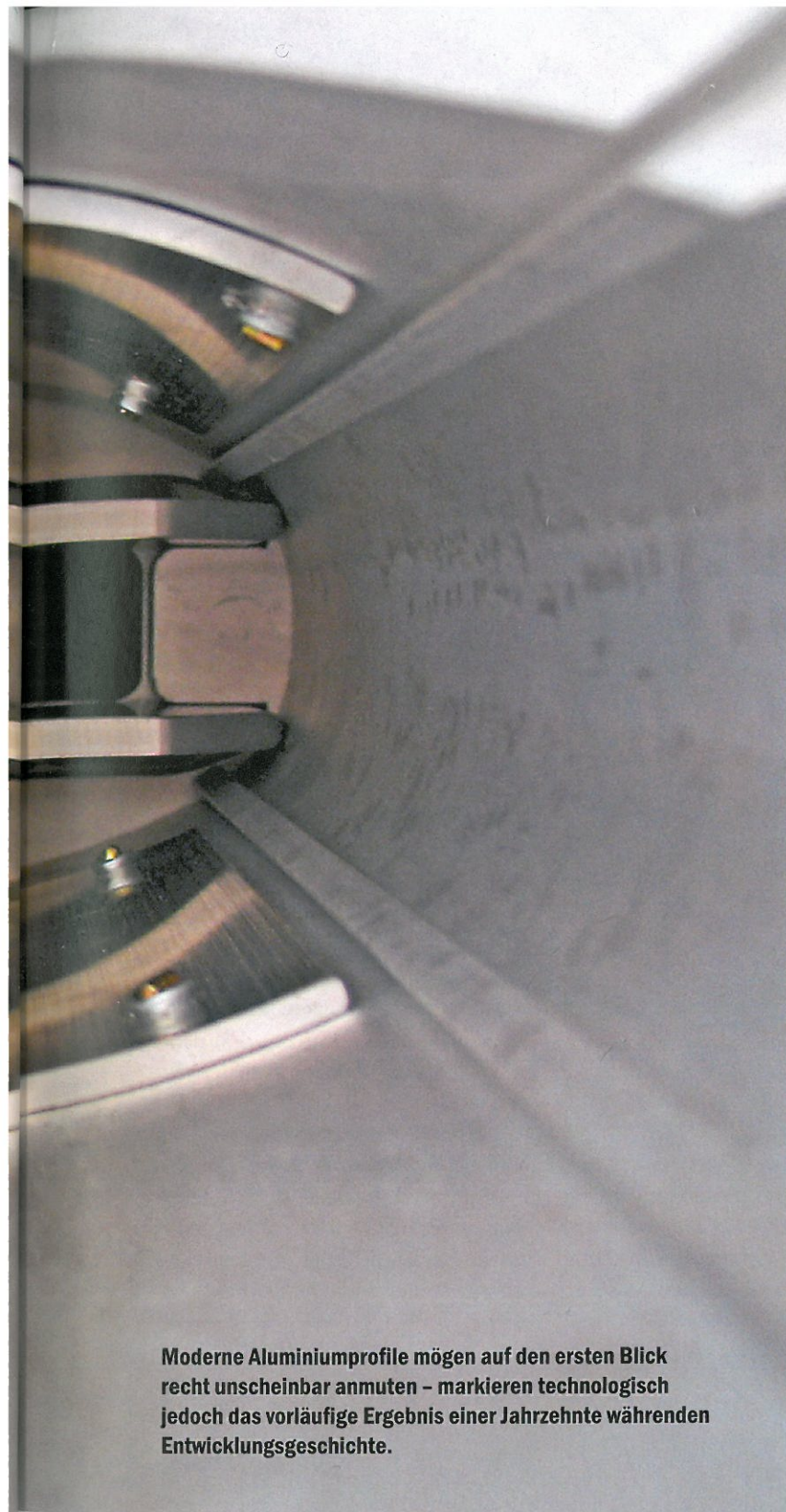


Mastprofile – Entwicklung und Technologie

Blick in die Röhre

Der Mast bildet das zentrale Element im „Antrieb“ einer Segelyacht und bestimmt maßgeblich deren Leistungsfähigkeit. Eine möglichst perfekte Abstimmung auf die jeweilige Yacht trennt hier die Spreu vom Weizen – wobei nicht nur das Material über die Eigenschaften der Spiere entscheidet, sondern diverse Faktoren zu beachten sind. Jan Kuffel beschreibt die wichtigsten Entwicklungen im Mastenbau und beleuchtet entscheidende Details moderner Aluminiumprofile, die oft erst auf den zweiten Blick auffallen.



Moderne Aluminiumprofile mögen auf den ersten Blick recht unscheinbar anmuten – markieren technologisch jedoch das vorläufige Ergebnis einer Jahrzehnte währenden Entwicklungsgeschichte.

Betrachtet man die Entwicklung von Yachtmasten über die vergangenen 50 Jahre, könnte leicht der Eindruck entstehen, dass sich eigentlich gar nicht so viel verändert hat. Ältere Segler erinnern sich vielleicht noch daran, wie der goldbraune Farbton der einstigen Holzmasten in den 60er-Jahren durch das silbrige

Schimmern der Aluminiumspieren ersetzt wurde – die jüngeren Leser dürfte es wahrscheinlich eher interessieren, dass sich in den letzten Jahren immer häufiger schwarze Karbonröhren in den Mastenwald der Yachthäfen einreihen. War es das schon? Keineswegs, denn analog zur Weiterentwicklung der Yachten wurden auch Mast und Rigg be-

ständig veränderten Anforderungen angepasst – wenn auch vielleicht nicht ganz so offensichtlich, wie es im Yachtdesign zu beobachten ist. Bei einem Gang durch den nächstgelegenen Yachthafen dürfte allerdings auffallen, dass es kaum Riggs gibt, die sich bis in Detail gleichen – nicht einmal bei Yachten ähnlicher Größe. Abweichungen finden sich unter anderem in der Anzahl und der Ausrichtung der Salingspaare (nach achtern gepfeilt oder rechtwinklig zur Mittschiffslinie), im Bereich des Mastfußes (durchgesteckt oder an Deck stehend), in der Takelungsart (Topprigg, 7/8- oder 9/10-Takelung) und Vielem mehr.

Das einzige, was zumindest bei den vorherrschenden Aluminiumriggs durchgehend sehr ähnlich ausgeführt zu sein scheint, ist das Mastrohr selbst: Zwar fällt es mal länger, mal kürzer, mal dicker oder dünner aus – weitergehende Unterschiede sind jedoch auf den ersten Blick kaum erkennbar. Nichtsdestotrotz gibt es auch hier erhebliche Differenzen, die sich jedoch erst offenbaren, wenn man sich den Mast aus der Nähe ansieht und einmal genau „in die Röhre“ schaut. Vergleicht man beispielsweise den Querschnitt verschiedener Aluminiummasten, wird deutlich, dass sich auch hier im besagten halben Jahrhundert viel getan haben muss. So waren die zuvor angesprochenen Weiterentwicklungen in der Riggkonfiguration letztlich nur durch entsprechend angepasste Mastprofile realisierbar. Um deren Evolution nachvollziehen zu können, bedarf es eines kleinen Ausflugs in die Geschichte der Yachtriggs.

Vom Baum zur Kohle

Holz wurde schon seit der Frühzeit der Segelschifffahrt in Gestalt von Spieren und anderen Rundhölzern für den Mastbau genutzt. Auf Yachten war das Material noch bis in die 60er-Jahre des vergangenen Jahrhunderts im Einsatz. Interessanterweise waren es die Berufssgler der Jahrhundertwende – wie etwa die sogenannten „Flying P-Liner“ – die zuerst auf alternative Werk- ►



Holz bildete über Jahrhunderte das gebräuchlichste Material im Mastenbau. Erst mit Beginn des Serienyachtbaus wurde es sukzessive von Aluminiumprofilen verdrängt, die sich günstiger produzieren ließen.

stoffe zur Fertigung ihrer Masten zurückgriffen. Die großen Barken und Vollschiffe fuhren zunehmend mit Masten aus Stahl, die große Festigkeitsvorteile gegenüber ihren hölzernen Vorgängern aufwiesen.

Zu Beginn der 30er-Jahre tauchten schließlich auch auf Yachten erste stählerne Röhren auf – vornehmlich auf großen Rennkuttern, die um den „America’s Cup“ segelten. Hier stand jedoch weniger die Festigkeit und Haltbarkeit im Vordergrund, sondern vor allem die beträchtliche Gewichtsersparnis gegenüber ihren aus Vollholz gefertigten Vorgängern. Bei einer großen Rennyacht machte diese mitunter über 200 Kilogramm aus.

Fast zeitgleich tauchten die ersten aus Aluminiumprofilen zusammengenieteten Masten auf, die wiederum deutlich leichter ausfielen als Stahlspieren. Aluminium blieb jedoch zunächst der „Königsklasse“

der America’s-Cup-Yachten vorbehalten – bereits 1934 gewann die J-Klasse-Yacht RAINBOW die begehrte Kanne mit einem solchen Mast. In

den Folgejahren entwickelte sich dieses Material im Regattabereich zum üblichen Standard.

Anders bei Hochseeyachten: Spektakuläre Mastbrüche auf J-Klasse-Yachten, deren Riggs aus Gründen der Gewichtsersparnis ohne große Sicherheitsmargen konstruiert worden waren, schürten bei den konservativeren Hochseeseglern ein gewisses Misstrauen gegenüber dem neuen Material – sie setzten daher zunächst weiterhin auf die bewährten Holzmasten. Hier kam es erst zu Beginn der 60er-Jahre zur Trendwende.

Schon in jenen Jahren konnte ein Aluminiummast bis zu 30 Prozent leichter ausfallen als ein Holzmast. Da dieses Gewicht weit oben eingespart wurde, ergab sich ein geradezu dramatischer positiver Effekt auf die Leistung der Yacht. Deutlich weniger Gewicht im Rigg bedeutete schließlich nicht nur ein erhöhtes Segeltragevermögen, sondern reduziert zugleich das Stampfmoment im Seegang, was wiederum der Geschwindigkeit zugute kommt.

Die Suche nach leichteren und dennoch festen Materialien ging derweil weiter. Bereits 1977 wurde auf der großen Whitbread-Yacht HEATH’S CONDOR ein experimenteller Mast aus Verbundwerkstoffen geriggt. Er war aus einem Glasfaser-Karbon-Gemisch sowie Harzen gefertigt und kann somit als früher Vorläufer der heutigen



Frühe Aluminiummasten wurden selbst bei größeren Yachten nur mit einem Salingpaar versehen, so dass das Profil einen großen Teil der Kräfte tragen und entsprechend stabil und schwer ausgelegt werden musste.

Kohlefaserriggs betrachtet werden. Allerdings ging der „Versuchsträger“ schon früh in der ersten Etappe über Bord – die Yacht musste das Rennen mit einem konventionellen Alumast beenden.

Viele Regattaformeln verboten im Folgenden Masten aus exotischen Materialien, so dass sich die Mastentwicklung zunächst wieder auf Aluminium fokussierte. Hier experimentierte man mit immer leichteren Profilen, die durch komplizierte Verstärkungen aufrecht gehalten wurden – darüber hinaus wurde nach Methoden geforscht, um die Profil-Wandstärken je nach Stabilitätsanforderungen in den einzelnen Mastsegmenten verändern zu können. So gab es Versuche, die Masten von innen an bestimmten Stellen dünner zu ätzen, an denen nur geringe Lasten zu erwarten waren, um auf diese Weise Gewicht zu sparen. Dieses Verfahren erwies sich allerdings als sehr ungenau. Besser funktionierte das Fräsen des Profils von außen – damit ließ sich millimetergenau eine zielgerichtete Gewichtsersparnis realisieren, ohne die Festigkeit der Konstruktion zu gefährden. Das Ganze ging allerdings auf Kosten der Optik. Noch einfacher war ein dritter Weg: Die Mastbauer wählten von vornherein ein sehr dünnes Profil, das ►



Zu Zeiten der IOR-Vermessungsformel setzte sich das sehr flexible 7/8-Rigg durch. Dabei wurde mit immer dünneren Mastprofilen experimentiert, die über zahlreiche Salingpaare und Backstagen verfügten.

544 - AMBITIONIERT, KOMFORTABEL, SCHNELL

salona
Salona Performance Cruiser: semi custom von 35 bis 60 Fuß.
Überragende Segeleigenschaften. Hohe Bauqualität.
Werthaltige Kapitalanlage.

NEU 535 NEU 538 541 544 NEU 560

Yachtkontor Christoph Elfenkämper GmbH | Im Yachtzentrum Baltic Bay | Börsen 17 | 24235 Laboe
Interboot Friedrichshafen | Hanseboot Hamburg | boot Düsseldorf | Hanseboot Ancora Neustadt
T +49 (0) 43 43 - 494 03 15
www.salona-yachts.de ce@elfenkaemper.de

Yachtkontor Christoph Elfenkämper

salona



Über lange Zeit wiesen Aluminiummasten vorzugsweise einen ovalen oder tropfenförmigen Querschnitt auf, der für eine relativ geringe Längsstabilität sorgte.



Jüngere Profile fallen länger und schmaler aus. Das Profil in der Mitte verfügt über verstärkte Seiten, was die Steifigkeit erhöht und den Einsatz von Hakenterminals ermöglicht.

an hochbelasteten Stellen durch aufgesetzte Bleche verstärkt wurde. Ab den 90er-Jahren gewannen schließlich die Kohlefasermasten sukzessive an Bedeutung. Marathon-Rennen wie die „Vendée Globe“ erreichten eine hohe Popularität – die dort eingesetzten Yachten der „Open“-Klassen unterlagen keinen Materialbeschränkungen, was die Entwicklungsarbeit auch im Komposit-Mastbau förderte. Ein weiterer Impulsgeber war, wie schon so oft, der America’s Cup, der mittlerweile mit High-Tech-Yachten ausgetragen wurde – auch hier repräsentierten Kohlenmasten bald den Klassenstandard. Heute segeln ebenso viele Cruiser-Racer und große Fahrtenyachten mit Masten aus der schwarzen Hightech-Faser.

Dauerbrenner Aluminium

Obwohl der Übergang von Aluminium zu Karbon einen ähnlichen Verlauf nahm wie zuvor bereits der Umstieg von Holz auf Aluminium, stellt Leichtmetall noch immer das verbreitetste Material für die Konstruktion von Yachtmasten dar. Dies wird sich voraussichtlich auch nicht so bald ändern, denn Aluminiumprofile sind zwar eindeutig schwerer als eine Hightech-Konstruktionen aus Karbon, dafür jedoch auch wesentlich günstiger und zudem mechanisch unempfindlicher. Hinzu kommt, dass noch keine gesicherten Erkenntnisse über die Lebensdauer von Kohlefa-

serriggs vorliegen – während auf 40 bis 50 Jahre alten Yachten häufig noch immer die ersten Aluminiumrohre stehen.

Leichtmetallmasten kommen außerdem den Anforderungen des Serienyachtbaus entgegen – so dass sich ab etwa Mitte der 60er Jahre ein paralleler Siegeszug vollzog. Sie ließen sich noch schneller und ko-

stengünstiger produzieren als Spieren aus Holz – wozu insbesondere die industrielle Fertigung der Profile beitrug, an der sich bis heute nicht viel geändert hat. Die Produktion der rohen Profile erfolgt in den Aluminium-Werken der Metallindustrie, was eine hohe Produktionsgeschwindigkeit bei gleichzeitig günstigen Preisen ermöglicht. ▶



Viele Hersteller führen auch für ältere Boote noch passende Profile im Programm (rechts). In der Mitte und links sind moderne Kasten- und Bullet-Profile aufgereiht (Sortiment von John Mast).

Mastprofile entstehen dort im sogenannten „Strangpressverfahren“, bei dem ein auf circa 500 Grad Celsius erhitzter Aluminium-Vollstab durch eine dem Mastprofil entsprechende Form gepresst wird – wofür je nach Profilgröße ein Druck von bis zu mehreren tausend Tonnen benötigt wird. Im Anschluss erhalten die Profile in einem Eloxalbad eine künstliche Oxidschicht – sie werden also quasi künstlich gealtert, was die Oberfläche vor weiterer Korrosion schützen soll. Derart vorbehandelt wird das entstandene „Halbzeug“ an die Mastenbauer geliefert, die das Rohr ausrüsten und schließlich zu einem kompletten Mast ausbauen. Die fertigen Aluminiummasten gelten als vergleichsweise pflegeleicht und lassen sich zudem recht einfach an Deck montieren. Auch diesbezüglich kommt das Material zeitgemäßen Ansprüchen entgegen – kaum verändert haben sich derweil die physikalischen Anforderungen, die an das Mastprofil gestellt werden. So muss es vor allem eine ausreichende Stabilität aufweisen, um den beim Segeln auftretenden Kräften standzuhalten.

Das Spiel der Kräfte

Bei den Kräften, die auf ein Mastprofil wirken, unterscheidet man zunächst zwischen statischen und dynamischen Belastungen. Die statischen Belastungen ergeben sich



Bild: Seldén

Behandlung von Mastprofilen in einem Eloxalbad: Bei diesem „künstlichen Alterungsprozess“ wird das Material mit einer schützenden Oxidschicht überzogen.

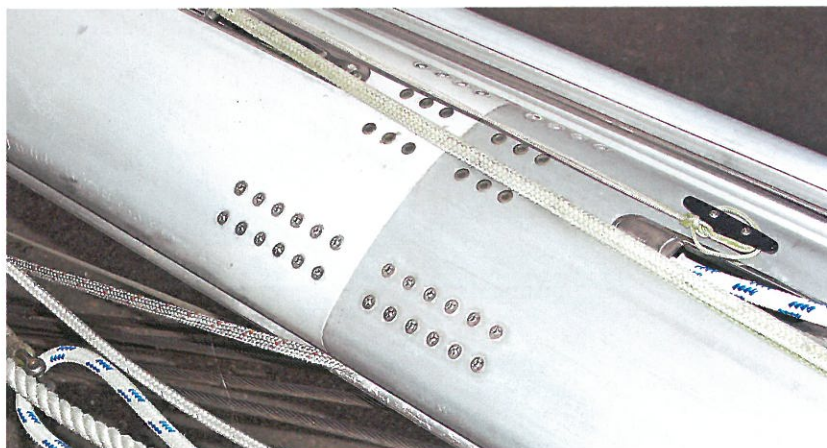
aus dem Zug, der von den Wanten und Stagen ausgeübt wird und als Stauchdruck auf das Mastprofil wirkt. Diesbezüglich treten im Bereich des Topps die geringsten und am Mastfuß die größten Drücke auf. Das Mastprofil muss also eine ausreichende Stabilität aufweisen, um diesem Stauchdruck nicht zur Seite oder nach vorn nachzugeben beziehungsweise einzuknicken. Die statische Maximalbelastung wird bei einer Yacht bei etwa 60 Grad Krängung erreicht, da hier ihr aufrichtendes Moment in der Regel am größten ist.

Seit einigen Jahren lassen sich die zu erwartenden statischen Bela-

stungen im Rigg über die sogenannte „Finite-Elemente-Analyse“ mit großer Genauigkeit per Computer ermitteln – sie dienen als Grundlage für die einschlägigen Berechnungen von Konstrukteuren und Mastbauern. Schwieriger gestaltet sich die Ermittlung der dynamischen Lasten, die durch Stampfbewegungen im Seegang, killende Segel, Sonnenschüsse und Ähnliches in das System eingebracht werden. Diese lassen sich noch immer nicht mit hinreichender Genauigkeit berechnen – bei der Konzeption von Mast und stehendem Gut ist man daher ebenso auf Erfahrungswerte angewiesen. Gleichsam ist es üblich, in das Rigg einer Fahrtenyacht oder eines Cruiser-Racers eine Sicherheitsmarge einzurechnen, die ungefähr dem Dreifachen der zu erwartenden maximalen Lasten entspricht.

Dünn, leicht und dennoch stabil

Das Mastprofil muss also zum einen in der Lage sein, die während des Segelns auftretenden Druck- und Biegebelastungen aufzunehmen, ohne seitlich oder in Längsschiffsrichtung auszuweichen. Zum anderen sollte es möglichst leicht ausfallen, um für ein hohes aufrichtendes Moment der Yacht sowie ein geringes Stampfmoment durch den niedrigen Schwerpunkt zu sorgen. Darüber



Obwohl die Presswerke prinzipiell Profile in fast jeder Länge fertigen könnten, setzt die Größe der Eloxalbäder den Liefergrößen Grenzen. Eine ordentlich ausgeführte Schäftung schwächt den Mast jedoch nicht.

hinaus stellt der Windwiderstand einen wichtigen Faktor dar, der ebenfalls Einfluss auf die Leistung einer Segelyacht hat. Davon ausgehend, dass über Wasser alles außer den Segeln bremst, sollte sich ein Mast also im Wind möglichst „klein machen“.

Auf den ersten Blick dürfte vor diesem Hintergrund ein Tropfenprofil der Idealform recht nahe kommen – allerdings wird ein Mast nur dann wirklich von vorn angeströmt, wenn die Yacht mit dem Bug genau im Wind liegt. Auf Amwind- bis Halbwindkursen wird das Profil hingegen mehr oder weniger von der Seite angeströmt, so dass sich auf der Leeseite eine Wirbelschleppe bildet. Letztere entspricht in ihrer Breite der Profillänge des Masts von vorn nach achtern und stört die saubere Umströmung des Großsegels im vorderen Bereich. Auf vielen Multihulls und Offshore-Racern finden sich aus diesem Grund drehbar gelagerte Masten, so dass deren Profil immer direkt von vorn angeströmt wird und eine saubere Umströmung des Großsegels gewährleistet ist.

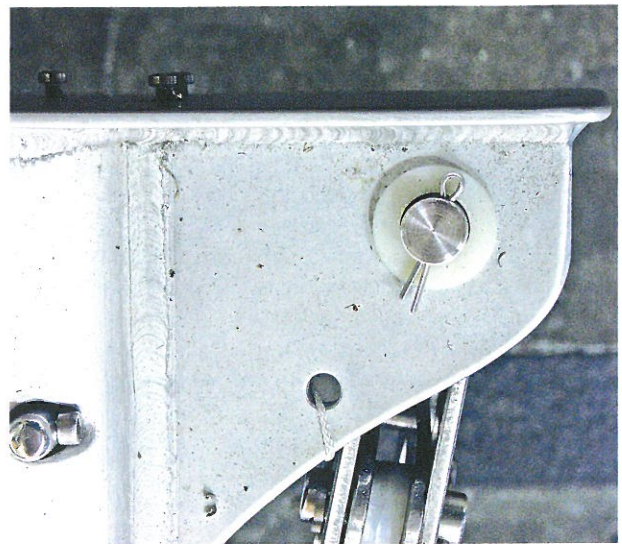
Einen Mast drehbar zu lagern, erfordert allerdings einen hohen technischen Aufwand – ein solcher lässt sich auf „normalen“ Yachten kaum realisieren. Hier ist daher ein Profil gefordert, das in Längsrichtung möglichst schmal ausfällt.

Vom Ofenrohr zum Hochleistungsmast

Vergleicht man frühe Aluminiummasten mit modernen Konstruktionen, stechen bei genauem Hinsehen einige Unterschiede sofort ins Auge. Da ist zunächst einmal die Anzahl der Salingspaare: Noch bis in die 60er-Jahre hinein wiesen die Aluminiumriggs selbst großer Yachten oft nur ein Salingspaar auf, was in den vom Holzmastbau übernommenen Erfahrungswerten begründet lag. Wie bereits beschrieben, muss ein Mastprofil eine ausreichende Knickstabilität aufweisen, um den Stauchkräften im Rigg zu widerstehen. Durch die Saling wird die Strecke verkürzt, auf der das Profil frei tragen muss – bei einem ►



Individueller Mastenbau in Kleinserie: Im Bild ist eine Profildoppelung zur Aufnahme der Wantenkräfte zu sehen. Das Profil wird später entweder lackiert oder pulverbeschichtet.



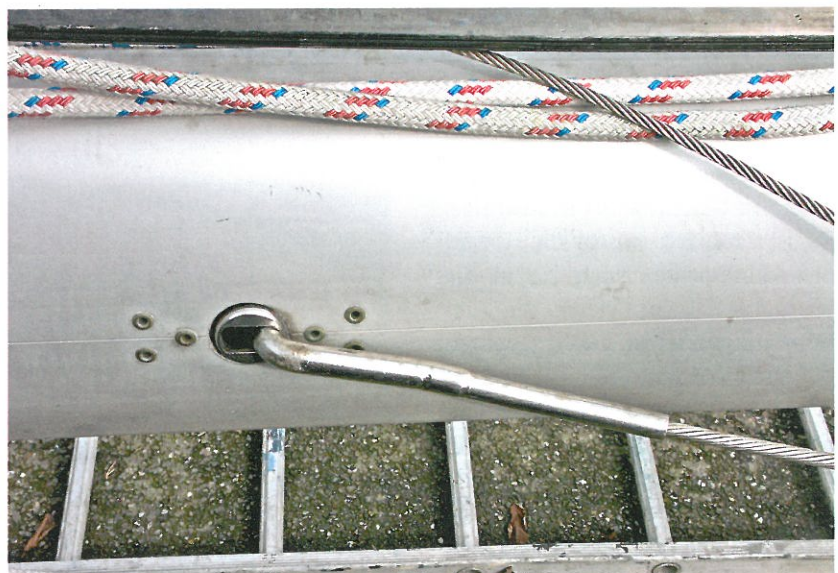
Neben der richtigen Konzeption bestimmt die Verarbeitungsgüte die Lebensdauer eines Aluminiummasts. Von zentraler Bedeutung ist die Vermeidung von Kontaktkorrosion.

Salingspaar etwa auf die Hälfte. Holzmasten konnten aufgrund ihres Baumaterials recht hohe Stauchkräfte verkraften und kamen somit in der Regel mit einem Salingspaar aus. Die frühen Alumasten baute man im Prinzip auf der gleichen Grundlage und wählte ein entsprechend stabiles Profil – also eines mit einem großen Querschnitt bei gleichzeitig hoher Wandstärke – was jedoch viel Gewicht mit sich brachte.

Heute repräsentieren bei Yachten ab etwa 30 Fuß Riggs mit mehreren Salingspaaren den Standard, was vor allem der angestrebten Gewichtsreduzierung gezollt ist. Durch diese zunächst wiederum auf Regattayachten eingesetzten Lösung wird die frei tragende Profilstrecke zwischen den Salingen beziehungsweise zwischen Saling und Mastfuß sowie Masttopp verkürzt. Jede Saling fungiert gewissermaßen als entsprechende Abstützung, so dass das Mastprofil leichter ausgeführt werden kann. Zugleich wurde der Zugwinkel der Oberwanten sowie der Unter- und Zwischenwanten sukzessive abgeflacht – dadurch verringert sich die nach unten gerichtete Zugkraftkomponente und damit der Stauchdruck auf das Mastrohr. Die Mastenbauer konnten ihre Profile in der Folge schlanker und dünnwandiger ausführen, was neben dem Gewicht

auch den Luftwiderstand verringerte. Allerdings funktioniert die Unterstützung des Profils durch Salinge nur in Querschiffsrichtung – längsschiffs büßten die schwächeren Profile zunächst viel von ihrer Stabilität ein. Die zuvor übliche Lösung, den Mast über vordere und achtere Unterwanten längsschiffs abzustützen, reichte nun nicht mehr aus, da deren Angriffspunkt in Mehrsalingsriggs zu weit unten lag. Statt vorderer

Unterwanten riggte man daher ein Babystag nach vorn, das etwa in der Mitte zwischen Bug und Rigg angriff und etwa auf der Mitte des Profils am Mast angeschlagen war. So konnte sich der Mast nicht nach achtern durchbiegen. Den „Job“ der achteren Unterwanten übernahmen derweil Backstagen, die oft doppelt ausgeführt waren und die Biegung des Masts nach vorn kontrollierten. Ein Beispiel: Der Doug-Peterson-

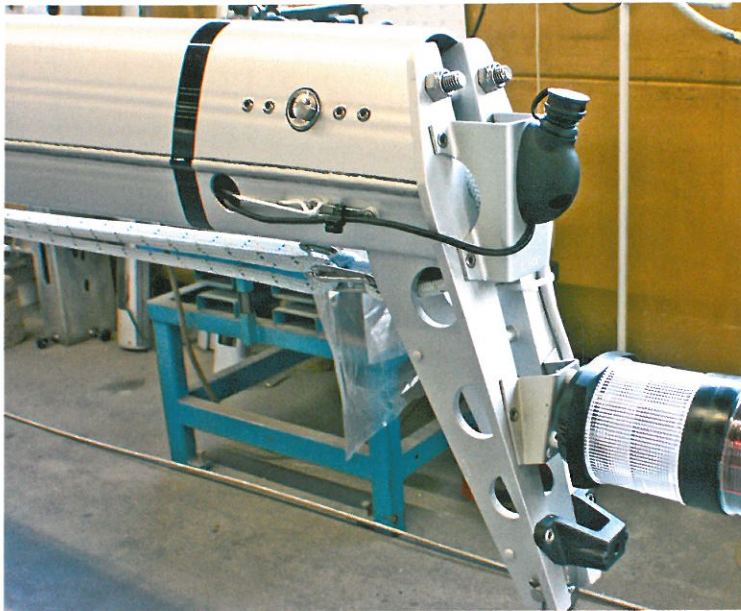


Haken- oder T-Terminals bieten eine einfache und günstige Möglichkeit, das stehende Gut anzuschlagen – allerdings setzt die punktuelle Kräfteinleitung eine ausreichende Verstärkung der Profilwand voraus.

Eintonner „Eliza“, Baujahr 1974, erwies sich über viele Jahre als erfolgreiche Regattayacht. Toppgeriggt und ursprünglich mit einem einfachen Salingpaar ausgestattet, war der Mast so leicht ausgeführt, wie es die damalige Technik erlaubte. Mitte der 80er-Jahre wurde für die Yacht ein neues Rigg nach seinerzeit modernen Gesichtspunkten gezeichnet. Das Profil wurde so schlank wie möglich gewählt und über drei Salingpaare versteift. Hinzu kamen Backstagen. Als Ergebnis der „Verjüngungskur“ ergab sich im Rigg eine Gewichtsersparnis von knapp 60 Kilogramm.

Die Riggs wurden durch die vorgenannten Maßnahmen also merklich leichter – aber auch komplexer. Zugleich trat noch ein weiterer Vorteil der in Längsschiffsrichtung flexibleren Masten zutage. Über eine kontrollierte Biegung der Mastmitte nach vorn ließ sich viel Einfluss auf das Segelprofil nehmen – je stärker die Vorkrümmung des Profils, umso flacher wurde das Segel und umgekehrt. In der Folge wurde mit immer dünneren und flexibleren Mastprofilen experimentiert, was besonders in den letzten Jahren der Regattasegelei nach der IOR-Formel zu extrem komplizierten und fragilen Riggs führte, die bereits über Bord fielen, wenn das Luvbackstag einen Tick zu spät dicht gekurbelt wurde. Ihr großer Vorteil lag dafür in der millimetergenauen Trimmbarkeit, die den Riggs früherer und auch späterer Yachtgenerationen weit überlegen war.

Auf den Fahrtenyachtbereich hatten diese Entwicklungen nur begrenzten Einfluss. Zwar wurden auch hier lange Masten nach und nach mit mehreren Salingpaaren ausgestattet – allerdings blieben die Profile vergleichsweise schwer und von großem Querschnitt. Dadurch benötigten sie die Unterstützung durch etwaige Backstagen allenfalls bei Schwerwetter, um ein Pumpen der Mastmitte im Seegang zu unterbinden. Der Profilquerschnitt wurde in jener Zeit bevorzugt oval oder tropfenförmig ausgeführt und wies eine bei Regattamasten durchaus erwünschte, geringe Längsstabilität auf. ►



Ein verjüngtes Topp spart Gewicht ein und macht den Mast im oberen Bereich biegefähiger. So lässt sich das Großsegelachterliek über Zug auf dem Achterstag wirkungsvoll öffnen.

Einen ähnlichen Effekt wie die Abstützung durch mehrere Salingpaare hat es übrigens, wenn der Mast statt an Deck stehend durch das Deck bis in die Bilge geführt ist. Wird das Profil in der Decksdurchführung fest verkeilt, verhält es sich wie ein sogenannter „eingespannter Träger“ und wird auf Deckshöhe in Quer- und Längsschiffsrichtung zusätzlich fixiert. Dies reduziert ebenfalls die Kräfte, die das Profil allein auffangen muss – der Mast kann somit dünner und leichter ausfallen. Allerdings ist dieses Konstruktionsmerkmal, damals wie heute, eher auf performanceorientierten Yachten anzutreffen – zumal es auch einige Nachteile mit sich bringt. So ist die Decksdurchführung in den seltensten Fällen wirklich dicht zu bekommen – ebenso kann Wasser im Inneren des Mastrohrs unter Deck gelangen.

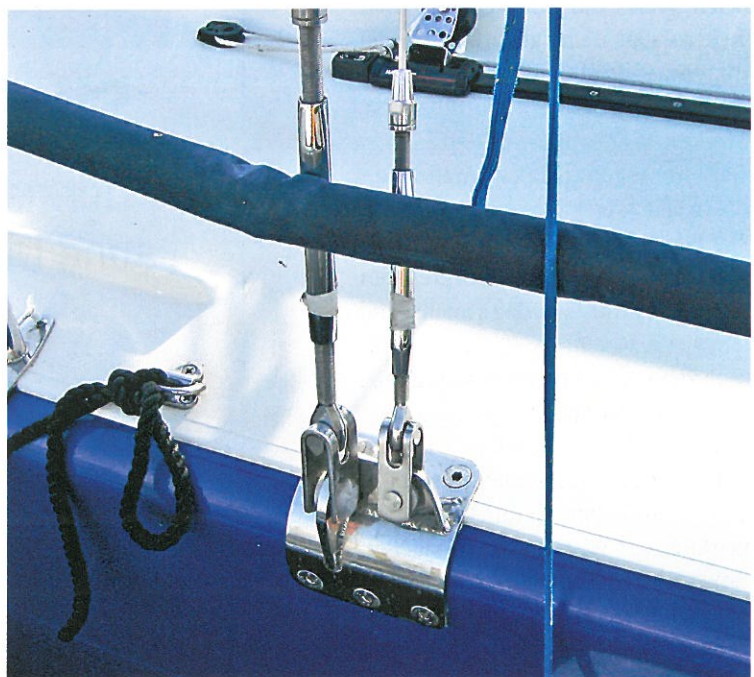
Stichwort Rigggeometrie

Die Riggs moderner Fahrten- und Regattayachten sehen nicht nur wesentlich simpler aus als ihre Vorgänger aus den 80er- und 90er-Jahren des zurückliegenden Jahrhunderts – sie sind auch tatsächlich deutlich einfacher ausgeführt. Dafür sind vor allem zwei Faktoren verantwortlich:

Veränderungen in der Rigggeometrie und weiterentwickelte Mastprofile. Neben der bereits angesprochenen Anzahl der Salingspaare hat sich vor allem deren Ausrichtung deutlich verändert. So war es bei dem größten Teil der früheren Fahrten- und

Regattayachtgenerationen üblich, die Salinge nahezu rechtwinklig zur Mittschiffslinie auf dem Mast zu montieren – dies galt sowohl für Topp- als auch für 7/8-Riggs. Daraus ergaben sich hauptsächlich „trimmtechnische“ Vorteile. So ließ sich bei parallel zum Mast verlaufenden Oberwanten eine gute Vorkrümmung des Profils erzielen, ohne dass sich die Spannung der Wanten verringerte. Zudem ließ sich das Großsegel vor dem Wind komplett fieren, ohne dabei an Salinge und Wanten zu stoßen.

Auf Hochseeyachten tauchten Riggs mit gefeilten Salingen erst zu Beginn der 80er-Jahre auf, als man begann, die Riggs erfolgreicher Regattayachten für die jeweilige Tourenversion zu „entschärfen“. Ein gutes Beispiel hierfür stellt die Optima 101 dar, die eine für Familiencrews beherrschbare Version des erfolgreichen Dreivierteltonners DB1 der Dehler-Werft repräsentieren sollte. Das hohe, schlanke und extrem flexible 7/8-Rigg der DB1 wies durch seine doppelten Backstagen und die geraden Salinge zwar ein hohes Leistungspotenzial auf – für dessen effektive Bedienung waren



Ohne überlappende Vorsegel können die Püttinge ganz außen platziert werden. Dies vermindert den über die Wanten auf den Mast ausgeübten Stauchdruck – das Profil kann leichter und schlanker ausfallen.

allerdings auch viele kundige Hände erforderlich. Bei der Konzeption der Tourenyacht Optima 101 nahm man sich Jollenriggs zum Vorbild. Auch diese verfügen über nach achtern gepfeilte Salinge und benötigen aufgrund des achterlich ansetzenden Wantenzugs sowie des nach vorn gerichteten Drucks der Salinge noch nicht einmal ein Achterstag. So behielt man die 7/8-Konfiguration bei, versetzte die Püttinge etwas nach achtern und wählte ein stabileres Mastprofil, das vor allem in Längsschiffsrichtung steifer ausfiel als der Vorgänger der Regattaversion. In der Folge stand das Rigg auch ohne Backstagen ausreichend sicher und ließ sich selbst von einer kleinen Crew problemlos beherrschen. Dieser Ansatz wurde von Werften und Konstrukteuren kontinuierlich weiterverfolgt.

Sicher und bedienungsfreundlich

Heute gibt es kaum noch einen modernen Cruiser oder Cruiser-Racer, der nicht mit gepfeilten Salingen versehen wird. Die Backstagen sind derweil nahezu komplett weggefallen. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal gegenüber früheren Yachten bildet die Position der Püttinge. Während sie zu IOR-Zeiten immer weiter nach innen in Richtung Mast wanderten, finden sich heute zunehmend Konstruktionen, bei denen die Püttinge ganz außen an der Rumpf/Deck-Verbindung angeschlagen sind. Beide Merkmale des modernen Yachtbaus wurden, wie üblich, durch die Regattaszene befördert. Anfang der 90er-Jahre wurde die „International Offshore Rule“ (IOR) durch das „IMS“ genannte neue internationale Vermessungssystem abgelöst. Neben vielen anderen Punkten war der Einsatz von Backstagen nun mit einer deutlichen Rating-Erhöhung verbunden. In der Folge suchten Konstrukteure und Mastbauer nach Möglichkeiten, ohne diese Stagen auszukommen – und dies ohne Einbußen in der Effektivität des Riggs. Somit wurden 7/8- und 9/10-geriggte Masten entwickelt, die vor allem in Längsschiffsrichtung eine große ►

Steifigkeit aufwiesen und in dieser Richtung daher keine zusätzliche Unterstützung durch Babystag und Backstag mehr benötigten. Erreicht wurde dies durch Profile mit längerem Querschnitt, die eine steifere Biegekurve aufwiesen – unterstützt durch eine achterliche Pfeilung der Salinge.

Bei ausreichender Oberwantenspannung wird das Profil dieser Riggs über die Saling nach vorn abgestützt – ebenso verhindern die nach achtern versetzten Unterwanten ein Durchbiegen nach vorn. Die Pfeilung beträgt je nach Konstruktion zwischen 10 und 30 Grad – kleinere Anstellwinkel machen die Konfiguration ineffektiv, größere würden ein weites Auffieren des Großsegels auf raumen Kursen verhindern, da die Saling dann ins Segel drücken würde. Um trotz des in Längsschiffsrichtung steiferen Mastprofils kein zusätzliches Gewicht an Deck zu bringen, wurden die Masten querschiffs schmaler und mit mehr Salingpaaren ausgestattet – auch um die geringere seitliche Stabilität auszugleichen.

In einer solchen Riggkonfiguration wird der Vorstazzug maßgeblich durch die Spannung der Oberwanten bestimmt – das Achterstag hat einen großen Teil seiner Haltefunktion für den Mast verloren und dient nur mehr der Einstellung einer maßvollen Mastkrümmung. Mittlerweile verzichten einige Konstrukteure und Werften sogar ganz darauf.

Es lag auf der Hand, dass ein derart vereinfachtes Rigg auch für Fahrtensegler entscheidende Vorteile aufwies. Folgerichtig erschienen im Serienyachtbau ebenfalls immer häufiger Konstruktionen mit nach achtern versetzten Püttingen und gepfeilten Salingen. Auch die längeren und steiferen Mastprofile wurden schnell übernommen, verringerten sie doch die Gefahr kapitaler Schäden bei etwaigen Bedienungs- und Trimmfehlern. Durch den Wegfall der Backstagen ließen sich nun ferner auch auf Fahrtenyachten Fraktionallriggs einsetzen. Sie ermöglichten wiederum kleinere Vorsegel und dafür mehr Fläche im Großsegel, was Segelwechsel auf

dem Vorschiff auf ein Minimum reduzierte und ebenso den Einsatz von Rollreffgenuas erleichterte.

Ein Maximum an Komfort

Auch der aktuelle Trend zu immer kleineren Vorsegeln wurde somit durch das IMS-Vermessungssystem befördert. Die Formel bestraft nämlich weit überlappende Vorsegel mit einem ungünstigen Rennwert – schon früh gingen die Designer daher dazu über, mehr Fläche ins Großsegel zu verlagern und statt großer Genuas schmale, hohe Vorsegel vorzusehen, deren Größe ungefähr 106 Prozent des Vorsegeldreiecks entsprach. Dies hat zwar eine etwas schlechtere Leichtwindperformance zur Folge, bietet dafür aber anderweitige Vorteile. So können Regattacrews damit Wenden wesentlich schneller fahren, zumal das Segel nun nicht mehr um den Mast herum gezerrt werden muss und lange Schotwege entfallen. Statt häufiger Vorsegelwechsel passt man die Besegelung jetzt überwiegend mittels Trimm



Mittlerweile segeln auch große Fahrtenyachten ohne überlappende Vorsegel, was den Bedienungskomfort des Riggs beträchtlich erhöht. Moderne Mastprofile kommen selbst in dieser Größenordnung ohne Backstagen aus.

sowie über die Großsegelfläche den vorherrschenden Bedingungen an. Auch Fahrtensegler profitieren von diesen Vorzügen – zugleich lassen sich deutliche Vereinfachungen bei der Konstruktion entsprechender Yachten vornehmen. So werden die nach achtern versetzten Wanten vom Vorsegel nicht mehr überlappt, wodurch die Notwendigkeit weit nach innen versetzter Püttinge für kleine Anstellwinkel und somit gute Höhe am Wind entfällt. Dies reduziert den konstruktiven Aufwand für Püttingunterzüge und Verstärkungen, da die Rüsteisen nun direkt außen an der Rumpfschale angesetzt werden können. Da die Wanten nun maximal weit außen stehen, ergeben sich zugleich flachere Zugwinkel der Drähte – der Stauchdruck auf den Mast fällt geringer aus. Als Folge kann das Profil etwas schwächer ausfallen, was Gewicht, Windwiderstand und Kosten reduziert.

Das moderne Mastprofil

Die Profile der Aluminiumriggs haben sich somit im Laufe eines Jahrhunderts sukzessive veränderten Anforderungen angepasst: Von ursprünglich ovalen Querschnitten wurden sie in den 70er- und 80er-Jahren eher tropfenförmig und wiesen ein recht ausgeglichenes Verhältnis von Quer- und Längsstabilität auf. Heute ist die



Durch die Pfeilung der Salinge wird eine nach vorn gerichtete Kraft auf das Profil ausgeübt. Es kann sich nicht mehr nach achtern durchbiegen – ein Babystag wird überflüssig.

sogenannte Bullet-Form (Pistolenkugel) verbreitet – sie ähnelt einem Kastenprofil und weist eine hohe Längsstabilität auf, was die einfachen, modernen Riggeometrien erst möglich macht. Mittlerweile ist bei modernen Produkten selbst zwischen Rollmasten- und konventionellen Profilen von außen kaum mehr ein Unterschied auszumachen. Denn die langen Profile bieten oft auch ohne Erweiterungen ausreichend Platz für die Aufnahme einer Rollmechanik

im Inneren – lediglich ein Quersteg trennt die Rollkammer ab.

Bleibt die Frage, ob auch Aluminium demnächst als populärstes Mastbaumaterial von etwaigen Alternativen abgelöst wird – mit den Karbonriggs ist immerhin bereits ein potenzieller Nachfolger präsent. Schon heute kommt man um Kohlefaser kaum mehr herum, wenn man oberhalb des Club-Levels auf der Regattapiste mithalten möchte. Für den typische Fahrtensegler bildet hingegen weiterhin der Preis ein triftiges Argument zugunsten des Aluminiummasts, der nur knapp die Hälfte eines Kohlefasermastes kostet.

In puncto Segelleistung kann die Kompositkonstruktion zwar mit deutlichen Vorteilen aufwarten, da sie wesentlich leichter ausfällt als das Leichtmetallpendant. Allerdings wurden eben auch die Aluminiumriggs in den vergangenen Jahren deutlich abgespeckt und sind heute wesentlich leistungsfähiger als ihre Vorgänger. In der Disziplin Lebenserwartung schließlich dürfte Aluminium auch in Zukunft deutlich punkten können. Bei einem Minimum an Pflege und Wartung kann ein ordentlich berechneter und sorgfältig gebauter Aluminiummast nun einmal sehr lange halten – wie hingegen ein Karbonmast nach 20 oder 30 Jahren aussehen wird, muss erst noch die Erfahrung zeigen. ■