

**Ingenieurbüro
Dipl.Ing. Bernhard Tiedemann**

☰: Im Brühel 58 D-64853 Otzberg ☎: +49-(0) 6162-9 627 998
Cell phone (Handy): +49-(0) 160-855 40 11
www.yacht-mast.de email@yacht-mast.de email@beti.de

B.Tiedemann Im Brühel 58 D - 64853 Otzberg

PALSTEK-Verlag

z.H. Herrn Sven Rutter

zur Weiterleitung an

Herrn Björn Rump & Herrn Jan Kuffel

Betr: PALSTEK 4.07: Trimpfad

Sehr geehrter Herr Rump,

sehr geehrter Herr Kuffel,

seit über 10 Jahren befasse ich mich beruflich mit Riggs auch und gerade aus maschinenbaulicher und physikalischer Sicht. So hat mich natürlich Ihr o.a. Artikel besonders interessiert.

Zu Beginn Ihres Artikels schreiben Sie richtig:

„... Durch zu viel Spannung (der Wanten u. Stage) wird das Mastprofil eventuell einem zu hohen Stauchdruck ausgesetzt, was mittelfristig zu Bruch führen kann ... Sind die Drähte bereits bis an ihre Streckgrenze vorgespannt, steht kein Spielraum für Mehrbelastung in Böen und beim Einsetzen in die Welle mehr zur Verfügung.“

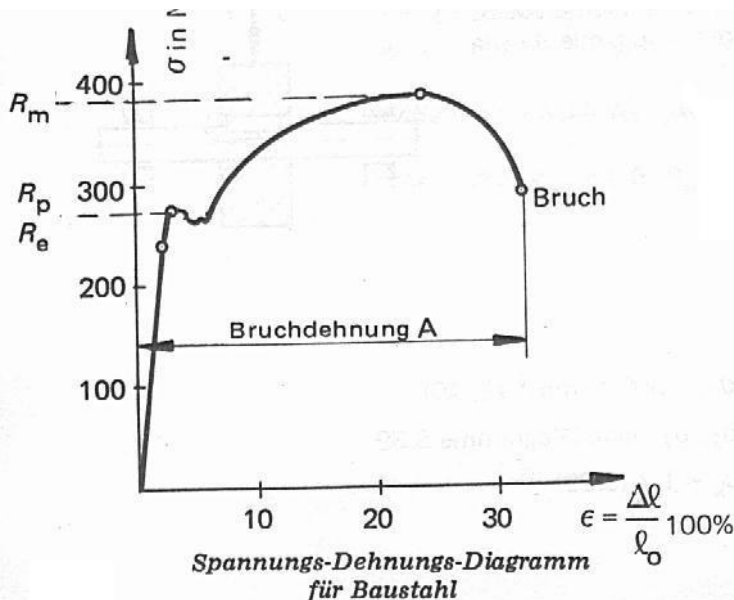
Hier haben Sie lediglich die Belastung beim Segeln vergessen.

Weiterhin schreiben Sie völlig korrekt, dass die Wantenspanner „handwarm“ angezogen werden sollen.

Um so erstaunlicher ist, was in dem Kasten auf S. 56 „Die richtige Wanten-Vorspannung“ zu lesen ist. Dies darf aus maschinenbaulicher- und materialkundlicher Sicht nicht unwidersprochen bleiben.

Sie schreiben dort sinngemäß, dass die Vorspannung des Wantendrahtes 15 – 20 % der Bruchlast des Drahtes betragen soll.

Diese Angabe ist ausgesprochen gefährlich: Sie müssen zwischen Bruchlast (die i.a. von den Herstellern angegeben wird) und der sicheren Arbeitslast = zulässige Spannung = Streckgrenze (die i.a. nicht angegeben wird) unterscheiden. Diese beträgt 28 – 25 % der Bruchlast, da die Hersteller mit 3,5 bis 4-facher Sicherheit rechnen.



Bis zur Streckgrenze befindet sich das Drahtseil oder der Rod im elastischen Bereich, d.h. die Dehnung bei Belastung geht bei Entlastung wieder vollkommen zurück. Bei Überschreitung der zulässigen Spannung bzw. Streckgrenze, der Überschreitung der Fließgrenze (siehe nebenstehendes „Spannungs-Dehnungs-Diagramm“) streckt sich das Material aber so sehr, dass es fließt, d.h. sich plastisch verformt,

und nicht vollkommen zur Ausgangslänge zurück geht. Die Kraft, die nun notwendig ist, den Draht noch weiter zu strecken, steigt nicht mehr wie im elastischen Bereich linear an, sondern degressiv, d.h. man braucht immer weniger zusätzliche Kraft um den Draht zu strecken, bis die zusätzliche Kraft sogar absinkt und der Draht dann ganz plötzlich bricht.

Viele Bootseigner, die nun besonders gut Trimmen wollen, werden Ihren Rat berücksichtigen und ihre Wanten mit 20% der Bruchlast vorspannen. Damit haben sie nur noch 5 – 8 % der Bruchlast innerhalb des elastischen Bereiches des Drahtes für die Belastungen beim Segeln übrig. Bei höherer Belastung wird sich das Want bleibend verformen und bei Kompensierung dieser Streckung durch weiteres Anspannen der Wantenspanner wird die Verformung immer stärker werden und schließlich zum Wanten- und damit zum Mastbruch führen.

Das bedeutet, dass Sie mit Ihrem Rat der 20% -igen auf die Bruchlast bezogenen Vorspannung ca. 80% der durch das Segeln verursachten zulässigen Belastungskräfte verschenken und das Want sehr viel stärker ausgelegt werden muss, als es üblicher Weise dimensioniert ist, denn bei der Berechnung wird keine nennenswerte Vorspannung berücksichtigt sondern die maximale Stabilität des Bootes bzw. die maximalen Winddrücke.

Woher haben Sie im Übrigen die Information, dass 15-20% der Bruchlast bei einem Draht 1x19 3-5 mm Reck pro Meter entspricht? Ich zweifele diese Angabe an.

Wanten und Stage können wie alle Seile nur Zugkräfte übertragen, daher ziehen diese den Mast nach unten, üben Druck auf den Mast aus. Dieser Druck ist durch die

Bruchkraft des Wantes bzw. Stages begrenzt, denn wenn das Want bricht, kann es keinen Druck mehr ausüben.

Daher ist die Knicklast von Masten, vereinfacht ausgedrückt, in etwa so groß, wie die Bruchlast des stärksten Wantes.

Sie belasten nun den Mast bei der von Ihnen empfohlenen maximalen Vorspannung bei angenommenen gleichen Want- und Stagdrähten und einem Unterwant mit:

20% SB-Oberwant
20% BB- Oberwant
20% SB-Unterwant
20% BB-Unterwant

Damit alleine sind Sie bereits bei 80% der maximal zulässigen Druck = Knickkraft des Mastes, wenn Sie Vor- und Achterstag auch entsprechend vorspannen, ist die zulässige Druck- bzw. Knickkraft des Mastes erreicht oder sogar überschritten, kommen Windkräfte noch hinzu, ist der Mastbruch vorprogrammiert.

Dass Wanten und Masten unter diesen Bedingungen nicht viel öfter brechen liegt daran, dass das Material i.d.R. viel fester ist als angegeben, da immer nur garantierte Mindestfestigkeiten angegeben werden. Aber sich darauf zu verlassen ist gefährlich.

Technische Laien stellen sich häufig vor, dass ein kräftig vorgespanntes Rigg sich unter dem Wind- und Segeldruck weniger verformt. Das ist ein Trugschluss. Wie aus o.a. Spannungs-Dehnungs-Diagramm hervorgeht, (dieses für Baustahl, bei einem Stahldraht verhält es sich aber prinzipiell genauso), verhält sich ein Draht wie eine Feder: D.h. die Längendehnung ist proportional der Krafteinleitung (doppelte Kraft = doppelte Dehnung).

Das bedeutet, dass sich z.B. ein 1x19 Want mit 7mm Durchmesser und einer Bruchlast von 35.000 N (entspr. Gewichtslast von 3567 kg) und einer zulässigen Arbeitslast von 8.750 N (25% der Bruchlast) unter einer Windlast von 4000 N um z.B. 30 mm dehnt. Das tut er auch wenn eine Vorspannung von 4000 N vorhanden ist, die den Draht bereits um 30 mm gedehnt hat, solange die Streckgrenze nicht überschritten wird, denn dann nimmt die Festigkeit ab und die Streckung wird noch viel größer.

Daher ist eine starke Vorspannung der Wanten physikalisch sinnlos, ja sogar kontraproduktiv und gefährlich. Es genügt eine handfeste Vorspannung, damit der Mast nicht schlackert. Dies kann man ohne Segel am Steg bei Welle leicht feststellen.

Wichtig ist, wie Sie auch richtig schreiben, eine gleichmäßige Spannung von Ober- und Unterwanten, damit der Mast bei Belastung unter Segeln sich nicht sichtbar biegt. Bei handfesten Wantenspannern besteht aber da nur eine geringe Gefahr.

Hasso Hoffmeister vom Germanischen Lloyd, den man wohl mit Recht als „den“ Mastfachmann in Deutschland bezeichnen kann, sagt zur Frage der Wantenspannung:

„ ... Eine Angabe (der Want-Spannung) beispielsweise in % der Bruchlast ist nicht möglich ...“ (Zitat aus meiner Korrespondenz mit H. Hoffmeister).

Wie bereits erwähnt, verformt sich das Want-Material nicht bleibend, wenn es innerhalb der Streckgrenze belastet wird. Auf S. 58 oben zeigen Sie auf einem Bild eine Hydraulik und ein Distanzstück, das unter dem Mast entfernt wird, um den Mast im Hafen zu entlasten. Dieses Bild war entweder ursprünglich für die Ausgabe zum 1. April gedacht, oder hier führen Sie die Erfindung eines zwar perfektionistischen aber technisch völlig unbedarften Tüftlers vor.

Selbst mit 20% der Bruchlast vorgespannte Wanten verformen sich nicht bleibend und da das Rigg im Hafen sowieso der geringsten denkbaren Belastung ausgesetzt ist, ist eine Entlastung des Riggs im Hafen technisch unnötig. Die gezeigte Mastentspannungsvorrichtung ist also völlig unsinnig und wohl nur beeindruckende Geldmacherei.

Wer eine solche Vorrichtung für sinnvoll hält, sollte konsequenter Weise bei seinem Boot im Hafen und bei seinem Auto beim Parken auch immer die Nockenwelle der Motoren ausbauen, damit die Ventildfedern nicht ausleiern, die ja nicht nur vorgespannt, sondern an den unvermeidlich offenen Ventilen auch noch maximal gespannt sind!

Wie kommt ein solcher Unfug kritiklos in so eine gute technische Zeitschrift ???

Wenn nun viele Masten aufgrund Ihrer Empfehlung der übermäßigen Wantvorspannung brechen, könnte mir das aus beruflichen Gründen zwar Recht sein, allerdings ist ein Mastbruch immer lebensgefährlich, so dass ich mich veranlasst sehe auf diesen schweren und folgenreichen Fehler in Ihrem Artikel hinzuweisen.

Lästig sind für mich allerdings die schon zahlreichen Telefonanrufe verunsicherten Kunden und Bootsbauer! Daher werde ich diesen Brief auf meiner Homepage veröffentlichen.

Ich halte es aus Gründen der Sicherheit und Fürsorge gegenüber technisch unbedarften Lesern für zwingend notwendig, dass der PALSTEK in der nächsten Ausgabe auf die Gefährlichkeit des Ratschlages „Die richtige Wanten-Vorspannung“ im Heft 4-07 S. 56 hinweist!

Mit freundlichen Grüßen

Bernhard Tiedemann