

Wie dick wird die neue Sehne?!

Die Anzahl heute erhältlicher Sehnengarne und Servings macht es meiner Meinung nach nötig sich vor dem Sehnen-Wickeln (unabhängig von deren sonstigen technischen Eigenschaften) ein paar Gedanken über den zu erwartenden Durchmesser der fertigen Sehne zu machen.

Plant man bei der Herstellung einer neuen Sehne – endlos oder flämisch gespleißt macht dabei prinzipiell keinen Unterschied – etwas voraus, dann fallen einem hinterher vielleicht nicht die alten Pfeile aus dem Bogen, nur weil bei der neuen Fast-Flight-Sehne die Nocke nicht mehr fest genug sitzt ...! Aber auch für Experimente mit extrem dünnen Sehnen (Flight-Schießen; fps-Geschwindigkeitswahn etc.) können die folgenden Zeilen sicher Anregungen bieten.

Stellen wir uns also vor, daß wir statt Dacron einmal Fast-Flight (FF) ausprobieren wollen. Wir möchten aber vorab wissen, ob die alten Nocken auch noch für die neue Sehne taugen oder ob eventuell ein stärkeres Garn für die Mittenwicklung genommen, oder diese gar aufgepolster werden muß, um den, für sauberen Pfeilflug so entscheidenden, perfekten Sitz der Nocke auf der Sehne zu gewährleisten.

Wer jetzt glaubt, daß ein kurzer Blick auf die Webseite des wohl bekanntesten Sehnengarn-Herstellers [Brownell & Co.](#) Abhilfen schaffen kann, der irrt! Dort kann man nur sehr wenige Details rund um Sehnen in Erfahrung bringen! Lediglich Reißfestigkeit und Durchmesser der Garne sind abzufragen (s. Tab. 1). Es wird noch Verwirrung gestiftet, da die Durchmesser einiger Garne – an unterschiedlichen Stellen der Seite – mit verschiedenen Werten angegeben werden.

Sehnengarne	Durchmesser	Reißfestigkeit	Servings	Durchmesser	Reißfestigkeit
Dacron B-50	.020"	49 #	#4 Nylon	.021"	34 #
Fast Flight (FF)	.015"	95 #	#2 Serving (FF)	.022"	70 #
D-75	.016"	130 #	#2 Special (FF)	.018"	99 #
D-75 Thin	.011"	100 #	Monofilament #15	.015"	16 #
S4	.023"	160 #	Monofilament #18	.018"	23 #
S4 Thin	.018"	173 #	Monofilament #21	.021"	28 #
Ultra-Cam	.012"	119 #	Diamondback .018	.018"	45 #
			Diamondback .022	.022"	53 #
			Diamondback .026	.026"	62 #

**Tab. 1: Bezeichnungen und Daten einiger Sehnengarne und Servings (Brownell & Co.)
Reißfestigkeiten beziehen sich auf einen Einzelstrang!**

Betrachtet man einen idealisierten Sehnenquerschnitt (s. Abb. 1a), so findet man die Einzelstränge in einer **hexagonal dichtesten Packung** angeordnet. Diese ergibt sich ganz zwangsläufig aus der Notwendigkeit heraus, mit zylindrischen Körpern gleichen Durchmessers, den zur Verfügung stehenden Raum möglichst eng zu bepacken. Bei dieser Form der dichtesten Packung bleiben im zweidimensionalen Raum 21.4% der Gesamtfläche als Zwickelräume unverfüllt (s. gelbe Flächen in Abb. 1a).

Die oben angeführte Beziehung und der bekannte Durchmesser des Sehnengarns erlauben es uns die Querschnittsfläche der Sehne zu berechnen:

$$\text{I)} \quad Q_{[d]} = \pi \cdot r^2_{[d]} = \text{Querschnittsfläche eines Einzelstranges}$$

$$\text{II)} \quad Q_{[Sehne]} = Q_{[d]} \cdot n + 0.214 \cdot (Q_{[d]} \cdot n) = \text{Querschnittsfläche der Sehne}$$

Dabei ist Q = die jeweilige Querschnittsfläche

n = die Strangzahl der Sehne

d = Durchmesser eines Einzelstranges

$$r = d / 2$$

0.214 ist der „Zwickel-Faktor“ [ZW] = 21.4%

Die **idealen Bedingungen** einer dichtesten Packung werden in uns betreffenden Fällen jedoch **nicht erreicht**. Denn der Querschnitt eines jeden Stranges stellt keinen perfekten und starren Kreiskörper, sondern eine **Scherlinse**, bestenfalls eine Ellipse dar. Im Raum zwischen und auf den Einzelsträngen befindet sich Sehnenwachs. Durch dessen ungleichmäßige Verteilung sowie Schwankungen in der Stärke des Sehnengarns ergeben sich leicht unterschiedliche Durchmesser für jeden Einzelstrang an jedem Punkt der Sehne. All diese Abweichungen von der Idealgestalt ermöglichen eine **höhere (!) Packungsdichte**, d.h. die Sehne wird **dünn**er sein als nach obiger Formel berechnet.

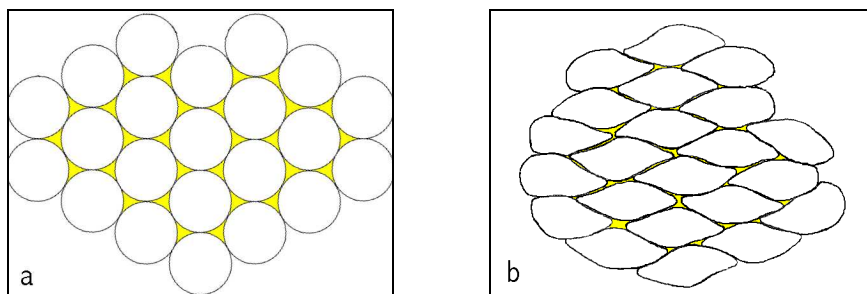


Abb. 1: Interner Sehnenaufbau. Idealisierter Querschnitt mit hexagonal dichtester Packung (a) und ihre verzerrte, tatsächlichen in der Sehne vorliegende Form (b); Zwickelräume gelb gefüllt.

In guter **Näherung** und anhand praktischer Beispiele leicht zu überprüfen nutzen wir einen "Zwickel-Faktor" von 15% für unsere Berechnungen und wandeln Formel II) dementsprechend ab:

$$\text{III)} \quad Q_{[Sehne]} = Q_{[d]} \cdot n + ZW \cdot (Q_{[d]} \cdot n)$$

Aus der berechneten Querschnittsfläche ergibt sich analog Formel I) der Durchmesser der gesamten Sehne:

$$\text{IV)} \quad D = \sqrt{\left(\frac{Q_{[Sehne]}}{\pi}\right)} \cdot 2 = \text{Durchmesser der Sehne}$$

Wenn wir die Mittenwicklung anbringen addiert sich noch einmal der doppelte Durchmesser des Servings dazu. Das Gesamtergebnis sieht so aus:

$$V) \quad D = \left[\sqrt{\left(\frac{Q_{[Sehne]}}{\pi} \right) \cdot 2} \right] + 2 \cdot d_{[Servig]}$$

Den hier errechneten Wert vergleichen wir nun mit den Abmaßen unseres Nockbodens. Dann können wir uns gleich die richtige Rolle Wickelgarn für die Mittenwicklung zurechtlegen. Wir nehmen dazu jenes Garn, das uns einen geringfügig (!) größeren Durchmesser liefert, als er unserem Nockboden entspricht.

Wenn die Sehne aber so dünn sein sollte, daß ein dickes Wickelgarn allein nicht mehr ausreicht, dann müssen wir eine entsprechende Anzahl kurzer Abschnitte Sehnengarn unter der Wicklung einarbeiten. Man sollte niemals anderes Material zum Aufpolstern verwenden! Nur zwei Zoll unter und einen Zoll über dem Nock brauchen wir die volle Stärke. Zu den Enden hin schaffen wir fließende Übergänge durch entsprechend sukzessives Einkürzen der Polsterungs-Fäden.

Beispiel einer 14 Strang FF Sehne mit Wickelgarn Monofilament #21:

$$Q_{[d]} = 1.765 \cdot 10^{-4} \text{ in}^2$$

$$Q_{[Sehne]} = 1.765 \cdot 10^{-4} \text{ in}^2 \cdot 14 + 0.15 \cdot 1.765 \cdot 10^{-4} \text{ in}^2 = 0.00284 \text{ in}^2$$

$$D = \sqrt{\left(\frac{.00284 \text{ in}^2}{\pi} \right) \cdot 2} = .00602 \text{ in} = 1.53 \text{ mm}$$

mit einer Mittenwicklung aus Monofilament #21 ergibt sich: $.0602 \text{ in} + 2 \cdot .021 \text{ in} = .1022 \text{ in} =$

2.60mm Sehnendurchmesser

Diese Sehne wäre ohne Aufpolsterung des Nockpunktes für beispielsweise eine "Easton Super Uni" Nocke zu dünn, denn deren Nockboden hat 2.73mm Durchmesser – was dagegen gut zu FF, 18 Str., Monofilament #21 = 2.80mm paßt.

Tips und Tricks

Empirisch kann man feststellen, daß sich der "Zwickel-Faktor" mit zunehmenden Alter und Gebrauch der Sehne immer mehr vom theoretischen Maximum (21.4%) entfernt, d.h. die Sehne wird mit Gebrauch dünner. Die Ursache ist in der Streckung des Materials sowie einer weiteren Verlagerung weg von der der Idealgestalt zu sehen.

Sehnen im flämisch Spleiß weisen eine deutlich höhere initiale Streckung als Endlos-Sehnen auf, außerdem enthält ihr stärker gedrehter Sehnenkörper mehr Material. Zur Berechnung ihres Durchmessers ist daher ein ZW zu verwenden, der noch deutlich oberhalb der Theorie liegt. Ich habe mit $ZW = 0.45$ recht gut reproduzierbare Ergebnisse erzielen können.

Von Person zu Person können Sehnen durch eine andere "Wickeltechnik" allerdings unterschiedlich ausfallen. In solchen Fällen muß man die Formel über den "Zwickel-Faktor" an die persönlichen Bedingungen anpassen, um reproduzierbare Werte zu erlangen. Niemand sollte daher die hier eingesetzten Zahlen als absolut betrachten.

Wegen der nur geringen und daher schwierig zu bestimmenden Abmessungen sollte großzügiges Auf- oder Abrunden bei den Rechnungen vermieden werden, um die Rundungsfehler nicht größer als die Meßgenauigkeit werden zu lassen. Am einfachsten läßt man alle Berechnungen durch ein Tabellenkalkulations-Programm ausführen. Dort lassen sich die Parameter schnell und übersichtlich variieren bzw. anpassen. Das nötige Programm kann jeder mit etwas Geschick aus den hier vorgestellten Formeln entwickeln.

Der Durchmesser der Sehne läßt sich auf der Wicklung mittels eines guten Meßschiebers

("Schieblehre") noch auf unter 0.1mm Genauigkeit abschätzen. Das Innenmaß des Nockbodens auszumessen ist dagegen nicht ganz so einfach, weil man kaum mit den Spitzen des Meßschiebers hineinkommt. Wer über gut sortiertes Feinmechaniker-Werkzeug verfügt, der kann seine dünnen Spiralbohrer durch den Nockboden schieben, um so dessen Durchmesser zu bestimmen. Gut, wenn man alle Bohrer in 0.1mm-Schritten hat ...!

Ich nutze ein Auflicht-Stereomikroskop mit Strichokular, wodurch mir ein bequemes und exaktes Messen bis auf 0.025mm – bei kleineren Objekten bis 0.015mm – möglich ist.

Beispielhaft folgen einige Nockweiten von den Typen, die mir gerade zur Verfügung stehen (hauptsächlich 11°-Konus; Angaben in Millimetern):

11/32" Arizona = 3.02; Bear Hunter = 2.75; Björn = 3.10; Bohning = 3.05; Herter's Hunter = 2.75; Martin Plasti = 3.37; Nirk = 3.05

5/16" Arizona = 2.85; Björn = 2.93; BIG Uni = 2.85; BJ (Björn-Plagiat) = 2.75; Easton Super Uni = 2.73; opak grün = 2.65

9/32" Martin Plasti = 2.65

1/4" Pro Nock = 2.50

... und noch einige Anmerkung:

Dem Bogen zu Liebe sollte man keine ultraleichten Sehnen aus hochfesten Garnen schießen. Das Material leidet darunter! Trotz des "kleinkarierten" Aufwands, den ich mit der Sehnen-Herstellung betreibe stehe ich auf dem Standpunkt, **warum überhaupt noch "traditionell" schießen, wenn man letztlich doch jedem "fps" hinterherjagd?!**

Auch bei der Bogenjagd ist mir meine fehlerverzeihende und materialschonende Dacron-Sehne immer noch lieber als ein paar zusätzliche "fps". Ich stehe sicher nicht im Busch mit abgerissenen Tips oder einem gebrochenen Griffteil – nur weil ich es heute einmal mit *drei Strang S4-Thin* versucht habe – die rechnerisch locker ausreichen würden ...!

Verminderung von Handschock und Beruhigung des Bogen ganz allgemein, wie es modernen Garnen oft zugeschrieben wird, lassen sich auch durch die Verwendung eines adäquaten Pfeilgewichtes erreichen. Das Treffen aber ist Sache des Schützen! Sich eine Erleichterung durch möglichst gestreckte Flugbahn erschleichen zu wollen ist Selbstbetrug. Gerade auch **das meistern einer etwas stärker ausgeprägten Flugbahnkurve ist es**, was den Bogenschützen und -jäger vom modernen Feuerwaffenschützen und seinem laserstrahlgleichen Schuß unterscheidet! Das allgegenwärtige Streben es diesem möglichst gleichzutun ist meines Erachtens ein großer Fehler, denn so führt man die Philosophie des Bogen und insbesondere die der Bogenjagd ad absurdum! Gerade aus, oder eben nur aus der Restriktion auf minimalistische und rudimentäre Ausrüstung läßt sich heutzutage noch eine Legitimation für letztere ableiten. Jegliche hier ansetzende Novellierungen müssen in ihrer Konsequenz früher oder später zwangsläufig zum Compound, zur Büchse und schließlich zur Strahlenkanone führen ... aber bitte das Vorwegschießen eines Betäubungsmittels nicht vergessen ...!

Falk