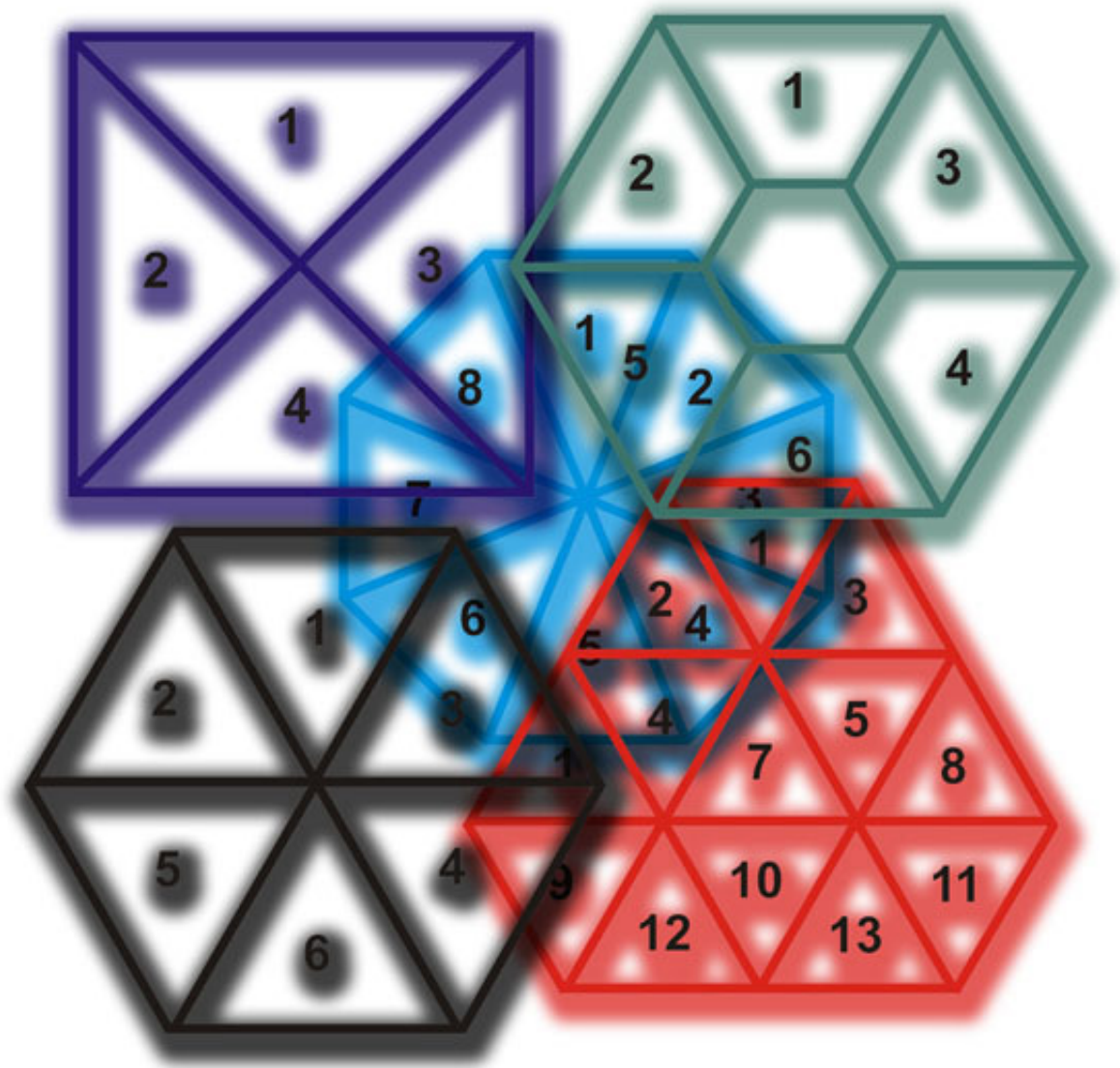


4, 6, 8 oder 13 – Lotterie Rutenbau von Harald Langer

Wie viele Spleiße braucht eine Gespleißte?



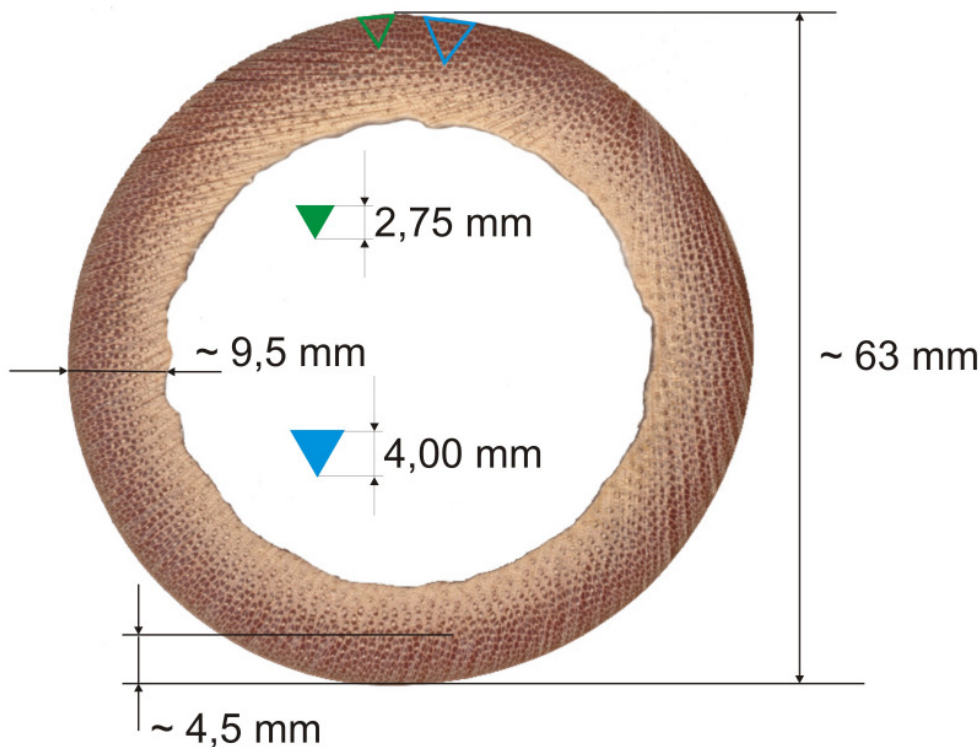
Wie viele Spleiße braucht eine Gespleißte und welcher Querschnitt wäre der Ideale? Nun, seit geraumer Zeit versucht eine neue Gespleißte mit mehr Spleißen und starken Argumenten der Hexagonalen Paroli zu bieten. Das hat mich veranlasst, dieses und bis heute bewährte Herstellungsverfahren etwas genauer unter die Lupe zu nehmen.

Und so präsentiert sich die 13-Fache selbstbewusst der Interessensgemeinde:

.....mein Blank besteht von der Rutenspitze bis zum Rollenhalter aus 13 kleinen Spleissen, welche zu 100 % aus dem größtmöglichen Anteil an Kraftfibern bestehen. Sehen Sie sich dazu die untenstehende Fotografie an, beachten Sie dabei die Anzahl Kraftfibern im traditionellen 6-Eck-Spleiss und diejenige im kleineren Mehrfachspleiss.....

..... dank diesen vorzüglichen Eigenschaften, kann meine Blankmasse um gut dreissig Prozent reduziert werden, was zu Gewichtsersparnissen führt ohne Verlust meiner Beschleunigungswerte.....

Diese Hinweise suggerieren, dass bei 6-fach Gespleißten, also Ruten so wie auch ich sie baue, etwas im Argen läge. Also Grund genug, genauer hinzusehen. Und schon die ersten Blicke zeigen, dass die 6-fach Gespleißten so schlecht nicht abschneiden. Ganz im Gegenteil.



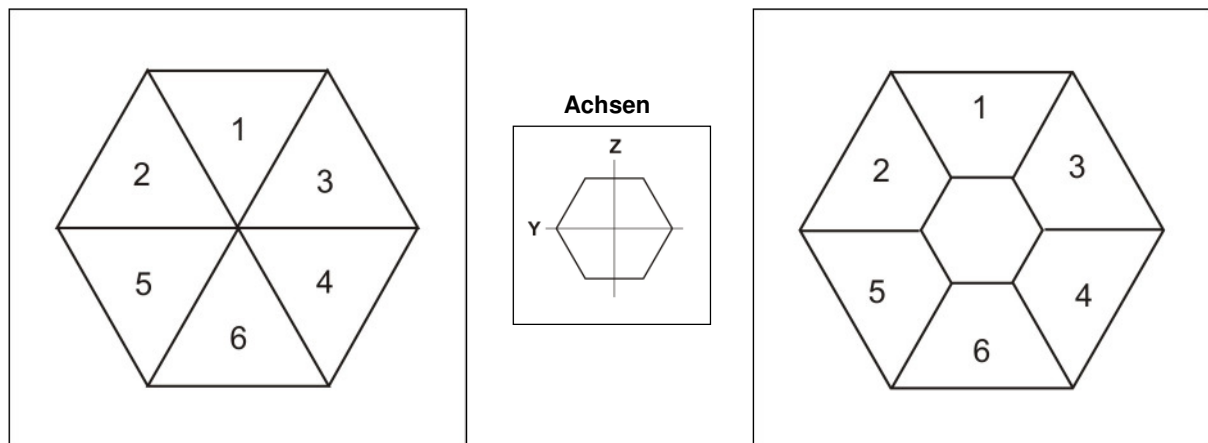
Denn eine jede, bis zur Schnurklasse 6, sechseckig gebaute gespleißte Fliegenrute weist, in den für das Wurfverhalten wichtigen Bereichen der Rute, im Prinzip die selbe Dichte an Kraftfibern wie die der 13-Fachen auf.

Das grüne Dreieck zeigt die durchschnittliche Dimension eines Spleißes im Bereich der Hülse einer Fliegenrute der Schnurklasse 6, mit einer durchschnittlichen Länge von 224 cm, das blaue Dreieck einen Spleiß am Ende des Handteils. Gott sei Dank, alles im grünen Bereich.

Dass dieser Faktor „Kraftfaser“ im Kern der Rute sowieso keine große Rolle spielt, zeigen Berechnungen die Techniker der technischen Universität in Innsbruck, auf meine Bitte hin, durchgeführt haben.

Diese besagen, dass **das Flächenträgheitsmoment** (*axiale Flächenmoment 2. Grades* $[I_z, I_y]$), also **der Wert, der die Steifigkeit eines geometrischen Querschnittes gegen Biegung angibt**, durch das Verstärken eines Körpers in seinem Zentrum nicht zunimmt.

Das Widerstandsmoment $[W_z, W_y]$, **der Wert der angibt wie sehr ein Körper durch eine äußere Last beansprucht wird**, kommt zur selben Aussage.



	Hexagon massiv	Hexagon mit 2/3 Spleißhöhe
Widerstandsmoment in der Z-Achse	67,7 mm ³	66,8 mm ³
Widerstandsmoment in der Y-Achse	78,1 mm ³	77,2 mm ³
Flächenträgheitsmoment	338,3 mm ⁴	334,1 mm ⁴

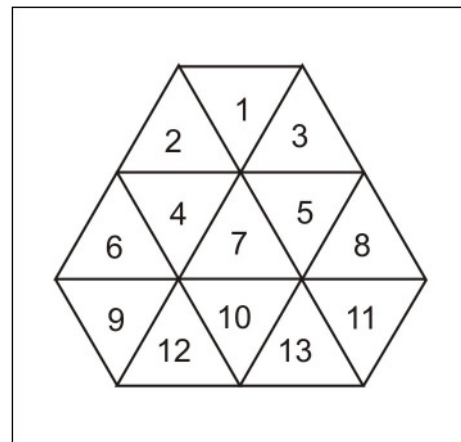
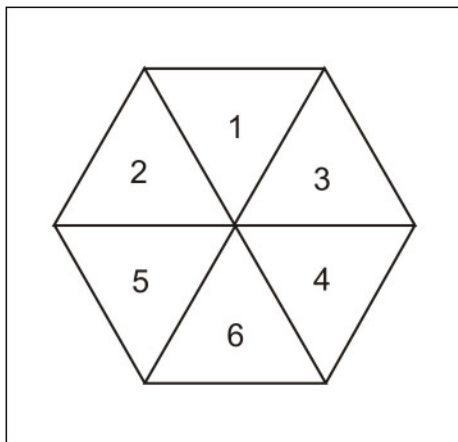
Dadurch wird klar, dass Bereiche rund um die neutrale Faser (*sie liegt zwischen den äußeren Fasern des Werkstückes die gestreckt werden und den inneren Fasern die gestaucht werden*) eines Querschnitts wenig Auswirkung auf dessen Steifigkeit haben.

Man könnte die Höhe eines Spleißes um fast ein Drittel reduzieren (*hohl bauen*) und würde praktisch keinen Verlust an Steifigkeit erlangen. Ein Hauch mehr Spritzigkeit der Rute und geringfügige Gewichtsersparnis wären die positiven Folgen von hohlgebauten Ruten.

Dass die angegebene **Einsparung der Blankmasse bis zu 30% beim besten Willen nicht möglich ist**, zeigen weitere Berechnungen aus der TU - Innsbruck.

Diese besagen, dass das Flächenträgheitsmoment bei der 13-Fachen bei gleicher Fläche ($64,95 \text{ mm}^2$) lediglich um **2,9% größer** ist als das der Hexagonalen.

Das Widerstandsmoment ist bei der 13-Fachen, in Bezug zu den Flächen an denen die Rutenringe montiert werden (*Spleiß 1*), aber um **9% geringer** als das der Hexagonalen.

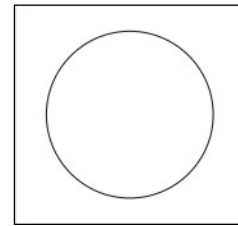
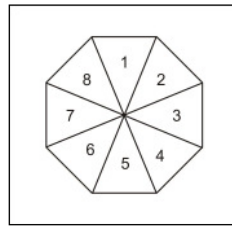
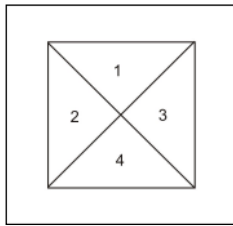


	Sechseck – 6 Spleiße	Sechseck – 13 Spleiße
Widerstandsmoment [W] der Y-Achse	78,1 mm ³	71,0 mm ³
Widerstandsmoment [W] der Z-Achse	67,7 mm ³	68,3 mm ³
Flächenträgheitsmoment [I _y , I _z]	338,3 mm ⁴	348,3 mm ⁴

Weiter zeigt die 13-Fache, durch ihre asymmetrische Geometrie in alle Richtungen, im Gegensatz zu den anderen symmetrischen Querschnitten, unterschiedliche Widerstandsmomente und damit auch ein unterschiedliches Biegeverhalten. Aus dem selben Grund (*ihrer größeren Abweichung zu einem Kreis*) ist der Querschnitt der 13-Fachen auch gegen Verdrehung (*Torsion*) anfälliger.

So hat sie an der Außenseite von Spleiß 1 ein um 19% schwächeres Widerstandsmoment als an der Außenseite der Spleiße 12 und 13. Bei den Spleißen 6 und 9 ist das Widerstandsmoment um weitere 3% schwächer.

Zur weiteren Information die Werte einiger anderen Querschnitte im Rutenbau. Alle angegebenen Werte beziehen sich auf die gleiche Fläche ($64,95 \text{ mm}^2$):



	Quadrat – 4 Spleiße	Achteck - 8 Spleiße	Kreis
Widerstandsmoment [W] der Y-Achse	$87,2 \text{ mm}^3$	$76,0 \text{ mm}^3$	$73,8 \text{ mm}^3$
Widerstandsmoment [W] der Z-Achse	$87,2 \text{ mm}^3$	$76,0 \text{ mm}^3$	$73,8 \text{ mm}^3$
Flächenträgheitsmoment [I_y, I_z]	$351,6 \text{ mm}^4$	$336,6 \text{ mm}^4$	$335,7 \text{ mm}^4$

Fazit:

Mit der 13-Fachen gibt es einen interessanten neuen Teilnehmer im Konzert der Gespleißten. Vor der sich die Hexagonale aber nicht fürchten muss. Einzigartig an der 13-Fachen ist ihr außergewöhnliches Erscheinungsbild sowie ihr sehr hoher Arbeitsaufwand.

Im Ranking Flächenträgheitsmoment landet ihr Querschnitt an der zweiten, beim Ranking Widerstandsmoment an der letzten Stelle.

Ranking Flächenträgheitsmoment bei einer Fläche von $64,95 \text{ mm}^2$ (entspricht einer Spleißhöhe von $4,33 \text{ mm}$ bei einer Hexagonal gebauten Rute), respektive $57,73 \text{ mm}^2$ beim hohlgebauten Sechseck:

Querschnitt	Flächenträgheitsmoment [I_y, I_z]	in %*
01. Quadrat – 4 Spleiße	$351,6 \text{ mm}^4$	103,9%
02. Sechseck – 13 Spleiße	$348,3 \text{ mm}^4$	102,9%
03. Sechseck – 6 Spleiße	$338,3 \text{ mm}^4$	100,0%
04. Achteck – 8 Spleiße	$336,6 \text{ mm}^4$	99,6%
05. Kreis	$335,7 \text{ mm}^4$	99,2%
06. Sechseck – 6 Spleiße / hohlgebaut - 2/3 Spleißhöhe	$334,1 \text{ mm}^4$	98,8%

Ranking Widerstandsmoment bei einer Fläche von 64,95 mm² (entspricht einer Spleiße Höhe von 4,33 mm bei einer Hexagonal gebauten Rute), respektive 57,73 mm² beim hohlgebauten Sechseck:

Querschnitt	Widerstandsmoment [W _y , W _z]	in %*
01. Quadrat – 4 Spleiße	87,2 mm ³	111,6%
02. Sechseck – 6 Spleiße	78,1 mm³	100,0%
03. Sechseck – 6 Spleiße / hohlgebaut - 2/3 Spleiße Höhe	77,2 mm ³	98,9%
04. Achteck – 8 Spleiße	76,0 mm ³	97,3%
05. Kreis	73,8 mm ³	94,5%
06. Sechseck – 13 Spleiße	71,0 mm ³	90,9%

* Kleinere, respektive größere Flächen ändern das prozentuelle Verhältnis der verschiedenen Querschnitte zueinander nicht.

Wie die Ausführungen zeigen, wäre ein hohlgebautes Quadrat (*quadratisches Vierkanthrohr*) der beste Querschnitt für eine gespleißte Rute. Auf Grund der aufwendigeren Herstellung hat sich dieser in der Vergangenheit aber nicht so durchgesetzt wie das bewährte Sechseck.

Vielleicht aber auch deshalb, weil uns präzise Vierecke intuitiv als unnatürlich erscheinen.

Harald Langer

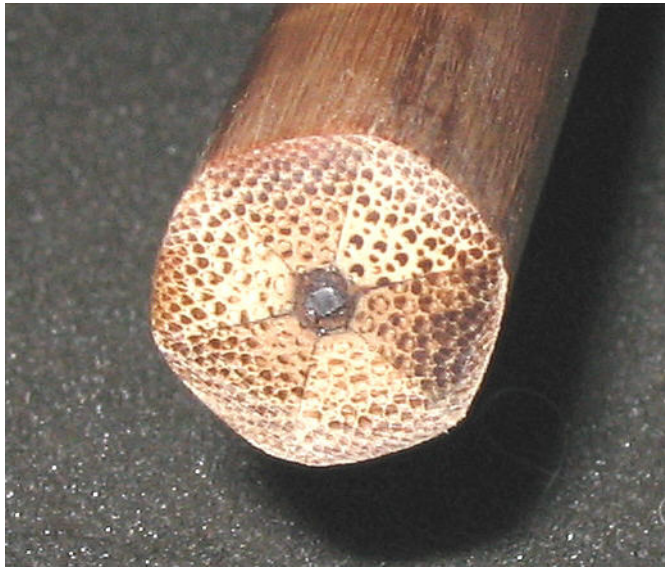
Epilog: von Dr. Wolfram Schott

So viel wie möglich gutes Material ins Innere einer Rute in die Nähe der sogenannten "neutralen Achse" zu manipulieren, sind in der Vergangenheit schon verschiedene Rutenkonstrukteure gegangen.

Wie die Gegenüberstellung der Werte von "hexagonal voll" zu "hexagonal hohl" zeigt, kann man aber ohne weiteres ein Drittel des Materiales aus dem Ruteninneren entfernen, also hohl bauen, ohne nennenswerte Nachteile in Kauf nehmen zu müssen. Das zeigen die obigen Berechnungen des Flächenträgheitsmomentes und des Widerstandsmomentes.

Auch eine Reihe andere laminierte Konstruktionen der Vergangenheit hatten das gleiche Ziel, nämlich die Rute bei gleichem Querschnitt steifer zu machen.

Hardy's z.B. hatten über viele Jahre hinweg "steel centered" Ruten im Programm, wo ein im Handteilmittelbereich etwa 1mm dicker und zur Spitze dünner werdender Federstahldraht die Rute steifer machen sollte. Das damals stärkste bekannte Material. Außer, daß der Stahldraht mit der Zeit gerostet ist und beim Werfen dann Quietschgeräusche zu hören waren, hat es nichts gebracht.



Nun wackle (werfe) der geneigte Leser in Gedanken einmal mit einem 1mm dicken Stahldraht von 2 Meter Länge, oder mit dem im Zentrum der 13-teiligen gelegenen Spleiß von z.B. 2,1 m Länge.

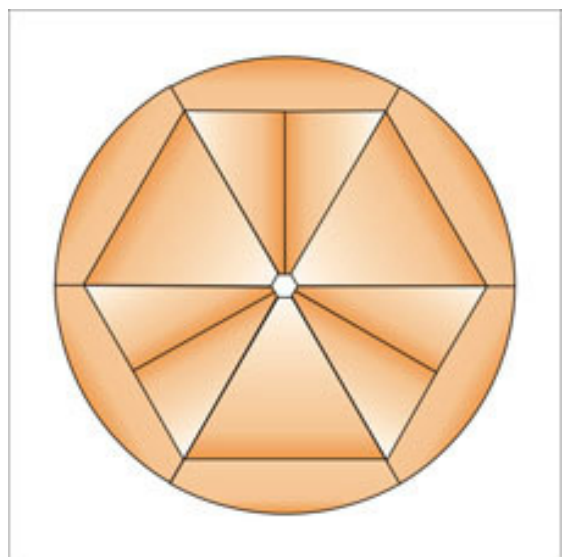
Auch die seit ca. 20 Jahren erhältlichen achteckigen und aus 16 Spleißen gebauten Ruten, wo die Bambusaußenschicht der "Krafftibern" radial gestellt ist (sternenförmig), haben den gleichen Ansatz: nämlich ein Maximum an "Krafftibern" ins Ruteninnere zu packen.

Hier kommt noch der geometrische Nachteil (siehe oben) des Achteckes gegenüber dem Sechseck oder gar dem Viereck hinzu.

Die ersten gespleißten Ruten (aus 3 oder 4 Spleißen) vor 150 Jahren wurden sogar außen abgerundet, weil man damals die Kreisform für die beste hielt.

Auch eine Reihe andere laminierte Konstruktionen der Vergangenheit hatten das gleiche Ziel, nämlich die Rute bei gleichem Querschnitt steifer zu machen.

Beispiel: Querschnitt einer aus 15 (!) Spleißen konstruierten Rute



Oder anders gefragt: warum sind denn alle heutigen Kohlefaserruten hohl?

Beim Biegen (Werfen) werden die von der neutralen Achse am weitesten entfernten Fasern entweder gestreckt oder gestaucht und umgekehrt. Je weiter entfernt desto stärker die Beanspruchung auf Zug beziehungsweise Druck.

In der neutralen Achse (im Zentrum der Rute) oder in deren Nähe aber eben nicht oder nur sehr wenig. Dort bringen sie nur Masse ("totes" Gewicht), ohne nennenswert zum "Funktionieren" der Rute beizutragen.

Ein eventuelles Ovalisieren (wie bei runden hohlen Kohlefaserruten) der Rute wird durch massive Bauweise natürlich effektiv verhindert. Aber das kann man auch mit entsprechend dimensionierten Wandstärken beim Hohlbauen erreichen.