

Bambus unter dem Mikroskop

© 2004 - Harald Langer & Dr. Wolfram Schott



Vorwort

Als ich mich mit den Druckunterlagen zu meinem Buch in Richtung Druckerei begab, war mir schon klar, dass dieses Buch viele Themen nicht bis ins Detail behandelt. Speziell Bereiche, die den Rutenbau betreffen, und seit jeher Freiraum für wilde Spekulationen und Behauptungen lassen.

Ich beruhigte mich damit, dass ich mein Buch in erster Linie für Fliegenfischer die Interesse an gespließten Ruten haben, und nicht für Rutenbauer geplant hatte. Außerdem wollte ich mich nicht in die Reihe der Spekulanten einreihen, die ohne ausreichende Beweislage Ihre Hypothesen unter die Leute bringen.

Und zu manchen Themen hatte ich zwar meine persönlichen Erfahrungen, aber zu wenig nachvollziehbare Fakten. Bei einigen Bereichen hat sich dieser Umstand aber gravierend geändert und einige davon beschreiben die folgenden Kapitel.

Wie alles begann

Kurz vor meiner Ausstellung HandwerkFliegenfischen im September 2003 erhielt ich einen Anruf von Dr. Wolfram Schott. Dr. Schott baut seit Jahren für sich und seine Freunde gespließte Angelruten und kennt die Szene samt deren Arbeiten wie kaum ein Zweiter. Sollte ich jetzt irgendwo einem anderen Zweiten vor dem Kopf gestoßen haben - sorry, es war keine Absicht, ich wusste leider nichts von Ihrer Existenz. Wolfram bedauerte bei seinem Anruf, dass es ihm leider nicht möglich war zu meiner Ausstellung zu kommen, und brachte darüber hinaus seinen Wunsch zum Ausdruck mich in Gablitz zu besuchen.

Da es mich genau so interessiert über Arbeiten und Meinungen von anderen Rutenbauern mehr zu erfahren, war es mir eine Freude Wolfram nach Österreich einzuladen.

Es war ein sonniger Spätsommertag im September 2003 als Wolfram am frühen Nachmittag bei uns eintraf.

Wolfram Schott himself

Seit ich 1981 meine erste gespließte Fliegenrute bei Rudolf Reichel († Nov. 2003) in seinem unvergesslichen Laden in Münchberg gekauft habe, hat mich Bambus fasziniert.

Ich wollte wissen, wie so eine Rute von innen aussieht, wie sie verarbeitet, gehobelt/gefräst, verleimt, lackiert ist, kurz, was das "Geheimnis" einer Bambusrute ausmacht. So habe ich mir zunächst Bambus besorgt und das "Rohmaterial" untersucht. Ich habe Biegetests gemacht, den Elastizitätsmodul von unbehandelten und hitzebehandelten Bambus gemessen und allerlei mehr.

Alles wurde zu Dünnschliffpräparaten verarbeitet und im Mikroskop untersucht. Durch verschiedene Kontakte erhielt ich zerbrochene Ruten und Blankabschnitte, die ich zersägte und ebenfalls im Mikroskop untersuchte. Schließlich kam der Moment, wo ich begann, selbst Ruten zu bauen.

Das war 1984. Ich hatte so vieles gesehen, Gutes und weniger Gutes, dass ich mir zutraute, mit den gezogenen Lehren (aus den Untersuchungen) ganz brauchbare Ruten bauen zu können. Und seitdem hat mich das Rutenbauen fasziniert und es macht mir immer noch Freude. Selbstverständlich waren die ersten 10 oder 15 Ruten noch nicht perfekt. Aber man lernt ja ständig (auch heute noch) dazu. Fast alle meine Ruten sind Unikate. Ich habe nur 2 verschiedene Ruten jeweils 3x gebaut (und da mit verschiedener Ausstattung, nach Kundenwunsch), weil Leute eben so eine wollten."



Für mich ist der Weg das Ziel: Ich versuche, die hundertste Rute besser zu machen als die Nr.99. Ich habe Ruten gebaut von 6' 3" # 3 bis 14' # 11, 2-teilige, 3-teilige, gedrehte, verschieden gearbeitete hohle, quadratische, ovale, parabolische, welche mit Spitzenaktion, oder mit noch anderer Aktion, und allerlei Sonstiges. Dabei habe ich oft in fruchtbaren Diskussionen mit Gleichgesinnten neue Anregungen und Ideen erhalten.

Deshalb besuche ich gerne neue, mir unbekannte Rutenbauer, und so bin ich auch an dich geraten.

Nachdem wir uns gegenseitig vorgestellt und freundlich begrüßt hatten, ereignete sich bei Kaffee und Kuchen, und nach der Übergabe von Gastgeschenken an uns Eingeborene, genau jenes Szenario, welches erstmalige Treffen unter Rutenbauern die nichts zu verbergen haben dominiert - ich zeig Dir meines, Du zeigst mir Deines.

Wir waren anschließend sehr zufrieden und trotten in einem Zustand rutenbauerischer Glückseligkeit und einer sich anbahnender Sehnscheidenentzündung nach einigen Stunden von der Übungswiese nach Hause zurück. Bei einem gemeinsamen, abendlichen Imbiss beschlossen wir, am nächsten Tag so richtig in die Materie einzudringen. Na dann, gute Nacht - John Boy.....

Geänderte Beweislage

Wolfram hatte schon angekündigt, dass er mir aufschlussreiche Fotos zeigen wolle, aber als er mit Diaprojektor, Leinwand und einer Batterie von Dias am nächsten Tag mein Haus in Beschlag nahm, war mir doch nicht alles egal. Dieses Gefühl sollte sich aber bald ändern. Bereits nach den ersten Fotos wusste ich, dass diese Bilder tatsächlich vieles ins richtige Licht rücken könnten.

Noch ehe ich eine Frage danach, und wäre es auch eine noch so schüchterne gewesen, formulieren konnte, entflohen dem bärtigen Gesicht, Nordbayrischen Ursprungs förmlich die Worte:

In der Mineralogie und Geologie ist die sog. Durchlichtmikroskopie ein Verfahren, die verschiedenen Komponenten (Mineralien) eines Gesteins zu bestimmen. Ihre Form, Größe, Verwachsung, eventuelle Fremdeinschlüsse geben Auskunft über z. B. Bildungsbedingungen bei der Entstehung, Veränderungen im Lauf der Geschichte (Verwitterung), Um- und Neubildung bei z.B. veränderten Druck- /Temperaturbedingungen und so weiter.

Dazu wird aus dem zu untersuchenden Gestein eine Probe entnommen (Diamantsäge) und zunächst einseitig absolut plan geschliffen. (Korund und Diamant). Dieses Stück Gestein wird dann mit speziellem Gießharz (früher nahm man Kolophonium) auf einen sog. Objektträger geklebt (eine Glasplatte von 28 x 48 mm, 1,3 mm dick) und anschließend mit Spezialmaschinen auf eine definierte Dicke von 25 μm geschliffen (1 μm = Mikrometer = 1 millionstel Meter, 25 μm = 0,025 mm). Anschließend wird das Präparat mit einem Glasplättchen von 0,18 mm Dicke abgedeckt (Gießharz). Diese Probe, der sog. Dünnschliff wird dann im Mikroskop montiert und von unten mit polarisiertem Licht durchleuchtet.

Die verschiedenen Komponenten zeigen bei diesen standardisierten Bedingungen ganz charakteristische optische Eigenschaften (Farbe, Lichtbrechung etc), welche zur Diagnostik dienen. Die im Mikroskop eingestellten Bildausschnitte (abhängig von den verwendeten Objektiven) können auch mit einer in das Mikroskop eingebauten Kamera fotografiert werden. Vergleichbare Untersuchungsmethoden werden auch in der Medizin mit dünnen Gewebeschnitten angewendet."

In diesem Moment fiel mir wieder mein Lieblingspathologe, der Dr. Huber ein, ich weiß auch nicht warum. Wolfram bemerkte meine geistige Abwesenheit, ließ es sich aber nicht wirklich anmerken. Er überbrückte die Unterbrechung höflich in dem er so tat, als wäre er für die kurze Pause dankbar. Er nippte kurz an seinem Glas und fuhr fort:

Dieses kurz geschilderte Verfahren habe ich angewandt, um Bambus im Naturzustand und als Fliegenrute verarbeitet zu untersuchen. Die Präparate stammen, wie schon erwähnt, aus zerbrochenen Ruten, die mir überlassen wurden und aus Endabschnitten von Rohlingen (Blanks), die mir befreundete Rutenbauer zur Untersuchung gaben.

Es ist eine ganz brauchbare Sammlung vieler großer Hersteller geworden (Hardy, Farlow, Foster, Pezon, Hørgård, Leonard, um nur einige größere Firmen zu nennen, aber auch kleinere Hersteller, wie Brunner, Fries, Hildebrandt, Moran und viele andere). Im Laufe der Zeit habe ich über 200 Diapositive gemacht, von denen ich zu Zeiten verschiedene Auswahlserien befreundeten Rutenbauern und anderen interessierten Leuten gezeigt habe.

Und er hat sie auch mir gezeigt. In vollem Umfang, und mitreißend kommentiert. Als er sich auf dem Heimweg machte, hinterließ er mit mir einen Rutenbauer voller neuer Eindrücke. Die folgenden Wochen habe ich dann damit verbracht, die vielen Informationen zu ordnen, an verschiedenen Quellen zu hinterfragen und mit meinen praktischen Erfahrungen abzugleichen.

Wenn man mich kennt weiß man, dass ich, wenn es ums Rutenbauen geht, nicht zu den Leuten gehöre die mit verbindlichen, polyinterpretierbaren Empfehlungen an die Leserschaft gehen. Und schon gar nichts für - meine Mutter kennt jemanden, dessen Schwager in der Zeitung gelesen hat - Journalismus, übrig hat.

In diesem Fall war die Sachlage für mich aber eindeutiger als alles bisher darüber gelesene, und bestätigte darüber hinaus auch meine Theorien. Ich versuchte ab sofort Wolfram dazu zu bringen, die wichtigsten dieser Dias mit Kommentaren zu versehen und mir zur freien Veröffentlichung zur Verfügung zu stellen. Es dauerte gar nicht lange und ich erhielt folgende Antwort:

Ich habe eine kleine Auswahl zu verschiedenen Fragestellungen wie Verarbeitung Verleimung, Lackierung getroffen und die Dias gescannt. Die Originale sind mit einem feinkörnigen Film fotografiert (AGFA Professional 50 L, Kunstlicht) und sehr scharf. Sie würden ein scannen mit sehr hoher Auflösung erlauben. Aber es würden sich dann zu große Files ergeben, die nicht mehr zu hantieren sind (z. B. per E-Mail). So musste ein Kompromiss gemacht werden, was die Schärfe anbelangt. Sollte jemand weitere Fragen zu den Fotos oder konstruktive Kritik haben, bin ich jederzeit zu Diskussionen bereit und kann eventuell auch noch weitere Bilder hier einstellen."

Bambus und sein Aufbau

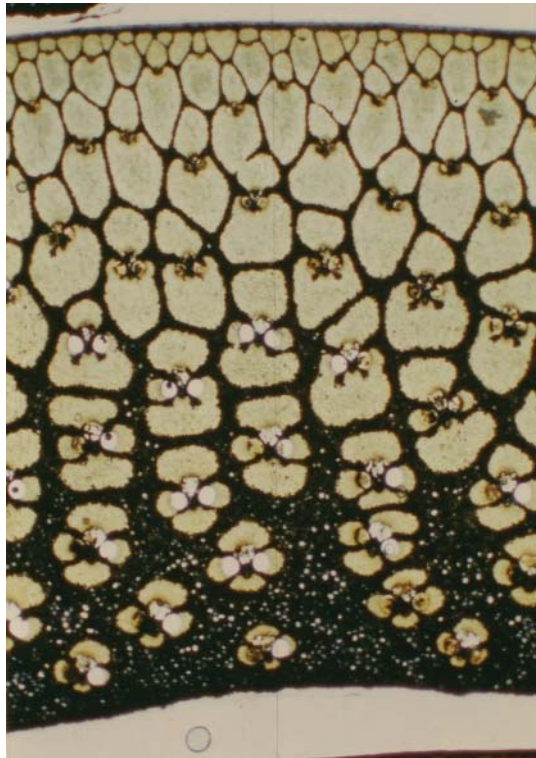
Der unbestritten beste Bambus zum Bau von Angelruten sind Tsinglee Canes. Um etwaige, übereilte Aufregung gleich wieder im Keime zu ersticken, sei folgendes nachgeführt: ***"Arundinaria Amabilis and Pseudosasa Amabilis are the same as botanic name for Tsinglee canes"*** (Auszug aus einem Schreiben von meinem Bambuslieferanten in China).

Was diesen Bambus gegenüber anderen Arten so besonders auszeichnet, ist die große Anzahl von Kraftfibern. Wolfram Schott hat das wie folgt fotografiert und beschrieben.

Bild 1: Querschnitt durch die Wand eines Bambusrohres
Lange Bildkante 6,6 mm

Hell (gelb): "Powerfibers",
dunkel (schwarz) "Pith"
oder Mark. Außen (oben)
dicht gelagerte Faserbündel
mit wenig Mark, nach innen
zu mehr Mark. Weiße runde
"Löcher" sind Wassertransportorgane,
Röhren (sog. Tüpfelgefäße und
Ringgefäße) im Querschnitt.

Der auf 0,025 mm dünn
geschliffene Bambus wird
von unten durchleuchtet.
Durch die langen quer
geschnittenen Fasern
dringt das Licht hindurch,
sie erscheinen hell. (ver-



gleichbar Glasfaseroptik). Die winzigen, nicht faserigen, sondern rundlichen
"Markzellen" (Die botanische Bezeichnung dafür ist Parenchym, Grundgewebe)
hingegen reflektieren an ihren Oberflächen das Licht wieder nach unten
zurück und erscheinen daher dunkel.

Im aufscheinenden Licht ist dies umgekehrt: In die Fasern dringt das Licht ein
und wird verschluckt (dunkel), die Markzellen reflektieren es und erscheinen
hell.

Bild 2: Detailaufnahme von Bild 1 - lange Bildkante 3,2 mm.



Man erkennt, dass um jedes Gefäßbündel jeweils außen und innen je ein Büschel (bot. Phloem bzw. Xylem) aus vielen feinen Fasern angeordnet ist. **Diese Gefäßbündel sind nahe der Außenwand klein und dicht gepackt, nach innen hin, nimmt der (schwarze) Anteil an Markzellen zu und die Gefäßbündel werden grober. Diese Gefäßbündel sind die "Powerfibers" des Rutenbauers.** Sie sind durchgehend von Knoten zu Knoten. Nimmt man den gesamten Querschnitt von z.B.: 6mm, so besteht *Arundinaria Amabilis* (von der Amerikanischen Bambusgesellschaft umbenannt in: *Pseudosasa Amabilis*) je nach Qualität des

einzelnen Rohres, aus ca. **50 - 60 % Fasern** und **40 - 50 % Grundgewebe** und sonstige Organe. Bei dieser Probe wurden **56% "Powerfibers"** ermittelt. **Nimmt man hingegen die äußeren 3 mm, so erhöht sich der relative Anteil der Fasern auf ca. 75%, die inneren 3 mm entsprechend haben nur ca. 25%..**

**Bild 3: Detailaufnahme von Bild 2
Lange Bildkante 1,15 mm**

Feinstrukturen innerhalb der Faserbündel werden sichtbar. Sie bestehen aus hunderten von einzelnen Fasern (Zellen). Diese haben einen Durchmesser von 0,02 - 0,06 mm bei einer Länge von ca. 1,5 - 4,5 mm, abhängig von der Position innerhalb des Stammes.

In Internodien sind sie am längsten, zu den "Knoten" (bot. Diaphragma) hin



werden sie kürzer. Erkennbar auch die "Emaillenschicht" oder "Rinde" am oberen Außenrand. Siehe dazu auch Bild 5.

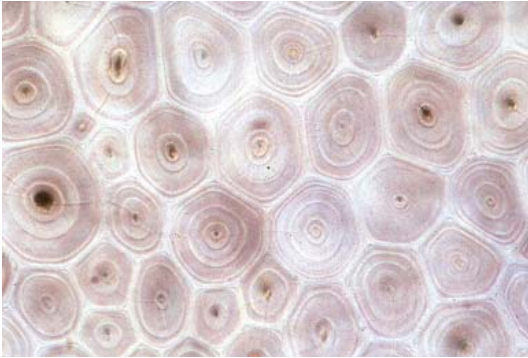
Bemerkung: Beim Messen des Faseranteils ("Powerfibers") von Ruten 6 verschiedener Hersteller wurden nachfolgende Werte ermittelt. Alle Werte wurden an ca. der gleichen Position, nämlich am Handteil in der Nähe der Hülse gemessen. Bei Hersteller 6 an einem Abschnitt vom dünnen Ende des Handteils. Am unteren Ende einer Rute (Griffbereich) können sich schlechtere Werte ergeben, im dünnen Spitzenbereich bessere.

Hersteller 1:	64 % (gefräst)
Hersteller 2:	65 % (gefräst)
Hersteller 3:	60 % (Querschnitt durch 3 Knoten, gefräst)
Hersteller 4:	73 % (gefräst)
Hersteller 5:	72 % (gefräst)
Hersteller 6:	74 % (handgehobelt)

Das Ergebnis zeigt, dass es wohl möglich ist, auch gute Ruten zu produzieren, wenn man fräst (ich meine hier nur die Materialverarbeitung). Leider ist das nicht bei allen Firmen der Fall. **Off wird die Außenschicht des Bambus vor dem Fräsen plan geschliffen, weiterhin wird nach dem Verleimen des Blanks der anhaftende Leim samt Bindefasern mittels stationären Bandschleifers entfernt.** Man kann das auch "Taperschleifen von Außen" nennen...

Bild 4: Detailaufnahme aus einem Faserbüschel - lange Bildkante 0,23 mm

Die einzelnen Fasern zeigen Polygon-Querschnitte, sehr häufig hexagonal. Innerhalb der einzelnen Fasern erkennt man einen konzentrischen Aufbau mit einem dunklen Zentrum. Dies sind sog. Polyamellen, die wechselweise mit kleinem (5-20°) oder großem (85-90°) Winkel zur Längsachse der Faser angeordnet sind. Sie sind in erster Linie für die Zugfestigkeit verantwortlich. Die einzelnen Fasern/Zellen haben einen Durchmesser von ca. 0,02 - 0,06 mm.



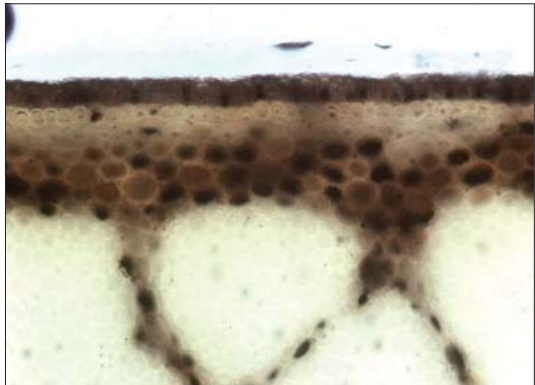
Im Außenbereich des Rohres (vgl. Bild 1) ca. 0,02 - 0,03 mm, entsprechend ca. 9500 - 10500 Einzelfasern pro mm², im inneren Bereich ca. 0,04 - 0,06 mm oder 2000 - 2500 Fasern pro mm².

Die hellgelbe Schicht zwischen den Polygonen ist

Pektin, ein Polysaccharid. **Bambus besteht generell aus 60 - 70% Kohlehydraten (Cellulose, Hexosane, Pentosane) und 22 bis 32, im Schnitt 25 % Lignin, sowie ca. 5 % Nebenbestandteilen.**

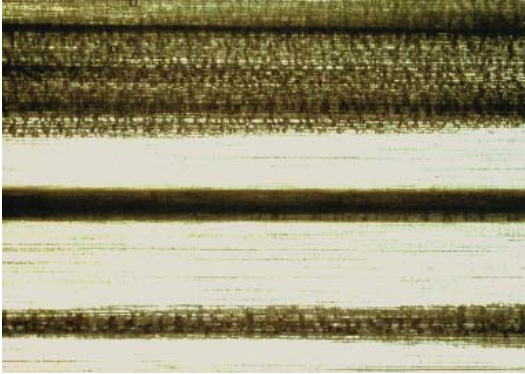
Bild 5: Detailaufnahme Rindenbereich - lange Bildkante 0,32 mm

Vergleiche Bild 3. Dieser ist dreigeteilt: außen eine monozellulare Schicht (schwarz) von 0,015 mm, dann eine helle Schicht von 0,025 mm, sodann wieder eine schwarze Schicht von 0,03 mm, Summe ca. 0,07 mm. In dieser Außenschicht (und in den Diaphragmen)



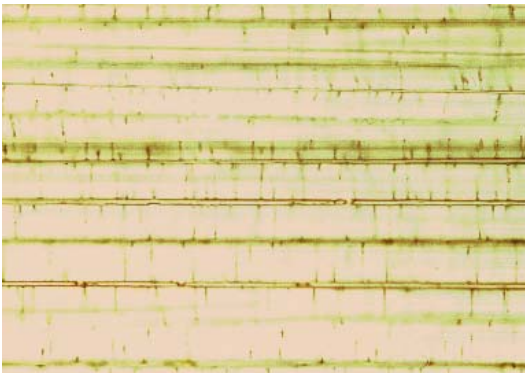
kann der Siliziumgehalt (SiO₂) bis zu 4 % und darüber betragen. (Bei der Spezies *Bambusa tabacaria* soll man mit Stahl Funken aus der Außenschicht schlagen können!). **Diese Rindenschicht muss entfernt werden, aber nicht mehr.**

Bild 6: Längsschnitt durch Bambus - lange Bildkante 1,3 mm



Hell(-gelb) Faserbündel oder "powerfibers" von Zellen (Fibern), dunkel und von eher körniger Struktur Markzellen (Grundgewebe), oder "pith", welche im normalen Auflicht weiß erscheinen.

Bild 7: Fasern im Längsschnitt - lange Bildkante 0,23 mm

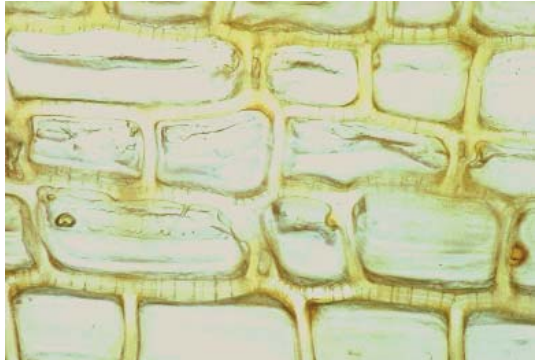


Innenstrukturen sind erkennbar (vgl. Bild 4). Die einzelnen Fasern (Zellen) sind bis mehrere Millimeter lang, wie bereits erwähnt. Das Verhältnis Länge/Durchmesser beträgt 200 - 800:1, je nach Position im Bambus.

Bild 8: Mark Zellen

Lange Bildkante 0,23 mm

Die im Bild 6 dunkel (schwarz) erscheinenden "Mark"-Zellen in stärkerer Vergrößerung. Es sind rundliche Zellen mit einem L/D - Verhältnis von ca.1:1 bis 3:1, die einen



eher lockeren Verband bilden. Auch fehlen hier die internen Strukturen (vgl. Bild 5), welche maßgeblich zur Zugfestigkeit und anderen mechanischen Parametern beitragen.

Sie sehen schon, es lohnt sich den Bambus sorgfältig zu selektieren und punktgenau zu bearbeiten. Je mehr von der äußeren Schicht des Ausgangsmaterials erhalten bleibt umso besser. Das Ergebnis ist in jedem Fall eine dünnere und somit leichtere Rute bei gleicher Schnurklasse. Das sich bei einem dichteren Kraftfiberanteil auch die Dynamik verbessert, ist genau so logisch.

Wärmebehandlung von Bambus

Manchen von Ihnen wird schon aufgefallen sein, dass gespließte Fliegenruten unterschiedliche Blankfärbungen zeigen. Sofern diese Effekte nicht durch Oberflächenbehandlungen zustande gekommen sind, geben sie Zeugnis zur Wärmebehandlung. Was an der Oberfläche einfach erscheint (mehr Hitze = mehr Farbe), hat aber, wie die nachfolgenden Bilder, Legenden und Bemerkungen bezeugen, einen komplexen Hintergrund.

Bild 9: Querschnitt durch die Wand eines Bambusrohres
Lange Bildkante 6,13 mm

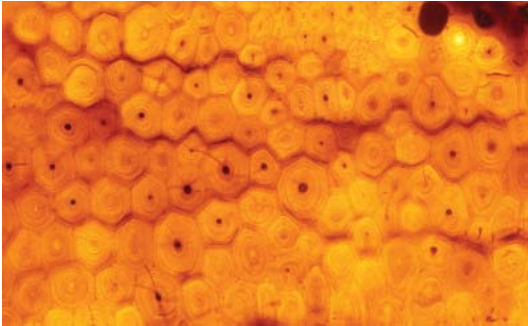
Sektion aus gleichem Rohr wie Bild 1. Erhitzt im Labortrockenschrank, 10 min. bei 250 °C. Die äußeren, dichter gepackten Faserbündel sind weniger stark "verbrannt" (nur dunkelgelb) als die weiter innen liegenden, aus größeren (dickeren und lockeren) Zellbüscheln bestehenden.

Diese sind nur auf Grund des dünnen Präparates durchscheinend (braun).

Mit dem bloßen Auge betrachtet sind sie wesentlich dunkler; fast schwarz.



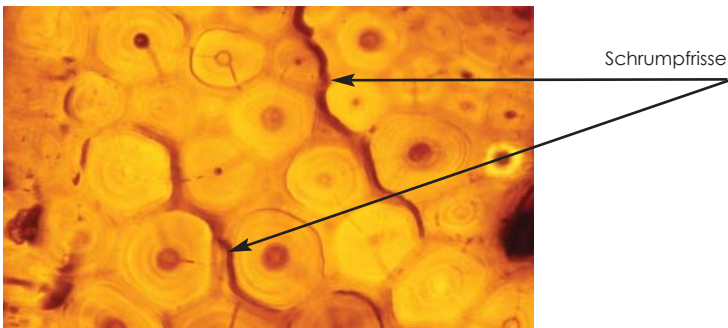
Bild 10: Detailaufnahme aus einem Faserbündel aus Bild 9 (stark erhitzt). Lange Bildkante 0,32 mm



Durch die starke Schrumpfung (Gewichtsverlust in diesem konkreten Fall 15,4%, davon 6,3% adsorptiv gebundenes Wasser) trennen sich einzelne Faserpakete aus ihrem Verband. Es entstehen Schrumpfrisse entlang

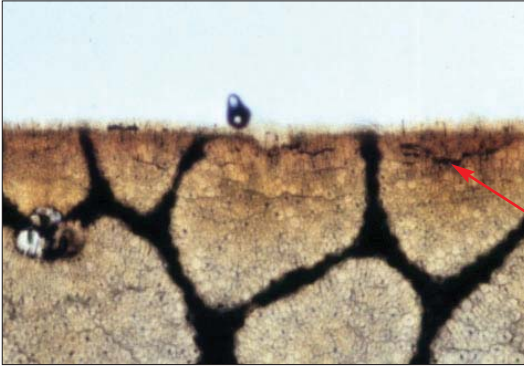
der Fasergrenzen, wahrscheinlich ist die Pektinschicht (vgl. Bild 4) weitestgehend verbrannt (dies ist im Mikroskop nicht mehr zu erkennen). Scherkräfte beim Biegen einer Rute werden nicht mehr aufgenommen, es kann bei starker Biegung zum Bruch kommen.

Bild 10a: Detailaufnahme aus einem Faserbündel - lange Bildkante 0,23 mm.



Hier sind die Schrumpfrisse entlang der Fasergrenzen noch deutlicher zu sehen.

Bild 11: Detailaufnahme aus dem Außenbereich einer stark geflämmt Rute, Spitzenteil. - lange Bildkante 0,7 mm.



Die Flammenhitze dringt nur wenige zehntel Millimeter tief ein, zerstört aber durch große Hitze den äußeren, wichtigen Bereich der Rute. Es sind Schrumpfrisse zu erkennen. Dieser äußere Bereich platzt bei Biegung auf (vgl. Bild 10).

Die Rute von diesem Hersteller brach just aus diesem Grund und wurde somit Untersuchungsobjekt.

Bemerkung:

Das oben gezeigte Beispiel ist ein extremes, was die Temperatur anbelangt (250 °C). Man kann aber die schädlichen Einflüsse sehr gut erkennen. Ich habe auch Untersuchungen bei 150, 175, 200, 225 °Celsius durchgeführt und dokumentiert. Diese hier zu zeigen und zu diskutieren würde aber den gesetzten Rahmen sprengen.

Was bei Erhitzung ("härten") des Bambus passiert, sei kurz erläutert: Zunächst wird an den inneren Oberflächen der Zellen adsorptiv gebundenes Wasser entfernt (verdampft, wie bekannt, bei 100 °C). Weiterhin wird molekular gebundenes Wasser entfernt, wozu mehr Energie (=höhere Temperatur) notwendig ist. Durch die sehr guten thermischen Isolationseigenschaften der Cellulose - es ist ein schlechter Wärmeleiter - muss die Temperatur deutlich über 100 °C liegen, um auch im Inneren des Bambus die nötigen Temperaturen zu erreichen.

Dieses führt logischerweise zu einem Gewichtsverlust von z.B. 8%. Es hat aber auch den erfreulichen Effekt, dass die einzelnen Fasern "dichter aneinander rücken" können. Auch wird die "schmierende" Wirkung des Wassers zwischen den einzelnen Fasern entfernt. Dies ist gleichbedeutend mit einer Erhöhung der Steifheit des Ganzen. Dieses "Wasseraustreiben" ist nur zum Teil reversibel. Ein Rehydrieren der Moleküle z.B. ist nicht möglich, auch wenn man den Bambus in Wasser legt. Ein Spleiß, der anfänglich z.B. 8% Feuchtigkeit hatte, und der nach erfolgter Hitzebehandlung wieder einer hohen (Luft)Feuchtigkeit ausgesetzt wird, nimmt z.B. nur 2% Wasser wieder auf; auch nach längerer Zeit.

Die Erhitzung hat eine hydrophobisierende Wirkung. Es bleibt ein permanenter Nettogewichtsverlust (oder "Gewinn", je nach Anschauungsweise), von 6% oder rel. 75%. Einfach ausgedrückt: die erzielten Vorteile (Erhöhung der Steifheit, des E-Moduls und weiterer mechanischer/physikalischer Parameter sowie dimensionale Stabilität) bleiben größtenteils erhalten. (Die angegebenen Zahlen sind als Größenordnungsangaben zu sehen. Sie sind stark abhängig von Temperatur und Zeit!)

Wenn nun das ganze Wasser ausgetrieben ist, beginnen chemische Reaktionen innerhalb der verschiedenen Substanzen. Die Braunfärbung des Materials beruht auf der Karamellisierung von Polysacchariden (Zucker). Die sehr langen Molekülketten der Cellulose werden zerstört, es entstehen kürzere "Bruchstücke" (Monomerisierung von Polymeren).

Flüchtige Bestandteile, wie z.B.: Wachs werden ausgetrieben. Es entsteht ein weiterer messbarer Gewichtsverlust. Bei stärkerer und länger anhaltender Erhitzung werden die langen Fasern teilweise zerstört und in kürzere Bruchstücke zerteilt. Der Faserverband bricht durch sehr starke Schrumpfung auf (siehe oben). Schließlich wird das Material bei Anwesenheit von Luftsauerstoff anfangen zu brennen.

Dazu wird man es auf keinen Fall kommen lassen. Aber etwas Fingerspitzengefühl und einiges an Erfahrung ist schon nötig um den schmalen Grat zwischen gut gehärtet und verbrannt auszuloten. Dass dieser Vorgang unter anderem stark vom Verhältnis Härtezeit zur Temperatur abhängig ist, und man durch die Verschiebung dieser Parameter ein jeweils anderes Rutenverhalten bekommt, hat Wolfram ja erschöpfend dokumentiert.

Es liegt am jeweiligen Rutenbauer, seine Werte selbst zu erarbeiten und so seine Ruten ideal abzustimmen. Eine oft nachgebetete Empfehlung lautet 350 Grad Fahrenheit (176,6 Grad Celsius) bei 5-8 Minuten. Machen Sie es sich nicht so einfach - es lohnt sich.

Verarbeitung

Ich habe bei den Ausführungen in meinem Buch, beziehungsweise in der Online Erweiterung "Fräsen" bereits mehrmals darauf hingewiesen, dass es keine guten oder bösen Herstellungsmethoden von gespließten Ruten gibt. Lediglich Genaue und weniger Genaue. Leider konnte ich meine Worte dort nur mit Skizzen unterstützen. Wie das unterm Mikroskop aussieht, erfahren Sie jetzt.

Bild 12: Querschnitt durch Spitzenteil. - horizontale Diagonale 3,3 mm.

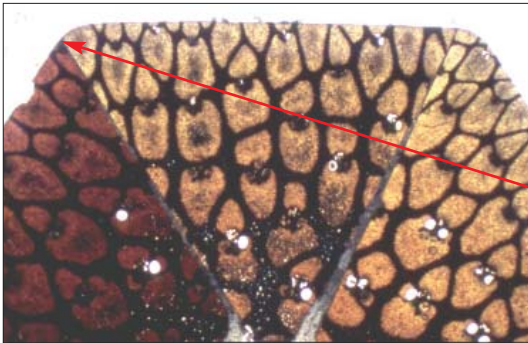
Schlüsselmaß ca. 2,8 mm. Diese Rute ist gefräst, und zwar sehr gut. Man erkennt eine perfekte



Symmetrie, im Zentrum einen kleinen Hohlraum von einigen zehntel mm, und die Spleiße haben einen 60° Winkel. Die deutlich zu erkennenden Faserbündel sind klein, was auf Material aus dem Außenbereich des Bambusrohres hindeutet (vergleiche hierzu Bilder 1-3). Es ist ein Schnitt durch einen "intermediate", die roten Fadenwicklungen sind angeschnitten. Weiterhin ist die Außengrenze des Lackes zu erkennen sowie eine dünne Schicht Lack unter dem Faden. Diese Rute ist also vor dem Bewickeln einmal lackiert worden.

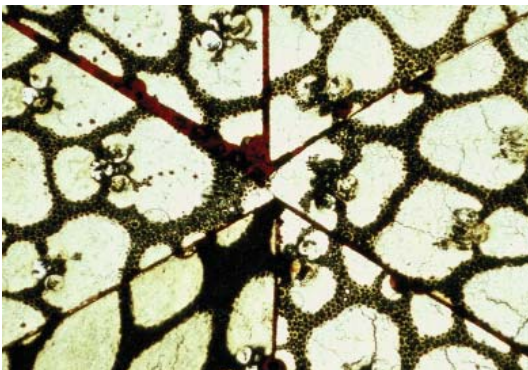
Bild 13: Handteil einer Rute, gefräst - lange Bildkante 3,2 mm

Es sind verschieden gehärtete Spleiße verwendet, hier an 3 unterschiedlichen Brauntönen zu erkennen. Fräswinkel 62° . Die Leimfugen sind innen zu sehen, außen nicht mehr (Kosmetik).



Relativ grobe Faserpakete mit viel schwarz erscheinendem "pith" dazwischen (vgl. Bild 1). Leimfugen kommen nicht immer an der Ecke des Sechsecks zu liegen, die Ecken sind stark gerundet.

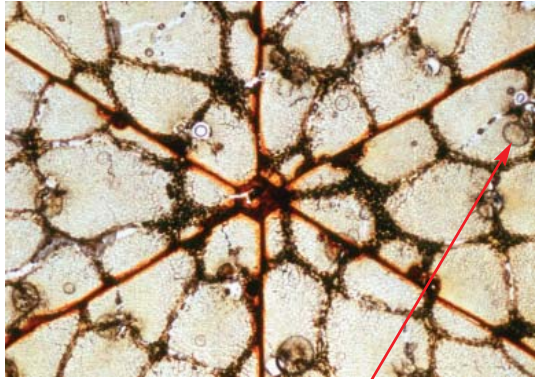
Bild 14: Rutenzentrum, Handteil, handgehobelt - lange Bildkante 3,2 mm



Die Innenkanten der Spleiße sind nicht gebrochen, dadurch stoßen sie aufeinander und verhindern eine gute Verleimung. Links oben relativ dicke Leimfuge (roter Resorcinkleber). Der Spleiß links unten ist in einem Knoten geschnitten.

Bild 15: Perfektes Zentrum - lange Bildkante 3,2 mm

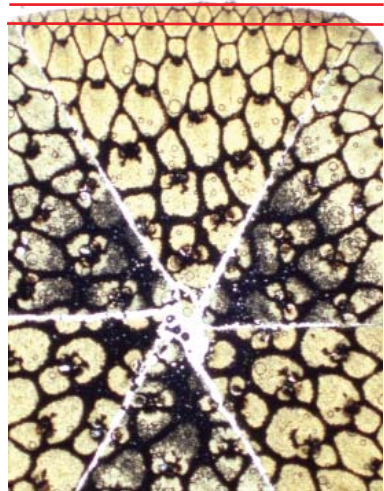
Alle Spleiße 60° (handgehobelt), Innenkanten gebrochen (abgehobelt). Der hier verwendete rote Resorcinkleber wurde mit Alkohol verdünnt, was ein geringfügiges Eindringen in die Spleiße und damit eine bessere Verankerung im Bambus bewirkt (vgl. Bild 14).



Es sind einige bei der Präparation eingeschlossene Luftblasen zu erkennen.

Bild 16: Handteilschnitt. Fräswinkel 61°. Lange Bildkante 6,6 m

Die natürliche Rundung des Bambus ist erhalten worden. Ein geometrisch exaktes Sechseck würde die Entfernung (Abschleifen) von wertvollen Außenfasern bedeuten. Durch den einseitig wirkenden Druck der Bewicklung beim Verleimen sind die Spleiße etwas entgegen dem Uhrzeigersinn rotiert (vgl. Zentrum), aber die symmetrische Geometrie ist dennoch vorhanden. 3+3 Knotenanordnung. Die 3 dunklen Spleiße (im Innenbereich) sind durch Schimmelbefall verfärbt.



Bemerkung: Es ist möglicherweise besser, die Emaillenschicht mit feinem Schleifpapier zu entfernen, als mit einem "Scraper" (wie z. B. Stanley 212). Man kann der Rundung des Bambus besser folgen und sieht eher, wenn man "durch" ist. Strukturelle Konsequenzen "rund gegen flach" sind im "GARRISON", Seite 76 erläutert.

Bild 17: Handteilschnitt, gefräste Rute - lange Bildkante 6,6 mm

Handteilschnitt, gefräste Rute. Die Rute ist durch übermäßiges Abschleifen mit einem Bandschleifer nach dem Verleimen "irgendwie sechseckig" gemacht worden.

Eingezeichnet die verlängerten Leimfugen und die vermutliche ehemalige Außenkontur des verleimten Blanks.

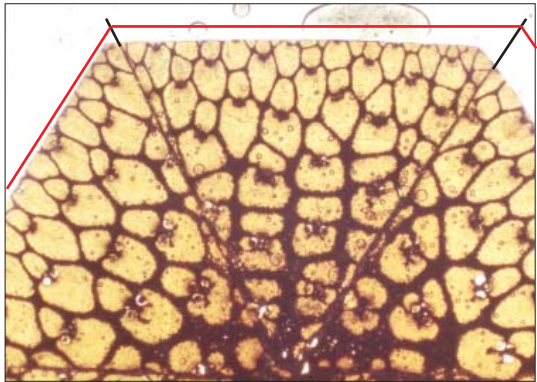
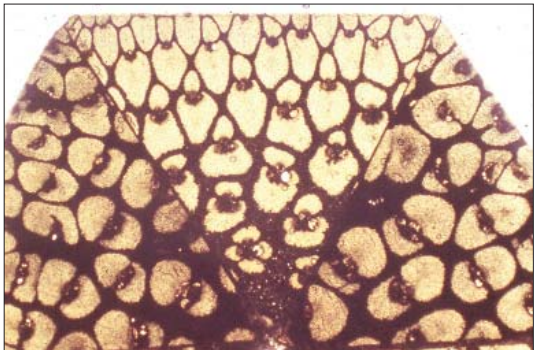


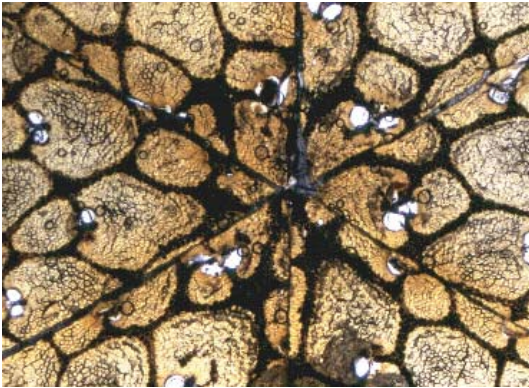
Bild 18: Handteilschnitt, gefräste Rute - lange Bildkante 6,6 mm

Auch hier sind die Oberflächen stark nachgeschliffen (keine Rundung der Außenfläche, Leimfuge/Kante oben links). **Die Spleiße rechts und links sind Knotenspleiße. Hier ist deutlich weniger und auch gröberes Fasermaterial zu erkennen.** Die



Knoten wurden offensichtlich nur stark abgeschliffen, nicht eingedrückt.

Bild 19: Querschnitt durch Handteil, Zentrum - lange Bildkante 3,2 mm



Entlang den Leimfugen ist der Bambus deutlich braun verfärbt ("verbrannt"). Dies rührt durch zu starke Reibung des Fräskopfes her. (stumpf?, falsche Geometrie?, zu langsame Bewegung des Spleißes?)

**Bild 20: Schnitt durch eine Ringbindung (schwarzes Nylon), gefräste Rute
Lange Bildkante 1,3 mm**

Auch hier geht die Leimfuge nicht durch die Hexagonecke: Außenseiten nachgeschliffen.

Über dem Bindefaden sind 2 unterschiedliche Lackschichten zu sehen. Auch unter der Bindung ist eine Schicht Lack (hier nicht so deutlich zu sehen).

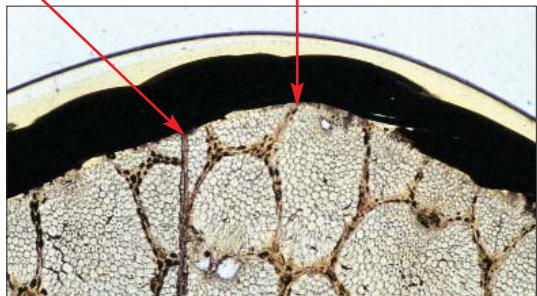
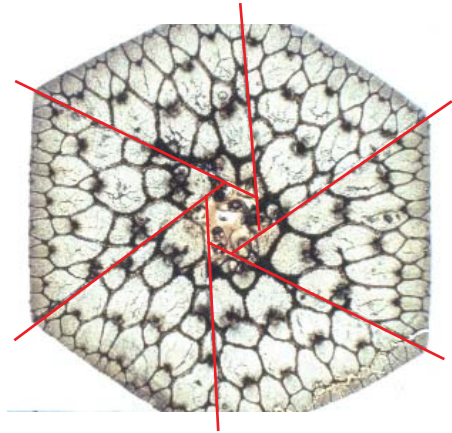


Bild 21: Querschnitt durch Spitzenteil, handgehobelt. Lange Bildkante 5,5 mm

Systematischer Hobelfehler: alle 6 Spleiße sind schief gehobelt (vgl. Leimfugen). Dadurch ist die Rute zwar sechseckig, aber asymmetrisch (wahrscheinlich schiefe/verkantete Hobelführung, nicht parallel zur Hobelform).



Sie sehen schon, egal wie die Rute hergestellt wurde, es bleibt ausreichend Freiraum für weniger gute Ergebnisse. Für mich besteht das Geheimnis einer mechanisch perfekt verarbeiteten Rute lediglich aus 3 Parametern: Wissen worauf es ankommt, sowie präzise Werkzeuge und deren gekonnte Anwendung.

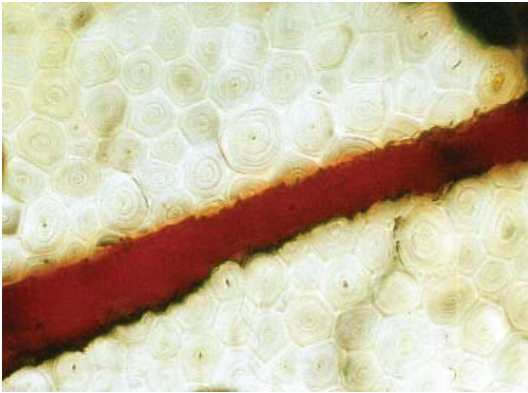
Dass sich Asymmetrie und alle anderen geschilderten Unpässlichkeiten auf das Verhalten der Rute in der Praxis negativ auswirken, versteht sich.

Verleimen der Spleiße

An Qualität interessierte Rutenbauer hinterfragen selbstverständlich auch die Performance der von ihnen verwendeten Materialien. Das betrifft auch die Klebstoffe. Da das ohne die Unterstützung von Labors und Technikern nicht wirklich funktioniert, stützen sich die Ergebnisse hauptsächlich auf die Produktbeschreibung und Langzeiterfahrungen.

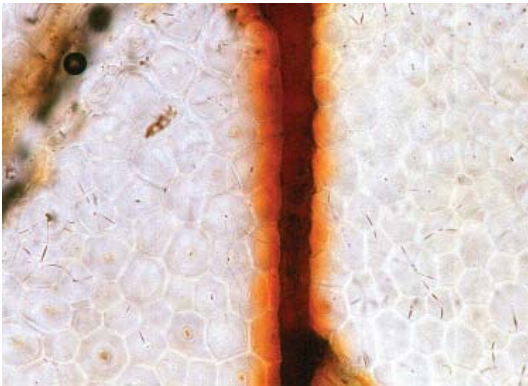
Daher freut es mich besonders, dass Wolfram Schott auch in dieser Richtung sichtbare Information bereit hat.

Bild 22: Handgehobelte Rute - lange Bildkante 0,23 mm



Leimfuge, unverdünnter Resorcinkleber. Die Breite der Fuge beträgt ca. 0,05 mm (etwa der Durchmesser einer Faser). Der Leim dringt nicht oder nur unwesentlich in den Bambus ein.

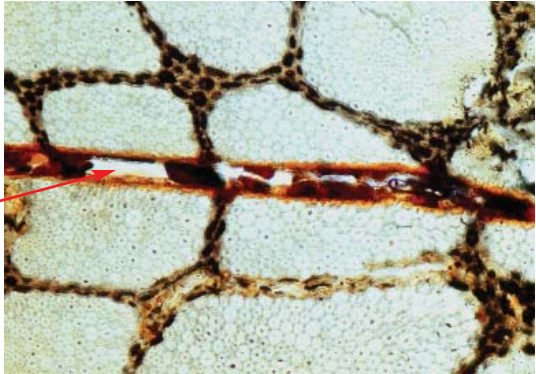
Bild 23: Handgehobelte Rute - lange Bildkante 0,32 mm



Leimfuge, verdünnter Resorcinkleber. Die Breite der Fuge beträgt ebenfalls ca. 0,05 mm. Der verdünnte Leim dringt 3 bis 5 hundertstel Millimeter tief in den Bambus ein, was eine bessere Verankerung bedeutet.

Bild 24: Handgehobelte Rute - lange Bildkante 1,3 mm

Leimfuge, stark verdünnter Resorcinkleber. Die Breite der Fuge beträgt ca. 0,15 mm. Das Verdünnungsmittel ist verdunstet und hinterlässt Hohlräume. Die roten Säume im Bambus zeigen, dass dort ehemals Klebstoff war. Es sitzen nur die Reste als kleine Klumpen an der Fugenwand.



Gefahr der Delamination bei Beanspruchung, da Scherkräfte nicht genügend aufgenommen werden.

Bemerkung: Obige Bilder wurden wegen des deutlich sichtbaren roten Resorcín-Formaldehyd-Klebers gewählt. Es sind Beispiele von 3 verschiedenen Rutenbauern.

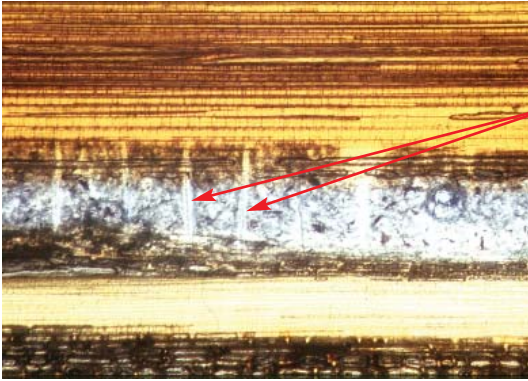
Im "GARRISON", Seite 88, steht geschrieben:

" ... he added more alcohol to the mixtures so that the glue would better penetrate (often as deep as .012") the hard primary fibers ...(0,012" = 0,305 mm)....."

Eine so große Eindringtiefe konnte nicht beobachtet werden. Sie würde die obigen Bilder formatfüllend rot färben.

Bild 25: Leimfuge im Längsschnitt, schräg angeschnitten

Lange Bildkante 1,3 mm

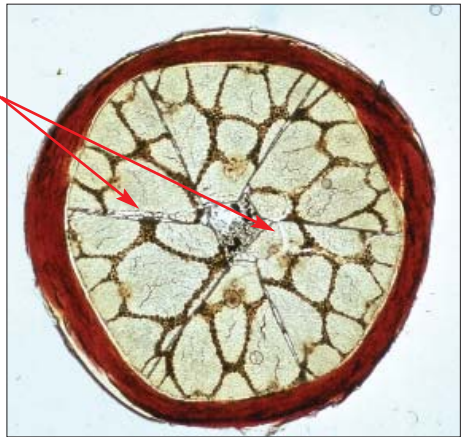


Der hier verwendete Kleber zeigt Risse senkrecht zur Rutenlängsachse. Entweder sind es Schrumpfrisse durch das Trocknen/Abbinden des Leimes oder Risse durch Beanspruchung (Biegung der Rute).

Bild 26: Querschnitt durch ein Spitzenteil - Bambusdurchmesser ca. 1,6 mm

horizontale Bildkante 2,4 mm

Die Spitze hatte einen Längsbruch, der in der Fabrik repariert (neu verleimt) wurde. Der Bruch ging neben der ursprünglichen Leimfuge entlang, was auf eine gute Verklebung schließen lässt. Spitze sonst sehr ungleichmäßig gefräst, Spleiße verdreht/verkantet und abgeschliffen. Oben rechts der untergebundene Faden ("invisible knot") der angeschnittenen "intermediate" - Wicklung.



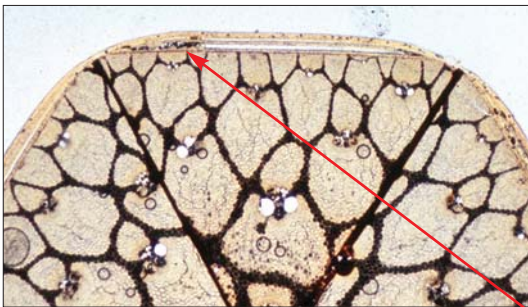
Wenn die Erläuterungen auch keine Produktempfehlung als Ergebnis mitbringen, zeigen sie doch worauf es beim Verleimen ankommt, und wo der Klebstoff seine Stärken haben sollte. Ein Gespräch mit den Technikern des Klebstofflieferanten ist auf keinen Fall von Nachteil.

Lackieren des Blanks

Mit welchem Lack, und wie eine Gespließte lackiert werden soll, liegt im Ermessen und an den Möglichkeiten des Rutenbauers.

Dass von dessen Eigenschaften aber die Haltbarkeit, die Optik und auch das Gewicht der Rute genau so beeinflusst werden, wie durch die angewandte Lackiertechnik, ist unbestritten. Mit welchen Widrigkeiten beim Lackieren gerechnet werden muss, zeigen die folgenden Bilder.

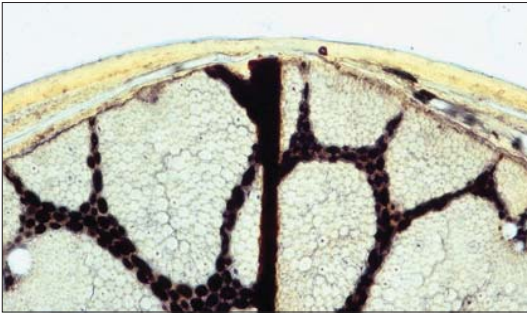
Bild 27: Querschnitt Handteil, handgehobelt - lange Bildkante 6,6 mm



Die Rute ist 3x tauchlackiert (PU-haltiger Bootslack). Die einzelnen Lackschichten haben keinen Verbund untereinander, es sind Luftschichten dazwischen. Vermutlich durch zu lange Wartezeit

zwischen den Lackierungen. An der Ecke hat sich etwas Schleifmittel (Präparattherstellung) zwischen den Schichten angesammelt. Von innen: 0,017 mm Lack; 0,023 mm Luft; 0,026 mm Lack; 0,007 mm Luft; 0,042 mm Lack. Total: 0,115 mm auf der Fläche (Flächenmitte).

Bild 28: Gleiche Rute - lange Bildkante 1,3 mm



An der Ecke ist trotz dreimaliger Lackierung nur eine Lackdicke von 0,018 mm vorhanden. Ein weiteres Tauchen würde nur die Fläche weiter aufbauen und die Rute "verrunden". Ein Lack mit geringerer Oberflächen-

spannung würde einen gleichmäßigen Auftrag bewirken, auch und vor allem auf der Ecke. Es erscheint sinnvoll, die Ecken des Blanks leicht "abzurunden", da eine scharfkantige Ecke obigen Effekt noch verstärkt. Der Lack fließt auf die Fläche, die Kante bleibt "nackt". Dies ist selbstverständlich vom verwendeten Lacksystem abhängig. Ein mehrmaliges Spritzlackieren mit jeweils sehr dünnen Aufträgen könnte eine Alternative zum Tauchlackieren sein.

Bild 29: Längsschnitt durch eine Ringbindung, gefrästes Spitzenteil
Horizontale Bildkante 4,8 mm

Links oben (schwarz) der längs angeschnittene Ringfuß. Unter dem roten Bindungsfaden und unter dem Ringfuß ist eine Schicht Lack zu erkennen.

Der Blank wurde also vor der Montage einmal lackiert. In der Bildmitte einige bei der Präparation eingeschlossene Luftbläschen.

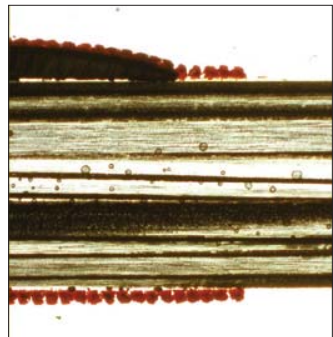
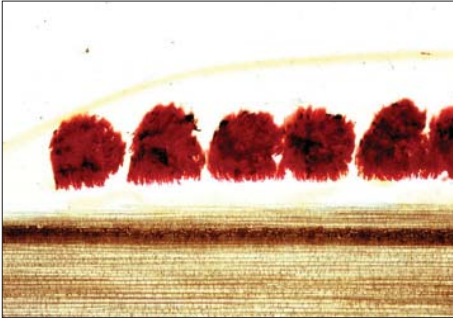


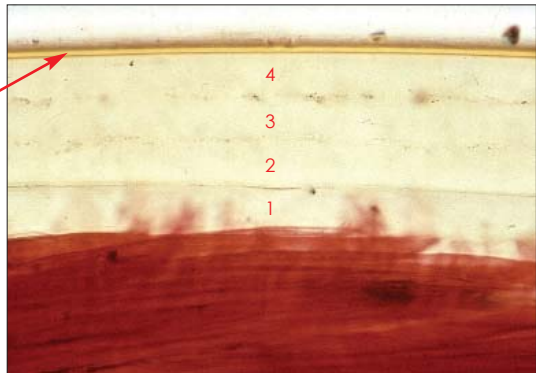
Bild 30: Detailaufnahme obiger Ringbindung - lange Bildkante 1,3 mm



Im Querschnitt sind die einzelnen Fasern des Bindefadens zu erkennen. Hier sechs Windungen vor dem Ringfuß, der unmittelbar rechts außerhalb des Bildes beginnt. Erkennbar auch die Bambusfasern und die Oberfläche des Lackes (gelbe Linie).

Bild 31: Detailaufnahme Lackierung - lange Bildkante 0,23 mm

Es sind deutlich vier Lack-schichten oberhalb des Bindefadens zu unterscheiden. Die oberste, dunkelgelbe Linie ist ein Lichtbrechungseffekt zwischen Lack und Einbettungsmedium. Hier ist der rote Bindefaden längs geschnitten, erkennbar sind die einzelnen Fasern.



Bemerkung: Beim Vermessen einer lackierten Rute sollte die Lackdicke in Betracht gezogen werden. Wenn man z.B. zu einem Spitzendurchmesser von 1,8 mm z. B. zweimal $0,115 = 0,23$ mm addiert, kommt man auf 2,03 mm. Das ist weit mehr als eine Schnurklasse Unterschied.

Und viel mehr muss an dieser Stelle auch nicht gesagt werden. Außer, dass die Lackierung die Visitenkarte der Angelrute verkörpert. Der beste Blank verkommt unter einer unsauberer Lackierung zur Bastelei.

Manch einen wird vielleicht abschließend interessieren, wie die Dünnschliffe, an denen Wolfram seine Untersuchungen durchgeführt hat, im Original aussehen.

Hier sind 3 Stück, nebeneinander als Auflichtvorlage gescannt. Größe jeweils 28 x 48 mm.

Es sind 3 Bambusproben aus Erhitzungsversuchen, jeweils im Längs- und Querschnitt, 4 Querschnitte aus einem Spitzenteil, mit und ohne Wicklung, sowie 2 Querschnitte aus einem Handteil plus 1 Querschnitt aus dem Spitzenteil der gleichen Rute.



Schlussbemerkungen

Ich habe aus Gründen der Fairness keine Angaben zu einzelnen Herstellern gemacht. Fragen in dieser Richtung brauchen also gar nicht erst gestellt werden. Diese Information ist bei mir gut aufgehoben und wird es auch bleiben.

Wenn der Eindruck entstanden sein sollte, dass die "Bambuswelt" nur aus Mist besteht, so ist das nicht richtig. Ich habe auch eine ganze Reihe von einwandfreien Ruten "unter dem Messer" gehabt. Aber ich wollte hier ja auf mögliche Probleme aufmerksam machen; deshalb die obige Auswahl.

Dank an Harald für das professionelle Layout, die konstruktive Kritik und die Veröffentlichung auf seiner Homepage.

Dr. Wolfram Schott

Dem habe ich nichts mehr hinzuzufügen. Außer, dass Dich mich nochmals bei Wolfram für sein Archivmaterial samt Ausführungen bedanken möchte. Ohne seine Unterstützung wäre der Artikel in dieser Qualität nicht möglich gewesen.

Es hat mir ungeheure Freude bereitet, dieses, für den deutschsprachigen Raum, einmalige Dossier zu erarbeiten.

Und wie es zurzeit aussieht, wird es nicht unser Letztes gewesen sein.

Danke fürs Lesen

Harald Langer