

4. Dezember 2009, 17:18, NZZ Online

[http://www.nzz.ch/nachrichten/hintergrund/wissenschaft/stradivari\\_geigen\\_lack\\_1.4108431.html](http://www.nzz.ch/nachrichten/hintergrund/wissenschaft/stradivari_geigen_lack_1.4108431.html)

### Keine Hexerei beim legendären Stradivari-Lack

Wissenschaftler haben ein weiteres Rätsel der weltberühmten Stradivari-Geigen gelöst: Der legendäre Lack der Instrumente wurde aus ganz gewöhnlichen Substanzen und nicht wie von manchen Experten angenommen aus ungewöhnlichen oder gar geheimen Zutaten hergestellt.  
(dpa)

Der italienische Geigenbaumeister Antonio Stradivari (gestorben 1737) nutzte stattdessen ganz übliche Substanzen seiner Zeit. Das berichtet der französische Wissenschaftler Jean-Philippe Echard in der jüngsten Ausgabe der Fachzeitschrift «Angewandte Chemie».

Zusammen mit deutschen und anderen französischen Kollegen untersuchte Echard fünf Geigen aus der Sammlung des Pariser Musikmuseums. Das Team erforschte mit spektroskopischen und mikroskopischen Methoden Holz- und Lackproben. Obwohl alle fünf Instrumente in einem Zeitraum von drei Jahrzehnten hergestellt wurden, seien ihre Lacke sehr ähnlich, berichteten die Forscher.

Stradivari habe das Holz zunächst mit einem Öl versiegelt, das auch Maler dieser Epoche benutzten. Darüber habe er eine leicht getönte Öl-Harz-Schicht aufgetragen. Eine mineralreiche Schicht, wie sie in früheren Arbeiten vermutet wurde, entdeckten die Wissenschaftler nicht.

20100503

*Diese mineralreiche Schicht, wie sie in früheren Arbeiten vermutet wurde, ist wohl durchaus vorhanden. Es handelt sich um Vulkanasche, ähnlich wie sie der Eyja-fiälla-jökull ausgestossen hat, aus glasartigem Material bestehend, fein gemahlen, wird in Polituren als Poliermittel verwendet, oder als Füllmittel, dieses Material sehr hart ist, und vielleicht den Klang eines Instrumentes etwas zu klar verschiebt.*

*Bimsstein genannt.*

*Ist der Anteil von Bimssteinpulver zu gross, wird dies eine Trübung des Lackes bewirken.*

*Ein anderes Poliermittel für Holz, oder Lacke, ist Katzenschwanz, dh der hohe Gehalt an Kieselsäure. Ebenfalls mineralisch.*

20091210

*Die (Versiegelung) besteht aus Leinöl.*

*Leinöl härtet unter Aufnahme von Luftsauerstoff, vergrössert dadurch auch sein spez Gewicht.*

*ohne Sikkativ, Trockenstoffe, wird die Aushärtung recht lange dauern. Ein halbes Jahr, oder länger.*

*Leinöl-(fimis) härtet in ein, zwei Tagen.*

*(Wird das Leinöl durch Poren im Holz recht tief eingesogen, wird*

*das Öl auch nach zwei Jahren noch flüssig sein, wird unter starker Erwärmung von Sonneneinstrahlung als Tröpfchen wieder zum Holz austreten. HS 20100503)*

*Leinöl legt beim Aushärten an Gewicht zu. Streicht man 10g Leinöl auf die Violine, wird sich das Gewicht um diese 10g erhöhen, da Leinöl kaum flüchtige Bestandteile enthält, das Volumen wird sich im Verhältnis zum Instrument aber kaum erhöhen. Das Klangbild wird fester, aber nur wenn das Öl wirklich aushärtet.*

*Leinöl wird in der antiken Lackiertechnik, und auch heute, gerne als Grundierung verwendet. Durch die Gewichtserhöhung, aber kaum Volumenerhöhung, erhöht sich der Ton des Schallkörpers. Aber nur, wenn das Leinöl auch aushärtet, unangehärtetes Öl im Innern des Holzes, (weil kein Sauerstoff dazu kommt), wird die Klangqualität (tief) machen*

*<http://www.die-klarinetten.de/content/deutsch/oelen-clarissono-artikel.html>*

*Alphörner, die innen roh sind, verlieren während des Blasens recht schnell den Ton durch starke Feuchtaufnahme, (Willi Bill) das Holz wird schnell weich, das Instrument spricht nicht mehr recht an.*

*Leinöl hat eine ähnliche Bauform der Moleküle wie Holz, zieht dadurch recht stark ins Holz. Durch die gute Benetzung wird die Holzfarbe angefeuert, vertieft sich. Dies ist der optische Anteil des Leinöles.*

*Wie ist der Klang einer unlackierten Geige?*

## **Rote Pigmente**

Auch Hypothesen über die Verwendung proteinhaltiger Materialien oder fossilen Bernsteins konnten nicht bestätigt werden. Dafür wurden rote Pigmente wie Eisenoxide sowie ein Anthrachinon-Farbstoff nachgewiesen. Dadurch sei eine Vielzahl von Farbnuancen für die Instrumente möglich gewesen.

Wissenschaftler sind seit Jahrzehnten dem Klang-Geheimnis der heute zum Teil millionenteuren Stradivari-Instrumente auf der Spur. Zuletzt durchleuchtete unter anderem ein Mediziner Stradivari-Geigen mit einem Computertomographen. Er fand heraus, dass in der Dichte des Holzes eine Erklärung für den einzigartigen Klang der Instrumente liegen könne.

Stradivari gilt als der berühmteste Geigenbauer aller Zeiten. Er fertigte im Laufe seines Lebens mehr als 1000 Saiteninstrumente an, von denen heute nach Schätzungen noch etwa 600 erhalten sind.

---

[http://www.empa.ch/plugin/template/empa\\*/86869](http://www.empa.ch/plugin/template/empa*/86869)

### **Empa-Geige übertrifft Stradivari**

Pilze verändern die Zellstruktur des Holzes, dadurch verringert sich die Dichte des Holzes, andererseits wird das Holz homogener. «Eine Pilzbehandlung verhilft der Geige, im Gegensatz zu einer Nichtbehandelten, zu einem wärmeren und runderen Klang», erklärt Francis Schwarze.

*Es wird auch vermutet, Stradivari habe über - (wegen der kleinen Eiszeit), sehr feinjähriges Holz verfügt, das durch den höheren Anteil des Spätholzes (Fichte) auch eine höhere Dichte hat, eine höhere Festigkeit, und in diesem festeren Holz liege das Geheimnis des schöneren Tones.*

*Geht man näher an die Baumgrenze, haben alle Hölzer immer feinere Jahrringe, bis sie nicht mehr gedeihen. Solche Hölzer gibt es auch heute noch.*

*Die mineralische Schicht, die in diesen Untersuchungen nicht gefunden wurde, aber in früheren Untersuchungen festgestellt wurde, ist Bestandteil der damaligen Lackiertechnik, (Polituren) und wird auch heute noch verwendet.*

*Null Geheimnis. So besehen, trägt auch diese mineralische Schicht, die durchaus vorhanden ist, zum Klangbild der Stradivaris bei. (dieses Mineral eignet sich auch zum polieren von Glas, ist sehr hart, dicht)*

*Hexerei hat Stradivari beim lackieren seiner Instrumente wohl kaum angewendet, ich gehe aber davon aus, dass die Lackierung einen äusserst starken Einfluss auf seine Instrumente hat.*

---

Besonders interessant ist die Tatsache, dass Borsäure von Stradivari 1645 zur Imprägnierung seiner Geigen gegen die damals problematischen Holzwürmer erfolgreich eingesetzt wurde. Das Borsäure in das Holz der Geige eindringt und so eine Klangverbesserung erzeugt, ist ein bis heute geschätzter Nebeneffekt.

Von Dr.-Ing. Ulrich Schöpf

<http://www.climacell.ch/Download/Climacell-Brandschutz.pdf>

20100503

*Borax ist wasserlöslich.*

*Die Einlagerung von mineralischen Elementen macht das Holz schwerer, bei gleichem Volumen, das wasserlösliche Mineral wird beim trocknen kristallisieren, diese Kristalle werden das Holz verstärken zb wie dies in Beton geschieht, so wird das Holz verändert, von biegeweich zu biegesteif. Schallenergie, die aufgezehrt wird, wird dadurch etwas weitergeleitet.*

*Wenn Stradivari seine Instrumente immer mit Borax imprägniert hat, vorbeugend gegen Wurmbefall, weil er ein gewissenhafter Handwerker war, Kollagenleime ein Anziehungspunkt für Wurmbefall sind, (die Fugen der Holzteile (Möbel) mit Warmleim geleimt sind) so hat er seine Hölzer dadurch etwas schwerer und auch biegesteifer gemacht. Etwas verfestigt. Diese Kristallverstärkung ein Teil des Geheimnisses von Stradivaris Instrumenten sein könnte.*

*Sand, Kies wird Schall kaum weiterleiten, ist Sand und Kies aber mit Wasser und Portlandzement gemischt, wird die Masse zu Beton kristallisieren, und Schallenergie enorm weit tragen.*

20110311

### **Schellack-Mattierung**

*Schellack – Bi-Wachs – Leinölfirnis - in Spiritus ansetzen.*

*oder*

*Cellulosehartgrund – Bi-Wachs – Leinölfirnis*

### **Schellack-Emulsion**

*Schellack in kochendem Wasser schmelzen und Borax zusetzen. (in einem Liter heissen Wasser, lösen sich 50g Borax)  
Ist auch zugleich Fungizid und Insektizid.*

*Borax ist basisch, (Boraxseife) der Schellack verbindet sich so mit Wasser.*

*Die Verwendung von Schellack-Emulsion hat einen Kostenvorteil, da das Lösungsmittel Wasser, statt Poliersprit ist. So lässt sich die Verwendung von Borax in Lacken erklären.*

---

Dübendorf, St. Gallen, Thun, 5. November 2008  
**Erster Auftritt der biotechnologisch behandelten Geige**

[http://www.empa.ch/plugin/template/empa/\\*/76854/---/l=1](http://www.empa.ch/plugin/template/empa/*/76854/---/l=1)

### **Stradivari-Klang dank Pilzbefall**

Ein Geigenbauer aus dem Aargau ist dem perfekten Klang einer Stradivari ein Stück näher gekommen. Dabei hatte er erstaunliche Helfer: Spezielle Pilze aus dem Labor von Empa-Fachmann Francis Schwarze sorgen dafür, dass sein Geigenholz ähnliche Eigenschaften aufweist wie das Material des italienischen Meisters. Am «Swiss Innovation Forum» in Basel ist zum ersten Mal ein Stradivari-Nachbau aus dem speziell behandelten Holz zu sehen.

Sie sieht aus wie eine echte, ehrwürdige Stradivari aus dem Jahr 1698. Trotzdem hat die Geige einen der begehrten Plätze bei der Innovationsmesse «Future Expo 2008» im Rahmen des «Swiss Innovation Forum» in Basel bekommen. Denn unter der Lackierung steckt Know-how: Dem Empa-Forscher Francis Schwarze ist es gelungen, Holz mit annähernd denselben Klangeigenschaften herzustellen, wie es dem italienischen Geigenbaumeister im 17. Jahrhundert zur Verfügung stand. Nach jahrelangen Versuchen ist in Basel zum ersten Mal eine Geige in der Öffentlichkeit zu sehen, bei der das speziell behandelte Holz verwendet wurde. «Sie hat eine sehr gute Ansprache, verfügt aber auch über ein enormes Volumen», sagt der Geigenbauer Michael Rhonheimer aus Baden im Aargau. «Ich bin überzeugt, dass die Holzbehandlung an der Empa eine klangliche Verbesserung gebracht hat.» Um zu diesem Ergebnis zu kommen, hat Empa-Fachmann Schwarze einen erstaunlichen Helfer rekrutiert: Holz zersetzende Pilze, genauer genommen den Pilz *Xylaria longipes*, einen Erreger der Weissfäule. Die Pilze treiben ihre Fäden tief ins Holz vom Bergahorn, das für die Bodenplatte der neuen Geige verwendet wurde, und nagen die Zellwände an ganz bestimmten Stellen an. So verringern sie die Holzdichte, was deutlich bessere Klangeigenschaften garantiert. Erstmals lässt

sich dieselbe Holzqualität erreichen wie in Stradivaris Werkstatt, wie akustische Messungen der Empa ergaben.

### **Pilzbefall statt Kleiner Eiszeit**

Antonio Stradivari wusste übrigens nichts von Holz zersetzenden Pilzen. Ihm kam seinerzeit die «Kleine Eiszeit» zu Hilfe. Von 1645 bis 1715 herrschten in Mitteleuropa aussergewöhnlich tiefe Temperaturen. Lange Winter und kühle Sommer sorgten dafür, dass die Bäume in den Südalpen nur langsam, dafür aber ziemlich gleichmässig wuchsen. Was für die Vegetation schlecht ist, ist für den Geigenbauer gut: Denn das Holz aus dieser Zeit des «Maunderminimums» hat gleichmässige, dünne Jahresringe und eine relativ geringe Dichte. Hervorragende Voraussetzungen für einen guten Klang.

*Als Jahresring oder Jahrring, früher auch Holzring, wird die im Querschnitt sichtbare, ringförmige Maserung des Holzes einer mehrjährigen Pflanze, insbesondere eines Baumes bezeichnet. Jahresringe entstehen nur dort, wo es durch die klimatischen Bedingungen zu einer vorübergehenden Ruhe der Teilungsaktivität des Kambiums kommt*  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Jahresring>

*Der weiche Jahrring, das Frühholz, wird in der warmen Jahreszeit, mit viel Licht gebildet.*

*Es bildet sich eine oft hellere Zuwachszone aus relativ lockerem Gewebe, das dem Baum den schnellen Transport von Wasser und Mineralien von der Wurzel in die Krone ermöglicht, um den Blattaustrieb und die Blütenbildung zu gewährleisten. Die Zellen im Frühholz sind dünnwandig und großlumig. Dadurch sind sie mechanisch nicht sehr fest.*  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Jahresring>

*Der dunkle, oder harte Jahrring wird in der kühleren Jahreszeit gebildet.*

*In der darauf folgenden Depositionsphase entstehen dickwandige kleinlumige Holzzellen, die wesentlich dichteres Gewebe bilden und hauptsächlich festigende Aufgaben übernehmen. Die oft dunklere Farbe dieses Spätholzes wird durch den höheren Anteil an Lignin in den Zellwänden verursacht.*  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Jahresring>

*So wird durch eine sehr kurze warme Jahreszeit, oder in Richtung Baumgrenze, im Gebirge, wenig Frühholz gebildet, aber mehr Spätholzanteil, dadurch steigt die Rohdichte, steigt die Biegesteifigkeit die Festigkeit in Bezug auf gleiches Volumen der gleichen Nadel-Holzart.*

*Die Ansicht, an diesem Empa-Bericht -*

*Holz aus dieser Zeit des «Maunderminimums» hat gleichmässige, dünne Jahresringe und eine relativ geringe Dichte*

*Diese Darstellung ist grundlegend falsch.*

*Es ist der stark reduzierte weiche Frühholzanteil in kühlen Jahren, oder im Gebirge, bei Nadelholz und der höhere Anteil an festem Spätholz, der die gleiche Holzart fester macht, bei gleichem Volumen. Nadelhölzer assimilieren auch bei kühleren Temperaturen, dadurch ist länger Zuwachs an Spätholz möglich solange der Baum nicht gefroren ist.*  
[Depositionsphase](#)

*Diese Depositionsphase ist beim Nadelholz länger als bei Laubholz – wenn die Blätter fallen ist die Assimilation beendet.*

Das Klima kann Francis Schwarze seinem Geigenholz zuliebe nicht ändern. Doch der Fachmann für

*Hier macht Francis Schwarze eine grundlegende Fehlüberlegung.*

Holzschutz fand nach langem Experimentieren endlich einen Pilz mit sehr speziellem Appetit: Er greift bestimmte Strukturen des Holzes an und lässt andere intakt. Dadurch ändert sich nur die Dichte, Biegesteifigkeit und Schallgeschwindigkeit aber bleiben erhalten.

«Heute ist der Unterschied zwischen dünnwandigen Frühholzzellen und dickwandigeren Spätholzzellen ausgeprägter als zu Stradivaris Zeiten. Unser Pilz greift gezielt die Zellwände der Spätholzzellen an. Dadurch verringert er einerseits die Dichte des Holzes, andererseits wird das Holz homogener», erklärt Schwarze. Damit ähnelt das Geigenholz nach dem gezielten Pilzbefall dem Material, mit dem der italienische Meister in seiner Werkstatt in Cremona arbeitete.

*Er lässt seinen Pilz den Spätholzanteil , der biegesteif ist, abbauen.  
Ein Witz?*

*Der Frühholzanteil ist im Vergleich zu Spätholz ja biegeweich.*

*Genial aber wäre: Schwarze lässt den Frühholzanteil durch seinen Pilz reduzieren.*

*Dies ist auch eher wahrscheinlich, denn Frühholz ist eher schwammig, ein Pilz wird zuerst diesen Anteil zersetzen.*

*Dadurch erhöht sich die Biegesteifigkeit des gleichen Brettes, die Schallenergie wird weniger gedämpft.*

*Wenn Stradivari Herstellungs-Geheimnisse hatte, wird Schwarze auch Geheimnisse haben, und so wird er ein wenig in die Irre führen.*

### **Aus Neu mach Alt**

Ausserdem sorgt die Pilzbehandlung dafür, dass das Holz älter aussieht. «Dadurch gewinnt die Ästhetik der Geige. Das Holz darf nicht neu aussehen, das ist für Geigenbauer enorm wichtig», sagt Schwarze. Das bestätigt auch Michael Rhonheimer. Und lobt weitere Eigenschaften der neuen Geige: «Sie spielt sich sehr gut und sehr einfach.» Jeder gewünschte Klang lasse sich ohne Widerstand aus dem Instrument hervorlocken – was bei anderen neuen Instrumenten mitunter schwerer fällt. «Für mich liegt die Verbesserung durch das behandelte Holz klar auf der Hand.» Beim aktuellen Modell wurden Schwarzes Pilze auf das Ahornholz des Geigenbodens angesetzt. Im nächsten Schritt soll eine komplette Violine aus dem speziellen Holz entstehen. Für die Behandlung des Geigendeckels sind allerdings andere Pilze zuständig, denn hierfür wird Fichtenholz verwendet. «Ich bin schon sehr gespannt, ob sich in der akustischen Leistung Unterschiede zwischen unserer neuen Geige und einer echten Stradivari ergeben», sagt Schwarze. Fachleute sollen die beiden Violinen in einem «Blindtest» vergleichen.

### **Biotech-Holz, eine Revolution in der Geigenbaukunst**

Die Instrumente des italienischen Geigenbauers Antonio Giacomo Stradivari gelten in Sachen Qualität immer noch als unerreicht. Für ein einziges Exemplar geben Liebhaber Beträge in Millionenhöhe aus. Stradivari selber wusste nichts von Holz zersetzenden Pilzen, ihm kam seinerzeit die «Kleine Eiszeit», die von 1645 bis 1715 herrschte, zu Hilfe. In Mitteleuropa herrschten damals lange Winter und kühle Sommer. Dadurch wuchs das Holz nur sehr langsam und gleichmässig, was als ideale Voraussetzung für gutes Klangholz gilt.

Horst Heger vom städtischen Konservatorium Osnabrück ist überzeugt, dass der Erfolg der «Pilzgeige» einer Revolution in der Musikszene gleichkommt: «Zukünftig werden sich auch

Nachwuchstalente eine Geige mit der Klangqualität einer sündhaft teuren Stradivari leisten können». Nach seiner Meinung liegt in der Holzqualität der bedeutendste Faktor für die Klangqualität der Geigen. Dies bestätigt nun auch das Ergebnis des Osnabrücker Blindversuchs. Die Pilze verändern die Zellstruktur des Holzes, dadurch verringert sich die Dichte des Holzes, andererseits wird das Holz homogener. «Eine Pilzbehandlung verhilft der Geige, im Gegensatz zu einer Nichtbehandelten, zu einem wärmeren und runderen Klang», erklärt Francis Schwarze.

<http://www.empa.ch/plugin/template/empa/1198/86862/---/l=1>

---

## Klangqualität liegt nicht am Lack

Von Thomas Kohler. Aktualisiert am 08.12.2009

<http://www.bernerzeitung.ch/wissen/technik/Klangqualitaet-liegt-nicht-am-Lack/story/21636711>

Viele Geigenexperten vermuten, der gute Klang der Instrumente von Stradivari sei im Lack begründet. Dies ist offenbar falsch.

Viele Geigensammler, Geigenbauer und andere Experten für Streichinstrumente glauben, der besonders schöne Ton der Geigen, Bratschen und Celli des berühmten Geigenbauers Antonio Giacomo Stradivari (1644– 1737) sei unter anderem durch einen geheimnisvollen Lack des Meisters aus Cremona entstanden.

Seit dem Tod des italienischen Geigenmeisters vor 272 Jahren rankten sich unzählige Legenden um seine Lacke. Dem setzt die Arbeit eines internationalen Forscherteams unter der Leitung des französischen Chemikers Jean-Philippe Echard nun wohl ein Ende. Echard ist Leiter des Labors für Forschung und Restauration im Pariser Musikmuseum. Dies ermöglichte es ihm, Holz- und Lackproben der fünf Stradivari-Geigen aus der Sammlung des Museums zu entnehmen. Es handelt sich dabei um die Geigen «Davidoff» von 1708, «Tua» aus dem gleichen Jahr, «Longuet» (um 1692), «Provigny» (1716) und «Sarasate» (1724). Die Holz- und Lackproben waren von der Grösse eines Grieskorns. Grösser durften sie nicht sein: Der Wert der Instrumente liegt bei gut drei Millionen Franken – pro Geige.

Die winzigen Proben liess Jean-Philippe Echard von französischen und deutschen Forschern untersuchen – unter anderem auch im Infrarotlicht des leistungsfähigen französischen Soleil-Synchrotrons. Dabei stellten die Wissenschaftler fest, dass Stradivari jeweils zwei sehr dünne Schichten aufgetragen hatte. «Analysen mit Hilfe der Gaschromatografie und der Spektrometrie zeigten, dass es sich bei der ersten Schicht um einen simplen Ölfirnis handelt, wie ihn Kunstmaler damals benützten», sagt Echard.

### Schöner, nicht besser

Auch die obere Lackschicht bestand aus Firnis – vermengt mit Pinienharz und diversen roten Farbstoffen – von Eisenoxidpigmenten bis zu Karminrot auf der Basis von Schildläusen. Jean-Philippe Echard: «Diese Pigmente benützte Stradivari allerdings nicht, um den Klang seiner Instrumente zu verbessern, sondern lediglich aus ästhetischen Gründen. Er

liebte den leichten Rotton seiner Geigen.»

Echards Studie bestärkt die Holzfraktion unter den Stradivari-Wissenschaftlern. Diese Forscher sind überzeugt, der spezielle Ton der Stradivaris entstehe auf Grund des dichten Fichtenholzes der Decke der Instrumente. Dieses Holz mit den engmaschigen Jahresringen wuchs in der sogenannten Kleinen Eiszeit, die zu Lebzeiten Stradivaris herrschte und auch in Norditalien für Kälte sorgte.

### **Stradivari übertroffen**

Zur Holzfraktion gehört auch der Empa-Forscher Francis Schwarze. Er entdeckte, dass Pilzbefall ähnlich dichtes Fichtenholz ergibt. Schwarze beauftragte den Geigenbauer Michael Rhonheimer in Baden AG, eine Geige aus dem Biotechholz zu bauen – und liess das Instrument in einem Blindtest gegen eine echte Stradivari antreten. Mit Erfolg: Den meisten Experten gefielen die Klänge der Empa-Geige besser als die der Stradivari.

<http://www.bernerzeitung.ch/wissen/technik/Klangqualitaet-liegt-nicht-am-Lack/story/21636711>

20100503

*In diesem Artikel wird allerdings nicht dargestellt, ob die Geige von Michael Rhonheimer lackiert, oder in rohem, unlackiertem Zustand getestet wurde. So besehen, ist die Annahme, die Klangqualität sei nicht vom Lack abhängig, etwas weit hergeholt.*

---

## **Richtig Ölen**

von Martin Schöttle in "Rohrblatt"

Das Original dieses Artikels ist zu finden unter

[http://www.clarissono.de/CS\\_Archiv/01Ertrunken.html](http://www.clarissono.de/CS_Archiv/01Ertrunken.html)

Die Kopie auf dieser Seite besteht nur, damit man ihn auch dann noch lesen kann, falls die Datei dort nicht zu finden ist. Ein Besuch auf [www.clarissono.de](http://www.clarissono.de) ist in jedem Fall zu empfehlen.

## **Ertrunken im Öl - vom Tod des Tons**

### **Diverse Meinungen**

Es sind nicht gerade wenige Holzblasinstrumentenbauer, die die Meinung vertreten, dass die Korpora von Oboen und Klarinetten gelegentlich ein Öl-Vollbad brauchen. Bei der Generalüberholung wird das Instrument vollständig zerlegt, alle Korken werden heruntergeschabt, die Polster entfernt; dann wandern die Mechanikteile ins Silberglanzbad, die (hölzernen) Korpusteile ins Ölbad. Die Dauer dieses Ölbadens variiert von wenigen Tagen bis zu etwa zwei Wochen. Andere Instrumentenbauer schelten über diese Vorgehensweise. Und sie geben auch Gründe an, weshalb ein Öl-Vollbad (ihrer Ansicht nach) keinen Sinn macht. Ja, sie gehen unter Umständen gar so weit, zu sagen, es schade dem Klang der Instrumente. Der Ton ertrinke förmlich im Öl. Was stimmt nun wirklich?

Diese Frage zu beantworten, braucht ein wenig Zeit. Wie immer gibt es auf beiden Seiten der widerstreitenden Parteien gute Argumente. Wenden wir uns zuerst der grundlegenden Frage

zu:

### **Wozu das Ölen des Holzes gut sein sollte**

Holz ist ein lebendiger Werkstoff, der u.a. aus verschiedenen organischen Substanzen und zahlreichen Mineralien besteht. Neben diesen ist das in den Zellen und im Zellzwischenraum gebundene Wasser ein wichtiger Bestandteil. Bevor Tonholz (gleich welcher Holzart) zu Blasinstrumenten verarbeitet werden kann, muss es deshalb vorgetrocknet werden. Dies geschieht entweder durch langjährige Lagerung (erst im Freien, später in speziellen Trockenräumen oder durch künstliche Trocknung in computergesteuerten Trockenkammern. Dabei verringert sich der Anteil des freien und zellgebundenen Wassers im Holz, so dass dieses schwindet (schrumpft). Ziel des Trocknens ist es, die Feuchtigkeit des Holzes auf einen praktikablen, später möglichst konstant zu haltenden Wert einzustellen.

- Zu frisches und feuchtes Holz würde weiter schwinden, die aufgesetzte Mechanik der Instrumente unter Spannung setzen. Klemmende Klappen und Risse im Holz könnten die Folge sein.
- Zu trockenes Holz könnte unter dem Atem des Bläasers wieder zu quellen beginnen. Es bestünde so die Gefahr festsitzender Zapfen, klappernder Röhrchen (bei sogenannten Quersäulchen, die sich unter dem Quellen des Holzes weiter voneinander entfernen), und möglicherweise entstehen ebenfalls Spannungsrisse.

Hier ist nun die einzig wichtige Bedeutung des Öls zu finden:

*Es soll einen zu raschen Feuchtigkeitswechsel im Holz verhindern oder zumindest in Grenzen halten. Ohne Zweifel ist es also sinnvoll, das Holz nach dem Trocknen vor einem erneuten, übermäßigen Eindringen der Feuchtigkeit zu schützen.*

Was also sollte deshalb am Ölbad falsch sein? Um diese Frage beantworten zu können, müssen wir noch mehr über das Öl und seine Auswirkungen erfahren.

### **Aus der Perspektive eines Holzwurms**

Bisher standen wir bei der Betrachtung unseres Problems irgendwie "draußen". Folgen Sie mir deshalb doch einfach mal ins Innere unseres Instrumentes, fühlen Sie sich in das Holz hinein, betrachten Sie es sozusagen von innen, aus der Perspektive eines Holzwurms. Dieser mikroskopisch klein gedachte "Holzwurm" fühlt sich recht wohl im Innern *seines* Instrumentes (vor allem wenn Mozart darauf gespielt wird!). Und er genießt über alle Maßen die angenehmen Vibrationen, die erst den Körper des Instrumentes und dann seinen eigenen durchlaufen. In den wahren Genuss dieses erhebenden Gefühls aber kommt unser kleiner Holzwurm nur, wenn er seinen Kopf ganz fest gegen die Zellwände preßt, sich mit Händen und Füßen so richtig verkeilt, so dass alle Vibrationen auf seine Schädeldecke und seinen Körper übergehen können. Erst dann "swingt" er so richtig mit. Versäumt er es aber, sich zwischen den Zellwänden festzuklemmen, so wird er von den Schwingungen der ihn umgebenden Klangwelt hin und her geschüttelt, so dass er am Ende Kopfweg und Gliedersausen

davon bekommt, selbst bei Musik von Mozart.

Stellen Sie sich nun einen winzigen Öltropfen vor. Ihm ergeht es genauso.

Da er in sich keinerlei Festigkeit hat und auch keine starre Verbindung zu seiner Umgebung, kann er die Vibrationen des ihn umhüllenden Festkörpers nicht mitmachen. Durch sein träges, chaotisches Hin- und Hergeworfenwerden funktioniert er wie ein kleiner Stoßdämpfer. Er nimmt Schwingungsenergie auf und vernichtet sie in der Reibung mit den ihm umgebenden Zellwänden. Vor allem den ganz hohen Frequenzen vermag unser Öltropfen nicht zu folgen. Die verschluckt er ganz einfach. Und so kommt es, wie es kommen muss. Die Summe aller Ölquäntchen - gleich welcher Größe - innerhalb des hölzernen Instrumentenkörpers absorbiert nennenswerte Mengen der Schallenergie, vorwiegend in den höheren Frequenzen (d.h. in den höheren Obertönen). Das Ergebnis ist zu hören, zumindest für den, der feine Ohren hat: Die Instrumente wirken wesentlich dumpfer (manche benutzen auch den Euphemismus "dunkler") als noch vor dem Ölen.

### Im Wesentlichen nichts Neues

Manchen Instrumentenbauern sind diese Details bekannt. Eine weithin bekannte Holzblasinstrumentenbaufirma verfährt zum Beispiel folgendermaßen:

Das Holz wird acht Jahre lang im Freien gelagert (jedenfalls war das einst so gewesen). Dann kommt es in einen großen Unterdruckkessel, in welchem der atmosphärische Druck ziemlich weit herabgesetzt wird, so dass alle flüchtigen Bestandteile dem Holz entzogen werden, u.a. eben auch das Wasser in Form von Wasserdampf. Die Kammern mit dem derart ausgesaugten Holz darin werden dann mit Leinöl geflutet. Das Holz saugt sich wie ein Schwamm richtiggehend voll.

Jetzt bleibt das Holz zwei weitere Jahre liegen (jedenfalls war das einmal so, womit ich sagen will, dass es heute vielleicht anders ist...) und wird dann erst aufgebohrt und in Holzblasinstrumente verwandelt.

Von dieserart hergestellten Instrumenten weiß man, dass sie zunächst nicht richtig "losgehen", im Laufe der Jahre aber klanglich immer besser werden. Der Ton wird nach und nach freier und freier. Was geschieht da? Sollte es nicht möglich sein, Instrumente vom ersten Anfang an voll zum Klingen zu bringen?

### Ölige Einzelheiten

Hier ist es Zeit, einiges mehr über die Öle zu sagen. Unterschieden wird zunächst in zwei große Hauptgruppen von Ölen, die miteinander nur durch ihren gemeinsamen Namen

20110311

*Betr. Klang der Stradivari-Geigen gibt es offensichtlich zwei Ansichten. Die eine Ansicht geht davon aus, dass hohe Biegefestigkeit des Holzes den Klang der Violine vorteilhaft beeinflusst.*

*Dieser Ansicht war wohl auch Stradivari, und hat feinjähriges, biegesteifes Fichtenholz hoher Dichte, für seine Instrumente verwendet.*

*Die andere Ansicht geht in Bezug auf das Holz davon aus, dass geringe Dichte, Holz das biegeweich ist, den Stradivari-klang des Instrumentes erzeugen?*

*Martin Schöttle hat die Erfahrung gemacht, dass sein Instrument nennenswerte Mengen der Schallenergie absorbiert, vorwiegend in den höheren Frequenzen (d.h. in den höheren Obertönen) wenn es **biegeweich** ist, zb. mit Feuchtigkeit getränkt durch Öl oder Wasser, es klingt dunkel.*

*Wenn das Öl aber ausgehärtet ist, ist sein Instrument wieder **biegesteif**, klingt wieder hell. (Was mit Sikkativen, (Sikkative, sind Stoffe, die ölhaltigen Farben und Lacken zugesetzt werden, um die Aushärtung zu beschleunigen) sehr viel schneller passiert.)*

verwandt, chemisch gesehen aber sehr verschieden sind

### **A) Mineralische Öle**

Diese sind Gemische aus Kohlenwasserstoffen mit 8 bis 20 Kohlenstoffatomen und Hauptbestandteil des Erdöls. Aus diesen Ölen werden nahezu alle Kraftstoffe (Diesel, Benzin) und Schmierstoffe (z.B. Motorenöl) gewonnen.

### **B) Organische (pflanzliche oder tierische) Öle**

Diese sind, chemisch ausgedrückt, Glycerinester gesättigter und ungesättigter Carbonsäuren (Triglyceride).

Diese Öle der zweiten Art sind so etwas wie "flüssige Fette". Da das Interesse des Holzblasinstrumentenmachers vor allem dieser Art organischer Öle gelten sollte, möchte ich hier noch etwas ausführlicher werden.

An einem Glycerinmolekül hängen drei Fettsäuren, von denen es eine ganze Menge verschiedener in der Natur gibt. Man unterscheidet

1. gesättigte Fettsäuren (mit lauter Einfachbindungen zwischen den Kohlenstoff-(C)-Atomen - die Gruppe (1) und ungesättigte Fettsäuren, wie zum Beispiel die Ölsäure, die Linolsäure und die Linolensäure - siehe obige Abbildung die Gruppen bei (2).

"Ungesättigt" heißen diese Fettsäuren, weil sie aufgrund ihrer Doppelbindungen zwischen den Kohlenstoff-(C-)Atomen noch nicht vollständig mit Wasserstoff-(H-)Atomen abgesättigt sind.

Und auf diese ungesättigten Fettsäuren kommt es im wesentlichen an. Doppelbindungen sind - entgegen der Erwartung des Laien - sehr viel weniger stabil als Einfachbindungen und werden relativ leicht "oxidiert", z.B. durch Sauerstoff. Begünstigt wird dieser Prozeß noch durch die Einwirkung von Licht (vor allem UV). Bei dieser Oxidation entstehen Querverbindungen zwischen einzelnen Öl-Molekülen. Sie vernetzen in allen drei Dimensionen des Raumes untereinander und bilden dadurch riesige Makromoleküle. Die sind nun nicht länger flüssig oder weich, sondern werden mit zunehmender Vernetzung immer zäher, härter und chemisch inerte (reaktionsärmer). Diesen Prozess, der für alle im Holzblasinstrumentenbau zu verwendenden Öle wichtig wäre, nennt man meistens - etwas ungenau -

### **Die Verharzung**

des Öles. Der schwer exakt zu bestimmende Begriff "Verharzung" wird in diesem Zusammenhang für die Bezeichnung eines Prozesses genutzt, den man besser "Trocknung" nennen würde. Alle Öle, die viel ungesättigte Fettsäuren enthalten, werden über kurz oder lang verharzen (trocknen).

Sie erinnern sich sicherlich an die klebrigen Reste am Hals ihrer Salatölflasche, oder nicht? Bestimmte Öle verharzen schneller als andere. Manche tun das allerdings nie, unter Garantie. Traurig ist es, wenn eben diese zwar geruchsfreundlichen aber

“nichttrocknenden” Öle zum Schutz von Holzblasinstrumenten angewendet werden, wie dies immer wieder mangels besseren Wissens geschieht. Zu diesen wenig nützlichen Ölsorten gehören sämtliche Paraffinöle aus der eingangs genannten ersten Hauptgruppe der Öle, den mineralischen Ölen. Die Hersteller und Verreiber solcher Produkte mögen es mir verzeihen, wenn ich vom Gebrauch dieser Öle im Instrumentenbau abrate. Sie geben zwar dem Holz einen gewissen Schutz vor Feuchtigkeit, sind aber unter klanglichen Aspekten weniger gut geeignet. Auch halten sich diese Öle nicht lange in den Poren des Holzes, da viele ihrer Bestandteile flüchtig sind oder vom Kondenswasser ausgewaschen werden können.

Liest man in alten Büchern nach (aus Zeiten vor der Nutzung des Erdöls also), so findet man dort fast ausschließlich das Leinöl erwähnt. Viele Jahrzehnte und bald Jahrhunderte lang hat man dieses billig aus Flachs zu gewinnende und reichlich vorhandene Öl für alle möglichen Holz-Veredelungs-Zwecke verwendet. Auch findet man in diesen Büchern bereits Erwähnung, dass dieses Leinöl bald zu verbrauchen sei, wegen des sich schnell einstellenden, unangenehmen (“ranzigen”) Geruchs. Dieser entsteht durch die Spaltung der Öle in seine Bestandteile, darunter einige geruchsintensive mehrfachungesättigte Fettsäuren (Trangeruch). Den meisten ist Leinöl allerdings nur in der modifizierten Form des “Firmis” bekannt. Dieses besteht aus mit Metalloxiden (Cobalt, Mangan, Blei, Cadmium) verkochtem Leinöl. Eben jener (Schwer)Metallgehalt im Leinölfirmis lässt jedoch von der Verwendung abraten. Für die Zwecke, die wir im Auge haben, verwendet man deshalb lieber das native, kaltgepresste, frische Leinöl.

Außer Leinöl gibt es mindestens ein weiteres, gleichwertiges Holzblasinstrumententaugliches Öl, das ist das Hanföl, welches aufgrund dubioser Hanf-Anbauverbote lange Jahre nicht zu erhalten war, jetzt aber wieder den Markt erobert. Auf der Suche nach “der am besten geeigneten Ölmischung für unsere Instrumente” gibt es noch ein weiteres Kriterium zu beachten.

Ohne Luft geht nichts! Wie man in den vergangenen Abschnitten einige Male lesen konnte, spielt im klanglich so wichtigen Trocknungsprozeß der Sauerstoff eine große Rolle. Das deutet darauf hin, dass das Hineinlegen in ein Ölbad (und sei es ein Leinölbad) nicht optimal sein kann. Wieder aus der Sicht des Holzwurmes läßt sich sagen, das Öl muss in Form eines ultradünnen Filmes alle Innenwandungen überziehen, so dass durch die Holzporen noch immer Luftsauerstoff hinzutreten kann, um die Oxidation und damit die Verharzung in Gang zu setzen.

Wie nun bringe ich das Öl in die Tiefe des Holzes, ohne zugleich alle Poren mit ebendemselben Öl zu verstopfen? Lösungs-Mittel Citrusterpen ist hier die Lösung, im wahrsten Sinne des Wortes. Citrusterpen ist ein natürliches, leicht flüchtiges (und Vorsicht: leicht entzündliches) Lösungsmittel und wird aus pflanzlichen, ätherischen Ölen gewonnen. Es bringt sozusagen die Lösung unseres Problems mit sich. Als extrem dünnflüssige Trägersubstanz dringt es tief ins Holz ein, nimmt dabei (entsprechend der Verdünnung) die Öligen Bestandteile mit, welche nach dem Abdampfen des Lösungsmittel als hauchdünner Äceberzug auf allen äußeren und inneren

*Eigene Erfahrung:  
Holz, mit Leinölfirmis imprägniert, sind nach längerer Zeit, ca 2  
Jahre, unter Einfluss starker Erwärmung, Sonnenstrahlung,  
kleine Tröpfchen von Leinöl wieder ausgetreten.*

*Das Öl härtet nicht aus, wegen fehlendem Sauerstoff.*

Oberflächen zurückbleiben.

Nach dem Verschwinden des Lösungsmittels sind die Poren und Kanäle bis ins Innere des Holzes wieder frei und lassen einzelne Luftmoleküle passieren. Der Oxidation und Verharzung steht nichts mehr im Wege. Selbst tiefer gelegene Holzfasern werden im Laufe der Jahre vom Öl erreicht und können verharzen. Im Idealfall sollte die Harzoberfläche so hart und widerstandsfähig werden wie Bernstein (wohl das bekannteste Harz). Auf der Innenseite der Instrumente (in der Bohrung) bewirken die Ölig-harzigen Bestandteile ein gutes Abfließen des Kondenswassers und verhindern das schwammige Aufgetriebenwerden der Holzwandung.

Auch Zeit und Geduld sind wichtige Werkzeuge Natürlich braucht der Verharzungsvorgang Zeit. Er kann durch die Hinzugabe oberflächenvergrößernder Mineralien oder bestimmter Trockensubstanzen beschleunigt werden (s.o.). So lautet eine durchaus geeignete Mischung für unser Holzblasinstrumentenöl: Leinöl + Hanföl (alle kaltgepresst) + Citrusterpen + Quarz + Geduld. Regelmäßiges Aufbringen geringer Mengen dieser Ölmischung führt im Laufe von Monaten und Jahren zu einem feuchtigkeitsresistenten Holz, welches jedoch zu keiner Zeit mit großen Mengen resonanzdämpfender, Öligter Bestandteile befrachtet ist, und nach geraumer Zeit zu einem durch und durch ausgeharzten, klangkräftigen weil obertonreichen Instrumentenkörper führt. Dies bedeutet eben auch, dass jedes Instrumentenholz zu Anfang noch recht empfindlich ist und dementsprechend vorsichtig behandelt werden muss. Die maximale Oberflächengüte des Holzes ist sicher erst nach einigen Jahren erreicht. So sollte jedes Instrument in seinen Kindheits- und Jugendjahren regelmäßig geölt werden.

### **Der Ölvorgang**

Das Aufbringen selbst geschieht zweckmäßigerweise mit alten aber fusselreien Baumwoll-Lappen, die in die Ölmischung getaucht und dann durch das Instrument hindurchgezogen werden (am besten mit einem Alu-Flötenwischstab). Nach circa einer Viertelstunde muss zuviel aufgebracht Öl (welches noch nicht vom Holz aufgesaugt werden konnte) wieder mit einem weiteren, trockenen Lappchen entfernt werden. Alle Lappen und Lappenreste, die mit dem Öl in Berührung gekommen waren, sollten in nicht brennbaren Gefäßen eingeschlossen werden oder an der Luft ausgebreitet getrocknet werden. Sie sind zwar nicht giftig (im Gegenteil: Kaltgepresstes Lein- und Hanföl können Sie auch zur Herstellung Ihrer Salatsoße benutzen), aber in Verbindung mit Cellulosefasern (Baumwolle) leicht selbstentzündlich.

Die Innenbohrung eines relativ neuen Instrumentes empfehle ich etwa alle zwei bis drei Monate zu Ölen; wenn das Instrument nach und nach älter wird, dann ist es immer seltener zu Ölen, bis hin zu Jahresabständen. Auf der Außenseite genügt es, einmal pro Jahr (bei der Generalüberholung z.B.) das Holz oberflächlich satt mit der Ölmischung einzureiben, und wie oben erwähnt, eine Viertelstunde später wieder trocken-zupolieren. Dabei werden auch alte und schmierige Verkrustungen (Handfett und -Schweiß), die vom Öl angelöst wurden, gründlich entfernt. Achtung! Das Öl soll nicht in die Bohrungen der Böcke gelangen. Dort würde es unweigerlich zu kleben beginnen.

Selbstverständlich gab es auch schon unzählige Versuche, die Instrumente durch

### **Lackieren**

vor allen Gefahren der Feuchtigkeit zu schützen. In jenen Fällen, da ausschließlich die Innenbohrung lackiert wurde (meist mit Zweikomponenten- Kunstharzlacken) hat man durchaus beachtliche Erfolge erzielt, auch in klanglicher Hinsicht. Leider ist selbst die beste Innenlackierung nicht ewig haltbar. Die Feuchtigkeit dringt vor allem am Stirnholz (in den Herzen und an den Zapfenenden sowie in den Tonlochkaminen) ins Holz, unterwandert nach und nach die Lackoberfläche, was zu Fäulnis oder zum Abplatzen der Lackschichten führen kann. Die Innenbohrung sieht dann nach mehr als zehn Jahren wie angefressen aus. Dies deckt sich nicht unbedingt mit der Idealvorstellung einer spiegelglänzend glatten Innenbohrung. (Lackierungen auf der Außenseite der Instrumente haben fast immer die Funktion, kleinere Fehler im Holz zu überdecken, da vor allem aus wirtschaftlichen Gründen bei preisgünstigeren Instrumenten nicht nur absolut fehlerfreies Holz verwendet werden kann. Dies sei nur der Vollständigkeit halber erwähnt.) Und falls jetzt noch jemand Fragen hat zur Geruchsbelästigung: Diese Ölmischung riecht in erster Linie nach Zitronen und Orangen und kann jeden Bläser in Höchststimmung versetzen. Meinen Sie nicht auch, dies könnte der Musik zuträglich sein?

### **Nachbemerkung:**

Wer sich die oben genannte Ölmischung selbst herstellen möchte, denke daran, immer nur kleine Mengen (im Reformhaus oder Naturkostladen) einzukaufen, weil das Öl schnell altert (verharzt). In dunklen Flaschen hält sich das Gemisch - luftdicht verschlossen - einige Monate. Einmal angebrochen sollte es zügig aufgearbeitet werden.

Es läßt sich ja durchaus auch zur Pflege von Möbeln oder Holzfußböden verwenden.

[Martin Schöttle](#),

Artikel für die Zeitschrift "rohrblatt", Juli 1998

---

### **Klangforschung: Das Geheimnis der Stradivari**

<http://www.geo.de/GEO/kultur/gesellschaft/424.html?p=1>

Unnachahmlich - so beschreiben Geigenvirtuosen den Klang der Violinen, die Antonio Stradivari vor 300 Jahren fertigte. Und bezahlen horrenden Preise dafür. Ein Forscher aus Texas will das Geheimnis gelöst haben und bietet Spitzenviolinen zum Niedrigpreis an. Er ist Chemiker und behauptet, Violinen bauen zu können, die Stradivaris Instrumenten klanglich in nichts nachstehen. Doch wer sich einen Vergleich mit dem großen Meister der Geigenbaukunst zutraut, den bedenken die Leute vom Fach mit Misstrauen: Geigenbauer und -händler betrachten Joseph Nagyvary von der A&M University in Texas als Eindringling in ein Metier, das vom Mythos des Einzigartigen

lebt.

Antonio Stradivari, vermutlich 1644 in Cremona geboren, hat die Geigenbau-Tradition seiner Heimatstadt weltberühmt gemacht. Als Schüler des ebenfalls genialen Meisters Nicola Amati hat er nicht nur die Form der Violine perfektioniert: Seine Instrumente sind auch durch ihr besonderes Timbre und die Tragfähigkeit des Tons von einer Qualität, die bis heute nie wieder erreicht worden ist: Nur die Geigen seines Zeitgenossen Giuseppe Guarneri können es an Klangschönheit mit einer "Stradivari" aufnehmen.

Stradivari soll in seinem Leben etwa 1100 Instrumente gebaut haben. Davon waren Anfang des 20. Jh. nur noch etwa 540 Violinen, 50 Violoncelli und zwölf Bratschen bekannt; etwa 200 weitere Instrumente wurden seitdem von Experten dem Werk Stradivaris zugeschlagen.

Der Preis der raren Instrumente - die besten Exemplare sind mehrere Millionen Mark wert - steigt weiter durch deren Unnachahmlichkeit: Denn das "Rezept", so vermutet man, hat Stradivari mit ins Grab genommen. Umso provozierender für die Geigenhändler ist es, dass der vorgebliche Nachahmer Nagyvary seine Instrumente zum Stückpreis von lediglich 10000 bis 30000 Mark anbietet. Das unterläuft selbst den Marktwert moderner Geigen: Auch für diese bezahlen Berufsmusiker gut und gerne bis zu 100 000 Mark.

Doch unzählige Experimente haben den Naturwissenschaftler Nagyvary, der sich auch zum Geigenbauer ausbilden ließ, in seiner Vermutung bestätigt, dass das Geheimnis der Stradivari-Geigen weniger in der handwerklichen Kunstfertigkeit des Meisters liegt als vielmehr in der Beschaffenheit des Materials, das er verwendet hat.

Das Monopol für den Holzhandel der ganzen Region lag damals bei den Venezianern. Die Baumstämme dümpelten mitunter monatelang nach dem Flößen im Brackwasser der Lagune und nahmen dabei neben einigen Mineralien auch Salze auf - laut Nagyvary eine wichtige Ausgangsbasis für das spätere gute Klangvermögen des Holzes.

**Dass die Qualität von Instrumenten etwa aus Venedig trotzdem weit niedriger ist, führt Nagyvary darauf zurück, dass damals in der Gegend um Cremona eine besondere Art der Holzbehandlung üblich gewesen sein muss. So geht er davon aus, dass Stradivari einen speziellen Porenfüller für das Holz verwendet hat. Dessen Aufgabe bestand zwar in erster Linie darin, als Grundierung für die Politur zu dienen und ferner das Holz vor Bakterien, Pilzen und anderen Schädlingen zu schützen; doch "nebenbei" mag gerade diese Behandlung die Schwingfähigkeit des Holzes und die Brillanz des Tones im Bereich von 2000-4000 Hz entscheidend verbessert haben.**

<http://de.wikipedia.org/wiki/Schellackpolitur>

Die Geschichte der Schellackpolitur in der Möbelherstellung beginnt etwa zu Anfang des 19. Jahrhunderts in Frankreich. Sie wird schnell als die bevorzugte Oberflächenbehandlung feiner Möbelstücke akzeptiert und verbreitet sich umgehend über Großbritannien und den Rest Europas. Sie löste die bis dahin verwendete Wachspolitur ab. Mit Entwicklung des Nitrolacks in

*Der Gedanke der Verwendung von Bimssteinpulver als Porenfüller bei einer Violine ist etwas weit hergeholt, da eine Violine aus Fichtenholz und Ahorn gebaut ist, Nadelhölzer keine Poren haben, Ahorn, zerstreutporig ist, nur allerfeinste Poren zeigt, die mit Schellack gefüllt werden können, beim Austrocknen die Poren nur sehr wenig einfallen, mit den nächsten Lack-Schichten gefüllt werden.*

*Da Stradivari das Holz seiner Instrumente wohl mit Bimsstein (Vulkanasche) und oder Katzenschwanz geschliffen und poliert hat, werden mit den heutigen Nachweismethoden immer Spuren dieser Materialien auf diesen Instrumenten zu finden sein.*

*Bimssteinpulver als Poliermittel auch heute beim Aufpolieren einer antiken Lackierung sehr gut geeignet ist.*

*Der wirkliche Ebenist seinen Lack selber ansetzt, da Wissensvorteil wirtschaftlichen Erfolg bedeutet.*

den Zwanziger Jahren des 20. Jahrhunderts geht die Bedeutung der Schellackpolitur in der Möbelherstellung schnell zurück. Heute trifft man auf sie hauptsächlich noch bei der Restaurierung von antiken Möbeln und Musikinstrumenten. Die Hersteller einiger teurer Saiteninstrumente bevorzugen heutzutage immer noch Schellackpolituren gegenüber den synthetischen Lacken.

Ein bewusstes Patent habe es in diesem Sinne also nie gegeben, behauptet Nagyvary. Den größten Verdienst schreibt er dem örtlichen Apotheker zu, der wahrscheinlich die Stoffe für die Behandlung des Rohbaus zubereitet habe: "Die Herstellung des Porenfüllers und des Lacks war zu kompliziert, als dass die Geigenbauer ohne fachkundige Hilfe damit zurechtgekommen wären." Wesentliche Bestandteile waren Nagyvary zufolge Polysaccharide in Verbindung mit Borax-Salzen, welche "die Zuckermoleküle zu einem Netz verweben".

Den Lack, der dem Instrument am Ende der Prozedur seine individuelle Färbung verleiht, hält Nagyvary im Vergleich zum Porenfüller für sekundär: Bei den alten Instrumenten sei er im Lauf der Zeit ohnehin größtenteils abgeblättert - "was an der Oberfläche glänzt, ist unwichtig".

Nagyvary ist in Ungarn mit Geigenmusik aufgewachsen, seinen ersten Unterricht erhielt er als Kind von einem Zigeuner. Als er in den fünfziger Jahren Chemie in Zürich studierte, nahm er wieder Geigenstunden und übte auf einem alten italienischen Instrument, das einmal Albert Einstein gehört hat. Er liebte sich andere Instrumente, auch die Stradivari eines Konzertmeisters. Der klangliche Vergleich faszinierte ihn immer mehr. Mit mehreren Reisen nach Cremona begannen, zunächst privat, seine eigenen Studien zum Geigenbau. Seit 1984 forscht der heute 66-Jährige professionell als Chemiker auf diesem Gebiet.

Die Herstellung eines einzigen Instruments dauert in Nagyvarys Werkstatt mindestens ein Jahr. Sein Kollege Chen Guang Yue übernimmt den handwerklichen Teil, Nagyvary kümmert sich anschließend um die chemische Behandlung des Rohbaus. Mit einem speziellen Analysegerät wird schließlich mit aufwendigen Verfahren die Tonqualität überprüft. Violinen, deren Klang nicht mit den Mustern einer Stradivari oder Guarneri übereinstimmt, werden als preiswerte Instrumente zum Üben an Studenten verkauft. Die geglückten Exemplare seien inzwischen immerhin von Musikergrößen wie Yehudi Menuhin anerkannt worden. Für zwei CD-Einspielungen mit dem Israel Philharmonic Orchestra

20110311

### **Schellack-Mattierung**

*Schellack – Bi-Wachs – Leinölfirnis - in Spiritus ansetzen.*

oder

### **Schellack-Emulsion**

*Schellack in kochendem Wasser schmelzen und Borax zusetzen. (in einem Liter heissen Wasser, lösen sich 50g Borax) Ist auch zugleich Fungizid und Insektizid.*

*Borax ist basisch, (Boraxseife) der Schellack verbindet sich so mit Wasser.*

*Die Verwendung von Schellack-Emulsion hat einen Kostenvorteil, da das Lösungsmittel Wasser, statt Poliersprit ist.*

*So lässt sich die Verwendung von Borax in Lacken erklären.*

*In China und Indien wird Schellack seit Jahrtausenden verwendet, auch in ägyptischen Grabfunden wurde Schellack entdeckt.*

*Die Verwendung von Schellack-Emulsion, würde Borax in den Instrumenten von Stradivari erklären.*

hat zum Beispiel die Konzertsolistin Zina Schiff eine Geige aus dem Hause Nagyvary benutzt und war begeistert: "Die Geigen von Nagyvary sprechen wunderbar an, sie alle zeichnen sich durch eine unglaubliche Klarheit des Tons aus."

Warum ist - bei einem solch überzeugenden Preis-Leistungs-Verhältnis - Nagyvarys Laden nicht längst von enthusiastischen Violinvirtuosen gestürmt worden? Zina Schiff nimmt an, dass die Künstler ein Instrument höher schätzen, wenn sie an die Einzigartigkeit seines Klanges glauben können. Und: "Die meisten denken, ein Instrument sei nur dann gut, wenn sie einen hohen Preis dafür bezahlen müssen." Somit braucht sich die Lobby der Händler und der traditionellen Geigenbauer wohl vorerst noch nicht von Nagyvarys Erkenntnissen bedroht zu fühlen. Allerdings hätten viele Instrumentenbauer seine Ratschläge inzwischen mit Erfolg in ihre Arbeit integriert, berichtet der Chemiker.

Und die Kollegen aus den eigenen Reihen haben seine Entdeckungen längst gewürdigt: Im Februar dieses Jahres wurde Nagyvary auf einer Veranstaltung der American Chemical Society geehrt. Beim Konzert spielte Zina Schiff abwechselnd auf einer "Nagyvary" und auf einer "Stradivari". Schiff: "Die Kritiker konnten keinen Unterschied feststellen." Ob Stradivari oder Nagyvary - vielleicht ist der Unterschied in der Tat ein geringfügiger. Schön wäre es jedenfalls - im Sinne einer fruchtbaren Zusammenarbeit von Wissenschaft und Kunst.

---

## Ein Pilz soll den einzigartigen Stradivari-Klang verleihen

Forscher aus München und St. Gallen wollen das Holz der Geigen nachzüchten

<http://www.3sat.de/page/source=/nano/cstuecke/90157/index.htm>

Ein Pilz soll es sein, der der Stradivari den besonderen Klang verleiht, meinen der Münchner Geigenbauer und Physiker Martin Schleske und die Werkstoff-Ingenieurin Melanie Spycher von der Schweizer Materialprüfungsanstalt (Empa) in St. Gallen. Spycher lagert bereits seit zwei Jahren Holzproben, die sie in der unter klimatisch optimalen Bedingungen bearbeitet und behandelt hat. Um ein hervorragendes Klangholz zu erhalten, müssen bei möglichst vielen Zellen des Holzes die Wände dünn sein.

Die dickwandigen Spätholzzellen sollen so verändert werden, dass sie wie die benachbarten Frühholzzellen aussehen. Dafür sorgt ein Pilz, der sich im Zellinneren einnistet und von bestimmten Bestandteilen der Zellwände ernährt. Im 17. und frühen 18. Jahrhundert gab es eine außergewöhnliche Kälteperiode, in der besonders gutes Klangholz wuchs.

*Eigenartigerweise versucht Melanie Spycher, den Spätholzanteil so zu schwächen, dass dieser dem Frühholzanteil ähnlich wird.*

*Stradivari hat Fichtenholz verwendet, dessen Frühholzanteil gering war, der Anteil von festem Spätholz hoch.*

### **Feinjähriges Fichtenholz**

*Allein mit seiner Holzauswahl hat Stradivari feinste Instrumente geschaffen,*

**dieses ist natürlich auch heute möglich, wenn man  
feinjähriges Gebirgsholz verwendet.**

*Betr. Klang der Stradivari-Geigen gibt es offensichtlich zwei  
Ansichten. Die eine Ansicht geht davon aus, dass hohe  
Biegefestigkeit des Holzes den Klang der Violine vorteilhaft  
beeinflusst.*

*Dieser Ansicht war wohl auch Stradivari, und hat feinjähriges,  
biegesteifes Fichtenholz hoher Dichte, für seine Instrumente  
verwendet.*

*Die andere Ansicht geht in Bezug auf das Holz davon aus, dass  
geringe Dichte, Holz das biegeweich ist, den Stradivari-klang  
des Instrumentes erzeugen?*

Qualitativ ähnlich hochwertiges Holz ist heute nicht mehr in der Natur zu finden. Der Geigenbauer und Physiker Martin Schleske kann das Resonanzverhalten von Instrumenten ganz genau messen und vor allem fühlen. Mit den Holzproben von Melanie Spycher ist er aufgrund ihrer geringen Dichte und hohen Schallgeschwindigkeit sehr zufrieden. Nachdem der richtige Pilz gefunden ist, geht es jetzt darum, nach den optimalen Bedingungen für die Holzveränderung zu suchen. Dabei stellt sich die Frage, wie warm und wie feucht die Klimakammer sein soll und wie lange es dauert, bis der Pilz die Holzstruktur angreift.

Unter Millionen Pilzen den richtigen zu finden, ist gar nicht so einfach. Sie zerstören das Holz, statt es in veredeltes Klangholz zu verwandeln. Den richtigen zu finden, war nicht einfach, denn es gibt Millionen verschiedener Pilze. Dabei kommen nur jene Pilze in Frage, die die Schallgeschwindigkeit nicht vermindern. Dabei darf der Pilz nur den innersten Teil der Zellwand und nicht die Struktur abbauen.

Wie man herausgefunden hat, funktioniert die Veredelung zumindest für Ahornholz, das der Geigenbauer für den Boden und die Seitenwände des Instrumentes benötigt. Und auch bei Fichtenholz, aus dem die Geigendecke gemacht wird, ist die Forscherin optimistisch.

Um das optimale Holz zu finden, misst Melanie Spycher bei den Proben den Gewichtsverlust, die Biegefestigkeit und andere physikalische Eigenschaften. Außerdem hat sie ein Messverfahren entwickelt, mit dem sie die Hölzchen bezüglich der Resonanzfrequenz überprüfen kann. Das ist ein wichtiges Kriterium für die Qualität von Klangholz.

*Feinjähriges Gebirgsholz ist auch heute erhältlich!*

---

## **Chemikalien bringen die Stradivari zum Klingen**

Musik und Konzerte, 23.01.2009, Der Westen

<http://www.derwesten.de/kultur/musik-und-konzerte/Chemikalien-bringen-die-Stradivari-zum-Klingen-id705334.html>

San Francisco. Das Klang-Geheimnis der berühmten Stradivari-Violinen ist offenbar gelüftet. Forscher aus Texas haben herausgefunden, dass das Holz der Instrumente mit

aggressiven Chemikalien vorbehandelt wurde, wie sie noch heute in Reinigungsmitteln verwendet werden.

Der herausragende Klang einer Stradivari hängt wohl mit der Vorbehandlung des Holzes mit aggressiven Chemikalien zusammen. In Holzproben von Geigen des Baumeisters Antonio Stradivari und seines Kollegen Giuseppe Guarneri fanden der Biochemiker Joseph Nagyvary von der Texas A&M University in College Station und seine Kollegen Hinweise auf Borax und andere Substanzen als Bearbeitungs- und Imprägniermittel. Mit dem auch heute noch in Desinfektions- und Putzmitteln enthaltenen Borax wollten die Instrumentenbauer Holzwürmer und Insekten vom Holz fernhalten, wie die Forscher im Fachmagazin «PLoS One» schreiben (DOI: 10.1371/journal.pone.0004245).

### Holzproben schwer erhältlich

Die Forscher mussten zunächst das Kunststück fertigbringen, eine Holzprobe von einer Stradivari zu organisieren. Rund 600 der kostbaren Geigen sind noch bei Musikern und meist unbekanntem Sammlern vorhanden. Der Stückpreis wird in Millionen von Euro gerechnet. Die Forscher erhielten jedoch mehrere Quadratzentimeter große Ahornholzschnitze, die bei Reparaturarbeiten einiger Streichinstrumente angefallen waren. Sie verglichen die Häufigkeit der chemischen Elemente im Holz einer Stradivari-Geige, eines Stradivari-Cellos und zweier Geigen von Stradivaris Zeitgenossen Giuseppe Guarneri mit unbehandeltem Holz, das Instrumentenbauer heute für Streichinstrumente nutzen.

Im Holz der Instrumente von Stradivari und Guarneri fanden die Forscher Borax und andere Substanzen wie Fluoride, Chrom und Eisensalze, die in unbehandeltem Holz nicht auftreten. Die Geigen müssten daher einer harschen chemischen Behandlung ausgesetzt gewesen sein, folgert Nagyvary. Vermutlich hatten Stradivari und seine Kollegen die Hölzer in Boraxlösung und andere Chemikalien eingelegt, vielleicht sogar darin gekocht. Alternativ könnten die Instrumentenbauer die Substanzen auch als Imprägniermittel von außen aufgestrichen haben.

### Schellack-Emulsion

*Schellack in kochendem Wasser schmelzen und Borax zusetzen. (in einem Liter heissen Wasser, lösen sich ca 50g Borax)*

*Diese Schellackemulsion kann eingefärbt als Beize verwendet werden.*

*Wässrige Schellack-Emulsionen hinterlassen nach der Austrocknung Filme oder Rückstände, die in Wasser praktisch unlöslich sind. Filme aus wässrigen Schellacklösungen besitzen außerdem einen ausgezeichneten Hochglanz, sehr gute Haftfestigkeit und Elastizität, alles Eigenschaften, die, verbunden mit der Wasserbeständigkeit des Schellacks, bis dato von Kunstharzen in wässriger Lösung in diesem Umfang nicht ganz erreicht werden konnten.*

<http://www.chito.com/aktuell/vortrag-schellack.html>

*so besehen, kann die Anwesenheit von Borax in den Stradivari-Instrumenten, auch als Bestandteil des Lackes, des rot eingefärbten Lackes angesehen werden.*

*Chrom und Eisensalze werden zum beizen verwendet. Diese Salze lösen sich in Wasser vollständig auf. Pigmente, dh fein gemahlene Erde, sind im Gegensatz zu Beizen immer sehr grob. Aber auch sehr lichtecht. Pigmente werden bei Fichtenholz den Frühholzanteil sehr stark färben, den Spätholzanteil werden solche Pigmente schwächer färben, das Aussehen des Nadel-Holzes ist nachher negativ. Der Spätholzanteil ist heller, der schwammige Frühholzanteil hat sehr viel Pigment aufgenommen, und ist nun dunkler als die harten Jahrringe. Mit Metallsalzen lässt sich ein positives Beizbild erzielen, Früh und Spätholz sind gleichmässig gebeizt, das etwas dunklere Spätholz ist auch nach dem beizen etwas dunkler als das Frühholz. Dies ist die Beizkunst für Nadelholz. Kaliumbichromat reagiert fotochemisch, braucht Licht, um den Beizton zu erreichen.*

*So besehen, eine Erklärung für die Anwesenheit von Metallsalzen im Holz der Stradivaris, wenn Stradivari chemisch gebeizt hat.*

*Borax kenne ich nicht als Beize, ist aber ein Fungizid und Insektizid.*

### **Konstruktion des Instruments nachrangig**

Nagyvary geht so weit, diese chemische Holzbehandlung als entscheidend für den Klang einer Stradivari anzusehen. Geometrie und Konstruktion, die Beschaffenheit des Firnis, der Wuchs des Holzes oder bestimmte Schimmelpilze im Holz, die von anderen Forschern favorisiert werden, spielen ihm zufolge nur eine geringe Rolle.

Für die heutigen Geigenbauer geben seine Forschungsergebnisse interessante Hinweise für Materialvorbereitung und -verarbeitung, wie der Forscher erklärt. Nagyvary spielt selbst Geige und hat auf einer Stradivari gelernt, die sich einst im Besitz von Albert Einstein befand. Neben seiner Forschung führt er ein Unternehmen, das Streichinstrumente baut, die in ihrem Klangprofil einer Stradivari möglichst nahekommen sollen. (ddp)

*diese chemische Holzbehandlung kann als Beiztechnik angesehen werden, Borax kann als Pilzschutzmittel, Insektizid oder eben als Lackbestandteil erklärt werden.*

---

<http://www.steiger-lankes.de/82hholza.htm>

Bei den Laubhölzern ist die Jahrringgrenze nur bei den Ringporen gut zu erkennen, da sich die Poren der Frühholzgefäße durch ihre Größe vom übrigen Gewebe abheben und ringförmig an der Jahrringgrenze angeordnet sind. Die Poren im Spätholz sind dagegen kleiner und nahezu regellos verteilt. Bestimmte Anordnungen können bei genauer Betrachtung auch hier den Holzarten zugeordnet werden. Bei den zerstreutporigen Hölzern ist die Jahrringgrenze meist unscharf.

---

### **Leim**

*Haut und Knochenleim, werden durch Heißwasserextraktion aus frischen, entfetteten Knochen oder aus Häuten hergestellt.*

*Der Kochenleim wird hauptsächlich im Tischlerhandwerk benutzt, während der Hautleim von den Instrumentenbauern und Vergoldern seit altersher angewendet wird.*

*Zu den Heißleimen zählen alle tierischen Leime, die das Umwandlungsprodukt der in tierischen Bindegeweben enthaltenen Kollagene sind. Kollagene sind in Wasser stark quellende Eiweisskörper, die vor allem in Lederhaut, in Knorpeln, Bindegeweben, Sehnen, Facien, Bändern und in der eiweisshaltigen Grundsubstanz des Knochens (Ossein) vorkommen. Werden die Kollagene mit heißem Wasser (besonders unter erhöhtem Dampfdruck) hydrolisiert, so verlieren sie ihre Struktur; sie quellen auf und lösen sich in heißem Wasser. Dieses Produkt heißt Glutin; es ist der wesentliche Bestandteil von Leim und Gelatine. Beim Erkalten erstarrt diese Lösung zu einer elastischen Gallerte, die zu einer hornartigen, durchsichtigen Masse eintrocknet. Dieser eigentliche Leim quillt in kaltem Wasser langsam auf, ohne sich zu lösen; beim Erwärmen (Wasserbad) löst er sich leicht zu einer Flüssigkeit von hoher Klebkraft auf.*

<http://www.chito.com/informationen/knochenleim.html>

*Bei der Reparatur von antiken Möbeln fällt auf, dass verleimte Teile beim einen Möbel schön zusammen sind, die Verleimung ist intakt, bei andern Möbeln ist dies durchweg weniger der Fall, grosse Mühe und Aufwand sind für ein saubere Instandsetzung notwendig.*

*Auch Antike Bögen wurden schon als Verbund hergestellt, aus Hölzern, verschiedenen Hölzern, Horn und Holz, Holz mit Sehnenmaterial belegt, Holzkern mit Naturfasern belegt – Hanf, Lein.*

*Diese antiken Compositwerkstoffe wurden mit Kollagen verbunden, geleimt.*

*Diese Kollagen-Leime waren in der Lage, die ungeheuren Kräfte die in diesen Bögen entstanden, auf den Pfeil zu übertragen.*

*Es gibt Steinmarken, in der Türkei, die Weitschussdistanzen an Wettbewerben markierten, heute noch vorhanden, und auch noch in Gebrauch, demnach mit solchen Kompositbogen Schussweiten von über 900m Distanz erreicht wurden.*

*Es war wohl nicht jeder Bogen in der Lage, solche Kräfte auf den Pfeil zu übertragen.*

*Nicht jedes Möbel hat Verleimungen, die Generationen überdauern.*

*Manche Violine wird aus dem Leim gegangen sein.*

*Anscheinend sind aber die Arbeiten von Stradivari sauber verleimt gewesen, haben bis heute überdauert, oder konnten nachgeleimt werden.*

*Wie solche Verleimungen gemacht werden, ist vielleicht ein kleines Geheimnis, hat wohl mehr mit sauber ausgeübtem Handwerk zu tun.*

*Ohne lückenlose saubere Verleimung wird keine Stradivari erklingen. Und nur Talent wird diesen Klang zum Genuss machen.*

<http://www.streulihans.ch/Hobelspaene/Verzeichnis%20Hobelspaene.html>