# Festigung mit Epoxidharz: Eine alternative Methode für die Restaurierung von Stimmstöcken

*„Ein interessantes deutsches Cembalo wurde 1950 von John Challis restauriert und teilweise modernisiert. Aus irgendwelchen Gründen wurde der originale Stimmstock, der stark gerissen war, damals für Wert gehalten, an den nächsten Besitzer des Instruments weiter gegeben zu werden. Bei einer Nachlassversteigerung in den 70ern wurde das Cembalo weiter verkauft. Thomas Wolf war bei der Auktion, bekam aber den Zuschlag nicht. Als der Auktionator eine Schachtel mit Einzelteilen aufrief und die Aufschrift auf dem alten Etikett statt als „Wrestplanks“ (Stimmstöcke) fälschlich als „Wristbonds“ (Armbänder) los, ersteigerte Wolf sie auf den Verdacht hin, dass sie etwas mit dem Cembalo zu tun haben könnten. Tatsächlich waren es keine Armbänder, sondern Stimmstöcke, darunter der originale des Cembalos sowie einen später als Ersatz gefertigten, der noch das originale Furnier aus dekorativ bemaltem Resonanzholz trug. Wolf behielt die Stimmstöcke für die nächsten Jahrzehnte, ohne zu ahnen, was aus dem Cembalo geworden war. In den 1990er Jahren wurde das Cembalo schließlich der Colonial-Williamsburg-Stiftung überlassen. Ich schlug dem Eigentümer Thomas Wolf als Gutachter vor. Tom war sehr aufgeregt, als er vom Wiederauftauchen des Cembalos in Williamsburg hörte und war sofort bereit, die Fragmente der Stiftung zu übergeben. Seitdem machten wir detaillierte CAD Zeichnungen von dem originalen Stimmstock und verknüpften sie mit den Zeichnungen des Instruments, wodurch wir wichtige Details der Konstruktion und Mensur rekonstruieren konnten, die seit der Restaurierung 1950 verloren waren. Deutsche Cembali sind ohnehin vergleichsweise selten, gemessen an der Bedeutung von J. S. Bach und anderen Komponisten, die damals in diesem Teil Europos dafür geschrieben haben. Dieses 1726 datierte wird als das einzig erhaltenes aus dem Rheintal angesehen.“ -*
*John Watson, Colonial Williamsburg*

UNTERN

**Festigung mit Epoxidharz:**
**Eine alternative Methode für die Restaurierung von Stimmstöcken**
Gerissene Stimmstöcke sind bei historischen Tasteninstrumenten ein verbreitetes Problem. Entfernen und Ersetzen des Stimmstocks schien bisher die einzige mögliche Lösung zu sein, aber der tiefe Eingriff bei dieser Prozedur hat viele Restauratoren veranlasst, zu anderen Verfahren überzugehen. Alle originalen Bauteile eines historischen Instruments zu erhalten ist von höchster Wichtigkeit, und wie die obige Geschichte zeigt, wissen wir nie, wie künftige Historiker die Objekte betrachten werden, mit denen wir heute umgehen. Das Entfernen von Furnier und Heraussägen des Stimmstocks wird wohl nicht freundlich beurteilt werden. Dieser Artikel beabsichtigt, eine Alternative aufzuzeigen.

**Festigung**
Verfestigung ist eine Technik, die vielfach von Konservatoren angewendet werden, um zerstörten Objekten strukturelle Festigkeit zurückzugeben. Die Idee ist, das Objekt mit einem flüssigen Festigungsmittel zu tränken, das dann durch Verdunstung des Lösungsmittels oder eine chemische Reaktion aushärtet und das Objekt innerlich festigt. Klaviertechniker machen das, wenn sie Hammerköpfe tränken. Das Festigungsmittel ist Nitrozellulose oder Kunststoff in Azeton gelöst. Wenn das Lösungsmittel verfliegt, verbinden sich die Polymere zu langen Ketten und vernetzen sich im Filz, wodurch die Festigkeit erhöht wird. Behandlungen mit Festigungsmitteln sind keine Ideallösungen. Wenn sie einmal angewendet wurden, ist das Objekt normalerweise dauerhaft verändert. Ein anderes Problem ist, das Mittel tief in die Oberfläche des Objekts eindringen zu lassen, was von der Viskosität des Festigungsmittels und der Porosität des Objekts abhängt. Die Verwendung von verdünntem Lack bei Hammerfilz ist ein gutes Beispiel für die Wichtigkeit einer geringen Viskosität. Ohne Verdünnung dringt der Lack nicht in den Filz ein und das gewünschte klangliche Ergebnis bleibt aus.
Festigung des Holzes in einem gerissenen Stimmstock erfordert wegen der notwendigen geringen Viskosität ein spezielles Epoxidharz. Um in die Risse und sogar in die Zellen des Holzes einzudringen muss die Flüssigkeit eine Viskosität nahe der von Wasser haben. (Viskosität wird in Centipoises oder cps gemessen. Die Viskosität von Wasser bei 20°C ist 1 cps.) Das Eindringen des Epoxidharzes in die Risse und Schadstellen geschieht durch Schwerkraft und Kapillarität. Das Epoxidharz muss ohne Volumenverlust härten. Manche Harze sind mit Verdünnung versetzt, um ihre Viskosität herabzusetzen,

aber wenn das Lösungsmittel verdunstet, nehmen sie weniger Raum ein und hinterlassen ungefüllte Stellen im Holz.

**Das Epoxidharz**
Epo-tek 301 wird von Epoxy Technologiy Inc. hergestellt. Es hat für dieses Verfahren zwei wichtige Vorteile. Erstens hat es eine sehr geringe Viskosität (100 cps), was dem Harz erlaubt, leicht in die Hohlräume der Holzzellen einzudringen. Zweitens enthält es kein Lösemittel, so dass bei der Verfestigung in den Zellen keine Schrumpfung eintritt. Es gibt von anderen Herstellern Harze mit ähnlichen Eigenschaften, aber die üblicher Weise angebotenen Produkte, etwa von West Systems, haben angemischt eine Viskosität von 975 cps, was für unseren Zweck viel zu viel ist.

**Das Verfahren**

**Saiten und Wirbel entfernen**
Idealerweise sollten die originalen Saiten und Wirbel entfernt und für die spätere Wiederverwendung aufbewahrt werden. Das ist nur möglich, wenn die Wirbel schon so lose sind, dass man sie mit einer Zange in einer aufwärts drehenden Bewegung herausziehen kann. (Die Backen der Zange bitte mit Leder schützen) Die Saiten und Wirbel können leicht in der Reihenfolge aufbewahrt werden, wenn man eine einfache Vorrichtung aus Sperrholz und Hartschaum herstellt. Kleben Sie den Schaum an ein Ende des Sperrholzes, damit es als Stimmstock fungiert, und schlagen Sie Nägel als Anhangstifte ein. Wenn Agraffen beteiligt sind, muss man manchmal die Drahtringe vom Wirbel abheben und die Saiten an Ort und Stelle lassen. Wenn die Wirbel zu fest sitzen, um sie einfach herauszuziehen, entscheiden Sie sich für eine Neubesaitung mit geeignetem Draht. Weil Basssaiten oft sehr charakteristisch sind, versuchen Sie sie auf alle Fälle zu retten. Sorgfältiges Reinigen des Stimmstockbereichs und der Wirbellöcher ist wichtig. Wenn Metallteile oder Drahtstückchen in den Löchern zurückbleiben gibt das später eine Menge Ärger beim Ausbohren des Epoxidharzes.

**Abdichten der Unterseite**
Das größte Problem bei dieser Behandlung ist, das Epoxidharz am Auslaufen aus dem Stimmstock zu hindern, bevor es fest wird. Schließen Sie alle sichtbaren Risse an der Unterseite mit Scotch Magic Klebeband. (Das geht überraschend gut.) Sind die Wirbellöcher durchgebohrt, kann man zum Abdichten ein Brett darunter spannen mit einer 12 mm starken Lage einer Schaumstoff-Teppichunterlage dazwischen. Eine zusatzliche Schicht Wachspapier verhindert das Festkleben. Man braucht dafür zwei Stimmstockstützen und eine Menge Schraubzwingen. Schützen Sie den Stuhlrahmen mit einer Lage Wachspapier, so dass ausgelaufenes Material aufgefangen wird.

**Einstellen des Bohrwinkels**
Verwenden Sie eine Handbohrmaschine zum Bohren der Wirbellöcher. Um den Winkel der originalen Löcher zu treffen, bringen Sie eine Dosenlibelle (runde „Wasserwaage“) oben an der Bohrmaschine an und legen Sie den Nullpunkt fest, bevor Sie die Löcher füllen. Sie können eine Holztafel an der Maschine festkleben und drei Flachkopfschrauben eindrehen. Versehen Sie ein zweites Holzstück mit Löchern genau über den Schraubenköpfen, so dass Sie die Schrauben durch die Löcher hindurch drehen können. Kleben Sie die Libelle auf das zweite Holzstück und befestigen Sie dieses mit zwei Schrauben am ersten, so dass es auf den Schrauben aufliegt. Stellen Sie die Libelle mit den Stellschrauben waagerecht.

**Mischen und Einbringen**
Tragen Sie Schutzbrille und Plastikhandschuhe, wenn Sie die Komponenten mischen. Für Epo-Tek 301 verwenden Sie 3 Gewichtsteile Harz auf 1 Gewichtsteil Härter. (Das ist Übrigens nicht das vom Hersteller empfohlene Verhältnis, scheint aber für diese Anwendung gut zu funktionieren.) Verwenden Sie eine feine Waage und mischen Sie direkt in einer 250g Plastikflasche. Die Komponenten neigen dazu, sich in der Flasche übereinander zu schichten, so dass gut gerührt werden muss. Wenn die beiden Komponenten nicht gründlich gemischt sind, wird das Harz nicht aushärten. Auch die Hitzeentwicklung durch die chemische Reaktion kann ein Problem sein. Halten Sie die Flasche nach dem Mischen fern

von hellem Licht oder anderen Wärmequellen. Wenn die Reaktion wirklich heftig einsetzt, erwärmt sich die Flasche in Ihrer Hand und das Plastik kann sogar schmelzen. Die Löcher werden entweder mit einer Spritze von unten nach oben oder durch Eingießen bis zum Rand gefüllt. Man braucht normalerweise zwei 250g-Flaschen für einen Stimmstock normaler Größe. Wenn Löcher sich sofort wieder leeren, sind sie wahrscheinlich nicht richtig abgedichtet. Wenn man immer wieder nachfüllt, kommt das Epoxidharz irgendwo wieder heraus und tropft normalerweise auf den Stuhlrahmen. Weitermachen ist dann sinnlos. Die letzten paar Tropfen Harz verschließen normalerweise das Leck und am nächsten Tag kann man mit frischem Harz weitermachen.

**Bohren**
Finden Sie den richtigen Bohrer durch Versuche. Beginnen Sie mit einem, der 0,15 mm dünner ist als der Wirbel und testen Sie das Ergebnis, indem Sie einen Wirbel langsam in das Loch schlagen, wobei Sie immer wieder unterbrechen und das Drehmoment feststellen. Man kann leicht einen Wirbel abbrechen, wenn man ihn in ein zu kleines Loch schlägt, wählen Sie also sorgfaltig den richtigen Bohrer. Wenn Sie die originalen Wirbel verwenden, müssen diese nicht alle den gleichen Durchmesser haben. Verwenden Sie einen Staubsauger, um die Bohrspane abzusaugen und den Bohrer zu kühlen. Der kleine Krater, den das flüssige Epoxidharz bildet, hilft beim Zentrieren des Bohrers. Ein scharfer Bohrer ergibt weiße, papierartige Späne, während ein stumpfer Bohrer Staub erzeugt. Halten Sie einen neuen Bohrer bereit.

**Wirbel einschlagen**
Wirbel haben, egal ob neu oder antik, nicht immer denselben Durchmesser, deshalb Vorsicht beim Einschlagen in den Stimmstock. Ich schlage sie halb ein und prüfe dann das Drehmoment mit dem Stimmhammer. Wenn der Wirbel zu schwer geht, ist es besser ihn wieder herauszudrehen und das Loch weiter aufzubohren. Leicht hat man einen alten Wirbel abgebrochen, selbst wenn er nur ein wenig zu schwer geht.

UNTIEFERN

**Bei Problemen**
Gebrochene Wirbel. Wirbel brechen oft bei der Bohrung für die Saite ab, was das Entfernen mit einem Wirbelausdreher schwierig macht. Normalerweise klemme ich dann eine nicht mehr benötigte Gripzange auf den Wirbel und erhitze die Zange von der Seite mit einer Lötlampe. Die Hitze wird in den Wirbel geleitet und schmilzt das Epoxidharz (ein Thermoplast). Jetzt kann der Wirbel mit einer anderen Zange oder einem Ausdreher entfernt werden. (siehe „sonstige Tricks“) Wenn das Epoxidharz nicht härtet, ist das normalerweise die Folge von Fehlern beim Mischen oder unzureichendem Verrühren. Das gelierte Epoxidharz muss mit einem Bohrer von geringerem Durchmesser aus den Lochern entfernt oder mit einem für diesen Zweck hergestellten hohlen Zylinder herausgestanzt werden. Wenn der größte Teil des Harzes entfernt ist, kann man neues Epoxidharz einfüllen. Dieses bildet mit dem gelierten Harz eine chemische Verbindung, die es härten lässt.

**Sonstige Tricks**

**Anfertigung eines „antiken“ Wirbels**
Beginnen Sie mit dem Abschneiden eines Rundstabes auf die benötigte Länge. Der Durchmesser sollte wenig dicker oder genau so sein wie gewünscht. Spannen Sie den Rohling in eine Bohrmaschine ein und formen Sie mit einer Feile ein Ende zu einer Halbkugel. Wenn diese Form erreicht ist, reduzieren Sie mit der Feile den Durchmesser auf das gewünschte Maß. Wenn der Originalwirbel konisch ist, kopieren Sie den Konus. Bevor Sie den Wirbel ausspannen, bringen Sie mit der schräg gehaltenen Feile am unteren Ende ein leichtes Gewinde an. Der Kopf wird mit einem Hammer auf einem Amboss geschmiedet und mit einer Feile fertig bearbeitet. Halten Sie dabei den Wirbel mit einem Holzstab, in dessen Ende ein Loch gebohrt ist. Wenn der Wirbel fertig ist, erhitzen Sie ihn mit einer Lötlampe, bis er blau anläuft und schrecken Sie ihn mit Wasser ab. Dadurch wird der Wirbel gehärtet und durch die „Bläuung“ gegen Rost geschützt.

**Anfertigung eines Stimmhammers für historische Wirbel**
Machen Sie nach der obigen Methode einen „Dummy-Wirbelkopf“ mit den selben Abmessungen wie bei den originalen Wirbeln. Dann schneiden Sie ein 20 cm langes Stück Rundeisen ab (der Durchmesser hängt vom Durchmesser der Wirbel ab) und spannen Sie ihn in eine Tischbohrmaschine ein. Wahlen Sie einen Bohrer, der etwas größer ist als der Wirbeldurchmesser und spannen Sie ihn senkrecht in einen Maschinenschraubstock ein. Durch Absenken des rotierenden Rundstabes auf die Spitze des feststehenden Bohrers wird der Bohrer in die richtige Position gezwungen, um ein genau zentrisches Loch in das Rundeisen zu bohren. Verwenden Sie Schneidöl und bohren Sie das Loch bis zur gewünschten Tiefe. Jetzt kommt der lustige Teil. Halten Sie das Rundeisen mit einer Zange und erhitzen Sie das Ende mit einer Lötlampe bis zur Rotglut. Führen Sie den Kopf des Dummys in das Loch ein und schmieden Sie das Rundeisen, bis das Loch die Form des Wirbelkopfes angenommen hat. Entfernen Sie den Dummy, erhitzen Sie nochmals bis zur Rotglut und schrecken Sie mit Wasser ab. Prüfen Sie den Sitz an den Originalwirbeln und bearbeiten Sie die Außenseite des Stimmhammers mit einer Feile, bis er zwischen die Nachbarwirbel passt. Für die Anbringung des Griffs schneiden Sie das Rundeisen auf die gewünschte Länge und feilen Sie das Ende zu einer quadratischen Spitze. Der Holzgriff kann aus einem exotischen Holz gedrechselt oder einfach aus einem Hartholz-Rundstab geschnitten werden. Bohren Sie ein Loch in der Mitte, das etwas kleiner ist als die Spitze und schlagen Sie diese in das Loch. Wenn nötig können Sie noch zur Sicherheit eine Querbohrung anbringen und einen Stift einschlagen.

**Schlussbetrachtung**
Vom Standpunkt des Konservators ist die Festigung eines Stimmstockes mit Epoxidharz dem Austausch gegen einen neuen Stimmstock vorzuziehen. Details der Konstruktion eines Instruments sind in seinen Teilen verborgen. Um mit John Watson zu sprechen: „Es ist, als würde man Seiten aus einem Lexikon herausreißen.“ Außerdem ist das Verfahren weniger zeitaufwendig und kann recht profitabel sein. Um einen Stimmstock vollständig zu behandeln, braucht man einschließlich Neubesaitung oft nicht länger als fünf Tage. Pianos, die normalerweise keine Kandidaten für das Austauschen des Stimmstocks sind, können zu vernünftigen Kosten wieder hergestellt werden. Einige kompliziert geformte Stimmstöcke, wie bei alten Chickering-Flügeln, sind einfacher zu festigen als neu herzustellen. Auch können Stimmstöcke, die zum Zeitpunkt der Reparatur noch intakt sind, prophylaktisch gefestigt werden, um sie gegen zukünftige Schaden zu sichern. Das Stimmen nach einer solchen Behandlung ist nicht unangenehm. Die Wirbel drehen sich normalerweise gleichmäßig nach einem leichten „Knack“. Das Gefühl ist ähnlich wie bei einem Schichtholzstimmstock, der ja auch aus Holz besteht, das mit Polymeren getränkt ist. Instrumente, an denen dieses Verfahren durchgeführt wurde, sind seit 30 Jahren ohne Probleme im Einsatz. Der erste vom Autor behandelte Flügel, ein Chickering aus den 1860ern, ist seit 1978 in der „Smithsonian Institution“.

**Keneth Eschete**
**Übersetzung: Jan Großbach**
**Bericht aus Europiano 3/2009**

(Ken Eschete wurde in New Orleans geboren und ist jetzt Direktor für die Instandhaltung der Tasteninstrumente an der Northwestern University in Chikago. Er wurde als Konservator für Musikinstrumente in der Smithsonian Institution in Washington D.C und bei der Colonial Williamsburg Foundation in Virginia ausgebildet. Er ist „Professional Associate“ des American Institute of Conservators und „Registered Piano Technician“ der Piano Technicians Guild. Er restauriert seit 35 Jahren historische Tasteninstrumente für Museen und Privatleute.)