

worüber wir später noch sprechen werden. Um die Facette des Steinlochs zu poliren, wird dasselbe auf die feinste der Glas- oder Steinplatten gelegt, ein wenig Diamantpulver Nr. 3 daran gegeben und auf der Platte leicht hin- und herbewegt. Man nimmt dazu ein zugespitztes Putzholz, welches man in das Zapfenloch steckt; dasselbe darf die Platte beim Poliren jedoch nicht berühren. Nach einigen drehenden und hin und her gehenden Bewegungen wird die Facette polirt sein. Das Steinloch wird nun umgewendet und die andere Fläche in gleicher Weise behandelt. Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dass, je feiner die Politur des Steinloches ist, es ein um so brillanteres Ansehen in der Platine zeigt.

Das Steinloch ist hiermit, was die äussere Form und Politur anbelangt, vollendet, jedoch ist das Zapfenloch noch so, wie es der Diamantbohrer hergestellt hat. Die scharfen Ecken in der Mitte des Loches, wo die Bohrung zusammengetroffen ist, müssen jetzt fortgenommen, die Seiten des Loches polirt und die Kanten desselben ein wenig ausgesenkt und ebenfalls polirt werden. Diese Arbeit nennt man das Öffnen des Steines, und hierauf beruht der eigentliche Werth eines Steinloches.

(Fortsetzung folgt.)

## Ueber das Stimmen und Reparieren der Musikuhren und mechanischen Musikwerke.

Von J. Wagner.

Ein intelligenter Uhrmacher wird auch ohne besondere musikalische Bildung im Stande sein, eine Musikuhr gut zu reparieren, wenn sie in ihrem Tonwerk nicht in Unordnung ist. Ist das Tonwerk aber verstimmt, sind etwa Stimmen ganz unbrauchbar geworden oder fehlen welche, oder ist die Walze in Unordnung gerathen, dann sind doch einige Specialkenntnisse und etwas musikalische Bildung erforderlich, um die Sache wieder in Ordnung zu bringen. Was die musikalische Bildung betrifft, so handelt es sich dabei weniger um Fertigkeit im Spielen irgend welcher Musikinstrumente, als um Kenntnisse in der Theorie der Musik und einige Uebung des Gehörs. Natürlich schadet auch erstere nicht, und ein angehender Uhrmacher sollte, wenn er irgend Gelegenheit hat, Klavier spielen zu lernen, dieselbe nicht versäumen. Zwar bleibt dem Lehrling, der sich redlich bemüht, in seinem eigentlichen Fache etwas Tüchtiges zu lernen, nicht die Zeit, sich auch noch nebenbei zu einem Musikvirtuosen auszubilden. Aber das ist, wie schon bemerkt, auch durchaus nicht nothwendig und wäre möglicherweise dem beabsichtigten Zwecke eher hinderlich als förderlich, denn ein wirklicher, empfindsam gewordener Musiker betrachtet die meisten der Instrumente, mit denen wir es hier zu thun haben, mit der grössten Geringschätzung. Zu solcher Empfindsamkeit wollen wir uns eben nicht versteigen. Finden wir in dem Musikstücke eines toten Werkes auch nicht die Sprache des Gefühls, welche die von begeisterten Künstlerhänden gespielten Instrumente zu uns reden, so ist es trotzdem für uns von doppeltem Interesse. Es ist einmal das Musikstück, welches uns auch in seiner Unvollkommenheit doch einen gewissen Kunstgenuss gewähren kann, ähnlich dem, wie man sich an den photographischen Copien der Gemälde berühmter Meister ergötzt, obschon sie das Wesen derselben, die Farben, nicht wiedergeben. Noch mehr aber interessirt uns die Kunst des Werkes selbst und seines Meisters, und nicht minder die Kenntniss der Hilfsmittel, durch welche die automatische Wiedergabe der Musikstücke ermöglicht wird.

Der Uhrmacher, welcher im Stande ist, einem Kunden eine vielleicht seit langer Zeit verstummte antike Musikuhr wieder herzustellen, findet also, abgesehen vom pekuniären Vortheile schon in der Sache selbst eine hohe Befriedigung, umsomehr, wenn er es auch vermag, eine weniger gute oder veraltete Musikpiece durch eine beliebte neuere zu ersetzen. Die Erwerbung der hierzu erforderlichen Kenntnisse sowohl in der Musik selbst als in der Construction der Werke wird dem sich dafür interessirenden Uhrmacher keine allzugrossen Schwierigkeiten bereiten, und die ausserdem nöthigen technischen Fertigkeiten wird er ja ohnedies schon besitzen.

Durch die folgende Abhandlung will ich es versuchen, einen kleinen Beitrag zur Erwerbung dieser Kenntnisse zu liefern. Dieselbe soll hauptsächlich das Praktische berücksichtigen und von der Theorie dasjenige in möglichster Deutlichkeit enthalten, was zum vollen Verständniss nothwendig ist. Zunächst werde ich das Stimmen der Musikinstrumente überhaupt und der in Rede stehenden insbesondere behandeln.

### I. Das Stimmen der Musikinstrumente.

Im Folgenden setze ich die Elementarkenntnisse in der Musik, namentlich Kenntniss der Tonleiter und der Benennung der Töne voraus. Dagegen halte ich es für angezeigt, zum vollen Verständniss die wichtigsten hierauf Bezug habenden Sätze der Akustik und Canonik, d. h. der Wissenschaft, welche die Töne in Bezug auf ihre mathematischen Unterschiede betrachtet, vorausgehen zu lassen; zunächst die Gesetze der tonerzeugenden Schwingungen. Dieselben lassen sich am besten an gespannten Saiten entwickeln und nachweisen, gelten aber auch ebenso für Orgelpfeifen und Blasinstrumente, bei welchen die Luft der schwingende Körper ist. Es sind namentlich folgende:

- 1) Haben zwei Saiten gleiche Länge und gleiche Masse und sind sie auch durch einerlei Kraft gespannt, so machen sie in derselben Zeit gleich viel Schwingungen.
- 2) Haben zwei Saiten gleiche Dicke und gleiche Spannung, aber verschiedene Länge, so macht die längere Saite in derselben Zeit weniger Schwingungen als die kürzere. Ist die eine Saite noch einmal so lang als die andere, so macht sie in derselben Zeit nur halb so viel Schwingungen. Die Anzahl der Schwingungen steht mit der Länge der Saiten im umgekehrten Verhältniss.
- 3) Haben zwei Saiten gleiche Länge und gleiche Spannung aber verschiedene Dicke, so macht die dickere Saite in derselben Zeit weniger Schwingungen als die dünnere. Ist die eine Saite noch einmal so dick

als die andere, so macht jene in derselben Zeit nur halb so viel Schwingungen als diese.

4) Haben zwei Saiten gleiche Länge und Dicke, aber verschiedene Spannung, so macht die stärker gespannte Saite in derselben Zeit mehr Schwingungen, als die weniger gespannte. Die Zahl der Schwingungen ist den Quadratwurzeln der spannenden Kräfte proportional. Z. B. Eine mit 16 kg gespannte Saite macht in derselben Zeit vier Schwingungen, in welcher eine mit 4 kg gespannte Saite deren zwei macht.

Diese Schwingungen lassen sich mit den Schwingbewegungen des Pendels vergleichen, nur mit dem Unterschiede, dass bei der Saite die Elastizität, bei dem Pendel aber die Schwere die bewegende Kraft ist. Auch wird hier gewöhnlich nicht wie beim Pendel eine Einzelbewegung als Schwingung gerechnet, sondern ein Hin- und Hergang, oder, da wir uns die Fortpflanzung in der Luft wellenförmig vorstellen, dementsprechend Wellenberg und Wellenthal.

Ohne auf die mathematische Berechnung der Schwingungen näher einzugehen, sei doch hier von den sich ergebenden Formeln die folgende erwähnt. Es seien  $n$  und  $N$  die Schwingungen zweier Saiten,  $e$  und  $E$  ihre Spannung,  $d$  und  $D$  ihr Durchmesser,  $l$  und  $L$  ihre Länge, so ist

$$n : N = \sqrt{\frac{e}{dl}} : \sqrt{\frac{E}{DL}}$$

d. h. die Schwingungszahlen zweier Saiten verhalten sich wie die Quadratwurzeln der Spannung, dividirt durch ein Produkt, dessen Faktoren der Durchmesser und die Länge sind.

Die Töne werden durch die Menge der Schwingungen bestimmt, die ein Klang in einer gewissen Zeit, z. B. in einer Secunde macht. Je mehr Schwingungen auf dieselbe Zeit kommen, desto höher, je weniger Schwingungen, desto tiefer ist der Ton. Soll also beim Stimmen ein Ton erhöht werden, so müssen die Schwingungen, die der tonegebende Körper in einer bestimmten Zeit macht, vermehrt werden; soll das Gegentheil stattfinden, so müssen die Schwingungen vermindert werden. Nach obigen Gesetzen werden die Schwingungen einer Saite vermehrt und ihr Ton also erhöht, wenn man erstens die Länge und zweitens die Dicke vermindert, sowie drittens die Spannung vermehrt. Vergrössert man dagegen die Länge oder Dicke oder vermindert die Spannung, so wird der Ton erniedrigt.

Lässt man zwei Töne gleichzeitig erklingen, welche dieselben Schwingungszahlen haben, so werden sie wie ein einziger Ton vernommen. Ist aber in den Schwingungszahlen auch nur ein kleiner Unterschied, so bemerkt das Ohr ein abwechselndes Anwachsen und Abnehmen der Klangstärke; ein stossweises Hervortreten des höheren Tones wechselt ab mit dem tieferen Tone, indem sich die Schwingungen gegenseitig abwechselnd bald verstärken, bald aufheben. Diese Stösse oder Schwebungen geschehen in gleichem Verhältniss mit der Differenz der Schwingungszahlen beider Töne. Beträgt z. B. die Schwingungszahl des einen Tones 128 und des andern 125 in der Secunde, so erfolgen innerhalb dieser Zeit drei einzelne Stösse oder Schwebungen; beträgt der Unterschied vier, sieben, elf, zwanzig etc., so beträgt auch die Anzahl der Schwebungen so viel. Je kleiner also die Differenz zweier Töne ist, desto langsamer erfolgen die Schwebungen, bis sie beim Einklange gänzlich verschwinden. Wir haben somit in den Schwebungen das Hauptmittel, um die Stimmung zu erkennen und zu berichtigen.

Hier sei noch nebenbei bemerkt, dass diese Schwebungen, wenn sie schnell erfolgen, auch ein tönendes Wellensystem für sich bilden können, und zu den zwei Tönen, durch welche sie bewirkt werden, einen dritten Ton geben, welcher Combinationston, auch (in neuester Zeit) Differenzton genannt wird. Auf dieses interessante Kapitel der Akustik näher einzugehen, ist indessen für das vorliegende Thema nicht gerade erforderlich.

Erklingen zwei Töne gleichzeitig, deren Schwingungszahlen genau in einem Verhältniss stehen, welches sich durch kleine Zahlen ausdrücken lässt, wie 1:2, 2:3, 3:4, 4:5, 5:6, so hören wir einen das Gehör befriedigenden, wohlthuenden Zusammenklang, eine Consonanz. Dabei bemerken wir unangenehme Stösse oder Schwebungen nicht, weil sie entweder mit den Schwingungen eines Tones zusammenfallen, oder einen Combinationston geben, welcher mit den beiden Tönen harmonirt. Je kleiner sich das Verhältniss der Schwingungszahlen ausdrücken lässt, desto grösser ist die Consonanz. Das Verhältniss 1:2 giebt die Octave, 2:3 die reine Quinte, 3:4 die reine Quarte (Umkehrung der Quinte), 4:5 die grosse Terz, 5:6 die kleine Terz. Diese Consonanzen sind es nun auch, durch deren Unterscheidung wir das reine Stimmen bewerkstelligen und zwar genügt zunächst das Erkennen der reinen Octave und der reinen Quinte.

Auch das ungeübte Ohr wird die geringste Abweichung von der Reinheit bei der Octave wie bei dem Einklange durch die entstehenden Schwebungen sogleich bemerken, und bei einiger Uebung wird man bald auch die Quinte erkennen lernen. Das Erkennen der Terzen wird sich ebenfalls bald mit ergeben.

Als eine besondere Erscheinung sei hier noch kurz erwähnt, dass die vorgenannten Consonanzen schon in jedem einzelnen Tone mit enthalten sind. Bei einem schwingenden Körper hören wir nämlich ausser dem Grundtone mehr oder weniger deutlich als leise Nebentöne die Töne, deren Schwingungszahlen das 2-, 3-, 4-, 5-, 6- etc. fache des Grundtones sind. Schlagen wir z. B. auf dem Klavier das grosse C an, so hören wir ausser diesem Tone noch leise das kleine c und g, dann das eingestrichene c, e, g mit erklingen. Es können bei Metallsaiten solcher Obertöne bis zu 18 vorkommen, doch sind blos die ersten der vorgenannten für das blosse Ohr leicht hörbar. Der siebente und mehrere der folgenden, welche mit dem Grundtone dissoniren, würden auch den angenehmen Klang der Saite beeinträchtigen, weshalb man beim Instrumentenbau den Hammer an einem Punkte der Saite anschlagen lässt, welcher die Bildung derselben verhindert.

Diese Obertöne, gewöhnlich Aliquotöne genannt, sind aber nicht blos bei Metallsaiten, sondern bei den Tönen aller Instrumente, auch in der menschlichen Stimme vorhanden. Ihre Reihe erscheint nach einander