

V.
THEORIE
der Aeols - Harfe,
von
MATTHEW YOUNG
in Dublin. *)

Dieses liebliche und ergötzende Instrument, welches mehrere für ein ganz Neues ausgegeben haben, ist eine Erfindung Kircher's, welcher es weitläufig in seiner *Phonurgia* beschreibt, auch schon eine Theorie desselben versuchte. **) Es ist so allgemein bekannt, daß es überflüssig seyn würde,

*) Ausgezogen aus dem Hauptwerke der Engländer über die Musik: *An Enquiry into the principal Phenomena of Sound and musical Strings*, by Matth. Young, B. D. Trinity - College, Dublin, Lond. 1784, 203 S., 8., welches jedoch für uns durch Herrn Dr. Chladni's lange erwartete *Akustik* wohl entbehrlich werden dürfte. d. H.

**) *Athanasii Kircheri, e Soc. Jesu, Neue Hall- und Tonkunst*, in unsre teutsche Muttersprache übersetzt von Agatho Carione, Nördlingen 1684, fol.; ein mit Kupferstichen wohl verziertes Werk, welches sich Freunden einer spaßhaften Lectüre empfehlen läßt. Im zehnten Kapitel: *Von verschiedenen Kunst - Wunderwerken und der natürlichen Stimm- und Tonzauberey*, handelt das dritte Kunstwerk, S. 105, von der Verfertigung eines Instruments, „das allein durch Trieb des Windes, so lang er

hier erst die Construction und den Gebrauch desselben zu beschreiben.

wehet, einen beständigen und zusammenstimmenden Ton von sich giebt;“ unsrer *Aeols-Harfe*, die indess bei Kircher diesen Namen noch nicht führt. Folgendes sind seine Worte:

„Wie nun dieses Instrument eine neue Erfindung, (so meines Erachtens von Niemand in Acht genommen, oder selbiger nachgeforcht worden:) also ist es ganz leicht und lieblich, und wird zum öftern in meinem Museo mit höchster Verwunderung von vielen gehört. So lange das Fenster zugemacht bleibt, ist das Instrument still, so bald man es aber aufthut, hört man einen lieblichen Ton und Klang, der alle, die es hören und nicht die eigentliche Beschaffenheit wissen, bestürzt macht, indem sie nicht wissen können, wo dieser Klang und Ton herkömmt, und was es für ein Instrument sey. Denn es lautet nicht eigentlich wie ein Saiteninstrument, auch nicht wie die, so durch den Wind tönend gemacht werden, sondern es hat einen vermengten und ganz fremden unbekannten Ton und Hall. Das Instrument aber muß also gemacht werden. Man bereite aus Fichtenholz, so am besten resoniret, ein Instrument 5 Spannen lang, 2 breit, die Tiefe aber oder Höhle 1 Spanne, beziehe es mit 15 oder mit mehr oder weniger gleichen Geigensaiten, die über 2 Stege an Wirbel gespannt werden, und stimme sie alle gleich, oder allein in die Oktav, wenn anders ein einstimmender oder zusammenklingender Ton folgen soll. Und ist dieses höchst verwunderlich und gleichsam ungereimt,

Um alle Ungewissheit in Absicht der Töne der Aeols-Harfe zu heben, nahm ich alle Saiten bis

dafs alle Saiten gleichlautend oder in der Oktav allein gestimmt, unterschiedliche Stimmen und Ton von sich geben sollen. Der Ort des Instruments mufs nicht in freier Luft, sondern verschlossen seyn, jedoch so, dafs die Luft einen freien und ungehinderten Zu- und Durchgang habe. Der Wind aber kann auf verschiedne Weise zusammen- und eingefangen werden, entweder durch ein Kegel- oder Schneckenrohr, oder durch hölzerne Flügel CV , EF , (Fig. 2, Taf. II.) welche vor dem Zimmer seyn, und den Wind in das Kästlein KN , welches im Zimmer ist, leiten müssen. Im Rücken SN des Kästleins ist eine offne Spalte, wobei man das Instrument OR wie in der Figur aufhängen, oder sonst fest anmachen soll, so dafs der Wind alle Saiten desselben berühre und bewege. — Nach starkem oder gelindem Winde wird sich ein verwunderlicher Ton und Hall in dem Gemach und Zimmer hören lassen, da die Saiten immer einen zitternden Ton werden von sich geben, bisweilen wie ein Vogelgesang, bald wie eine Wasserorgel, bald wie ein Pfeifenwerk, und andere fremde Töne mehr, da Niemand, der es hört und nicht sieht, wird wissen können, was dieses für ein Instrument sey. Benebens, wann alle Fenster des Gemachs werden zugeschlossen seyn, wird auch der geringste Ton und Hall sich nicht hören lassen; thut man aber nur eins auf, wird die Wundermusik sich alsobald wieder finden. — Will man machen, dafs ein solcher Wunderton

auf eine einzige ab, und setzte das Instrument in die erforderliche Lage. Ich war nicht wenig verwundert, eine Menge verschiedner Töne zu hören, nicht selten solche, die mir durch keinen aliquoten

aus freier und hoher Luft herabkomme, und mit Bestürzung vernommen werde; so mache man einen fliegenden Drachen oder Fisch, daß auf beiden Seiten die gleichlautenden Saiten aufgezogen werden. Sobald man ihn in freier Luft hängt, und das Seil anzieht, werden immerdar die Saiten einen starken Laut von sich geben. Machte man dann anstatt des fliegenden Drachen einen fliegenden Engel, so würde das Werk noch verwunderlicher kommen, und man es fast für Zauberei halten.“

Kircher's Angaben, wenigstens die erstern, sind der Wahrheit gemäß. Auch dem freien Winde ausgesetzt, tönt die Aeols-Harfe; nur, weil dann der Wind alle Saiten gleich stark trifft, mit weniger Abwechselung als am Fenster, wo der volle Wind nur eine Saite, die übrigen ein schwächerer Luftzug bewegt, oder als wenn sie an einem Baume so hängt, daß der Wind auf die Saiten mit ungleicher Stärke wirkt. In frei liegenden Zimmern ist, wenigstens bei windigem Wetter, Kircher's Windlade überflüssig. Gewöhnlich macht man die Aeols-Harfe auch nur halb so breit, als nach Kircher's Vorschrift, und spannt über den Resonanzboden nur 8 Darmsaiten, die verschieden gestimmt, minder harmonische, wild durch einander hallende Töne geben.

d. H.

Theil der Saite erzeugt schienen, ja oft von der einzigen Saite Accorde von 2 oder 5 Tönen, und schon gab ich die Hoffnung auf, diese außerordentliche und verwickelte Erscheinung aus den Grundsätzen aliquoter Theile erklären zu können. *) Doch zeigte sich bei einer genauern Untersuchung, daß sie sich alle daraus leicht und natürlich ableiten ließen.

Doch ehe wir dieses Phänomen untersuchen, wollen wir die Wirkung eines Luftzugs, der auf eine gespannte elastische Saite stößt, betrachten. Der Theil des Zugs, der auf die Mitte der Saite trifft, bringt die ganze Saite aus ihrer geradlinigen Lage; da aber ein gewöhnlicher Luftstrom nicht in gleicher Stärke lange anhält, so wird der Luftzug in der Regel die Saite nicht in der gekrümmten Lage erhalten können, da sie denn, vermöge ihrer Elasticität, zurück schnellte, und in Schwingungen kömmt, wodurch die Luft in solche Pulsationen versetzt wird, als im Ohre den *Ton der ganzen Saite* hervorbringen. — Ist dagegen der Luftstrom zu stark, als daß die gekrümmte Saite zurückschnellen könnte, so bleibt sie zwar in ihrer bauchigen Lage, gleich dem Tackelwerke eines

*) Das heißt unstreitig, aus der Lehre von den verschiedenen möglichen freien transversalen Schwingungsarten einer gespannten Saite, (der Ganzen, ihrer Hälfte, ihres Drittels, und ihrer übrigen aliquoten Theile,) wobei Schwingungsknoten und die sogenannten *harmonischen Töne* entstehn. d. H.

Schiffs bei heftigem Winde, und kann nicht mit ihrer ganzen Länge schwingen; dafür können aber aliquote Theile derselben in Schwingung kommen, und zwar aliquote Theile von verschiedner Länge, je nachdem der Luftzug stärker oder schwächer ist. Denn, indem die Geschwindigkeit des Luftstroms so zunimmt, daß er die Schwingungen der ganzen Saite hemmt, wirken die Lufttheilchen, welche gegen die Mitten der Hälften stoßen, gerade so auf diese Hälften der Saite, als im Falle der sympathetischen oder mithalleenden Töne. Die Schwingungszeit der Hälften ist nur halb so groß, als die der ganzen Saite, daher ein Luftstrom, ihre Schwingungen zu hindern, nicht mehr Macht hat, als er gegen die ganze Saite haben würde, wenn ihre Spannung viermahl größer würde, *) weshalb sie, (bei etwas schwellendem und wieder nachlassendem Luftstrome,) ungeachtet die ganze Saite gespannt bleibt, stark genug in Schwingung kommen können, um Pulsationen zu erregen, welche das Trommelfell

*) Bedeuten l, L die Längen, d, D die Dicken, k, K die Spannungen, und t, T die Schwingungszeiten zweier Saiten von einerlei Materie; so verhalten sich bei unendlich kleinen Schwingungen $t : T = \frac{l d}{\sqrt{k}} : \frac{L D}{\sqrt{K}}$, und daher bei gleicher Länge u. Dicke die Spannungen umgekehrt wie die Quadrate d. Schwingungszeiten, ($k : K = \frac{1}{t^2} : \frac{1}{T^2}$.)
d. H.

des Ohrs afficiren. Dasselbe gilt von andern aliquoten Theilen der ganzen Saite.

Die Wirkung des Windes, wenn er über Getreidefelder hinfährt, kann dazu dienen, dieses zu erläutern. Ist der Wind so schnell, daß, ehe der gebogne Halm sich in die senkrechte Lage zurück biegt, ein zweiter Stofs kömmt; so scheint dieser immerfort gebogen zu bleiben. Nimmt aber der Wind in Geschwindigkeit oder Stärke ab, so kann der Halm eine Schwingung vollenden, bevor er aufs neue gebogen wird, und so wird er beim Stosse des Windes sich vorwärts und zurück beugen.

Die Lufttheilchen, welche gegen die Saite an Stellen, die nicht in der Mitte aliquoter Theile liegen, stoßen, unterbrechen und verhindern eins die Schwingung, welche das andere erzeugt, gerade wie im Falle der sympathetischen oder mithalenden Töne, und haben deshalb keine empfindbare Wirkung. Folgende Beobachtungen können dazu dienen, die Richtigkeit dieser Erklärung zu bestätigen.

Beobachtung 1. Der Grundton der Saite war das große F, (*the grave fifteenth to low f on the Violin*;) folgende Aeolische Töne wurden deutlich, und fast in derselben Ordnung, worin sie aufgeschrieben sind, gehört, die, wie man aus den darunter gesetzten Brüchen sehn mag, von lauter ali-

quoten schwingenden Theilen der Saite erzeugt werden. *)

Beobachtung 2. Während die Saite einen dieser Töne von sich gab, hielt ich gegen die Stelle derselben, welche der Theorie gemäß für jenen Ton ein Schwingungsknoten seyn mußte, irgend ein Hinderniß, und der äolische Ton wurde dadurch nicht gehemmt, indess er augenblicklich erlosch, wenn man das Hinderniß oder die Dämpfung an
einen

*) Den aliquoten Theilen $\frac{1}{7}$ und $\frac{1}{11}$ entspricht in unserm Tonfysteme keiner der Töne genau. Der Ton, der zu $\frac{1}{7}$ der Saite *F* gehört, fällt zwischen das zweigestrichne *dis* und *es*, und wird im Folgenden durch *ds n.* oder *es n.*, (*nahe*,) bezeichnet; eben so giebt $\frac{1}{11}$ *b*, nicht genau, sondern nur nahe. Folgendes sind die gehörten Töne:

$\overline{c}, \overline{f}, \overline{a}, \overline{es\ n.}, \overline{c}, \overline{a}, \overline{ds\ n.}, \overline{f}, \overline{ds\ n.}, \overline{c}, \overline{a}, \overline{ds\ n.},$
 $\frac{1}{6}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{3}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{3}, \frac{1}{7},$
 $\overline{f}, \overline{f\ und\ ds\ n.}, \overline{c}, \overline{ds\ n.}, \overline{es\ n.}, \overline{es\ n.}, \overline{f}, \overline{a}, \overline{g}, \overline{f},$
 $\frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{7}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{10}, \frac{1}{9}, \frac{1}{8},$
 $\overline{c\ und\ es\ n.}, \overline{c}, \overline{f\ und\ a}, \overline{a}, \overline{es\ n.}, \overline{a}, \overline{es\ n.}, \overline{c}, \overline{f},$
 $\frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{5}, \frac{1}{7}, \frac{1}{3}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{8},$
 $\overline{e\ schwebend\ in\ es\ und\ d}, \overline{c}, \overline{f}, \overline{es\ n.}\ \text{und}\ \overline{c}, \overline{c},$
 $\frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{6},$
 $\overline{es\ n.}, \overline{a\ und\ c\ und\ es\ n.}, \overline{es\ n.}\ \text{und}\ \overline{f}, \overline{f}, \overline{b\ n.}, \overline{a},$
 $\frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{11}, \frac{1}{10},$
 $\overline{f\ und\ g}, \overline{es\ schwebend\ nach\ d}, \overline{c}, \overline{ds\ n.}\ \text{und}\ \overline{f}\ \text{etc.}$
 $\frac{1}{8}, \frac{1}{9}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}$

einen andern Punkt der Saite anbrachte; ein offener Beweis, daß beim Aeolstone in der That aliquote Theile der Saite für sich in Schwingung sind.

Beobachtung 3. Als ich umgekehrt an den Endpunkt eines aliquoten Theils der Saite einen sanften Druck anbrachte, erzeugte der Lufthauch gerade den äolischen Ton, den jener aliquote Theil angeben mußte; und so ließ es sich vorher bestimmen, welchen Aeolston man hören würde. Doch erfolgte der Ton nicht immer, da der Luftzug bald zu stark, bald zu schwach seyn mochte, um gerade diesen aliquoten Theil der Saite so stark in Schwingungen zu bringen, daß er tönte. Da aber der Druck an der angebrachten Stelle nothwendig einen Schwingungsknoten erzeugt; so kann wenigstens kein anderer Ton als der des bestimmten aliquoten Theils, oder eines aliquoten Theils dieses aliquoten Theils erfolgen. *)

Beobachtung 4. So wie der Windstoß zu- oder abnimmt, steigt oder fällt allmählig der Aeolston, indem ein stärkerer Windstoß die Schwingungen der längern aliquoten Theile hemmt. Dann prädominiren die Schwingungen der kürzern aliquoten Theile.

*) Kircher erklärt in seiner *Phonurgia*, pag. 148, sich die Aeolstöne daraus, daß der Luftstrom auf einzelne Theile der Saite allein treffe; eine Theorie, welche diese Beobachtungen gänzlich widerlegen, da dann eine Dämpfung an den übrigen Theilen der Saite den Aeolston nicht stören könnte.

le, und zwar immer kürzerer, so wie der Windstofs allmählig anwächst. Verändert sich die Stärke des Luftstosses plötzlich, so gehn auch die tiefern Töne nicht so stufenweise, sondern plötzlich in die höhern Töne kürzerer aliquoter Theile über.

Beobachtung 5. Manchmal hört man einen Accord von 2 oder 3 Aeolstönen zugleich. Dann hat der Lufthauch gerade eine solche Stärke, daß er zwei oder drei in Länge, (und mithin auch in ihrer Schwingungszeit,) nicht sehr verschiedene aliquote Theile zugleich in Schwingungen setzt, die sich dann nicht so stören und gegenseitig aufheben, als wenn die Länge der aliquoten Theile und ihre Schwingungszeit beträchtlich verschieden sind. Sieht man die obige Folge äolischer Töne an, so nimmt man wahr, daß gerade nur aliquote Theile, die zunächst an einander grenzen, zusammen tönen, z. B. C und E, ($\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{7}$ der ganzen Saite;) F und A, ($\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{5}$;) A, C und E, ($\frac{1}{5}$, $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{7}$ der Saite.) — Nie geben lange Saiten ihren Grundton und die Oktave desselben zugleich an, wovon der Grund unstreitig darin liegt, daß, ungeachtet beide in der Reihe der harmonischen Töne unmittelbar auf einander folgen, ihre Schwingungszeit doch so verschieden ist, daß ein Luftstrom, der die eine Schwingung bewirkt, nothwendig die andere hemmen muß. Ueberhaupt hört man nur bei den höhern aliquoten Theilen der Saite Accorde, und sie kommen desto häufiger vor, je höher der Ton ist,

da diese aliquoten Theile minder von einander verschieden sind.

Beobachtung 6. Oefters lassen sich zwar Aeolstöne hören, welche von keinem genauen aliquoten Theile der Saite herrühren; allein sie sind nur schnell vorübergehend, indem sie bis zum nächsten von einem genauen aliquoten Theile erzeugten Tone steigen oder sinken. Sie entstehen beim Uebergange aus einer Eintheilung der Saite zu einer andern, indem während desselben die schwingenden Theile der Saite sich allmählig verlängern oder verkürzen. Wenn so z. B. der Aeolston den Dritteln der Saite gehört, und der Luftstrom so sich ändert, daß er die Oktave des Grundtons angiebt; so müssen die Schwingungsknoten allmählig auf der Saite fortrücken, wobei ein sehr allmähliges Sinken des Tons statt findet, bis er sich mit der Oktave des Grundtons endigt.

Beobachtung 7. Nicht selten geben im Unifonogestimmte Saiten der Aeols - Harfe Mißharmonien, (*discords*,) an. Auch dieses erklärt sich auf dieselbe Art, da durch aliquote Theile einer Saite unendlich viele Discorde entstehen können.
