

Gründe der Musik.

S. 279.

AB, 45 Fig. sey eine Saite, die an ihren beiden Enden A und B befestigt und gespannt ist. Man drücke in der Mitte gegen sie, und bringe sie dadurch in die Gestalt und Lage ACB: hört man nun auf einmahl auf zu drücken, so wird die Saite wegen ihrer Elasticität nicht nur in ihre vorige Lage zurückspringen, sondern, wenn sie bis dahin wieder gekommen ist, so wird diese Bewegung nicht so gleich aufhören können, sondern die Saite wird sich vielmehr auf der andern Seite wieder ausdehnen, und die Lage ADB bekommen. Nun wird sie sich wieder zusammenziehen, und überhaupt solchergestalt fortfahren, Schwingungen zu machen, wie das Pendel (S. 114). Auch eben die Ursachen, welche machen, daß ein Pendel endlich zu schwingen aufhört (S. 145), bringen die Saite nach mehreren Schwingungen zuletzt zur Ruhe, welche indessen alle ihre Schwingungen, wenn sie nicht gar zu weit ausschweifen, in gleichen Zeiten macht, so wie auch das Pendel thut.

S. 280.

Indem eine gespannte Saite diese Schwingungen macht, bringt sie einen Schall hervor, der sich aber durch eine größere Annehmlichkeit von den gemeinern unangenehmen Geräuschen unterscheidet, dergleichen viele Körper nur allein

zu

zu erzeugen im Stande sind, wenn sie die Luft erschüttern. Man könnte einen solchen angenehmen Schall einen Klang nennen. Es scheint, als ob die klingenden und die bloß schlechweg schallenden Körper darin von einander unterschieden wären, daß diese den benachbarten Lusttheilchen lauter Schwingungen eindrücken, die an sich in Absicht auf ihre Geschwindigkeit höchst verschieden sind; da jene hingegen in allen Lusttheilchen entweder nur einerley Schwingungen, oder doch solche hervorbringen, die in Betracht der Zeiten in denen sie gemacht werden, nur auf eine gewisse nicht so mannichfaltige Weise verschieden sind.

§. 281.

Dergleichen Klang bringen nicht nur metallene Saiten oder Darmsaiten hervor, sondern auch Stäbe und Glocken von einem sehr elastischen Metalle oder von Glas, in denen man sich mehrere nebeneinanderliegende und auf einerley Weise gespannte Saiten gedenken kann. Bey den Flöten und ähnlichen musikalischen Instrumenten ist es nicht das Zittern des Instruments selbst, was den Schall oder Klang hervorbringt, sondern vielmehr die in der Höhlung desselben enthaltene Luft, welche durch das Hineinblasen auf eine gleichförmige Art erschüttert wird, und diese dadurch erhaltene Schwingungen nun der übrigen Luft mittheilt. Da sich also auch selbst bey diesen Instrumenten gleichsam Saiten von Luft

Luft gedenken lassen, so wird es überhaupt bey der weitem Betrachtung der Klänge, vornehmlich auf eine nähere Untersuchung der Schwingungen der Saiten ankommen.

S. 282.

Gespannte Saiten können als Pendel angesehen werden; was eine verschiedene Schwere bey dem Pendel ist, das ist bey den Saiten die verschiedene Spannung; die Längen der Pendel und der Saiten aber müssen auf einerley Weise betrachtet, bey den Saiten aber zugleich mit auf ihre Masse gesehen werden. Wenn man nun das über das Pendel in der Mechanik gelehrt auf die Saiten solchergestalt anwendet, so findet sich, daß die Anzahl der Schwingungen, die ein Paar Saiten in einer gegebenen Zeit macht, sich gegen einander verhält, wie die Quadratwurzeln aus den Quotienten, die man findet, wenn man die die Saiten spannenden Kräfte durch das Gewicht der Saiten und ihre Längen dividirt.

S. 283.

Hieraus fließen folgende besondere Sätze:

- 1) Die Anzahl der Schwingungen, welche zwei Saiten von gleichen Längen in einer gegebenen Zeit machen, verhält sich wie die Quadratwurzeln aus den durch die Gewichte dividirten spannenden Kräften.

2)

- 2) Bey gleich langen und schweren Saiten verhält sich die Anzahl der Schwingungen wie die Quadratwurzel aus den spannenden Kräften.
- 3) Bey gleichen Dicken (und specifischen Schwere ρ) der Saiten und gleichen Spannungen verhält sich die Anzahl der Schwingungen umgekehrt wie die Längen der Saiten.

§. 284.

So bald man mehrere Klänge unter einander vergleicht, bekömmt man den Begriff von einem Tone (tonus). Den Ton, den eine dickere, längere oder eine nicht so stark gespannte Saite hervorbringt, nennt man tiefer, als denjenigen, den eine dünnere, kürzere oder stärker gespannte Saite angiebt, welchen man einen höhern Ton nennt. Da nun dünnere, kürzere oder stärker gespannte Saiten in einer gegebenen Zeit mehrere Schwingungen machen als dickere, längere oder weniger gespannte Saiten, wie aus dem vorhergehenden §. folget, und die Klänge durch diese Schwingungen der Saiten hervorbracht werden: so folget daraus, daß der hohe Ton von dem tiefen darin unterschieden seyn müsse, daß bey jenem die Schwingungen, welche der Luft eingedrückt werden, schneller als bey diesem auf einander folgen.

§. 285.

Wenn ein Paar Saiten gleich lang gleich dick, und gleich stark gespannt sind, folglich gleich
viel

viel Schwingungen in einerley Zeit machen, so geben sie beide einerley Ton, oder die eine giebt den Einklang (unisonus) von der andern an. Ist aber die eine von einem Paar gleich dicken und gleich stark gespannten Saiten nur halb so lang als die andere, so daß sie also in einer gegebenen Zeit noch ein Mahl so viel Schwingungen macht und der Luft eindrückt als die andere (§. 283. n. 3), so giebt sie die höhere Octave von der andern an; einen Ton, dessen große Aehnlichkeit mit dem Grundtone von welchem man ihn die Octave nennt, oder der wieder die tiefere Octave von jenem ist, auch das ungeübteste Ohr empfindet. Ein Ton ist also um ein Octave höher oder tiefer als ein anderer, wenn bey ihm die Lufttheilchen noch ein Mahl so viel, oder halb so viel Schwingungen in einer gewissen Zeit machen, als bey dem andern Tone, von dem er die Octave genannt wird.

§. 286.

Wenn von zwey gleich dicken und gleich stark gespannten Saiten die eine sich zur andern in Absicht auf ihre Länge wie zwey zu drey verhält, so giebt jene den Ton, den man die Quinte von diesem nennt, und drückt den Lufttheilchen in eben der Zeit drey Schwingungen ein, in der diese ihnen zwey Schwingungen giebt. Fallen aber vier Schwingungen der Lufttheilchen bey einem Tone auf fünf Schwingungen der Lufttheilchen bey einem andern, so heißt dieser letztere Ton die große Terze von jenem.

N

§. 287.

S. 287.

Der Erfahrung zufolge machen der Grundton und seine Octave, der Grundton und seine Quinte, und der Grundton und seine Terze, oder auch der Grundton, Octave, Quinte und Terze zusammen angegeben, dem Ohre Vergnügen, und diese Töne heißen deswegen consonirende Töne oder Consonanzen. Etwas weniger angenehm sind der Grundton und seine Quarte, wobey vier Schwingungen der Lufttheilchen auf drey des Grundtons fallen; ingleichen der Grundton mit seiner großen Sexte, wobey fünf Schwingungen auf drey des Grundtons fallen. Die übrigen Töne, bey denen die Anzahl der Schwingungen in einerley Zeit in noch andern Verhältnissen steht, sind dem Ohre unangenehm, wenn sie zugleich gehört werden, und heißen deswegen dissonirende Töne oder Dissonanzen. Ihrer sind unzählig viele, in merklich unterschiedenen Arten der Unannehmlichkeit: die unerträglichsten sind die, welche in Ansehung der Zahl der Schwingungen nur um etwas sehr geringes von einander unterschieden sind.

Versuche hierzu mit dem Monochorde (und Tetrachorde L.) oder Sonometer.

Warum die Octave, Quinte und Terze Consonanzen sind, das zu untersuchen gehört mehr für die Geometrie, als für die Naturlehre der Körper.

S. 288.

Zwischen einem Tone und seiner Octave läßt sich eine unzählige Menge von Zwischentönen denken;

denken; und obgleich kein Ohr sein genug ist, alle diese Zwischentöne von einander zu unterscheiden, so unterscheidet doch ein jedes Ohr eine große Menge davon. Wir nehmen in unserm Tonsysteme sieben Haupttöne in einer solchen Octave, und dazwischen noch fünf Nebentöne an, und bezeichnen die erstern entweder mit den Sylben vt, re, mi, fa, sol, la, si, oder mit den Buchstaben c, d, e, f, g, a, h; und die dazwischen liegenden Nebentöne benennen wir von den Haupttönen, auf die sie Beziehung haben.

S. 289.

Die Unterschiede unter diesen Tönen sind aber nicht allerwärts gleich, oder der Zwischenraum einer Octave ist nicht zwölf gleiche Theile für die zwölf zwischentöne getheilt, und dieses darf auch nicht seyn, wosern die vollkommnern Consonanzen in dem Gebrauche dieser Töne erhalten werden und das Ohr vergnügen sollen*). Nach der Kirnbergerischen Temperatur ist die Verhältniß der Töne folgende:

*) Da große Kenner der Musik und Männer vom feinsten Gehör diese Kirnbergerische Temperatur widrig finden, und sich für diejenige erklären, die Herr Erleben mit einem so starken Ausdruck verwirft, nämlich die Gleichschwebende: so habe ich die Verhältnisse auch nach dieser in einer zweyten Columne beygefügt.

C	1	-	-	(100000
Cis	$\frac{243}{50}$	-	-	94387
D	$\frac{81}{25}$	-	-	89090
		R	2	Dis

Dis	$\frac{27}{32}$	—	—	84090
E	$\frac{44}{55}$	—	—	79370
F	$\frac{34}{44}$	—	—	74915
Fis	$\frac{32}{45}$	—	—	70710
G	$\frac{23}{3}$	—	—	66742
Gis	$\frac{81}{125}$	—	—	62996
A	$\frac{161}{270}$	—	—	59460
B	$\frac{9}{6}$	—	—	56123
H	$\frac{3}{6}$	—	—	52973
c	$\frac{1}{2}$	—	—	50000. L.)

Eine deutliche Darstellung der Unrichtigkeit der Kirnbergerischen Temperatur findet sich in der am Ende dieses Abschnitts unter Nro. 14. angeführten Marpurgischen Schrift. L.

§. 290.

Und aus diesen zwölf Tönen einer Octave, mit sammt ihren verschiedenen Octaven, sucht die Musik diejenigen aus, die sie dergestalt unter einander verbindet und auf einander folgen läßt, daß eine dem Ohre angenehme Zusammensetzung herauskömmt. Sie thut dieses entweder auf eine einfachere Weise dadurch, daß sie nur bloß die Zeiten abmisset, in welchen einerley Klang auf einander folgen soll; oder daß sie mehrere Töne auf eine mannichfaltige Weise auf einander folgen läßt ohne zugleich die dazu erforderliche Zeit abzumessen; oder sie schreibt in ihren vollkommensten Hervorbringungen nicht allein die Ordnung und Folge der Töne, sondern auch die Zeiträume vor, die diese Töne erfüllen sollen. Und so bezaubert

zaubert sie durch Melodie und Harmonie, und wenn sie in ihren Accorden unangenehme Verbindung von Tönen zwischen die angenehmern webt, so thut sie es nur, um diese das Ohr desto höher empfinden zu lassen.

S. 291.

Ein in der Musik vorzüglich geübtes Ohr empfindet es deutlich, daß kein Klang so einfach ist, als es einem weniger geübten scheinen könnte, sondern daß in jedem Klange vielmehr alle Töne gewissermaßen mit klingen: vorzüglich aber hört man außer dem Grundtone allemahl noch die Octave desselben, die Octave der Quinte, und die doppelte Octave der großen Terze. Die Reinigkeit eines Klanges und sein Unterschied von einem andern Schalle oder Geräusche scheint also nicht sowohl darin zu bestehen, daß er ganz einfach und ungemischt ist, oder daß die Luft blos Schwingungen von einerley Geschwindigkeit dabey bekömmt; sondern daß vielmehr der eigentliche Grundton, und nach ihm die Consonanzen alle übrigen unangenehmern Töne hinlänglich überwiegen; so wie auch unstreitig die Theilchen der Saite bey der Erschütterung derselben mit ganz verschiedenen Geschwindigkeiten zittern müssen, ungeachtet die Saite im Ganzen nur einerley Schwingungen hat.

Gewisse Register der Orgel dienen sehr zur Erläuterung dieser Sache.

Einige aller Aufmerksamkeit werthe Anmerkungen über diesen S. finden sich in: kleine Beyträge zur Mathema-

thematik und Physik von Fried. Gottlieb Basse
1r Th. Leipz. 1786. S. 137 u. ff. und in D. Chlad-
ni's oben angeführter Schrift. S. 66. L.

In eben dieser Schrift S. 76 hat uns Hr. D. Chladni mit einer neuen Schwingungsart an Saiten bekannt gemacht, wodurch Töne hervorgebracht werden, die er Längentöne nennt. Man erhält sie wenn man die Saiten mit dem Bogen unter einem sehr spitzen Winkel, statt des rechten unter welchem sie gewöhnlich gestrichen werden, anstreicht. Sie klingen zwar ziemlich unangenehm und dienen daher wohl nicht zu praktischem Gebrauch, sind aber wegen ihrer gänglichen Abweichung von allen übrigen Schwingungs-Arten sehr merkwürdig. Ihr Charakter ist: 1) Wenn man die Saite gegen die Mitte anstreicht, so erhält man einen Ton, der den gewöhnlichen Grundton derselben um 3 bis 5 Octaven an Höhe übertreffen kann. 2) In der Mitte gedämpft, und die Hälfte in ihrer Mitte gestrichen, giebt die Octave u. s. w. wie gewöhnlich. 3) Sie haben kein bestimmtes Verhältniß gegen die durch rechtwinklichtes Streichen zu erhaltenden Töne; in dem dabey sehr wenig auf die Spannung der Saite ankommt, so daß, wenn die gewöhnlichen Töne durch eine stärkere Spannung fast um eine Octave erhöht werden, die Höhe dieser neu beobachteten kaum um einen halben Ton zunimmt. Mehrere Beobachtungen des Verfassers hierüber, finden sich im August der Berlinischen musikalischen Monatschrift für 1792. L.

S. 292.

Wie tiefe und wie hohe Töne unser Ohr ertragen und unterscheiden könne, das ist schwer mit einer allgemeinen Gewißheit ausmachen. Sauveur hält den für den tiefsten hörbaren Ton, wo die Lufttheilchen in einer Secunde $12\frac{1}{2}$ Schwingungen machen, für den höchsten den, wo sie 6400 Schwingungen in eben der Zeit machen;
so

so daß also neun Octaven von Tönen von unserm Ohr solchergestalt empfunden werden könnten. Euler nahm sonst den Ton für den tiefsten an, wo die Lufttheilchen 30 Schwingungen in einer Secunde machen, neuerlich aber den von 20 Schwingungen; für den höchsten empfindbaren Ton nahm er sonst den von 7520, jetzt den von 4000 Schwingungen an; so daß also die hörbaren Töne nach ihm ohngefähr acht Octaven ausmachen.

Sauveurs firer Ton, der hundert Schwingungen in einer Secunde macht.

S. 293.

Die Art, wie mehrere Töne sich zugleich durch die Luft bis zu unserm Ohre fortpflanzen, zu erklären, fand Mairan deswegen Schwierigkeit, weil er sich eine unrichtige Vorstellung von der Fortpflanzung des Schalles durch die Luft überhaupt machte und annahm, die Luft bewege sich wirklich dabey aus der Stelle; und in diesem Falle würde es unbegreiflich seyn, wie mehrere Schwingungen von ganz verschiedenen Geschwindigkeiten dabey Statt finden könnten. Die ganze Schwierigkeit fällt aber weg, wenn man bedenkt, daß die Luft eigentlich gar nicht bey der Fortpflanzung eines Schalles von einem Orte zum andern bewegt wird, sondern daß nur ihre einzelnen Theile zusammengedrückt werden und sich vermöge ihrer Elasticität wieder ausdehnen. Es ist also nicht nöthig, um diese Schwierigkeit

zu heben, mit Mairan anzunehmen, die Lufttheilchen haben verschiedene Grade der Elasticität, und ein jeder Ton werde durch eine eigne Art von Lufttheilchen fortgepflanzt, welches auch gar nicht möglich ist.

Discours sur la propagation du son dans les différentes tons qui le modifient, par M. DE MAIRAN; in den *Mem. de l'acad. roy. des sc.* 1737. p. 1.

§. 294.

Wenn die bey einem Schalle erschütterte Luft gegen weiche Körper stößt, so wird der Schall, wie leicht begreiflich ist, dadurch geschwächt. Stößt sie aber gegen Körper, deren Theilchen in dem Grade gespannt sind, daß sie diese Art von Schwingungen anzunehmen vermögend sind, so gerathen diese Theilchen in die damit übereinstimmende Bewegung, und bringen solchergestalt in der übrigen daran gränzenden Luft eben den Schall oder Ton hervor. Dies ist die Ursache, warum ein musikalisches Instrument mit Saiten eben die Töne gleichsam von selbst angebt, die man auf einem andern daneben hervorbringt; so wie auch die Resonanz überhaupt und die Wirkung der Resonanzböden auf den musikalischen Instrumenten daraus begreiflich wird, deren Beschaffenheit und Gestalt ungemein zu der Wirkung dieser Instrumente be trägt.

Sur la forme des instruments de musique, par M. DE MAUPERTUIS; in den *Mém. de l'acad. roy. des sc.* 1724. pag. 215.

§. 295.

S. 295.

Die Resonanz kann in einem spröden Körper so stark werden, daß bey der heftigen Erschütterung desselben seine Theile sogar von einander reißen; so wie wirklich Fenster vom Abseuren der Kanonen zerspringen, und Gläser entzwey geschrieen werden können.

DAN. GEO. MORHOFII stentor ὑπεροκλήσεως, s. de scypho vitreo per certum humanæ vocis sonum fracto diff. Kilon. 1683. 4.

S. 296.

Auf den besaiteten musikalischen Instrumenten werden die Töne dadurch hervorgebracht, daß die metallenen Saiten oder die Darmsaiten, womit sie bezogen sind, mit Hämmern, Federn oder Bogen geschlagen, gerissen oder gestrichen und solchergestalt erschüttert werden. Auf verschiedenen behalten die Saiten immer einerley Länge, auf andern werden sie durch einen Druck des Fingers, um höhere Töne hervorzubringen, verkürzt. Bey den Blasinstrumenten wird die Luftsaiten (§. 281) durch die Oeffnung der Löcher oder der Klappen gehörig verkürzt, oder der Ton auch wohl auf andere Art hervorgebracht und durch den Bau des Instrumentes größtentheils nur verstärkt.

Hierbey in den Vorlesungen das nöthigste vom Bau des menschlichen Ohres nach den neuesten Entdeckungen. Eines der vorzüglichsten hieher gehörigen Werke ist: Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu, auctore Antonio Scarpa. Ticini 1789. fol. L.)