Scheibler, Johann Heinrich

Der physikalische und musikalische Tonmesser welcher durch den Pendel, dem Auge sichtbar, die absoluten Vibrationen der Töne, der Haupt-Gattungen von Combinations-Tönen, so wie die schärfste Genauigkeit gleichschwebender und mathematischer Accorde beweist ; Nebst 3 Steindrucktaf.

Essen 1834

<36606919810015

Der

physikalische und musikalische

Tonmesser,

welcher

durch den Pendel, dem Auge sichtbar, die absoluten Vibrationen der Töne, der Haupt-Gattungen von Combinations-Tönen, so wie die schärfste Genauigkeit gleichschwebender und mathematischer Accorde beweist,

erfunden und ausgeführt

von

Heinrich Scheibler.

Seidenwaaren-Manufacturist in Crefeld.

Nebst 3 Steindrucktafeln.

Essen,

bei G. D. Bädeker.

1834.

Vorrede.

Ueber einen wissenschaftlichen Gegenstand klar und kurz schreiben, ist eine Fertigkeit, die mir nicht eigen ist, die ich auch nie versucht habe.

Ueber einen solchen Gegenstand, wenn er, wie der meinige, ganz neu ist, klar und kurz schreiben, wird mir also noch weniger gelingen.

Meine Freunde aber, welche meine Arbeiten in der Nutzanwendung kennen, behaupten, es sei besser, dass ich sie bekannt mache, als dass sie mit meinen Stimmgabeln verrosteten, und dass am Ende nur einige rein temperirte Scalen übrig blieben, von denen man nicht wisse, wodurch sie so rein seien.

Ich ergebe mich einer so bestimmt ausgesprochenen Aufforderung, Autor zu werden, und tröste mich über meine Undeutlichkeit wie Jener, dessen Schreiberei Niemand entziffern konnte: „ich habe schreiben gelernt, lernt ihr nun lesen."

Wem es der Mühe werth scheint, der wird auch meine Schrift lesen und verstehen lernen.

Die gegenwärtige Abhandlung ist in abgebrochenen Sätzen zu Tage gefördert worden, und immer habe ich noch neue Lappen auf die Jacke gesetzt. Jetzt wundere ich mich sehr, dass sie so bunt ist.

In Briefwechsel kann ich mich nicht einlassen; aber die Untersuchung meines Tonmaasses steht jedem Gebildeten frei, wenn er sich zu mir bemüht.

Was einige Sachkenner über meine Erfindung bereits geurtheilt haben, finde hier einen Platz.

Der Verfasser.

A. Aus der Frankfurter Ober-Post-Amts-Zeitung vom 29sten September 1832.

Physikalischer Verein in Frankfurt a. M.

Herr Scheibler aus Crefeld hat eine sehr interessante akustische Entdeckung gemacht, die er Samstag den 22. Sept. einer sehr zahlreich besuchten Versammlung des hiesigen physikalischen Vereins mittheilte. Er hat die wellenförmigen Tonschwingungen, die, wenn man zwei fast im Einklang stehende Töne erklingen lässt, auch dem ungeübten Ohre sehr vernehmbar sind, die schon Cladni und andre Akusticker kannten, mit dem Namen Schwingungen bezeichneten, aber nicht weiter beachteten, zu einem neuen Tonmaasse benutzt, vermittelst welchem er nicht nur die Bestimmung der Schnelligkeit der Tonvibrationen auf eine bis jetzt noch nicht gekannte Genauigkeit bringen kann, sondern auch im Stande ist, Orgeln, Klaviere und andre Instrumente zu jeder Zeit, von aller subjectiven Laune oder Gemüthsstimmung unabhängig, mit mathematischer Gewissheit in einer solchen Reinheit zu stimmen, wie es bisher mit allem Fleiss, aller Kunst und aller Uebung nicht möglich war. Alles dieses habe ich bei seinen mir gemachten Privatmittheilungen ganz bewährt gefunden, und die Probe selbst an meinem Streicherflügel zu meiner vollkommensten Befriedigung gemacht. Das Nähere werde ich in einem dazu geeigneten Journale sagen. etc.

Schnyder von Wartensee.

B. Auszug eines Briefes des Herrn Hofraths Professor Munke in Heidelberg. 1832.

— — Mittlerweile habe ich jetzt gerade Gelegenheit, die Hauptsache Ihrer trefflichen Arbeit, die einmal unerschütterlich fest steht, in England, namentlich in London bei der königl. Societät, bekannt zu machen, wohin ich alles Neue vom Continent melde, und eben so werde ich derselben in Petersburg erwähnen. Endlich werde ich in Poggendorff's Annalen eine kurze Notiz einrücken lassen, wodurch Ihnen dann die Priorität gesichert ist. Das Ganze wird seiner Zeit bearbeitet. etc.

C. Vorläufige Anzeige des Herrn A. Roeber in Crefeld.

In Kurzem wird von mir eine ausführliche Darstellung der vielfachen und interessanten Arbeiten des Herrn Scheibler, mit welcher ich gegenwärtig noch beschäftigt bin, in Poggendorff's Annalen erscheinen. Ich füge der eigenen Darstellung derselben daher nur Folgendes bei.

Von dem Vorhandensein der verschiedenen Gattungen von Stössen, so wie von der grossen Präcision der Messungen des Herrn Scheibler, aus welchen unwiderleglich die Wahrheit des Gesetzes hinsichtlich der Zahl der Stösse folgt, habe ich mich durch öftere Beobachtungen und eigene Messungen auf's vollkommenste überzeugt; und da die Scheiblersche Stimmmethode, gegründet auf die Natur der Stösse, ausser dem überwiegenden Vorzug bisher nicht gekannter Genauigkeit und Sicherheit, sich noch durch ihre leichte praktische Ausführung empfiehlt, so mögte die vorliegende Schrift nicht blos in theoretischer Hinsicht besonderes Interesse verdienen, sondern auch den für den ausübenden Musiker wichtigsten Erscheinungen beizuzählen sein.

den 3. Juli 1833.

A. Roeber,
Lehrer der Mathematik und Physik an der höhern Bürgerschule zu Crefeld.

D. Zeugniss des Herrn Musikdirektors Wolff in Crefeld.

Die von Herrn Scheibler mathematisch berechnete Temperatur, um die nicht leiterfreien Instrumente, wie z. B. Klavier, Orgel, Flöte, Clarinette, Oboe, Fagott etc., nach dem stossenden Tonmaass zu stimmen, ist so vollkommen rein gleichschwebend, dass durchaus bei der allerstrengsten Prüfung nichts mehr zu wünschen übrig bleibt.

Die Stimmung nach 12 stossenden Gabeln ist für die Stimmer die allerbequemste, indem er nur zu zählen hat, ob vier Stösse auf Nro. 60 des Metronoms kommen.

Ich stimme nach 6 Gabeln oder festen Punkten des Tonmaasses des Herrn Scheibler, nemlich $\overline{a}$, $\overline{g}$, $\overline{f}$, $\overline{dis}$, $\overline{cis}$ | h in der eingestrichenen Octave, wo ich jedesmal mit Hinzuthun der zwischen-liegenden, leicht zu findenden Quinten, die Stimmung über jede Erwartung rein erhalten habe, so wie es mir noch nie nach allen andern Vertheilungen gelungen ist. Es geht schnell und ist sicher, nach festen Punkten zu stimmen.

J. N. Wolff,
Musikdirektor in Crefeld.

E. Zeugniss des Herrn Musiklehrers Wortmann in Crefeld.

Seit zwei Jahren stimme ich aus Liebe zur Sache den Flügel des Herrn Scheibler hierselbst nach derjenigen Scala seines Tonmaasses, mit welcher die zu stimmenden Töne vier Stösse in der Secunde machen müssen, dadurch dass letztere höher sind. Es hat diese Stimmweise den unendlichen Vortheil, dass man beim Stimmen aufs genaueste am Metronom sieht, wie man stimmt und wie genau man ist. Es ist hier von keiner willkührlichen musikalischen Beurtheilung die Rede, sondern das Metronom sagt, wie eine Waage, ob dem zu stimmenden Ton seine Vibrationen zugemessen sind oder nicht.

Ich stimme meinen Flügel nach 6 nicht stossenden Tönen desselben Tonmaasses, welche Herr Scheibler mir zu dem Ende verehrte. Diese bilden 6 sichere Punkte, zwischen welche die andern 6 Töne auf die schicklichen Stellen, welche nicht zweifelhaft sind, gestimmt werden. Dieses ist sehr leicht auszuführen, und erfordert auch nicht mehr Zeit, als die andere Art.

Ueberhaupt liefern beide Stimmweisen eine gleichschwebende Temperatur, deren Reinheit man noch nie erlangt hat, und blos durchs Ohr auch nie erlangen kann, abgesehen von der grossen Bequemlichkeit. In 15 bis 20 Minuten habe ich auf beide Arten die Normalscala des Flügels gleich rein in allen Tonarten.

Es wäre zu wünschen, dass diese neue Stimmweise, deren grosse Vortheile ich aus Erfahrung kennen gelernt habe, allgemein angewendet würde.

Crefeld, den 2. Juli 1833.

F. A. Wortmann,
Musiklehrer.

Entstehung meines Tonmasses.

Ohngefähr im Jahre 1812 oder 13 richtete ich einem Künstler, welcher sich auf zwei Maultrommeln hören liess, eine Vorrichtung für 10 oder 12 derselben ein, um seiner Musik mehr Umfang zu verschaffen. Ich selbst arrangirte mir nach und nach 20 auf 2 Scheiben, um durch alle Tonarten ungehindert gehen zu können. Dadurch lernte ich die Mangelhaftigkeit der üblichen Stimmweisen einsehen. Ich glaubte ein Monochord werde mir Gewissheit geben. Als ich fand, dass diess Instrument nicht immer ganz genau dieselben Töne gab, schrieb ich diess dem mir wahrscheinlichen Grunde zu, dass ich die a-Stelle desselben nicht immer genau wieder mit meiner a-Gabel gleich stimmen müsse. Ich nahm mir vor, einen Weg zu finden, wo ich ganz sicher ginge. Nach und nach ward es mir klar, dass die sogenannten Schwebungen, Stösse von mir genannt, mir denselben zeigen würden, wenn ich sie einmal genau kennen lernte. Ich fand durch Versuche, dass sie sich auf's schärfste reguliren liessen.

Um meine Monochord-Saite correct nach meiner a-Gabel zu stimmen, suchte ich diejenigen Stellen des Monochords zu finden, welche 4 Stösse mit meiner a-Gabel in der Secunde machten, wenn die a-Stelle und die a-Gabel unisono waren. Eine derselben musste tiefer, die andre höher als die a-Stelle liegen. Diese Nebenstellen fand ich 18 Monochord-Theile von der a-Stelle entfernt.

Meiner Theilungs-Instrumente wegen waren die 10 a 12 Monochorde, welche ich nach und nach besass, in 400,000 Theile getheilt (*Chladni's* gleichschwebende Scala mit 4 multipliziert), und die gefundenen Nebenstellen zu a- heissen 1982 und 2018, weil a- 2000 hiess.

Wenn ich die Saite nun so stimmte, dass die beiden Stellen $\frac{1982}{2018}$ mit meiner a-Gabel 4 Stösse in der Secunde machten, so musste die Stelle a, 2000, mit der Gabel im vollkommensten Unisono sein; und dieses Finden war nicht mehr der Willkühr unterworfen, sondern dem Ausspruche des Pendels.

Dergleichen Nebenstellen, wie $\frac{1982 \text{ und}}{2018}$ im Verhältniss zu a- sind, rechnete ich für alle andern Töne der Scala aus. Ich übergehe die tausende von Versuchen und Rechnungen, durch welche ich die wahren Nebenstellen fand, und bemerke nur, dass es dann erst sein konnte, als ich die Vibrationen meiner a-Gabel kannte.

Diese habe ich damals aus dem Raume berechnet, welcher auf dem Monochord nöthig war, um die Nebenstellen zu a- zu geben. Diese Monochord-Ermittelungen sind aber sehr unsicher, so dass dieselbe a-Gabel, welcher ich damals 889 Vibrationen zuschrieb, jetzt beim Zählen nur $878\frac{2}{3}$ hat.

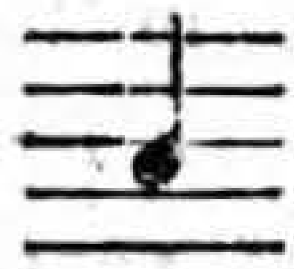
Als mein Monochord Nebenstellen für die ganze Scala hatte, machte ich Scala-Gabeln, welche mit den Nebenstellen 4 Stösse per Secunde, also die Vibrationen der Hauptstellen des Monochords hatten.

Wäre es möglich, mittelst eines Monochords genaue Resultate zu erlangen, so mussten in der Reihe von Jahren, welche ich darauf verwandte, meine Scala-Gabeln, direct von a- abgeleitet, zu stimmen, dieselben ganz richtig werden.

Um die Fehler der Scala-Gabeln, welche ich durch Additionen fand, zu verbessern, machte ich auch Neben-Gabeln; das heisst solche, welche mit den Scala-Gabeln 4 Stösse in der Secunde machten. Hat eine Scala-Gabel $^1/_{10}$ Pendelschlag zu viel oder zu wenig, so kann ich ihr denselben entziehen oder zusetzen, indem ich sie dahin stimme, dass sie die 4 Stösse mit einem um $^1/_{10}$ Pendelgrad veränderten Pendel macht; also mit Pendel 59.9 oder 60.1 statt mit 60.

Ich fand für mein Ohr vollkommene Genugthuung in der Reinheit der nach meinen Monochord-Gabeln gestimmten Instrumente, und jeder Andre fand es ebenso. Indessen konnte ich mich nicht zufrieden stellen, da meine Resultate nicht constant waren. Wenn ich z. E. fand, dass eine Gabel nach einem Monochord um 1 Pendelschlag zu hoch war, so gab das andre Monochord sie als zu tief an. Das war nicht, was ich seit Jahren gesucht hatte.

Ich sah ein, dass ein mathematisches Monochord nicht zu verfertigen sei. Auch hatte ich gefunden, dass die Saite desselben sich selbst dann nicht vor der vom Untersuchenden ausstrahlenden Wärme schützen lasse, wenn man sie durchaus mit Schiebern deckt, welche nur den zum Anschlagen nöthigen Raum unbedeckt lassen. Daher steht eine Monochord-Saite nie 30 Secunden, und schwankt anhaltend um 1 bis 4 Pendelgrade.

Ich ging dazu über, mir zu meinen Scala- und Nebengabeln so viele Zwischengabeln zu stimmen, dass ich von  bis  alle dazwischen liegenden Stösse und ihre Geschwindigkeiten am Pendel zählen und messen kann. Durch ihn beweise ich:

1. die absoluten Vibrationen meiner Scala A, a.
2. „ „ „ meines A.
3. „ „ „ „ a.
4. „ Richtigkeit meiner Scala-Gabeln.
5. „ „ „ $^{40}/_{50}$ andern Gabeln.
6. „ „ „ Accorde.
7. „ „ aller Gattungen von Stössen.
8. „ „ „ Rechnungsarten.
9. „ Genauigkeit meiner mathematischen Accorde.
10. „ „ , mit welcher andre Instrumente nach meinen Gabeln gestimmt werden können, und die sich auf $^{1}/_{150}$ bis $^{1}/_{1200}$-Stoss nachweist ($^{1}/_{75}$ bis $^{1}/_{600}$ Vibration).

Alle meine Stimmarten und Untersuchungen haben den Vortheil, dass das Auge Richter in letzter Instanz über die Vibrationen ist; da das Ohr nur zählt und gar nicht über Höhe und Tiefe urtheilt.

Metronom und Pendel.

Mein Metronom ist ein Instrument, welches die Minute von 50 bis zu 90 und mehr Theilen theilt, und vermittelst welchem ich dadurch untersuchen kann, wie oft sich irgend etwas in der Minute oder Secunde ereigne. Es ist aber sehr unbeständig und muss bei jeder Aenderung des Thermometer-Standes von $^{1}/_{2}$ bis 1 Grad Reaumur regulirt werden. Da der Pendel des Metronoms das Wesentliche desselben ist, so füge ich eine Zeichnung davon bei.

Das untere Gewicht, a, (Fig. 1) muss sich durch eine feine Schraube, b, so verrücken lassen, dass Nro. 60 immer wieder mit der Secunde übereinstimmend gemacht werden kann. Ein kleiner Zeiger, d, an der Schraube, erleichtert diess. Man hat also ausser dem Metronom auch einen wirklichen Secunden-Pendel zum Reguliren nöthig. Mein Metronom ist ganz von Kupfer. Die Verschiebung des obern Gewichts, e, geschieht vermittelst einer Schraube f. Der Kopf, g, ist aufgeschraubt. Das Schräubchen h, macht das Federchen i, klappen, so oft die Schraube f, einmal umläuft. Die Scheibe k, ist in 10 Theile getheilt. Durch diese Vorrichtungen kann man die Stellen aufs genaueste ermitteln, wo das Gewicht e, sich befinden muss, damit der Pendel 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85 und 90 Schwingungen in der Minute mache. Die Unterabtheilungen findet man durch Rechnung und vermittelst der Scheibe k.

Fig. 2 stellt die Eintheilung des Metronoms dar, in ganzen und fünftel Pendelgraden, deren $^1/_2$ gleich $^1/_{10}$ von einem Ganzen ist.

Ich werde vielleicht zu einem wirklichen Pendel übergehen, welcher sich dermaassen verkürzen lassen soll, dass man ihn von 60 bis zu 90 Schwingungen in der Minute benutzen kann. Bei meinem Metronom sind die ganzen Pendelbewegungen 60, 61 etc. wieder in 10 getheilt, bei dem Pendel hoffe ich, des grössern Raumes wegen, jede Pendelzahl, 60, 61, etc., in 100 theilen zu können. Metronom und Pendel sind für meine Messungen, wo 1 bis 2 Minuten hinreichen um einen Ton zu messen, am sichersten, wenn sie ohne Uhrwerk sind.

Stellt man den Pendel so, dass bei jeder Bewegung desselben etwas Zählbares (z. B. eine Takteintheilung oder ein Stoss) einmal vorkommt, so weiss man, wenn man die Pendelgeschwindigkeit nachsieht (sie muss desshalb auf dem Pendel verzeichnet sein), wie oft sich die Takteintheilung oder der Stoss in der Minute oder Secunde ereignet.

Wenn z. B. ein Stoss gezählt wird bei

Pendel Nro.	60	70	80	90
so geschehen in der Minute Stösse	60	70	80	90
„ „ „ „ Secunde „	1.	1.16$\frac{2}{3}$	1.33$\frac{1}{3}$	1.50.

Bei zwei Stössen auf jede Pendelbewegung ist das Ergebniss doppelt etc.

Man erfährt also die Zahl der Stösse per Secunde, wenn man die Pendelgeschwindigkeiten, bei welchen sie geschehen (60, 70, 80, 90), damit multiplizirt und mit 60 dividirt. z. E.

Pendel Nro.	60	70	80	90
zu 4 Stössen jede Schwingung, sind Stösse in der Minute	240	280	320	360
dieses macht in der Secunde	4	4$\frac{2}{3}$	5$\frac{1}{3}$	6.

Oder wenn es in Decimal-Stellen geht, z. E.

4 Stösse bei Pendel	75 . 35
per Minute Stösse	301 . 40
in der Secunde	5 . 0233

Oder:

6 Stösse bei Pendel	63 . 75
in der Minute Stösse	382 . 50
in der Secunde Stösse	6 . 375.

3 Stösse auf 2 Schwingungen von Pendel 71 . 80
3
Stösse in der Minute 215 . 40

Werth per Secunde von 3 Stössen auf
eine Schwingung 3.590 Stösse.

Werth von 3 Stössen auf zwei
Schwingungen 1.795 „

Hat man eine Reihe von Tönen, welche, wie bei meinem Tonmaasse, so aufeinander folgen, dass man untersuchen kann, bei welchen Pendelnummern, vom 1sten zum 2ten, vom 2ten zum 3ten u. s. w., x-Stösse geschehen, so kann man sehen, um wie viele Stösse in der Secunde der 1ste vom letzten Tone entfernt ist.

Mein Tonmaass giebt z. B. von A bis a (wozu 52 Gabeln sind), wenn man alle Pendelnummern zusammen zieht, Pendelschläge 3295
4
Ich zähle mit 4 Stössen, also per Minute 13180 Stösse,
folglich in der Secunde $219^2/_3$ „

In meiner Scala sind demnach
von A bis a, Stösse $219^2/_3$ in der Secunde.
A hat also ebenfalls „ $219^2/_3$ „ „ „

weil a- das Doppelte, also Stösse $439^1/_3$, haben muss, wenn die Scala $219^2/_3$ hat.

Nach meinen Beweisen hat mein a- (wie man weiter sehen wird) demnach Vibrationen $878^2/_3$.

Die Genauigkeit, mit welcher man beobachten kann, richtet sich nach der Uebung. Ohne Uebung unterscheidet man, ob 4 Stösse bei Pendel 60 oder 60.1 geschehen, oder ob auf einen Stoss $^1/_{150}$ Unterschied ist, und auf eine Vibration $^1/_{75}$.

Je weniger Stösse bei jeder Pendelschwingung Statt haben, um so genauer muss man beobachten können.

Dass die Uebung etwas vermöge, sieht man daraus, dass meine 12 letzten Aufnahmen, bei 4 Stössen, nicht um 2 Pendelschläge differiren = $^{1}/_{4}$ Vibration auf 440.

Wollte man einen Tonmesser machen, wo mit einem Stosse per Pendelschwingung gemessen würde, so hätte man für die Scala viermal mehr, also 208 Gabeln nöthig; und manche Differenzen, z. E. Quinten, lassen sich mit einem Stosse gar nicht messen, da er bei ihnen keinen hinreichend hervortretenden Augenblick enthält.

Es ist aber rathsam, sich zur Bestimmung und Anfertigung der A- und a-Gabel sogar nur einer Differenz von $^{1}/_{2}$ Stoss per Secunde (= 1 per 2 Secunden) zu bedienen und sich auch eine Ta-Gabel von dieser Differenz zu machen. Man erreicht dadurch eine unglaubliche Genauigkeit in der Hervorbringung bestimmter Vibrationen. Denn wenn man $^{1}/_{600}$ Pendelgrad unterscheidet, so unterscheidet man in diesem Falle $^{1}/_{600}$ Vibration. Die Seite 17 erwähnten, um 1 Vibration höheren Töne a, c$\sharp$, e, sind ebenfalls so gemacht, weil ein Stoss per 2 Secunden = 1 Vibration ist; sie differiren also diess mit den gleichnamigen Scala-Gabeln.

Stoss, Schwebung, Battements.

Wenn zwei Töne unisono sind, und man macht einen derselben höher oder tiefer, so vernimmt man, wenn ihre Differenz dem angemessen eingerichtet wird, eine widerstreitende Bewegung, welche trommelartige Schläge hervorbringt, wenn sie rasch genug auf einander folgen.

Dasselbe kann man auch bei andern Tonverhältnissen bemerken, selbst wenn sie weder dem unisono noch einer mathematischen Proportion nahe sind.

Diese trommelartige Bewegung nenne ich »Stoss«, weil die Benennung »Schwebung« unpassend ist.

Sarty hat 1796 Versuche über die dem unisono nahe liegenden Stösse gemacht. (Siehe *Vogts* Mag. 1. St. P. 102, wovon die Abschrift beiliegt.) Er bestimmte durch seine Untersuchungen, dass, wenn eine der beiden von ihm zu seinen Versuchen angewandten unisono-Orgelpfeifen soviel erhöht wurde, dass sie mit der zugleich tönenden andern Pfeife einen Stoss in der Secunde machte, die beiden Töne sich wie 99 und 100 verhielten. Dieses Resultat zu finden, musste er das Monochord zu Hülfe nehmen, wo er aus dem Raume, welcher sich auf demselben zwischen seinen beiden Tönen befand, schloss, dass es so sei. Er bestimmte sein a- auf 436 solcher Stösse. — *Chladni* (traité d'aconstir. p. 7) nennt diese doppelte Vibrationen, und sagt, es seien also 872 einfache zu verstehen, ohne jedoch einen Grund oder einen Beleg zu liefern, dass *Sarty's* 436 Vibrationen doppelte waren.

Ohne *Chladni*, *Sarty*, noch sonst einen Acustiker zu kennen, habe ich vor Zeiten schon den Satz aufgestellt: »ein Stoss per Secunde ist gleich einer Differenz von 2 Vibrationen per Secunde«, was bis zur Stunde noch kein Acustiker sagt.

Chladni scheint die 436 desswegen für doppelte Vibrationen erklärt zu haben, weil sonst *Euler's*, *Marpurg's* und Anderer tiefstes C nicht 125 bis 131, sondern 62 bis 65 Vibrationen hatte, und diese doch zum Theil durch Zählung an Linealen etc. bekannt waren; man auch weiss, dass die verschiedenen a, welche existiren, zwischen 850 bis 890 Vibrationen haben.

Ich habe früher den Beweis zu meinem eben erwähnten Lehrsatz, dass 1 Stoss = 2 Vibrationen Differenz per Secunde sei, dadurch am Monochord geführt, dass ich nachwies, dass zwischen G♯ und a, nach meiner a-Gabel, Stösse 24.943 waren, wodurch

mein G♯ auf Stösse 419.50 und mein a, auf 444.44
oder G♯ auf Vibr. 839 „ „ „ „ 888.88

bedingt wurden.

Es ist für meine acustischen Arbeiten ganz gleich, ob ein Stoss eine oder zwei Vibrationen Differenz anzeige, denn sie beruhen nur auf Stössen; aber der Wahrheit zur Ehre muss ich den erwähnten Satz festhalten.

Da der Beweis am Monochord immer nur unter der Voraussetzung zu machen ist, dass C circa 128 und a 872 Vibrationen, mithin nicht genau halb so viel haben können, so habe ich mich nach einem andern Beweise umgesehen.

Es ist von den Physikern angenommen, dass der Schall in der Luft Wellen hervor bringe, denen ähnlich, welchen ein in das ruhige Wasser geworfener Stein in diesem hervorbringt. Es entstehen auf der Stelle, wo er einfällt, durch seinen Druck Wellen, welche abwechselnd einsinken und sich empor heben, und dem benachbarten Wasser dieselbe Impulsion mittheilen, so weit und so lange die Kraft reicht.

Ein Stück Holz, welches in diesen Wellen liegt, steigt und sinkt mit ihnen, ohne mit ihnen fort zu laufen; so wie das Wasser selbst auch nicht mit läuft, sondern sein Gleichgewicht auf derselben Stelle wiederfindet.

Dieses Bild der Wellen dient mir, um meinen Satz zu erweisen, recht gut, und ich wähle zur bildlichen Darstellung das tiefste C des Violoncells (oder des Flügels), dem ich 128 Vibrationen gebe (nach meiner Scala hat es 130.615). Fig. 3 ist das Bild der Wellen, welche in einer halben Secunde statt haben, wenn ein Ton in der Secunde 128 und ein anderer 120 Vibrationen macht.

Diese Geschwindigkeiten messen sich 8mal in der Secunde in den Zahlen 16 und 15,

indem 8mal 16 = 128 Vibrationen

und 8mal 15 = 120 „ sind, und bringen dadurch 4 Stösse hervor. Unser Bild zeigt also hiervon die Hälfte.

Von 0, Fig. 3 gehen beide Wellenzüge aus, trennen sich durch Verspätung der Geschwindigkeit, 15, immer mehr, und treffen bei a, wo beide ihr Maass zum erstenmal erreichen, ein, indem 16 aufsteigend (positiv), 15 niedersinkend (negativ) ist. Von hier an nähert sich durch dieselbe Verspätung die Gleichzeitigkeit der Wellen wieder, so dass beide ihr zweites Maass, b, erreichen, indem sie zugleich aufsteigend (positiv) sind. So treffen sie 4mal in der ganzen Secunde im Zustande a, sich ganz ausgleichend, und 4mal im Zustande b, sich ganz unterstützend, zusammen. Die Totalwirkung fürs Ohr, dieser sich ausgleichenden und doppelt hohen Wellen, soll Fig. 4 darstellen. Fig 1

Nothwendigerweise kann der Stoss nur durch die Lage der Wellen bei a, oder durch die bei b, hervorgebracht werden. Erfolgt er bei a, so kann b ihn unmöglich geben; und umgekehrt kann a ihn unmöglich geben, wenn b ihn giebt, da entgegengesetzte Ursachen nicht gleiche Wirkung haben können.

Ich habe bereits erwähnt, dass mehrere Tonverhältnisse Stösse geben. Dieselben sind bis jetzt unergründet geblieben, weil kein Maass den Versuchen untergelegt werden konnte.

Die Ursachen der verschiedenen Stossgattungen und die darauf sich gründenden Arten ihrer verschiedenen Berechnungen, habe ich durch andere Töne erforschen müssen, die dem zu untersuchenden mehr oder weniger nahe, aber immer auf ganz genau bekannten Vibrationen oder Stössen standen. Dieses Verfahren findet sich jedesmal genau erörtert, wo die Beweise der Berechnungsarten jeder Stossgattung vorkommen.

Der Bequemlichkeit wegen habe ich im Allgemeinen A zu 440 Vibrationen oder 3300 Pendelgraden angenommen, obgleich das meinige nur auf Vibrationen $439\frac{1}{3}$ oder Pendelgraden 3295 steht.

Erste Gattung von Stössen.

Ein einfacher Ton stösst directe mit einem andern einfachen Tone.

Es ist diess die in unserm Wellenbilde dargestellte Gattung, welche von allen andern sich durch Dauer und Genauigkeit unterscheidet. Sie ist die einfachste, und die Differenzen, welche man hinzufügt oder wegnimmt, zählen einfach.

Zu einem a- von	880 Vibr.
macht man eine T a-Gabel, wenn man eine solche macht, die um 4 Stösse per Secunde tiefer ist. Sie hat dann	872 „
und die 4 Stösse per Secunde sind =	8 Vibr. Differenz per Secunde.

Beweis,

dass die Differenzen einfach zählen.

Wenn man zwei Töne macht, welche um Pendel 90 z. E. auseinander sind bei 4 Stössen, so kann man einen andern Ton dazwischen legen, welcher mit jedem der beiden andern 4 Stösse bei Pendel 45 macht etc.

---

880 + 1 =
881
Ta 872

Zweite Gattung von Stössen.

Ein einfacher Ton stösst mit einem Combinations-Ton des ersten Grades.

Wenn man zu einem a, von 440 Stössen, oder 880 Vibrationen, ein durch den Pendel erwiesenes A von 220 Stössen oder 440 Vibrationen machen will, so muss dasselbe so gestimmt werden, dass es mit der Nebengabel zu a, (welche ich T a, oder tiefe a-Gabel nenne) 4 Stösse macht, so wie $\bar{a}$, sie damit macht.

Man macht das A, vorläufig nach dem Gehör, und stimmt es nun höher, bis es 4 Stösse per Secunde mit der T a-Gabel macht.

Die Rechnung ist folgende:

Die T a-Gabel hat 8 Vibr. (oder 4 Stösse) weniger als
a, von 880 Vibr., also Vibrationen 872, Ta
das A muss erhalten Vibrationen 440 A

Diese beiden Töne bilden zusammen einen
Combinations-Ton 1sten Grades von 432 Vibr.

welcher demnach um die Differenz von 8 „
von dem einfachen Ton 440 verschieden ist, und daher 4 Stösse per Secunde mit ihm macht. Dieser Combinations-Ton von 432 Vibrationen ist ein Combinations-Ton ersten Grades, weil er durch die einfache Subtraction von 440 von 872 bezeichnet wird.

Beweis.

Dass diese Rechnung so aufgestellt richtig ist, geht daraus hervor, dass, wenn man einen Ton macht, welcher 1 Vibration oder $7\frac{1}{2}$ Pendelgrade* höher ist als A, dieser neue Ton seine 4 Stösse mit T a, bei Pendel 75 macht, statt dass er sie bei Pendel $67\frac{1}{2}$ machen würde, wenn hier die Stösse von beiden Tönen, als einfachen Tönen,

28 u 29

* 16

75

67,5

herrührten. Bei den Stössen von einfachen Tönen vermehrt sich (wie bei der 1sten Stossgattung gezeigt ist) auch die Zahl der Stösse auf die einfache Art, dass wenn man einem Tone, welcher mit einem andern 4 Stösse per Secunde oder Pendel 60 macht, eine Vibration zusetzt, beide nun 4 Stösse bei Pendel $67\frac{1}{2}$ machen. Bei den Stössen zweiter Gattung, von welchen jetzt die Rede ist, ist diess nicht der Fall; die eine Vibration mehr giebt nicht $7\frac{1}{2}$ sondern 15 Pendelgrade mehr, so wie es nach der eben angeführten und der folgenden Rechnung sein muss, und factisch wirklich ist.

Der Ta-Ton hat	872 Vibr.
Ein um 1 Vibration ($7\frac{1}{2}$ Pendelgrade) erhöhetes A hat	441 „
Der dadurch entstehende Combinations-Ton	431 „ ist

1sten Grades, und um die Differenz von Vibr. 10 von dem einfachen Tone von 441 Vibr. verschieden. Diese 10 Vibr. sprechen sich durch 4 Stösse, Pendel 75, aus.

Ein einfacher Ton, welcher mit einem andern einfachen Tone um einen Stoss in zwei Secunden verschieden ist, differirt nach den bereits aufgestellten Grundsätzen 1 Vibration (auf jeden Fall $\frac{1}{2}$ Stoss) per Secunde. Wenn man diesen Unterschied 60 Secunden lang beobachten kann, so kann man $\frac{1}{600}$ Vibration unterscheiden. Es ist demnach rathsam, die beiden nächsten Octaven so zu suchen. Man hat, wenn man eine 2te Ta-Gabel hat, welche mit a- um einen Stoss in zwei Secunden verschieden ist, diess 2te Ta, von

diess 2te Ta, von	Vibr. 879;
dem tiefern A will man geben	„ 440.
Es bildet sich ein Comb.-Ton 1. Grad. von	„ 439
und dieser differirt mit A, so bald man es richtig hat	Vibr. 1

880
1760

per Secunde, oder, wie gesagt, einen Stoss auf zwei Secunden.

Die höhere Octave a, a, erlangt man mit demselben

2ten T a. a, a, soll erhalten Vibr. 1760, = 2 X 880
das 2te T a, hat „ 879.

Es bildet sich ein Comb.-Ton 1. Grad. von „ 881

und dieser differirt mit a, a, Vibr. 2

per Secunde, oder einen Stoss jede Secunde, sobald a, a, genau ist.

Die Doppeloctave AA erhält man am bequemsten durch den Vergleich mit der 1sten Zwischengabel von A bis B (wenn man die 4 Stösse von AA und dem gewöhnlichen T a, von Vibrationen 872, nicht hinreichend hören sollte).

Diese 1ste Zwischengabel hat 8 Vibrationen mehr als 440, also Vibr. 448
AA soll erhalten „ 220

Es bildet sich ein Comb.-Ton 1. Grad. von Vibr. 228

und dieser differirt um Vibr. 8,

oder 4 Stösse per Secunde mit der Gabel AA, sobald sie Vibr. 220 richtig hat.

Dritte Gattung von Stössen.

Es stossen zwei Combinations-Töne 1sten Grades mit einander.

(Man wird unter dieser Gattung auch noch andere Beispiele finden, welche ich indessen zur dritten Gattung zähle, um die Gattungen nicht unnöthigerweise zu vermehren.)

Bei dem gleichschwebenden Accorde
A, Vibr. 440 ‿ C♯ Vibr. 554. 3648 ‿ E, Vibr. 659. 2564
entsteht durch den Unterschied von C♯ von Vibr. 554. 3648
gegen A „ „ 440. —

650 ein Combinations-Ton 1sten Grades von Vibr. 114. 3648.

114 Ferner durch den Unserschied
von E, von Vibr. 659. 2564
und C♯, „ „ 554. 3648

ein anderer Comb.-Ton 1sten Grades von Vibr. 104. 8916

so, dass beide Comb.-Töne 1sten Grades,
und verschieden sind um Vibr. 9. 4732,

welche sich, wie bei einfachen Tönen, durch 4 Stösse
bei Pendel 71. 05 aussprechen. (S. Metronom.)
(4
284. 20 Stösse per Minute.
60) 4. 73$^2/_3$ „ „ Secunde.
9. 47$^1/_3$ Vibr. „ „

Beweis.

Wenn man zu den oben erwähnten drei Tönen drei andere macht, welche 1 Vibration oder 7$^1/_2$ Pendelgrade, oder $^1/_2$ Stoss per Secunde höher sind, so findet man bei der Zusammenstellung oder Verwechselung dieser höhern und tiefern Töne, Pendelveränderungen, welche darthun, dass, obgleich drei Töne tönen, doch nur zwei, und zwar zwei Combinations-Töne, mit einander stossen.

Der leichtern Rechnung wegen bezeichne ich hier die Vibrationen durch ihre Pendelzahlen. Da bei 4 Stössen oder 8 Vibrationen die Secunde oder der Pendel 60, unter verstanden ist, so ist dann auch jede Vibration gleich 7$^1/_2$ Pendelgraden, indem der achte Theil aus 60, gleich 7$^1/_2$ ist.

A Vibr. 440 C♯ 554.3648 E 659.2564,

oder Pendelgrade 3300 4157.736 4944.423.

Comb.-Töne 1. Gr. 857.736 und 786.687.

Differenz Pendel 71.049.

Macht man nun drei andere Töne, wo jeder um 1 Vibr. oder $7\frac{1}{2}$ Pendelgrad höher ist, so hat man

a 3307.500 c♯ 4165.236 e 4951.923.

Comb.-Töne 1. Gr. 857.736 und 786.687.

Differenz Pendel 71.049,

wie bei dem Accord A, C♯, E.

Verwechselt man die Töne aber, wie jetzt durch kleine und grosse Buchstaben angegeben werden wird, so wird man sowohl in der Rechnung als factisch die dabei bemerkten Pendel für 4 Stösse finden.

A, C♯, E,	Pendel	71.05,					
a, c♯, e,	„	71.05,					
A, c♯, e,	„	78.55,	oder	— 1	giebt	× 1	
a, C♯, e,	„	56.05,	„	— 1	„	— 2	4 waren 3.
a, c♯, E,	„	78.55,	„	— 1	„	× 1	
a, C♯, E,	„	63.55,	„	× 1	„	— 1	
A, c♯, E,	„	86.05,	„	× 1	„	× 2	4 waren 3.
A, C♯, e,	„	63.55,	„	× 1	„	— 1	

Wenn man diese Sätze, wie eben erwähnt, nachrechnet, so findet man sie durchaus bestätigt, so wie sie factisch sich alle erweisen.

Beim Quart-Sexten-Accord, A, D, F♯, ist folgendes Verhältniss, welches sowohl nach der Rechnung wie factisch dasselbe beweiset:

A 3300 D 4404.9720 F♯ 5549.907,

Comb.-Töne 1. Gr. 1104.972 und 1144.935.

Differenz Pendel 39.963 für 4 Stösse.

---

a 3307.500 d 4412.4720 f♯ 5557.407,

Comb.-Töne 1. Gr. 1104.972 und 1144.935.

Auch hier ist die Differenz Pendel 39.963 für 4 Stösse.

Hier giebt die Verwechselung folgende Ergebnisse:

A, D, F♯,	Pendel	39.96,					
a, d, f♯,	„	39.96,					
A, d, f♯,	„	32.46,	oder	— 1	giebt	— 1	4 waren 3.
a, D, f♯,	„	54.96,	„	— 1	„	× 2	
a, d, F♯,	„	32.46,	„	— 1	„	— 1	
a, D, F♯,	„	47.46,	„	× 1	„	× 1	4 waren 3.
A, d, F♯,	„	24.96,	„	× 1	„	— 2	
A, D, f♯,	„	47.46,	„	× 1	„	× 1	

Man sieht aus allen diesen Zusammenstellungen, die ich mit Tönen factisch belegen kann, dass bei 3 Tönen nur 2 Combinations-Töne mit einander stossen, dass die Differenzen sich um $\frac{1}{3}$ grösser zeigen als sie sind, — und dass die Combinations-Töne gar keine mathematische, sondern arithmetische Proportionen sind. Es ist nicht nöthig, dass hierbei musikalische Verhältnisse statt haben. Z. E.

A 3300 H 3698.50 C♯ 4151.44

Comb.-Töne 1. Gr. 398.50 und 452.94

stossen bei Pendel 54.44 viermal in der Secunde.

B	C	G♯	a
3496.22	3924.39	6229.58	6600

Comb.-Töne 1. Gr. 428.17 und 370.42,

stossen bei Pendel 57.75 viermal in der Secunde.

Hier sind C und G♯ so entfernt, dass man ihr Stossen (circa 154mal in der Secunde) nicht hört.

A	C♯	F	a
3300	4157.74	5238.42	3300

Comb.-Töne 1. Gr. 857.74 und 1080.68 1361.58

" " 2. " 232.94 und 280.96

Pendel 57.96 für 4 Stösse von 2 Combinations-Tönen zweiten Grades.

A	temp. C♯	math. E	ein dazu gemachter Ton von
3300	4157.74	4950	5758.63

C.-T.1.Gr. 857.74 792.26 808.63

Pendel 65.48 und 16.37.

A, C♯, E stossen 4mal bei Pendel . . 65.48.

C♯, E und Hülfston stossen 4mal bei Pend. 16.37 oder, der 1ste Dreiklang stösst 4mal, wenn der 2te Dreiklang 1mal stösst.

Mathematische Dur-Accorde stossen gar nicht, weil die Verhältnisse gleich sind.

A C♯ E
3300 4125 4950,
825 ═══ 825.

A D F♯
3300 4400 5500
1100 ═══ 1100

Die mathematischen Minor-Accorde hingegen stossen, aber zu oft um zählbar zu sein.

A C E
3300 3960 4950
660 990.

Differenz Pendel 330 für 4 Stösse, oder 22 Stösse in der Secunde.

Vierte Gattung von Stössen.

Es stösst ein Combinations-Ton 1sten Grades mit einem Comb.-Ton 2ten Grades.

Um eine mathematisch-reine Quinte nach oben zu machen, stimme man eine Hülfsquinte, welche so viel zu hoch (oder zu tief) ist, dass sie mit dem Grundton 4 Stösse bei Pendel x macht. Stimmt man nach dieser Hülfsquinte einen andern Ton, welcher bei $\frac{1}{2}$ x die 4 Stösse macht (oder 2 Stösse bei x), so hat man die mathematisch-reine Quinte des Grundtons.

Stimmt man z. E. die Hülfsquinte um 4 Vibrationen (30 Pendelgrade) zu hoch, so hat sie statt Vibr. 660

deren 664.

A hat 440.

Comb.-Ton 1. Grades 224,

„ „ 2. „ 216;

Differenz Vibr. 8,

für 4 Stösse bei Pendel 60, — welche A mit der Hülfsquinte macht.

Macht man nun ein E, welches mit der Hülfsquinte 2mal in der Secunde stösst, indem es tiefer ist, so ist es mathematisch-rein zum Grundton A., und zwar durch den Pendel erwiesen.

Beweis.

Wenn man die Hülfsquinte um 6 Vibrationen oder 45 Pendelgrade zu hoch macht, so hat sie Vibr. 666.

A hat „ 440.

Comb.-Ton 1. Grades „ 226,

„ „ 2. „ „ 214;

dann spricht die Differenz von „ 12

sich durch 4 Stösse bei Pendel 90 aus, so wie hier auch die Rechnung sagt.

Eine mathematische Quinte nach unten. Z. E. zu

a, von Vibr. 880,

$^1/_3$ $293^1/_3$,

giebt für mathem. D. $586^2/_3$ Vibr. Stimmt man eine Hülfsquinte ($^1/_3$ aus 8) $2^2/_3$ „ tiefer (= 20 Pendelgr.), so hat die Hülfsquinte 584 Vibrationen. verl.

Das a hat	Vibr.	880,	
die Hülfsquinte	„	584,	
Comb.-Ton 1. Grades	„	296,	
„ „ 2. „	„	288;	
Differenz	Vibr.	8,	oder 4

Stösse bei Pendel 60.

Wenn a und die Hülfsquinte D 4mal bei Pendel 60 stossen, so muss die mathematische Quinte D 4mal bei Pendel 20 stossen (oder 1mal bei Pendel 80).

Beweis.

a hat Vibr. 880; macht man die Hülfsquinte statt von Vibr. $586^2/_3$
um ($^1/_6$ aus 8 Vibr.) $1^1/_3$ (oder 10 Pendelgr.) tiefer,
so hat sie Vibr. $585^1/_3$,

Comb.-Ton 1. Grades	„	$294^2/_3$,
„ „ 2. „	„	$290^2/_3$;
so ist die Differenz	„	4, oder 4 Stösse bei

Pendel 30.

a und die Hülfsquinte stossen 4mal bei Pendel 30, oder 2mal bei Pendel 60, und das mathematische D stösst, wenn es richtig ist, 4mal bei Pendel 10, 2mal bei Pendel 20, oder 1mal auf Pendel 40, oder 1mal bei zwei Schwingungen von Pendel 80.

NB. Ich mache die Hülfsquinten nicht auf vorherbestimmte Pendelgrade, wie man später bei der Ermittelung der festen Punkte sehen wird. Es ist hinreichend, dass man weiss, um wie viel sie vom Grundton differiren, und davon zu den mathematischen Quinten die Hälfte beim Aufsteigen, und $^1/_3$ beim Niedersteigen nehme.

Fünfte Gattung von Stössen.

Ein einfacher Ton (z. E. 220) stösst mit einem Combinations-Ton 3. Grades (212).

Der öfter erwähnte Ton T a hat	Vibr.	872.
A A (doppelte Octave von a) muss haben	„	220,
Comb.-Ton 1. Grades	„	652.
	„	220,
„ „ 2. „	„	432.
	„	220,
„ „ 3. „	„	212.
Differenz für 4 Stösse	„	8.

Diese Gattung erfordert schon ein geübtes Ohr zum Zählen der Stösse, weil sie wenig hörbar sind.

Beweis.

T a hat	Vibr.	872.
A A um 1 Vibr. erhöht ($7\frac{1}{2}$ Pendelgr.)	„	221.
Comb.-Ton 1. Grades	„	651.
	„	221,
„ „ 2. „	„	430.
	„	221,
„ „ 3. „	„	209.
Differenz für 4 Stösse	„	12,
	oder Pendel	90.

Sechste Gattung von Stössen.

Ein Combinations-Ton des 1. Grades stösst mit einem Comb.-Ton des 3. Grades.

Hülfsquarte Vibr. 584. (= $586^2/_3$ weniger $^1/_3$ aus 8 Vb.
= $2^2/_3$ Vibr. od. Pdgr. 20.)

A hat	„	440,
Comb.-Ton 1. Gr.	„	144.
„ „ 2. „	„	296.
	„	144,
„ „ 3. „	„	152,
Differ. von Gr. 1 u. 3	„	8, = Pendel 60 für 4 Stösse.

(Hört sich so gut wie die Quinte.)

Beweis.

Es ist diess derselbe Ton wie die Hülfsquinte D, von a nach unten, und der mathematische Ton muss wie dort 4 Stösse bei $^1/_3$ der Pendelzahl machen, d. h. bei 20, oder einen Stoss bei 80. (Siehe Nachtrag.)

Siebente Gattung von Stössen.

Ein Combinations-Ton 1. Grades stösst mit einem Comb.-Ton 4. Grades.

Die mathematishe Terzmajor von A von 440 Vibr. muss 550 Vibr. haben. Angenommen, man mache sich eine Hülfsterz, welche 2 Vibr. weniger habe ($^1/_4$ aus 8),

so hat die Hülfsterz	Vibr.	548.	
A hat	„	440,	
Comb.-Ton 1. Grades	„	108,	
„ „ 2. „	„	332.	
		108,	
„ „ 3. „	„	224.	
		108,	
„ „ 4. „	„	116.	
		108,	
Differenz	Vibr.	8	oder 4
bei	Pendel	60.	

Das heisst, wenn die Hülfsterz mit A 4mal per Secunde stösst, so muss die mathematische Terz mit der Hülfsterz $\frac{1}{4}$mal so oft, oder einmal stossen.

Da diese Gattung von Stössen (die Terz mit dem Grundton) zu undeutlich ist, so stimme ich die mathemasische Terzmajor so, dass sie mit dem Grundton und der Hülfsquinte halb soviel Stösse macht, als der Grundton und die Hülfsquinte. (Siehe Pag. 21.)

A 440 M. C♯ 550 Hülfsquinte E 664

Comb.-T. 1. Gr. 110 114

Differenz Vibr. 4, oder 2 Stösse per Secunde, so wie in diesem Falle die Hülfs- und die mathematische Quinte machen.

Auch findet sich auf demselben Wege der feste Punkt des temp. C♯ (Rechnung in Pendelgraden).

	M. A	t. C	M. E
Pendelgrade	3300	4157.736	4950
	857.736		792.264
	Pendel	65.472.	

Das heisst, wenn man eine mathematische Quinte E nach Seite 21 gemacht hat, so muss (a zu 880 Vibr.) das temp. C♯ mit derselben und A 4 Stösse bei Pendel 65.5 machen.

Das temp. F♯ zu untersuchen.

M. D		t. F♯		M. a
4400		5549.907		6600
	1149.907		1050.093	

4 Stösse bei Pendel 99.814,
6 „ „ „ 66.54.

Achte Gattung von Stössen.

Es stösst ein Combinations-Ton 1. Grades mit einem Comb.-Ton 5. Grades.

Ich kann diese Gattung noch weniger benutzen wie die vorige. Die Berechnung aber ist folgende. Ich füge zur mathematischen kleinen Terz

von Vibr.		528
(1/5 aus 8)	„	1.6 (od. 12 Pendelgr.)

so habe ich eine Hülfsterz von Vibr. 529.6.

A hat	„	440,
Comb.-Ton 1. Grades	„	89.6.
„ „ 2. „	„	350.4.
		89.6,
„ „ 3. „	„	260.8.
		89.6,
„ „ 4. „	„	171.2.
		89.6,
„ „ 5. „	„	81.6.

Differenz zwischen den Comb.-
Tönen 1. und 5. Grades Vibr. 8.

Tafel

Zusammenstellung der Verhältnisse, deren Nichtbeachtung die verschiedenen Stossgattungen hervorruft.

(Die unterstrichenen Zahlen und die dicken Linien der Figuren zeigen die Verhältnisse der beiden (beim Dreiklang der 3) Töne an, wenn sie correct sind. Die nicht unterstrichenen Zahlen und die feinen Linien-Verhältnisse treten erst hervor, wenn jene nicht correct sind.)

Unisono. Fig. 5.

1ste Stossgattung. Reines Verhältniss $\underline{880}$ = 1. Bei der Abweichung, wenn einer von zweien unisono-Tönen z. E. 880, der andere 872 Vibr. hat, stossen sie (wie 110 und 109) Pag. 12 (in Fig. 3, Vibr. 120 und 128, wie 15 und 16).

Tiefere Octave. Fig. 6.

2te Stossgattung. Reines Verhältniss $\underline{440}$, $\underline{880}$, oder 1 und 2. Bei der Abweichung, wenn z. E. 440 und 872 Vibr. sind, stösst ein Comb.-Ton 1. Grades (432) mit einem einfachen Tone (440). Pag. 13.

Dreiklang. Fig. 7.

3te Stossgattunng. Reines Verhältniss $\underline{440}$, $\underline{550}$, $\underline{660}$, oder $\underline{4}$, $\underline{5}$, $\underline{6}$. Bei der Abweichung, wenn z. E. der 1. Ton, der 2. Ton, der 3. Ton Vibr. 440 554.36 659.26 hat, stösst ein Comb.-Ton 1. Gr. mit einem ebensolchen 1. Gr. Der Dreiklang in Minore hat als reines Verhältniss 440, 528, 660, oder 10, 12, 15. Diese Figur würde einen grossen Maassstab erfordern, wenn man die Verhältnisse der Töne in Linien darstellen wollte.

Quinte. Fig. 8.

4te Stossgattung. Reines Verhältniss 220, 440, 660, oder 1, 2, 3. Bei der Abweichung, wenn z. E. ein Ton 440 und der andere 664 Vibr. hat, stösst ein Comb.-Ton 1. Grades (224) mit einem Comb.-Tone 2. Gr. (216). Pag. 20.

Doppel-Octave. Fig. 9.

5te Stossgattung. Reines Verhältniss 220, 440, 660 und 880, oder 1, 2, 3, 4. Bei der Abweichung von dem reinen Verhältniss, wenn z. E. ein Ton 220, der andere 872 Vibr. hat, stösst ein einfacher Ton (220) mit einem Comb.-Ton 3. Grades (212). Pag. 23.

Quart. Fig. 10.

6te Stossgattung. Reines Verhältniss $146\frac{2}{3}$, $293\frac{1}{3}$, 440 und $586\frac{2}{3}$, oder 1, 2, 3, 4. Bei der Abweichung hiervon, wenn z. E. ein Ton 440, der andere 584 Vibr. hat, stösst ein Comb.-Ton 1. Grades (144) mit einem Comb.-Tone 3. Gr. (152). Pag. 24.

Grosse Terz. Fig. 11.

7te Stossgattung. Reines Verhältniss 110, 220, 330, 440 und 550, oder 1, 2, 3, 4, 5. Bei der Abweichung hiervon, wenn z. E. ein Ton 440, der andere 548 Vibr. hat, stösst ein Comb.-Ton 1. Grades mit (108) mit einem Comb.-Tone des 4. Gr. (116). Pag. 24.

Kleine Terz. Fig. 12.

8te Stossgattung. Reines Verhältniss 88, 176, 264, 352, 440 und 528. Bei der Abweichung, wenn

z. E. ein Ton 440, der andere 529.6 Vibr. hat, stösst ein Comb.-Ton 1. Grades (89.6) mit einem Comb.-Ton 5. Gr. (81.6). Pag. 26.

Aus der steigenden Vermehrung der Verhältnisse in den Figuren 5 bis 12 lässt sich die zunehmende Undeutlishkeit der Stösse erklären.

Tonmaass.

Es gehört hierzu, dass man von einem erwiesenen Anfangspunkte bis zu einem erwiesenen Endpunkte alle dazwischen liegenden Theile aufs genaueste erweisen könne. Vielleicht auch dass man sie eben so genau reproduziren könne, da diess der Zweck des Maasses ist.

Ein solches Tonmaass musste auch die zweckmässigste Lage in unserm Tonumfange einnehmen, da es zu tief, schwankend, und zu hoch, unausführbar wurde.

Das meinige reicht von  bis 

und gründet sich auf die bereits umständlich besprochene acustische Erscheinung, welche ich Stoss nenne. Ich habe 52 Stimmgabeln so geordnet, dass zwischen jedem Scala-Ton noch so viele andere Töne liegen, dass man die Stösse von dem einen zum andern, und demnach von A bis a, alle am Pendel messen kann. — Die Zahlen 1, 2, 3, etc. bezeichnen diese Zwischengabeln von einem zum andern halben Tone. Die jedem Scala-Ton vorhergehende Gabel ist seine Nebengabel, und immer um 4 Stösse bei Pendel 60 (per Secunde) tiefer, wesswegen ich sie auch T-Gabel nenne.

Tonmaass von 52 Tönen.

Anzahl.			Entfernung von A.
1. u. 2.	A und 1 Zwisch. Pendel Nro.	60	
3.	1 „ 2	75.9	
4.	2 „ B	70	
	von A bis B	195.9	195 . 9
5.	B „ 1	60	
6.	1 „ 2	87.6	
7.	2 „ H	60	
	von B bis H	207.6	403 . 5
8.	H „ 1	80	
9.	1 „ 2	80	
10.	2 „ C	60	
	von H bis C	220	623 . 5
11.	C „ 1	57	
12.	1 „ 2	60	
13.	2 „ 3	56	
14.	3 „ C♯	60	
	von C bis C♯	233	856 . 5
15.	C♯ „ 1	63	
16.	1 „ 2	60	
17.	2 „ 4	63.9	
18.	3 „ D	60	
	von C♯ bis D	246.9	1103 . 4
19.	D „ 1	71	
20.	1 „ 2	60	
21.	2 „ 3	70.4	
22.	3 „ D♯	60	
	von D bis D♯	261.4	1364 . 8

Anzahl.			Entfernung von A.
23.	D♯ und 1	79	
24.	1 „ 2	60	
25.	2 „ 3	78.1	
26.	3 „ E	60	
	von D♯ bis E	277.1	1641.9
27.	E „ 1	56.6	
28.	1 „ 2	60	
29.	2 „ 3	60	
30.	3 „ 4	57	
31.	4 „ F	60	
	von E bis F	293.6	1935.5
32.	F „ 1	66	
33.	1 „ 2	60	
34.	2 „ 3	60	
35.	3 „ 4	65	
36.	4 „ F♯	60	
	von F bis F♯	311	2246.5
37.	F♯ „ 1	74.5	
38.	1 „ 2	60	
39.	2 „ 3	60	
40.	3 „ 4	75	
41.	4 „ G	60	
	von F♯ bis G	329.5	2575
42.	G „ 1	85	
43.	1 „ 2	60	
44.	2 „ 3	60	
45.	3 „ 4	84.1	
46.	4 „ G♯	60	
	von G bis G♯	349.1	2915.1

Anzahl.			Entfernung von A.
47.	G♯ und 1	69.9	
48.	1 „ 2	60	
49.	2 „ 3	60	
50.	3 „ 4	60	
51.	4 „ 5	60	
52.	5 „ a	60	
	von G♯ bis a	369.9	3295.

Aus demjenigen, was unter dem Artickel Metronom über den **Werth** der Stösse gesagt ist, weiss man, dass die Pendelnummern mit der Zahl der Stösse, welche dabei geschehen, multiplizirt und dann mit 60 dividirt werden müssen, um die Stösse per Secunde zu erhalten. Die unten stehende Tafel heisst, so behandelt, in Stössen, wie folgt:

	Pendelgr.	Stösse.		Pendelgr.	Stösse.
von A bis B	195.9	13.06	von A bis B	195.9	13.06
„ B „ H	207.6	13.84	„ H	403.5	26.90
„ H „ C	220	14.66⅔	„ C	623.5	41.56⅔
„ C „ C♯	233	15.53⅓	„ C♯	856.5	57.1
„ C♯ „ D	246.9	16.46	„ D	1103.4	73.56
„ D „ D♯	261.4	17.42⅔	„ D♯	1364.8	90.98⅔
„ D♯ „ E	271.1	18.47⅓	„ E	1641.9	109.46
„ E „ F	293.6	19.47⅓	„ F	1935.5	129.0⅓
„ F „ F♯	311	20.73⅓	„ F♯	2246.5	149.7⅓
„ F♯ „ G	329.5	21.96⅔	„ G	2576	171.7⅓
„ G „ G♯	349.1	23.27⅓	„ G♯	2925.1	195.0⅔
„ G♯ „ a	369.9	24.66	„ a	3295	219.0⅔
		219.66⅔			

Meine 12 letzten Aufnahmen der Scala haben um keine 2 Pendelgrade, also um kein ⅛ Stoss (¼ Vibr.) differirt.

Es sind demnach von meinem tiefen bis zum hohen a, $219^2/_3$ Stösse.

A hat nothwendigerweise selbst eben so viele Stösse, wie in der Scala A, a, enthalten sind, weil a sonst unmöglich doppelt so viele haben könnte, als A, es hat, also:

mein A	Stösse $219^2/_3$	oder	Vibr.	$439^1/_3$
meine Scala	„ $219^2/_3$	„	„	$439^1/_3$
mein a	Stösse $439^1/_3$	„	„	$878^2/_3$

cnf. 77

Auch zeigten diese Aufnahmen, ob meine Scala-Gabeln die ihnen nach der gleichschwebenden Temperatur zukommenden Pendelgrade oder Stösse hatten.

Ich verzeichne die Stellen, auf welchen ich, nach den beiden letzten Aufnahmen, meine Scala-Gabeln fand, und wo sie hätten sein sollen.

	Pendelgr., auf denen meine Gabeln standen.		Stösse, auf welchen meine Gabeln standen.		Pendelgr., auf welchen meine Gabeln stehen sollten.		Differenzen der Scala-Gabeln in Pendelgrad.	
A	0	—	0	—	0	—	0	—
B	195	86	13	0573	195	9207	+ 0	06
H	403	80	26	9200	403	5057	+ 0	29
C	623	70	41	5800	623	4380	+ 0	26
C#	855	98	57	0635	856	4364	— 0	46
D	1102	53	73	5020	1103	2978	— 0	77
D#	1363	77	90	9180	1364	8220	— 1	05
E	1640	76	109	3840	1641	9315	— 1	17
F	1934	14	128	9427	1935	4830	— 1	34
F#	2245	13	149	6753	2246	4981	— 1	37
G	2574	47	171	6313	2576	0310	— 1	56
G#	2924	96	194	9640	2925	1363	— 0	17
a	3295	—	219	6667	3295	—	—	—
			Diese Colonne mit der Pag. 32 zu vergleichen.					

Man erinnert sich, dass alle diejenigen Gabeln, welche ich Nebengabeln nenne, um 4 Stösse bei Pendel 60 (Secunde) tiefer sind, als die Scala-Gabeln, zu welchen sie gehören, und dass sie desswegen T- oder tiefe Gabeln heissen.

Um die eben angezeigten Differenzen der Scala-Gabeln zu beseitigen, feilte ich diese so, dass sie mit den T-Gabeln, statt bei Pendel 60 die 4 Stösse zu machen, diese bei folgenden Pendeln machten.

B	bei	Pendel	60.1	E	bei	Pendel	61.2
H	„	„	59.7	F	„	„	61.3
C	„	„	59.7	F♯	„	„	61.4
C♯	„	„	60.5	G	„	„	61.6
D	„	„	60.8	G♯	„	„	60.2
D♯	„	„	61.1	a	bleibt.		

Dadurch erhielten die Einen was ihnen fehlte, und den Andern wurde entzogen was sie zu viel hatten.

Dann brachte ich die T-Gabeln wieder auf Pendel 60.

Wenn von A bis a Pendelgrade 3295
oder Stösse $219^2/_3$
oder Vibr. $439^1/_3$

sind, so ist nothwendigerweise von Null an gerechnet bis A, ebensoviel.

Die gleichschwebende Scala heisst dann:

	In Pendelgraden zu 4 Stössen p. Secunde.		In Stössen per Secunde.		In Vibr. per Secunde.	
A	3295		219	6667	439	3333
B	3490	9207	232	7280	465	4560
H	3698	5057	246	5670	493	1340
C	3918	4380	261	2290	522	4580
C♯ mathem. Terzmajor .	4118	75	274	5813	549	1625
C♯	4151	4364	276	7624	553	5248
Des mathem. Terzmin. v. B.	4189	1048	279	2745	558	5490
D	4398	2978	293	2199	586	4397
Es	4659	8220	310	6548	621	3096
E	4936	9315	329	1288	658	2576
E mathemat. Quinte . .	4942	50	329	4975	658	9950
F	5230	4830	348	6989	697	3978
F♯	5541	4981	369	4332	738	8664
G	5871	0310	391	4021	782	8042
As	6220	1363	414	6758	829	5316
a	6590		439	3333	878	6667

Wenn man nach den Seite 16 unter den Stössen der 3ten Gattung angegebenen Grundsätzen die Stösse meiner temperirten Dur-Accorde berechnet, so wird man finden, dass es für meine Scala die folgenden sein müssen.

Ich setze blos die Rechnung A, C♯, E zum Beispiel.

	A	C♯		E
Pendel	3295	4151 . 4364		4936 . 9315,
		3295		4151 . 4364.
Comb.-Ton 1. Grades		856 . 4364	und	785 . 4951.
„ „ 1. „		785 . 4951.		
Differenz Pendel		70 . 9413	für 4 Stösse.	

3*

		Pendelgr.			Differenz.	Auf Pendelgraden der Accorde.
Mein A C♯ E	müsste haben	70.94	hat	70.9	0.4	12383
„ B D F	„ „	75.19	„	74.6	0.6	13119
„ H D♯ F♯	„ „	79.64	„	79.7	0.4	13900
„ C E G	„ „	84.39	„	84	0.4	14726
„ C♯ F G♯	„ „	89.39	„	88.7	0.7	15601
„ D F♯ a	„ „	94.70	„	94.1	0.6	16530
„ A D F♯	„ „	39.90	„	39.8	0.1	13235
„ B D♯ G	„ „	42.31	„	42.3	—	14022
„ H E G♯	„ „	44.78	„	45	0.2	14856
„ C F a	„ „	47.47	„	48	0.5	15738

Die grösste Differenz meiner Accorde ist bei C♯ F G♯, Pendelgrad 0.7. Aus den Seite 17 gegebenen Details ersieht man, dass ein Fehler, welcher sich als 4 ausspricht, nur von 3 ist. Es ist also Pendelgrad 0.7 nur 0.5 auf einen Accord von 13119 Pendelgraden, oder Irrthum $^1/_{26000}$ circa.

Die Gabeln sind, unerachtet aller Verwahrungsanstalten, so empfindlich für Wärme und Kälte, dass man, wo es auf äusserste Genauigkeit ankommt, eine und dieselbe nicht zu zwei Untersuchungen an demselben Tage brauchen muss. Daher nehme ich am

1sten Tage alle Scala und 1ste Zwischengabeln, am
2ten „ „ 1ste „ 2te „ „
3ten „ „ 2te „ 3te „ u. s. w.

Erst wenn man einmal so viele Aufnahmen gemacht hat, dass man die Pendelzahlen beim ersten Anschlag trifft, sind sie zuverlässig.

Kennt man einmal die Stösse oder Vibr. der Scala, also diejenigen des A, so kann man sich feste Punkte in derselben anlegen, so dass man nicht immer von A bis a zusammen ziehen muss. Unter der 4ten Stossgattung Pag. 20 sieht man, wie man eine Quinte E zum Grundton A, und eine D zum Grundton a, mathematisch-rein machen muss. Bei meiner Scala von 3295 Pendelgraden

hat das mathematische E 4942.50
das temperirte müsste 4936.92

Pendelgrade, das 1ste also 5.58

mehr haben als letzteres. Es muss also mit T E, 4 Stösse bei Pendel, 65.58 machen.

Macht es sie aber z. E. bei Pendel 65.30, so ist T E, mithin t. E, um Pend. 0.30 zu wenig tief. (= Vibr. 0.4.) Man muss also den Pendel auf 59.70 stellen, und das t. E so viel tiefer machen, dass es 4 Stösse macht mit T E. Dieses macht man nachher auch wieder so viel tiefer, dass die 4 Stösse wieder auf Pendel 60 kommen. Da das mathematische E das sichere ist, so muss das t. E verändert werden, wenn es nicht zutrifft.

Das temp. D muss Pendelgr. 4398.44 haben.
Das mathematische hat „ 4393.33,

also „ 5.11

weniger. Daher muss dieses mit T D 4 Stösse bei Pend. 54.89 machen, und nicht bei Pend. 60, wie das t. D.

Macht das mathem. D die 4 Stösse bei Pend. 56, so ist das t. D nur 4 Pendelgr., statt 5.11, höher. Da das mathematische d a s r i c h t i g e ist, so muss das temperirte Pendelgr. 1.1 höher, also auf Pend. 61.1, mit T D erhöht, und dieses nachher wieder auf 60 gesetzt werden.

Wie man die Terzen t. C♯ und t. F♯ mathematisch-rein haben könne, findet man Pag. 25.

Es ist schwer, die mathematischen Töne richtig zu machen, weil es schwer ist, die Pendel der Hülfsquinten scharf zu ermitteln. Man muss vor allen Dingen gute Gabeln zu den Hülfsquinten verwenden.

Auf dem Wege der Aufzählung der Stösse von A bis a, findet man aber auch, nach einigen Correctionen der Scala-Gabeln, feste Punkte. Es sind dies diejenigen Töne, deren Accorde die richtigen Pendelstösse haben. (Siehe Pag. 36.)

So sind bei mir die Töne B, D♯, G feste Punkte, bis eine Reihe von 20, 30 neuen Aufnahmen beweist, dass daran noch zu ändern ist.

A, D, F♯ differiren Pendelgr. 0.1 = Vibr. 0.013, und sind unrichtig um $^1/_{13000}$.

Folgendes ist das Ergebniss mehrerer Arten, die Stösse oder Vibr. meiner Scala zu untersuchen.

1. Zwölf Aufnahmen der Stösse von A bis a differirten nur 2mal Pendelgr. $1^1/_2$ oder Vibr. 0.20, und gaben für a Vibr. 878.6667.
2. Zählung der Stösse von A bis C♯, multiplizirt mit 4 Vibr. 878.4470.
3. Mathemat. Quinten A, E und C♯, G♯ und von G♯ bis a, mit 8 multipliz. Vibr. 879.2200.
4. Zählung bis E, multipliz. mit 2 Vibr. 878.5200.
5. Zählung vom math. C♯ bis zum math. D, multipliz. mit 12 Vibr. 878.5723.
6. Zählung vom math. D bis zum math. E, mit 6 multipliz. Vibr. 878.3520.

Ich halte es für zweckmässig, über die festen Punkte noch Folgendes nachzutragen.

Ermittelung des temp. E.

Meine beste Hülfsquinte E macht, weil sie vorsätzlich zu hoch ist, mit A 4 Stösse bei Pendel 63.6
Sie muss also mit einem math. oder ME bei 31.8

vier (oder bei 63.6 zwei) Stösse machen.

Zu 878 $^2/_3$ Vibr. für a, muss ME haben
Pendelgr. 4942.50,
t. E oder temp. E „ 4936.92;

diess muss tiefer sein, Differenz „ 5.58.

Die Hülfsquinte E ist zu hoch gegen
ME Pendelgr. 31.80,
t. E muss tiefer sein als ME „ 5.58;

t. E und die Hülfsquinte muss —
4 Stösse bei „ 37.38

machen, oder 2 bei „ 74.76.
Sie machten solche aber z. E. bei „ 75.20,

so wäre diess für 4 Stösse gleich Pendel 37.60,
statt bei „ 37.38;

t. E wäre also zu tief „ 0.22.

Vibr. 0.03.

Ermittelung des temp. D.

Zu Vibr. 878 $^2/_3$ für a, muss t. D haben
Pendelgr. 4398.438,
M D „ 4393.333;

t. D muss höher sein „ 5.105.

Meine beste Hülfsquinte D macht mit a, 4 Stösse
Pendel 62.25.

Sie muss also mit M D dasselbe thun bei (1/3) „ 20.750,

t D muss höher sein als M D „ 5.105;

t. D und die Hülfsquinte müssen 4 Stösse
haben bei Pendel-Nr. 25.855

(4

zu einem Stoss per Pendelschlag „ 103.420,

zu drei Stössen „ „ „ 34.473,

„ „ „ auf zweimal 34.47 = „ 68.94,

die Hülfsquinte und t. D zeigen aber „ 66 —.

diess ist a 1 Stoss, gleich „ 99 —

a 4 Stössen, „ „ 24.75,

t. D ist gegen Pendelgr. 25.86 zu tief „ 1.11.

Vibr. 0.14.

Ermittelung des temp. C♯.

Hülfsquinte E.

M E 4942.50 Pendelgr.

Das Hülfs-E hat, wie hierneben 31.80 mehr (= 63.6).

Das Hülfs-E hat Pendelgr. 4974.30.

M A hat t. C♯ soll erhalten Hülfs-E hat

Pendelgr. 3295 4151.44 4974.30

856.44 822.86

Pendelgr. 33.58 a 4 Stössen.

t. Cis wäre richtig bei „ 67.16 a 2 „

Es zeigt aber Pendelgr. 66, gleich Pend. 33 a 4 Stössen, und ist folglich das t. C♯ von P.-Gr. 4151.15, denn

	M A		t. C♯		Hülfs-E
Pendelgr.	3295		4151.15		4974.30
		856.15		823.15	
		Pengelgr.	33.		

t. C♯ steht also auf Pendelgr. 4151.15 statt auf 4151.44, und ist Pendelgr. 0.29 zu tief, oder Vibr. 0.04.

Ermittelung von D♭.

t. C♯ steht also auf Pendelgr.	4151.15,	
M C♯ muss gemacht werden „	4118.75,	
demnach tiefer werden als t. C♯ „	32.4	a 4 Stössen.
Pendelgr.	64	a 2 „

M D♭ muss erhalten Pendelgr.	4189.11,
t. C♯ steht aber (zu tief) „	4151.15.
D♭ muss höher gemacht werden als t. C♯ ist (nicht sein sollte)	37.96 a 4 Stössen.
zu 2 Stössen Pendelgr.	75.93.

Wenn man also D♭ so stimmt, dass es 2 Stösse mit dem um Pendelgr. 0.29 zu tiefen t. Cis macht, so ist es richtig und hat Pendelgr. 4189.11.

Ermittelung des temp. F♯.

t. F♯ mit der Hülfsquinte D zu untersuchen geht nicht, weil die Stösse zu schnell fallen. Man muss also M D nach der Hülfsquinte vorher richtig machen. Dann heisst es z. E.

M D hat t. F♯ sollte haben a hat
Pendelgr. 4393.333 * 5541.5775 6590
1148.244 1048.4225

Um richtig zu sein sind P.-Gr. 99.82 a 4 Stössen nöthig,
„ „ „ „ „ „ 66.55 a 6 „ „
Sie zeigen aber „ 67.0. Wie viel macht diess?

M D t. F♯ a
4393.333 * 5541.90 6590
1148.57 1048.10

Pendelgr. 100.47
(a 4
„ 401.33
„ 66.98 a 6 = P.-Gr. 67.

Mein t. F♯ müsste haben Pendelgr. 5541.58,
hat aber „ 5541.90,
ist also zu hoch „ 0.32.
Vibr. 0.04.

Stimmung der musikalischen Instrumente.

Bei der üblichen Art, dieselbe ohne Hülfe eines sichern, erwiesenen Maasses zu stimmen, muss nothwendigerweise jeder Ton unrichtig sein, ausser dem Anfangspunkte.

Dass die Töne meiner, von mir unisono-Gabeln genannt, Gabeln die reinste gleichschwebende Temperatur darstellen, beweisen die Pendelzahlen, bei welchen die Accorde derselben vier Stösse machen. Pag. 36. Wenn man nach ihnen ein Instrument stimmt, und es bleibt stehen, so wird man eingestehen, diese Reinheit noch nie gehört zu haben.

Man hat nicht unumgänglich 12 Gabeln zum Stimmen nöthig. Sechse reichen auch hin. Die 6 andern Töne werden dazwischen gelegt, diess ist leicht, denn es giebt für sie nur eine taugliche Stelle, sobald die 6 ersten richtig sind.

Nach den 6 Gabeln stimme man z. B. H und h, Cis und cis, Dis und dis, F und f, G und g, und a und $\bar{a}$.

Es giebt dann nur eine Stelle, welche gleich gut für die Quinten H, Fis, und Fis, cis ist.

So	auch	nur	eine	für	Gis,	bei	Cis, Gis	und	Gis,	dis.
„	„	„	„	„	b,	„	Es, b	„	b,	f.
„	„	„	„	„	c,	„	F, c	„	c,	g.
„	„	„	„	„	d,	„	G, d	„	D,	a.
„	„	„	„	„	e,	„	a, e	„	e,	h.

Am unfehlbarsten aber stimmt man nach 12 T-Gabeln. Der zu stimmende Ton wird dann so viel höher gestimmt als die Gabel, dass beide zusammen 4 Stösse bei Pendel 60 machen. Man sieht den Pendel, und zählt die Schnelligkeit der Stösse, und erfährt durch sie: ob man zu hoch stimme (ob die Stösse zu schnell erfolgen), ob man zu tief stimme (ob sie zu selten sind), oder ob man richtig sei (ob beide ein Tempo behalten).

Da bei der Anwendung der T-Gabeln von keiner Willkühr die Rede ist, auch nicht von einer musikalischen Beurtheilung über Höhe und Tiefe, sondern nur die Stösse per Secunde die Sache entscheiden, so geht man bei ihnen unfehlbar. Daher findet man auch, dass die darnach gestimmten Töne jedesmal aufs schärfste den unisono-Tönen entsprechen, welches unter 10malen höchstens 1mal gelingt, wenn man nach den unisono-Tönen selbst stimmt.

Mit diesen T-Gabeln kann man auch Scalen stimmen, deren a bis zu 4 Vibr. höher oder tiefer ist wie das meinige.

Man untersucht das fremde a zu dem Ende, und erforscht, um wie viel Pendelgrade es höher oder tiefer ist, als das meinige, welches mit der T a-Gabel 4 Stösse bei Pendel 60 macht. Man findet dann auf den Täfelchen Nro. 4 oder 5 irgend eine Colonne, deren a, dieselben Pendelgrade angiebt, da sie von 30 bis 95 reichen. Nach den Pendelgraden derselben Colonne stimmt man dann die andern Töne der Scala. Mein Berliner a macht z. E. mit meiner T a-Gabel die 4 Stösse bei Pendel $94\frac{1}{3}$. Die letzte Colonne des Täfelchens 4 giebt die Pendel an, bei welchen die andern Töne 4 Stösse machen müssen.

Wenn ein Flügel merklich hinauf oder hinunter gegangen ist, so hält er die Stimmung nicht, wenn man ihn auf einmal ändert. Will man diess vermeiden, so dienen die T-Gabeln und die Tafeln 4 und 5 auch dazu, ihn richtig zu temperiren, und ihn demnach auf seiner Höhe oder Tiefe zu belassen. Zu dem Ende sehe man nach, welche Metronom-Pendel mit den Gabeln man in der Scala B, a, des Instrumentes findet. Nach derjenigen Colonne, welche am meisten Aehnlichkeit damit hat, stimme man alle Töne, so dass jeder den ihm zukommenden Pendel für 4 Stösse erhält.

Es ist auch wohl hinreichend, die Pendelgrade von a allein zu untersuchen und sich nach der correspondirenden Colonne zu richten, denn es ist einerlei, ob man nach der Colonne 3 oder 4 stimmt, aber nicht ob man nach 1 oder 6, oder 12 oder 20 stimme. Wenn man einen Flügel von 3 auf 4 oder umgekehrt stimmt, so bleibt er stehen, aber nicht wenn es 10 Pendelgrade differirt.

Bei diesem Artickel »Stimmung«, will ich erwähnen, wie wenig man ohne Tonmaass oder feste Punkte temperiren kann.

Ich kann Jedem beweisen, dass er unter 10malen den unisono kaum 1mal trifft. Beim stimmen nach unisono-Gabeln macht das nichts, denn man weicht doch so weit nicht ab, und baut den Fehler nicht weiter, indem der nächste Ton sich nicht nach dem vorhergehenden richtet. Stimmt man aber 12 Saiten, die 2te nach der 1sten, die 3te nach der 2ten, die 4te nach der 3ten u. s. w. bis die 12te nach der 11ten, so kann man sicher annehmen, dass man eine billionmal fehlt, und es einmal trifft, alle Saiten gleich zu haben.

Temperieren heisst von einem Ton, nicht einen gleichen, sondern einen andern, und nicht einen reinen, sondern einen um eine unbekannte Grösse verschiedenen, herleiten, diess 12mal und nicht fehlen.

Da reicht eine billionmal eine Billion nicht hin.

Der Pendel aber führt zum unwandelbaren Ziele.

Wer sich nicht mit einem Metronom behelligen will, stimme nach unisono-Gabeln. Er darf sicher sein, dass er die möglichste Reinheit der Temperatur erlangt, so weit das Ohr sie zu beurtheilen vermag.

Wer aber gerne untersucht, dem rathe ich zu 12 T-Gabeln und einem Metronom. Kommt es ihm nicht auf einige Thaler mehr an, wenn von wirklich interessanten Untersuchungen die Rede ist, so lege er sich auch noch 13 unisono-Gabeln zu. Hülfsquinten und mathematische Töne sich selbst zu stimmen, wird dann nicht schwer sein, und mit der Zeit findet man (vielleicht ich selbst noch) manches, was mir noch nicht bekannt ist.

Ich hoffe, dass einst kein Flügel ohne Scala sein wird, sie bestehe aus was immer für Tönen. Ich glaube zwar noch, dass Stimmgabeln am tauglichsten dazu sind, aber die in kleinen Blasebälgen verschlossenen sogenannten Harmonica's sind schon, wenn sie nach einem richtigen Tonmaass gemacht sind, so weit sicherer, dass der beste Stimmer schlecht dagegen sein wird.

Stimmgabeln.

Die besten sind diejenigen, welche aus Hundsmanns (englischem) Gussstahl gemacht werden. Denjenigen Stahl, welcher 6 Linien quadrat ist, finde ich am klingendsten. Eine Gabel muss gleiche Schenkel haben. Fig. 13 zeigt eine tiefe, Fig. 14 eine hohe Gabel. Fig. 15 und 16 sind verwerfliche Formen, weil sie nicht von Anfang bis zu Ende den Ton correct halten, was man beim Pendel und den T-Gabeln findet.

Bei allen Gabeln muss die Biegung a, weit genug sein, um bequem mit der Feile hinein kommen zu können. Damit sie nicht rosten, müssen die Gabeln gut polirt sein, weil Rost den Ton ändert.

Eine Gabel ist schlecht und kaum brauchbar, wenn sie unter 30 Secunden tönt. Mittelmässig sind die von 40, und gut die von 50 bis 80 Secunden.

Jede Gabel muss vor dem Stimmen mit dem hölzernen Heft b, versehen werden, damit die Hand sie nicht berühre. Wenn eine Gabel ein neues Heft bekömmt, verstimmt sie sich etwas. Der Stiel c, muss nicht zu dünn sein, da dies den Ton benimmt. Derselbe wird als leichte Schraube geschnitten, um das Heft fest zu halten. Die Schraube d, muss correct geschnitten sein, damit die Gabel auf den Leuchter geschraubt werden könne. (Siehe Leuchter.)

Man muss die Gabeln nicht dadurch tief machen, dass man sie an den Spitzen e, e, dick lässt. Die Rundung a darf auch nicht zu tief ausgefeilt werden, sonst verschwindet der Ton. Man feile lieber auch bei f, etwas weg. Ein Feilstrich bei a, macht tiefer als 4 bei e, hoch machen.

Man darf nie die beiden Schenkel der Gabel zugleich in den Schraubstock spannen, weil sie allen Ton verliert, wenn die Schenkel forcirt werden.

Man härtet die Gabeln nicht. Feilt man sie aus dem Rohen, so kann man sich durch Eintauchen in Quecksilber helfen, um sie ungefähr stimmen zu können. Ist man aber ganz nahe bei der Reinheit, so macht man nur 2, höchstens 3 Feilstriche, und wartet 3 bis 4 Tage, ehe man wieder nachsieht, ob man genau geworden ist.

Die Gabeln müssen nicht zu heftig angeschlagen werden, damit ihr Ton nicht ungleich wird.

Durch die Wärme der Hand kann man eine Gabel bis zu 8 Pendelgraden (circa 1 Vibr.) tiefer machen.

Man schlägt sie vermittelst eines runden, circa $1\frac{1}{2}$ Fuss langen fischbeinernen Stäbchens an, an dessen einem Ende man einen Wulst hat, welcher durch Wollgarn hervorgebracht wird, welches man fest drum wickelt und durchnäht, Fig. 17.

Quecksilber macht den Stahl rosten, besonders wenn es erwärmt ist.

Man darf nicht in einer kleinen Stube, auch nicht in einem geheitzten Zimmer arbeiten, wenn man das Tonmaass beendigt. Der Raum muss gross sein und ohne Heitzen der Thermometer auf 16, 18 Grad stehen.

Ich glaube nicht, dass man mit Orgelpfeiffen und Wind ein gutes Tonmaass hervorbringt. Wenigstens habe ich noch nie den Wind so correct gefunden, dass ein Ton gleiche Vibr. zeigte, wenn man ihn der Kritik des Pendels unterwarf; wohl aber Abwechselung von Pendel 60 auf 30. Bei Gabeln, wenn sie gehörig behandelt werden, beträgt der Unterschied nie so viel, wie 60 und 60.05. Die Gabeln Fig. 15 und 16 mögen wohl von 60, bis 60.10 verändern, und sind zuletzt am höchsten.

Nicht jede Stelle, wo man eine Gabel aufsteckt, ist für jede Gabel gleich gut. Die Erfahrung und Versuche werden am schnellsten aushelfen. Gewöhnlich wollen die tiefen blos auf einem Resonanzboden stehen und die hohen auf einem darauf befestigten schweren Stück Tannenholz.

Zum Nachstimmen des Flügels stecke ich den Leuchter, auf welchen man die Gabeln schraubt, in ein kleines Loch des Saitenhalters, der auf dem Resonanzboden ruht. Der geringste Anschlag macht sie dort lange tönen. Ueberhaupt giebt es keinen schöneren Platz, um die Stösse der Accorde zu zählen, als wenn man die Gabeln auf diesen Saitenhalter befestigt. Man darf überzeugt sein, dass die kleinen Löcher, welche man hinein bohren muss, um die drei Leuchter einzustecken, gar nicht dem Instrumente schaden.

Leuchter.

Dieses Instrument, Fig. 18, dient dazu, um die Stimmgabeln in eine Lage zu bringen, wo ihre Vibrationen am freiesten sein können. Von oben gesehen stellt Fig. 19 ihn dar. In der Mitte findet sich dort ein kupfernes Sechseck, in welches eine Schraubenmutter geschnitten ist, um die Schraube d aufzunehmen.

Das Sechseck wird erwärmt und mit Schelllack bestrichen in das Holz gekittet, aus welchem dann die Leuchter gedrechselt werden.

Man steckt die Leuchter in dazu gebohrte Löcher, und sorgt dafür, dass diese nicht zu nahe neben einander sind, damit man im Anschlag nicht gehindert sei.

Man bezeichnet sie mit schwarzen Ringen. Ich brauche, um das Tonmaass aufzunehmen, nur zwei Leuchter, und schraube jede Gabel auf beide nach der Reihe. Z. E.

zu den Tönen	A und 1,	1 und 2,	2 und B,	B und 1,
die Leuchter	1 „ 2			
		1 „ 2		
			1 „ 2	
				1 „ 2.

Tisch.

Auf einen fest gebauten fichtenen Tisch habe ich einen Resonanzboden befestigt, welcher nach vorne etwas offen, und unter der Decke mit der Leiste durchzogen ist, welche bei Flügeln auf dem Resonanzboden liegt. In diese Leiste sind die Löcher gebohrt, in welche die Leuchter gesteckt werden.

Weil nicht alle Gabeln gut auf diesem Resonanzboden tönen, habe ich hinten auf demselben ein massives

Stück Holz befestigt, in welches gesteckt alle Gabeln von F bis a doppelt so lange, obgleich minder laut, tönen, als directe auf den Resonanzboden.

Auf einem Geschränke, oberhalb des Tisches, doch ohne ihn zu berühren, steht ein langes Gefach, welches durch Stäbchen abgetheilt ist, um die Gabeln von einem zum andern halben Tone zu enthalten. Hinten ist das Gefach offen, vorne aber mit einem kleinen Vorhange versehen, damit die Wärme des Untersuchenden nicht schade. Auf dem Vorhange so wie auf den Stielen der Gabeln, und über den Gefächern, sind die Namen oder Zahlen der Gabeln hingeschrieben.

Der Tisch ist auf den Fussboden befestigt und hat einen Einschnitt, in welchem man die Gabeln klemmen kann, wenn nur einige Feilstriche zu machen sind; hat man mehr an einer Gabel zu feilen, so erfordert diess einen Schraubstock.

Thermometer.

Mein Tonmaass ist bei 15 bis 18 Grad Reaumur gemacht, also dabei am richtigsten.

Versuche haben mir dargethan, dass ein Unterschied von 20 Grad R. bei meinem a, einen Unterschied von Pendelgr. 17.77,
und bei A, nur von „ 7.50
hervorbringt.

Für die Höhe von a, macht also 1 Grad R. Pendelgr. 0.89, und für A, nur Pendelgr. 0.37.

Da man Pendel 60 von 60.1 unterscheiden kann, so kann man bei a, $1/_{666}$, und bei A, $1/_{1666}$ Grad R. unterscheiden. Es ist also nicht zu verwundern, dass eine erwärmte Gabel (sei es durch die Hand oder durch die Feile) 4 bis 5 Tage braucht, bevor sie das letzte $^1/_{600}$ Grad R. abgegeben hat. Man darf daher bei ganz strengen Untersuchungen dieselbe Gabel nur einmal in 24 Stunden anwenden.

Wenn eine Scala im Sommer geordnet, und die Wärme im Winter 20 Grad geringer ist, so würde eine A-Gabel von Pendelgr. 3295
nach den eben angeführten Versuchen „ 7.50

höher werden, also Pendelgr. 3302.50
haben.

Bei a, von	Pendelgr.	6590,
wäre die Zunahme	„	17.77;
a, hätte demnach	„	6607.77,
A, müsste demnach haben	„	3303.89,
hat aber, wie eben gezeigt,	„	3302.50;
also zu wenig	„	1.38,
	Vibr.	0.14,

welche A, im Winter zu tief sein würde.

Ich habe aber gefunden, dass mein A, im Winter auf Pendel 61.1 stand, da es im Sommer, bei 20 Grad höherem Thermometerstande, mit T a, auf Pendel 60 gestanden hatte; dass es also Pendelgr. 1.1 zu hoch (nicht 1.38 zu tief) war.

Diese Untersuchungen konnten indessen so genau nicht ausfallen, weil eine um 20 Grad erwärmte Gabel schnell 3 bis 4 verliert. Auch war mein damaliges T a von schlechter Form.

Der Einfluss von Wärme und Kälte auf die Gabeln ist nur wichtig, wenn das Tonmaass untersucht wird. Beim Nachstimmen der Töne auf Musikinstrumenten weiss das Ohr nichts von 2 ganzen Pendelgraden, die doch beim Tonmaass wieder in 20 Theile zerfallen. Bei Orgeln und Anfertigung von Blasinstrumenten wird die grösste Genauigkeit belohnt, und da ist sie also anzurathen.

Berliner, Wiener und Pariser a.

Es wäre wünschenswerth, dass man überall dasselbe a, annähme. Das meinige wäre nicht übel rücksichtlich seiner Höhe, bei welcher der Sänger bestehen kann. Berlin und Wien stehen, nach den Gabeln, die ich als zuverlässig erhielt, viel zu hoch. Paris scheint tiefer gegangen zu sein; wenigstens ist wahrscheinlich, dass *Sarty* (Pag. 60) das Pariser a, führte. Freilich hatte seine Untersuchung das Monochord zur Grundlage, welches auf 10 Vibr. unsicher ist.

Ich habe drei Pariser a, welche dasjenige des Conservatoriums sein sollen, und die alle drei verschieden sind. Ferner zwei von der Opera oder Academie de musique, welche noch unähnlicher sind.

Von *Gand*, luthier du conservatoir de musique (rue croix des petits champs) ist die Gabel Nr. 3, und von *Petitbout*, luthier de l'opera, die Nr. 2. Diese halte ich für die sichersten, weil Jeder seine Sache am besten kennen wird.

Nr. 1. de l'opera, academie de musique, Vibr. 853.5 } 14
„ 2. „ „ „ „ „ „ 867.5 }

Nr. 3. du conservat., des concts. et Italiens, Vbr. 869.9 } 11.5
„ 4. „ „ „ „ „ „ „ 881.4 }
Dasselbe, älter, „ „ „ „ „ 870.1.

Die einzige, aber zuverlässige Gabel vom a, des Berliner Orchesters, welche ich besitze, hat Vibr. 883.25, und ist also 1½ Vibr. höher als Nr. V. meiner Wiener Gabeln. Diess letzte gab mir der Herr Professor *Blahetka* als zuverlässiges Wiener Orchester-a. Nr. VI. halte ich für einen Auswuchs.

Meine und meiner Freunde Wiener a, haben:

I.	Vibrationen	867.33.
II.	„	872.67.
III.	„	878.30.
IV.	„	880.20.
V.	„	881.74.
VI.	„	889.74.

Ohne Tonmaass kann man kein a, kennen, und ohne ein T a keins nachmachen.

Ich bin überzeugt, dass auch die Berliner a, um 3 bis 4 Vibr. von einander abweichen, und diess reicht hin, um einem Sänger oder einer Sängerin es möglich zu machen, eine Rolle ausführen zu können oder nicht.

Durch Kälte und Wärme steigen und fallen die Flügel um 1½ Vibr. Ich habe mein a, so gemacht, dass es in der Mitte der Grenzen steht, zwischen welchen die Wiener Flügel steigen und fallen.

Wie man ein Tonmaass anzulegen habe.

Man richte die 13 Scala-Gabeln von A, bis a, inclusive, und 12 Gabeln zu Neben-Gabeln von B, bis a, inclusive, so ein, dass man nach dem Stimmen nichts mehr an den Stielen, Schrauben etc. zu ändern habe, da dieses auch den Ton ändert.

Zu dem willkührlichen a, welches man zum Grunde legen will, stimme man ein T a, (Stoss 1ste Gattung, Pag. 12) — und nach diesem T a, ein A, (Stoss 2te Gattung Pag. 13). A, und a, sind dann eine correcte Octave, und die Grenzen des anzulegenden Tonmaasses. Hat man kein Monochord, wonach man vorläufig die Scala-Gabeln stimmen kann, so stimme man in möglichst reinen, nur ja nicht temperirten, Quinten und Quarten die Scala-Töne genau in folgender Ordnung:

5ten aufwärts.	4ten abwärts.	5ten abwärts.	4ten aufwärts.
A E . . .	E H	a D . . .	D G
H F♯ . .	F♯ C♯	G C . . .	C F
C♯ G♯ . .	As Es	F B.	

Es B

Man fange bei beiden A, a, an, und rücke so von beiden Seiten näher, bis man Es B, mithin die ganze Scala hat. Man nehme sich hinreichende Zeit, damit die gefeilten Gabeln (auf Metallstücken liegend) Zeit haben, einige Tage sich abzukühlen, ehe man weiter baut.

Die Scala, welche man so erhält, ist noch ganz unbrauchbar, und muss folgendermassen temperirt werden:

Zu jedem Tone mache man eine T- oder Nebengabel (eine Gabel, welche um 4 Stösse bei Pendel 60 tiefer ist) und nehme sich auch hierzu hinreichend Zeit.

Sind alle T-Gabeln correct auf Pendel 60 bei 4 Stössen, so werden die Scala-Gabeln dadurch temperirt, dass man sie so viel erhöht oder tiefer macht, dass sie die 4 Stösse nicht mehr bei Pendel 60, sondern bei folgenden Pendelgeschwindigkeiten machen. (Die Töne über 60 werden höher, die darunter tiefer.)

	B	C	D	E	F	G
bei Pendel	79.7,	72.3,	65,	65.6,	83.6,	73.1,

	H	C♯	Es	F♯	As
bei Pendel	51.6,	41.1,	28.2,	41.1,	24.8.

Die gute Reihenfolge der Geschwindigkeiten der Stösse der Accorde (Pag. 36) wird beweisen, ob man vorsichtig zu Werke gegangen ist.

Die T-Gabeln werden dann sämmtlich wieder auf Pendel 60 bei 4 Stössen gebracht.

Die Zwischengabeln richtet man nach Pag. 30 u. s. w. ein, macht aber einstweilen nur die T-Gabeln auf Pendel 60, da es für die Zwischengabeln gleich ist, auf welcher Zahl sie stehen, hingegen viele Zeit erfordert, einen bestimmten Pendel correct zu erreichen.

Wenn man nun unter den Pag. 36, 46 u. s. w. erwähnten Vorsichtsmassregeln 10 Aufnahmen macht, und die Pendelnummern und Stösse nach Seite 30, 31 etc. zusammen zählt, so lernt man die Vibr.-Zahlen, Stösse, oder Pendelgeschwindigkeiten seiner Scala, mithin die von A, bis a, etc. aller Scala-Töne kennen, und kann sie nach Pag. 33, 34 u. s. w. ordnen. Ich rathe Jeden, schon dann gleich das a, auf 880 Vibr. zu bringen, da dieses (siehe Pag. 53) eine zweckmässige Höhe hat, und Normal-a, heissen und sein sollte.

Bei der ersten Regulirung der Scala-Gabeln (deren Vibr. man nun schon kennt) ist es gleiche Mühe, sie auf die Scala von 880 oder auf andere Vibrations-Zahlen zu bringen.

Man kennt die Vibr. seiner T-Gabeln, und kann darnach jede Scala erreichen, indem man für jede Vibr. höher $7\frac{1}{2}$ Pendelgr. hinzufügt, oder für 1 Vibr. tiefer, abzieht, wie man aus der nun folgenden Tafel auch sehen kann.

Je mehr Aufnahmen man später macht, je richtiger wird das Tonmaass.

Ich muss nun zeigen, warum die hier empfohlene Anlage der Scala richtig ist. Es ist sicher, das in Deutschland das erste beste a, zwischen 870 bis 890 Vibr. haben wird. Stimmt man reine Quinten und Quarten, so wird man im ersten Falle die Vibr. von Scala 1 erhalten, wenn man der vorgeschriebenen Ordnung im Stimmen folgt. Man müsste aber, um rein temperirt zu sein, Scala 2 haben. Im zweiten Falle erreicht man die Scala 3, und müsste Scala 4 haben. Die Fehler, welche man in beiden Fällen macht, zeigen die Colonnen A und B, und den Unterschied zwischen diesen die Colonne C.

Die genannten Fehler müssen also den Tönen entnommen werden, um die reine gleichschwebende Temperatur zu erlangen, und diess geschieht, wenn man sie so ändert, dass sie mit ihren T-Gabeln auf die Pendel von voriger Seite (hier Colonne D) gebracht werden.

	Scala 1.	Scala 2.	Scala 3.	Scala 4.	A Scala 1.	B Scala 3.	C	D Pendel.
A	435	435	445	445				
B	458.28	460.87	468.80	471.46	—2.59	—2.66	0 . 07	79 . 7
H	489.38	488.27	500.63	499.50	+1.11	+1.13	„ . 02	51 . 6
C	515.56	517.30	527.40	529.20	—1.74	—1.80	„ . 06	72 . 3
C#	550.55	548.06	563.20	560.66	+2.49	+2.54	„ . 05	41 . 1
D	580	580.65	593.33	594	—0.65	—0.67	„ . 02	65
Es	619.37	615.17	633.60	629.32	+4.20	+4.28	„ . 08	28 . 2
E	652.50	651.75	667.50	666.75	+0.75	+0.75	„	65 . 6
F	687.41	690.51	703.20	706.39	—3.11	—3.19	„ . 08	83 . 6
F#	734.06	731.56	750.93	748.40	+2.50	+2.53	„ . 03	41 . 1
G	773.33	775.04	791.10	792.90	—1.71	—1.80	„ . 09	73 . 1
As	825.82	821.17	844.81	840.05	+4.65	+4.76	„ . 11	24 . 8
a	870	870	890	890				

Was Seite 50 von den festen Punkten der Scalen gesagt wurde, gilt besonders bei Anlegung neuer Scalen.

Jedes denkbare a, ist um x Pendelgrade höher oder tiefer, als mein T a, von $870^2/_3$, oder mein a, von $878^2/_3$ Vibrationen. Wenn man diese x Pendelgrade mit $7^1/_2$ dividirt, so sieht man wie viel Vibr. es sind, die man zu T a, oder a, hinzuzufügen oder abzuziehen hat für das fremde a.

Hier will ich die Frage thun, ob das Sinken der Sänger nicht von der temperirten zu hohen Terzmajor herrührt, welche zu verbessern das Ohr uns immer nach unten treibt?

Orgelstimmung.

Es muss sich eine sehr gut temperirte Stimmung auf folgende Weise erlangen lassen: Da man viele Register hat, so stimme man eine Scala A, a, auf einem derselben nach reinen Quinten und Quarten, nach der im vorigen Abschnitte vorgeschriebenen Reihenfolge, A E, E H etc, a D, D G etc.

Die Fehler dieser Scala beseitigt man, wenn man eine 2te, auf einem andern Register, nach ihr stimmt, und diese nach folgender Angabe (also ohne T-Töne) directe temperirt.

Diejenigen Töne, welche bei unsern im vorigen Abschnitte erwähnten Scalen — (minus) bezeichnet sind, müssen natürlich nun erhöht, und die mit + (plus) tiefer gemacht werden.

B — Vibr. 2.62 muss höher werden, so dass es mit dem
B der 1sten Scala einen Stoss macht
bei Pendel 78.60.
C — „ 1.77 desgleichen 1 Stoss bei „ 53.10.
D — „ 0.66 „ 1 „ „ „ 19.80,
(oder 1 bei 2 Schwingungen von 39.60,
„ 1 „ 4 „ „ 78.20),
F — „ 0.75 desgleichen 1 Stoss bei Pendel 22.50,
(oder bei 2 Schwggen von „ 45.—).
F — „ 3.15 desgleichen 2 Stösse bei „ 47.45.
G — „ 1.75 „ 1 Stoss „ „ 52.50.

H + „ 1.12 muss tiefer werden um einen
Stoss bei Pendel 33.60.
C♯+ „ 2.52 desgleichen bei „ 75.60.
Es + „ 4.24 um 2 Stösse „ „ 63.60.
F♯+ „ 2.52 „ 1 Stoss „ „ 75.60.
As + „ 4.70 „ 2 Stösse „ „ 70.50.

Diese 2te Scala, deren Töne nun um die erwähnten Vibr. höher und tiefer sind, als die der 1sten Scala, ist ganz rein temperirt:

wenn vorher die 3 ersten Quinten und 3 Quarten A E, E H etc., und
die 3 andern Quinten und 2 Quarten a D, D G etc.
— rein waren.

Wahrscheinlich ist diess allerdings nicht, allein es ist doch unaussprechlich leichter, als nach dem Gehör temperiren, welches gar nicht möglich ist. Auf jeden Fall erleichtern es die anhaltenden Töne der Orgel sehr, reine Quinten und Quarten zu stimmen, um so mehr, da man von zwei sichern Punkten, A, und a, sich entgegen arbeitet.

Versuche über die Anzahl der Schwingungen, die ein Ton in einer Secunde macht.

(Vogt's Mag. für den Zustand der Naturkunde, 1. St. Pag. 102.)

„Der Herr Capellmeister *Sarty*, Mitglied der kaiserl. Academie der Wissenschaften in Petersburg, hat dieser Gesellschaft in einer Versammlung am 19. October 1796, die in der Ueberschrift erwähnten Versuche an einer von ihm selbst erfundenen Maschine vorgelegt. Diese Maschine bestand aus 2 Orgelpfeifen von 5 Fuss, einem Monochord und einem Secunden-Pendel. Beide Pfeifen waren im vollkommensten unisono; wenn aber eine derselben vermittelst eines Schiebers verkürzt, also ihr Ton erhöht wurde, so entstand eine Dissonanz, die sich durch trommelartige Schläge (battements) dem Ohre sehr fühlbar machte. Diese Schläge sind die Wirkung eines 3ten Tones, welcher aus der Verbindung der beiden Orgeltöne entsteht, und jedesmal eine Schwingung macht, wenn die Schwingungen jener beiden Töne wieder zusammen treffen. Je kleiner also das Intervall derselben ist, desto langsamer werden die Schläge des 3ten Tones, und desto leichter ist es, sie zu zählen. Es fand sich vermittelst des Monochords, dass wenn die Schläge des 3ten Tones mit den Schlägen des Secunden-Pendels genau zusammen trafen, die Töne der beiden Orgelpfeifen sich wie 100 zu 99 verhielten, dass folglich der höchste von beiden Tönen in einer Secunde 100 Schwingungen machte, welches also die Geschwindigkeit des Tones einer 5füssigen Orgelpfeife ist. Es folgte endlich aus der vermittelst des Monochords angestellten Vergleichung dieses Tones mit einer Stimmgabel, dass der Ton, nach welchem die a-Saite der Violine in der dasigen Capelle gestimmt wird, in einer Secunde 436 Schwingungen macht, woraus sich die Schwingungen aller übrigen Töne herleiten lassen, da ihre Verhältnisse längst bekannt sind."

„Man weiss, dass *Sauveur* zu Anfange dieses Jahrhunderts der Pariser Academie der Wissenschaften ähnliche Versuche vorlegen wollte, welche aber nicht gelangen; und es scheint als ob man seitdem diesen für Physik und Acustik so wichtigen Gegenstand, nämlich die absolute Zahl der Schwingungen, die irgend ein bestimmter Ton in einer bestimmten Zeit macht, gänzlich aus dem Gesichte verloren habe; wiewohl sonst die Verdienste der Herren *Chladni*, *Vogler* u. a. m. um die Theorie des Klanges nicht zu verkennen sind."

436
2
872

Benennung der Intervallen.

A 1.	....
B 2,	½ Ton minore,
2,	2de. minore,
H 3,	2de. mayor,
3,	verminderte Terz,
C 4,	Terz minore,
C♯5,	„ mayor,
5,	Quart, verminderte,
D 6,	Quart;
D♯7,	„ übermässige,
7,	Quinte, verminderte,
E 8,	Quinte,
F 9,	„ übermässige,
9,	Sexte, minore,
F♯10,	„ mayore,
10,	7ma, verminderte,
G 11,	6te., übermässige,
G♯12,	7ma, mayor,
12,	8va, verminderte,
a 13,	Octava.

Terz minore	$^6/_5$,
„ mayor	$^5/_4$,
Quart	$^4/_3$,
Quinte	$^3/_2$,
Sexte minore	$^8/_5$,
„ mayor	$^5/_3$.

Werth der Differenzen bei 4 Stössen.

Vibrationen.	Pendelgrade.
0 . 25	1 . 88,
0 . 50	3 . 75,
0 . 75	5 . 63,
1	7 . 50,
2	15,
3	22 . 50,
4	30,
5	37 . 50,
6	45,
7	52 . 50,
8	60,
9	67 . 50,
10	75,
11	82 . 50,
12	90,
0 . 13	1,
27	2,
40	3,
53	4,
67	5,
80	6,
93	7,
1 . 07	8,
1 . 20	9,
1 . 30	10,
1 . 43	11,
1 . 56	12.

Nachtrag.

Verhältniss der Stösse zu den Vibrationen.

Nachdem gegenwärtiges Schriftchen schon unter der Presse war, fiel mir bei, dass ausser dem Monochord und meinem Tonmaass zur Vervollständigung meiner Anstalten auch derjenige Maassstab gehöre, welchen *Chladni* mit dem Namen seines Tonometers beehrt, und wovon Pag. 9 Erwähnung geschieht.

Ich nahm zu dem Ende eine schöne Tafeluhrfeder, und theilte die Länge eines rheinischen Fusses in $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$ und $^1/_{16}$, so dass jeder Theil die Hälfte des vorhergehenden ist.

Die ganze Fusslänge, so fein wie möglich, aufrechtstehend in einen Schraubstock eingespannt, macht 102 doppelte, also 204 einfache Schwingungen in der Minute, welches 3.4 für die Secunde giebt.

Da nach *Chladni* die Geschwindigkeiten der Vibrationen sich bei solchen Linealen umgekehrt verhalten, wie die Quadrate der Längen, so wird, um die Vibrations-Zahl des $^1/_{16}$ Fusses zu erfahren, das Quadrat von 16 (256) mit Vibr. 3.4 multiplizirt. Diess macht 870 Vibrationen; so viel wie ich meinem Ta-Tone beilege. Das $^1/_{16}$ Fuss ist aber, wenn es, so fein wie möglich im Schraubstock eingespannt, in Vibrationen gebracht wird, unisono mit meinem Ta-Ton.

Es sind also die 435 Stösse dieses Ta-Tones erwiesen 870 Vibrationen, mithin ein Stoss per Secunde gleich zwei Vibrationen.

Ich würde mich gar nicht gewundert haben, wenn auf dem jetzt erwähnten Wege eine Differenz von 20 Vibrationen herausgekommen wäre, da auf circa 6 Linien 440 Vibr. circa zusammen gedrängt liegen. Der Beweis wäre zwar auch dann eben so sicher, obschon nicht so genau gewesen. Im Grunde ist die Frage doch, ob ein Stoss eine oder zwei Vibr. sei, — und da kam es auf ein Dutzend nicht an.

Das $^1/_{16}$ Fuss tönt eine Octave tiefer, wenn man es, an einer seiner vier Spitzen fein eingeklemmt, ertönen macht. Zu dem Ende muss es getrennt sein.

Ich habe zwei dergleichen Lineale, welche beide sehr gut mit meinen Tönen übereinkommen, und bei denen man auch die Richtigkeit des Gesetzes, dass sich die Vibrationsgeschwindigkeiten umgekehrt verhalten, wie die Quadrate der Längen nachweisen kann. Wenn die ganze Länge z. E. als Quadrat 16 heisst, so heissen $^3/_4$ als Quadrat 9. Der umgekehrte Satz heisst demnach z. E.

was thun 204 Vibrationen, wenn 9 = 16 thun.

Antwort: 362 . 67,

oder das Doppelte 181 . 335.

Wenn das ganze Maass 204 einfache (102 dopp.) Vibr. zeigte, so werden $^3/_4$ desselben 362.67 einfache (181.335 dopp.) Vibr. zeigen.

Zweite Stossgattung Pag. 13. (Ein einfacher Ton stösst mit einem Combinations-Ton 1sten Grades.)

A ist die reine Octave von a, wenn es so wie dieses 4 Stösse mit T a, macht.

Wie viel Stösse mit T a, wird ein T A, machen, welches 4 Stösse tiefer ist als A; so wie T a 4 Stösse tiefer ist als a?

Man sollte denken »keinen«; da beide T-Töne genau um dieselben 4 Stösse tiefer sind, als ihre Scala-Töne a, und A,

Die Rechnung und die Ausführung sagen aber, dass T a, eben sowohl 4 Stösse mit T A, macht, wie mit A.

T a, hat 8 Vibr. weniger als 880,	mithin 872	Vibr.
T A, „ „ „ „ „ 440,	„ 432	„
Diese bilden den Comb.-Ton 1. Gr.	440	„
welcher eine Differenz von	8	Vibr.

mit dem einfachen Tone T A, von 432 Vibr. hat.

Zwischen diesem Beispiele und dem früher angegebenen ist nur der Unterschied, dass der einfache und der Comb.-Ton ihre Stellen wechseln.

In den folgenden Beispielen trägt der einfache Ton nicht mit zur Bildung des Comb.-Tones bei.

T E	651.26	Vibr.
A	440 —	„
Comb.-Ton 1sten Grades	211.26	„
A, A, einfacher Ton	220 —	„
Differenz	8.74	„

erweislich durch 4 Stösse bei Pendel 65.55.

Dieses Beispiel gehört nicht nur der hier fraglichen 2ten Gattung von Combinations-Tönen, sondern auch der 3ten an, d. h. denen des Dreiklanges.

Man kann nämlich den Satz nach Art der 3ten Gattung machen:

AA 220 — A 440 — TE 651.26

Comb.-Töne 1. Gr. 220 und 211.26

Vibr. 8.74, wie auf dem andern Wege. Beide Wege geben dieselbe Differenz.

In den folgenden Beispielen sind die Differenzen, wenn man sie nach der 3ten Stossgattung rechnet, verschieden von denen der Rechnung nach der 2ten Gattung, und diess macht sie um so interessanter. Von Anfang verwirren die der 3ten Gattung diejenigen der 2ten, aber bald werden diese allein herrschend, weil sie hervortretender und einfacher sind wie jene.

2te Gattung	Ta	872 —	Vibr.
	E	659.26	„
Comb.-Ton 1sten Grades		212.74	„
A, A, einfacher Ton		220 —	„
(Pendel 72.6 zu 3 Stössen)		7.26	Vibr.

Rechnung derselben Töne, nach der 3ten Gattung.

AA 220 — E 659.26 — Ta 872

Comb.-Töne 1. Gr. 439.26 und 212.74

Vibr. 226.52.

Anderes Beispiel 2ter Gattung	F	698.46	Vibr.
	B	466.16	„
Comb.-Ton 1sten Grades		232.30	„
A, A, einfacher Ton		220 —	„
		12.30	„

erweislich durch 6 Stösse Pendel 61.50.

Dasselbe nach der 3ten Gattung.

A A 220 B 466.16 F 698.46

Comb.-Töne 1. Gr. 246.16 und 232.30

Differenz Vibr. 13.86

6 Stösse bei Pendel 69.18.

Da hier die Pendelgeschwindigkeiten der 2ten und 3ten Gattung einander schon näher sind, so ist ihr Widerstreit deutlicher, endet aber bald durch die Uebermacht der 2ten über die 3te Stossgattung.

6te Stossgattung Pag. 15. (Ein Comb.-Ton 1. Grades stösst mit einen Comb.-Ton 3. Grades.)

Die Quart nach unten mathematisch rein zu machen. a hat Vibr. 880,
die Hülfsquart habe (wie die Quinte nach oben) „ 658.

Comb.-Ton	1sten	Grades	„	222,
„	„	2ten	„ „	436,
			„	222,
„	„	3ten	„ „	214.

Der 1ste und 3te Grad differiren Vibr. 8.

Wenn a, mit der Hülfsquarte E, 4 Stösse bei Pendel 60 macht, so muss das mathematische E, sie mit der Hülfsquarte bei Pendel 31 machen.

Es versteht sich von selbst, dass Sexten, Septimen etc. auch stossen müssen. Bei meinem Tonmesser kann man sie aber nicht benutzen, und ich finde ihre Aufnahme unnöthig.

Ich habe eine Stimmgabel, welche von 874 bis 880 Vibr. geändert werden kann. An jedem Schenkel befindet sich eine Schraube, durch deren Ein- oder Zurückschrauben man die beliebigen Veränderungen bewirken kann. Es lassen sich mit dieser Gabel eine Menge Beweise führen.

Anleitung um die Töne einer Scala nach einem a, von $878\frac{2}{3}$ Vibr. auf dem kürzesten Wege zu reguliren, und die Orgel ohne Kenntniss der Vibr. des a, auf eine leichte und sichere Weise rein gleichschwebend zu stimmen.

Ich habe bereits Pag. 38 eine Anleitung zum Stimmen der Orgel gegeben, indessen wird die hier folgende weit ausführbarer gefunden werden, ohne, wie jene, auf der Voraussetzung zu beruhen, dass man nach dem Gehör reine Quarten und Quinten habe. Bei der nun anzuführenden Weise wird alles durch den Pendel bestimmt.

Der Hauptzweck, welchen ich habe, ist indessen zu zeigen, wie die Scala-Töne eines Tonmaasses zu untersuchen und zu ordnen sind. Ich handle daher diesen Gegenstand zuerst ab.

Zu dem a, welches ich habe, und von welchem ich weiss, dass es $878\frac{2}{3}$ Vibr. hat, mache ich eine Hülfsquinte D, wenn ich ein dem Gehör nach gestimmtes D, so lange tiefer mache, bis es mit a, 4 Stösse bei Pendel x, (z. E. bei Pendel 62.25) macht.

Nach dieser Hülfsquinte (nach unten) ist das mathematische D, richtig, so bald es so viel höher ist, dass es mit ihr 4 Stösse bei Pendel $\frac{1}{3}$ x, (20.75) macht. (Pag. 22). (Ein Stoss bei Pendel 83 ist eben so viel.)

A, die tiefere Octave von a, muss als Quarte denselben Pendel mit dem Hülfs-D, zeigen, den dieses mit a, als Quinte hat, widrigenfalls ist A, noch unrichtig. Diese Ermittelung ist dreimal genauer, als die von Pag. 13.

Nach A, wird dem Gehör nach die Quinte E, gemacht, und dann so viel erhöht, dass sie mit A, 4 Stösse bei Pendel x, (z. E. 63.6) macht. Dann nenne ich diess E, Hülfsquinte und mache ein mathematisches E, darnach, wenn ich ein solches erziele, welches so viel tiefer, als das Hülfs-E ist, dass beide Töne bei Pendel $\frac{1}{2}$ x, (31.8) 4 Stösse miteinander machen. (Pendel 31.8 zu 4 Stössen ist gleich Pendel 63.6 zu 2 Stössen.)

Hat man die beiden Hülfstöne D, und E, nebst ihren mathematischen Tönen richtig (bei der Orgel auf einem zweiten Register), so wird zuerst in der Scala F♯, dann F, regulirt, worauf nun weiter geschritten wird nach Anleitung.

Scala von 878 $\frac{2}{3}$ Vibr. in Pendelgraden.

A 3295	C♯ 4151.44	D♯ 4659.82	F 5230.48
B 3490.92	H.D 4372.58	E 4936.93	F♯ 5541.50
H 3698.51	M.D 4393.33	M.E 4942.50	G 5871.03
C 3918.45	D 4398.30	H.E 4974.30	G♯ 6220.14

a 6590.

Hülfs-D 4372.58;
A 3295,

1. 1077.58,

2. 2217.42,

3. 1139.84,

4 Stösse bei Pendel 62.26. (Siehe Pag. 24.)

Hat der Pendel 1 Grad mehr, so hat A, einen zuviel.

B 3490.92 Hülfs-D 4372.58 F 5230.48

881.66 857.90

4 Stösse bei Pendel 23.76 (Siehe Pag. 17), oder 3 Stösse bei 2 Schwingungen von Pendel 63.36.

Hat der Pendel 1 Grad mehr, so ist B, 1 Gr. zu hoch.

Math. E. 4942.50;
H 3698.51,

1. 1243.99,

2. 2454.52,

3. 1210.53,

4 Stösse bei Pendel 33.46,

2 „ „ „ 66.92.

Hat der Pendel 1 Grad zuviel, so ist H, 1 Gr. zu hoch.

C A 3295 T. C 3858.42 Hülfs-D 4372.58

563.45 514.13

4 Stösse bei Pendel 49.32, oder 3 Stösse Pend. 65.76.

Hat der Pendel 2 Grad mehr als 49.32, so ist T. C 1 Grad zu hoch.

C muss mit diesem T. C 4 Stösse bei Pendel 60 machen, und so viel höher sein. Daher muss dieses T. C beim Stimmen der Orgel auf dem Hülfsregister sein.

C♯ A 3295 C♯ 4151.42 Hülfs-E 4974.30

856.42 822.88

33.54 a 4,

Pendel 67.08 zu 4 Stössen.

Hat der Pendel 2 Grad mehr als 33.54, so ist C♯ 1 Pendelgrad zu hoch.

D 4398.30;
Hülfs-D 4372.58,

Pendel 25.72 bei 4 Stössen.

„ 68.06 für 3 Stösse auf 2 Schwingungen.

Hat der Pendel einen Grad mehr, so hat D ihn zuviel.

D♯ H. D 4372.58 D♯ 4659.82 H. E 4974.30

287.24 314.48

4 Stösse bei Pendel 27.24,

oder 3 Stösse bei 2 Schwingungen von Pendel 72.64.

Hat der Pendel zwei Grad weniger als 27.24, so hat D♯ einen zuviel.

E . . . Hülfs-E 4974.30;

E 4936.93,

4 Stösse bei Pend. 37.37,

2 „ „ „ 74.74;

bei einen Pendelgrad weniger als 37.37, hat E einen zuviel.

F Hülfs-E 4974.30 F 5230.48 F♯ 5541.50

256.18 311.02

4 Stösse bei Pendel 54.84.

Bei zwei Pendelgraden weniger, hat F einen zuviel.

F♯ A 3295 Hülfs-D 4372.58 F♯ 5541.50

1077.58 1168.92

4 Stösse bei Pendel 91.34.

Bei einen Pendelgrad mehr, hat F♯ einen zuviel.

G 5871.03;

math. D 4393.33,

1\. 1477.70,

2\. 2915.63,

3\. 1437.93,

Pendel 39.77 zu 4 Stössen,

„ 79.54 „ 2 „

Sind 4 Pendelgrade mehr als 39.77, so hat G, einen zuviel.

G♯ H 3698.51 Hülfs-E 4974.30 G♯ 6220.14

1275.79 1245.84

4 Stösse bei Pendel 29.95,

2 „ „ „ 59.90.

Hat man einen Pendelgrad weniger als 29.95, so hat G♯ einen zuviel.

Haben die Scala-Töne nach diesen Zusammenstellungen die richtigen Pendel, so sind sie rein.

Man wird beim Ueberblick dieser Anleitung finden, dass alle Herleitungen kurz und von sichern Punkten sind; so dass, wenn man sein a, kennt, ein Fehler von $\frac{1}{5}$ Pendelgrad, oder Vibr. 0.025 das Höchste sein kann was man irrt, ohne Gefahr, den Fehler weiter zu bauen.

Aber diese Anleitung dient zugleich dazu, die Orgel auf einem leichten und sichern Wege, ohne Kenntniss der Vibrationen des a, vollkommen rein gleichschwebend zu temperiren.

Diess wird aus Folgendem klar werden.

Wenn man eine Orgel nach dieser Anleitung stimmt, so setzt man voraus, man habe auf ein a, von $878^2/_3$ Vibr. gefusst.

Man kann aber statt dessen eins von 870 Vibr. zum Grunde gelegt haben. Diess würde in Pendelgraden folgende Scala fordern.

A	3262.50	0.—	E	4888.24	0.06
B	3456.49	0.64	M. E	4893.75	—
H	3062.03	0.33	H. E	4925.55	—
C	3879.80	1.23	F	5178.89	0.23
C♯	4110.49	0.61	F♯	5486.84	0.50
H. D	4329.25	—	G	5813.12	0.39
M. D	4350.—	—	G♯	6158.78	0.66
D	4354.92	0.05	a	6525.—	—
D♯	4613.86	0.16			

Wenn man die hier bemerkten Zahlen, statt derjenigen von a, zu $878^2/_3$ Vibr. zu den Berechnungen anwendet, so findet man zwischen beiden Rechnungsarten die Differenzen, welche in den schmalen Colonnen angeführt sind. Hätte man ein a, von 870 Vibr. zum Grunde der Stimmung einer Orgel gelegt, und wäre dennoch meiner Vorschrift genau gefolgt, so zeigen diese Differenzen die Fehler an, welche man dadurch gemacht hätte.

Den grössten findet man bei C, wo er Pendelgrad 1.23 beträgt. Da aber nach Pag. 16 und 17 die Unterschiede der mittleren Zahlen doppelt erschienen, so sind diese Pendelgrade 1.23 nur 0.62, so wie die Pendelgr. 0.66 bei G♯ nur 0.33 sind.

Die Fehler sind wirklich am grössten bei B, C und C♯, nemlich Pendelgr. 0.64, oder Vibr. 0.09. Dieses vermag keines Menschen Ohr zu empfinden.

Man kann also auf diesem Wege die Orgel, ohne Zuthun des musikalischen Gehörs, und ohne die Vibrationen des a, zu kennen, durch den Pendel allein durchaus gleichschwebend stimmen.

Zusammenstellung.

A muss mit dem Hülfs-D 4 Stösse bei Pendel 62.26 machen.

B muss mit dem Hülfs-D und F 4 Stösse bei Pendel 23.76 machen.

H muss mit dem mathematischen E 4 Stösse bei Pendel 33.46 machen.

T. C muss mit A und dem Hülfs-D 4 Stösse bei Pendel 49.32 machen.

C muss mit T. C 4 Stösse bei Pendel 60 machen.

C♯ muss mit A und dem Hülfs-E 4 Stösse bei Pendel 33.54 machen.

D muss mit dem Hülfs-D 4 Stösse bei Pendel 25.72 machen.

D♯ muss mit dem Hülfs-D und Hülfs-E 4 Stösse bei Pendel 27.24 machen.

E muss mit dem Hülfs-E 4 Stösse bei Pendel 37.37 machen.

F muss mit dem Hülfs-E und F♯ 4 Stösse bei Pendel 54.84 machen.

F♯ muss mit A und Hülfs-D 4 Stösse bei Pendel 91.34 machen.

G muss mit dem mathematischen D 4 Stösse bei Pendel 39.77 machen, oder mit C♯ und H.E bei 73.87.

G♯ muss mit H und dem Hülfs-E 4 Stösse bei Pendel 29.95 machen.

Der Herr Professor *Wilh. Weber* in Göttingen, dess acustischen Untersuchungen anerkannt die ausgezeichnetesten sind, sagt in Poggendorff's Annalen, 1833 Nro. 5, dass für diese Untersuchungen immer noch keine neue Bahn gebrochen, und kein neues Element hinzugekommen sei. Die Fundamente dieser Wissenschaft schienen seit längerer Zeit wie abgeschlossen. Wären sie in einer solchen Art vorhanden, dass nur noch wenig von physikalischer Seite hinzugethan werden könnte, so könnten wir uns für die Gegenwart begnügen, in der festen Ueberzeugung, dass mit der Zeit die zum Theil schwierigen Rechnungen Stück vor Stück ausgeführt werden würden, und das Wachsthum dieser Wissenschaft begründet wäre. Er wünscht, dass die Untersuchungen des Herrn *Hallström* in Abo die Aufmerksamkeit der ersten Mathematiker auf sich ziezen möchte.

In wie weit meine Arbeiten noch zu wünschen übrig lassen, vermag ich nicht zu ermessen, da meine Anforderungen vielleicht zu niedrig gestellt waren. Indessen hoffe ich doch, dass sie rücksichtlich der Vibrationsquantitäten und der Combinations-Gattungen als neu und erschöpfend anerkannt werden.

Herr *Hallström* hat sich übrigens bei den fraglichen Untersuchungen dadurch irre leiten lassen, dass er die negativen Stossstellen auch für positive zählte, was bei so wenig Stössen sehr leicht statt hat. Herr *Roeber* von hier wird in Poggendorff's Annalen darüber etwas sagen.

Da mein Herr Verleger mir sagt, dass bei dem gegenwärtigen Büchlein noch einige Seiten leer blieben, wenn ich sie nicht benutzen wolle, so will ich sie dazu verwenden, meine Leser auf etwas Unerkanntes, — auf

den Nutzen der Maultrommel

aufmerksam zu machen.

Es ist dieselbe, wenn man sich eine Einrichtung für 8, 12 oder 20 macht, das einzige aber zuverlässige Mittel, ohne Hülfe Anderer das eigene musikalische Gehör zur grössten Vollkommenheit zu bilden. Sänger, Violinspieler, mit einem Worte — Alle, welche die Töne selbst schaffen müssen, sollten sich dessen bedienen.

Die Maultrommel besitzt die Eigenschaft mehrerer anderer klingenden Körper, die sogenannten Flageolet-Töne anzugeben. Diese können zum Grundton nur mathematisch-rein sein. Sie lassen sich auch vorsätzlich nicht alterieren. In der ersten Octave hat sie die grosse Terz, Quinte und kleine Septime. In der zweiten die Secunde, Terz, Quinte, kleine (und wenn sie tief ist, auch die grosse) Septime. Die dritte wenig brauchbare Octave hat fast die sämmtlichen Töne der Scala. Sie hat aber vor allen ähnlich klingenden Körpern den Vorzug, dass man nach einiger Uebung ihre Intervallen willkührlich benutzen, wenn die Einrichtung darnach ist, alle Dur-Accorde anwenden, also Vieles damit ausführen kann.

Sind die Maultrommeln zu einander richtig temperirt, das heisst, ist z. B. das Verhältniss der F- zur C- und B-Maultrommel gleichschwebend, so muss man zwar aus F nach C und B gleichschwebend hinüber, aber dort angelangt, sind alle Verhältnisse mathematisch-rein zum Grundton. Ganz gewiss liegt der Zauber der wohlorganisirten Maultrommeln (von mir Aura genannt) in dieser absoluten Reinheit. Darum sind auch die Accorde meiner mathematischen Gabeln so auffallend wohlthuend. Darum entzücken uns die Töne der ausgezeichneten Virtuosen, welche ihre Töne bilden, und welche die Temperatur nur als Brücke benutzen, um in's Reich der mathematischen Reinheit zu gelangen, wo sie zu Hause sind.

In der Leipziger Musikzeitung von 1816, wenn ich nicht irre Nro. 32, habe ich Einiges über das Spiel und die Natur der Maultrommel gesagt. Hier noch einige Worte zur mechanischen Einrichtung.

Die Maultrommeln lassen sich am leichtesten handhaben, wenn man sie auf dreieckige Stücke Blech löthet, welche, zusammengelegt, einen Kreis ausmachen. Diese Dreiecke befestigt man unter Scheiben von Holz, in deren Mitte man Stielchen schraubt, um die erforderliche Maultrommel schnell gebrauchen zu können. Ueber und unter den Scheiben liegen Deckel von Safian, mit Sammet gefüttert. Auf den untern Deckeln sind die Maultrommeln durch Buchstaben in Feldern von verschiedenen Farben bezeichnet, damit der Spieler sie fast im Finstern erkennt.

Die miteinander gewöhnlich vorkommenden Tonarten ordne man neben einander. Ich habe

an der rechten Hand	Es B,	C D,	F G,	A E,	F♯ As.
an der linken Hand	Es B,	C D,	F G,	a E,	H D b.
	1.	2.	1.	3.	2.

1. hell, 2. dunkel, 3. mittelgrün. Meine Deckel sind von leichtem Blech, lackirt, und aus der Stobwasserschen Fabrik in Berlin.

Die auszuführende Musik schreibe man auf eine Zeile wie folgt. Die nach oben gestrichenen Noten bezeichnen den Gesang, und die nach unten gestrichenen die Maultrommeln, welche man anwenden muss.

Verbesserungen.

Pag. 3 Zeile 14 von unten nicht 1, sondern 4 (weil es oft 6 waren und 1 zu wenig ist.)

„ 28 „ 5 „ „ das „mit" vor (108) ist zuviel.

„ 36 „ 15 „ „ statt 13119 Pendelgr. muss es 15601 heissen.

„ — „ 14 „ „ statt $^{1}/_{26000}$ muss es $^{1}/_{30000}$ heissen.

„ 38 „ 12 „ oben statt $^{1}/_{13000}$ „ „ $^{1}/_{130000}$ „

„ 43 „ 1 und 2 von oben statt genannt, genannten.

Der ausgezeichnete hiesige Uhrmacher und Mechaniker, Herr Herm. Kämmerling, wird, so weit es sich mit seinen übrigen Arbeiten einrichten lässt, sowohl ganze Tonmesser von circa 60 Gabeln, als auch 6 oder 12 Normalgabeln zum Stimmen, gegen Vorausbezahlung von 1 Thlr. per Gabel liefern. Ein kleiner Apparat zum Aufstellen der Gabeln beim Stimmen kostet 6 Sgr., und ein Leuchter ebensoviel.

Der Preis eines kupfernen Metronoms ist noch unbestimmt.

Die durch Herrn Kämmerling gelieferten Gabeln werden eine Waage als sein Wahrzeichen tragen und ganz zuverlässig sein.

Crefeld, im October 1833.

Heinr. Scheibler.

Tafel 1,

Scala von einem a, zu 880 Vibrationen.

enthaltend

von A bis a 220 Stösse pr. Secunde
440 Vibr: " "
3300 Pendelgrade " "

	Stösse.		Vibrationen.		Pendelgrade		à 4 Stösse von A bis	
A	220		440		3300			
B	233	0812	466	1624	3496	218	196	218
H	246	9412	493	8824	3704	118	404	118
C	261	6262	523	2524	3924	393	624	393
C#M	275		550		4125		825	
C#	277	1824	554	3648	4157	763	857	736
D	293	6648	587	3296	4404	972	1104	972
D#	311	1262	622	2524	4666	893	1366	893
E	329	6282	659	2564	4944	423	1644	423
EM.	330		660		4950		1650	
F	349	2280	698	4560	5238	420	1938	420
F#	369	9938	739	9876	5549	907	2849	907
G	391	9960	783	9920	5879	940	2579	940
Gis	415	3050	830	6100	6229	575	2929	575
a	440		880		6600		3300	

4 Stösse der Accorde bei Pendel H.

A	C#	E P.Gr.	71,10	A	D	F# P.Gr.	39,96
B	D	F "	75,31	B	Es	G "	42,37
H	D#	F# "	79,96	H	E	G# "	44,85
C	E	G "	84,51	C	F	a "	47,58
C#	F	G# "	89,53	Beispiele, siehe 3te Gattung der Stöße			
D	F#	a "	94,84				

Tafel 2,

um durch Addition aus jeder Zahl eine gleichschwebende Scala zu machen. —

Z. B. Wie viel Pendelgrade hat B, wenn die Scala 3295 hat.

3000	317838
200	211892
90	953514
5	529730
	349092070

	1		2		3		4		5	
A	100		200		300		400		500	
B	105	946	211	892	317	838	423	784	529	730
H	112	246	224	492	336	738	448	984	561	230
C	118	921	237	842	356	763	475	684	594	605
C#	125	992	251	984	377	976	503	968	629	960
D	133	484	266	968	400	452	533	936	667	420
D#	141	421	282	842	424	263	565	684	707	105
E	149	831	299	662	449	493	599	324	749	155
F	158	740	317	480	476	220	634	960	793	700
F#	168	179	336	358	504	537	672	716	840	895
G	178	180	356	360	534	540	712	720	890	900
G#	188	775	377	550	566	325	755	100	943	875
a	200		400		600		800		1000	

	6		7		8		9	
A	600		700		800		900	
B	635	676	741	622	847	568	953	514
H	673	476	785	722	897	968	1010	214
C	713	526	832	447	951	368	1070	289
C#	755	952	881	944	1007	936	1133	928
D	800	904	934	388	1067	872	1201	356
D#	848	526	989	947	1131	368	1272	789
E	898	986	1048	817	1198	648	1348	479
F	952	440	1111	180	1269	920	1428	660
F#	1009	074	1177	253	1345	432	1513	611
G	1069	080	1247	260	1425	440	1603	620
G#	1132	650	1321	425	1510	200	1698	975
a	1200		1400		1600		1800	

Tafel 3.

um den Werth jeder Zahl in Scala zu bringen.
So wie auch um danach vermittelst der Scala
Töne, xc Pendelgrade höher oder tiefer zu stimmen.

	1		2		3		4		5	
A	50	000	100	000	150	000	200	000	250	000
B	52	973	105	946	158	919	211	892	264	865
H	56	123	112	246	168	369	224	492	280	615
C	59	461	118	921	178	383	237	844	297	305
C#	62	996	125	992	188	988	251	984	314	980
D	66	742	133	484	200	226	266	968	333	710
D#	70	710	141	421	212	130	282	840	353	550
E	74	915	149	831	224	745	299	660	374	575
F	79	370	158	740	238	110	317	480	397	850
F#	84	090	168	179	252	270	336	360	420	450
G	89	090	178	180	267	270	356	360	445	450
G#	94	387	188	775	283	161	377	548	471	935
a	100	000	200	000	300	000	400	000	500	000

	6		7		8		9	
A	300	000	350	000	400	000	450	000
B	317	838	370	811	423	784	476	757
H	336	738	392	861	448	984	505	107
C	356	766	416	227	475	688	535	149
C#	377	976	440	972	503	968	566	964
D	400	452	467	194	533	936	600	678
D#	424	260	494	970	565	680	636	390
E	449	490	524	405	599	320	684	235
F	476	220	555	590	634	960	714	330
F#	504	540	588	630	672	720	756	810
G	534	540	623	630	712	720	801	810
G#	566	322	660	709	755	096	849	483
a	600	000	700	000	800	000	900	000

Tafel 4,

welche Pendelgrade angiebt um mehr als 8 Vib: höher zu stimmen als meine T'Gabeln. Also höher wie meine Scala, deren a, 878⅔ Vib: hat. — Die T'Gabeln und die höher als sie zu stimmenden Töne müßen 4 Stöße bei den bemerkten Pendelgraden machen.

höher							Wien				Berlin
Vibr:	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4	4⅔
A	62	63	65	66	68	69	71	72	74	75	77
B	62	63	65	67	68	70	71	73	75	76	79
H	62	64	65	67	69	71	72	74	76	78	80
C	62	64	66	68	69	71	73	75	77	79	82
Cis	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	83
D	62	64	66	69	71	73	75	77	79	81	85
Dis	62	65	67	69	71	74	76	78	80	83	86
E	62	65	67	70	72	74	77	79	81	84	87
F	63	65	68	70	73	75	78	80	83	85	89
Fis	63	65	68	71	73	76	78	81	84	86	90
G	63	66	68	71	74	77	79	82	85	87	92
Gis	63	66	69	72	74	77	80	83	86	88	93
a	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	95

Lith bei Fr. Wilh. Schoeler in Crefeld.

Tafel 5

welche Pendelgrade angiebt um mittelst der T Gabeln bis zu 4 Vibrationen tiefer zu stimmen, als meine Scala deren a $878\frac{2}{3}$ Vibr: hat, denn die T. Gabeln und die höher als sie zu stimmenden Töne müßen 4 Stöße bei den bemerkten Pendelgraden machen.

tiefer										
Vib:	0.4	0.8	1.2	1.6	2.–	2.4	2.8	3.2	3.6	4
A	59	57	56	54	53	51	50	48	47	45
B	58	57	55	54	52	50	49	47	45	44
H	58	57	55	53	51	50	48	46	44	43
C	58	56	54	53	51	49	47	45	43	41
C#	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40
D	58	56	54	52	49	47	45	43	41	39
D#	58	56	53	51	49	47	44	42	40	38
E	58	55	53	51	48	46	43	41	39	36
F	58	55	53	50	48	45	43	40	38	35
F#	57	55	52	50	47	44	42	39	36	34
G	57	55	52	49	46	44	41	38	35	33
G#	57	54	51	49	46	43	40	37	34	31
a	57	54	51	48	45	42	39	36	33	30

I Quartal 834
[illegible]

[illegible] fl. 25 à 29 [illegible] 15

Herstellung einer [illegible]
[illegible] fl. 20
[illegible] fl. 21

Erhaltung des [illegible] fl. 12
——— [illegible] 13
[illegible] 15
[illegible] 15

[illegible] 52.

[illegible] 600 [illegible]
[illegible] fl. 14

[illegible] 12 [illegible]
[illegible] fl. 45
[illegible] 50

Fig.1.