

(...)

a, e, i, o, u, ä, ö, ü, ä

(...)

kräftig gegen den Resonanzboden, (...) so klingen ganz deutlich auf den Saiten diese Vocale nach. (...)

Es kommt dabei nur darauf an den betreffenden Ton genau zu treffen und festzuhalten. Geübteren

Sängern gelingt der Versuch deshalb besser; meiner Frau besser, als mir selbst.

Es gelingt auch, aber weniger deutlich, wenn man den Dämpfer von nur einer Saite hebt. Ich halte diese Erfahrung für interessant für die Theorie der Vocale.

(...) Wenn man sich auch einübt, (...) die höheren Nebentöne, welche überhaupt da sind, zu hören, so ist es doch schwer ihre Stärke einigermaßen mit der des Grundtons zu vergleichen. Singt man in das Klavier hinein, so bringt man leicht bei a, o und e die den höheren Nebentönen entsprechenden Saiten zum Nachklingen; u und i aber kann man nicht stark genug singen, um auf diesem Wege über ihre Nebentöne zu entscheiden. Nenne ich den Grundton den ersten Ton, den höheren Ton, welcher zwei-, drei-, vier- u. s. w. mal so viele Schwingungen macht, den zweiten, dritten, vierten u. s. w. Ton, so glaube ich den Charakter der Hauptvocale folgendermaßen bezeichnen zu können:

a. Neben dem ersten ist deutlich der dritte und fünfte, schwächer 2, 4 und 7 vorhanden. o. Etwas schwächer als bei A ist 3, sehr schwach 2 und 5.

u. Fast allein der Grundton, schwach 3.

e. Sehr kräftig 2, die höheren kaum hörbar.

i. Es scheint mir 2 und 3 in Verhältnis zu dem schwachen Grundtone den hellen Charakter des Vokals zu bedingen. — Schwach ist auch 5 vorhanden.

Sehr deutlich hört man übrigens die höheren Nebentöne mitklingen, wenn man den (...) Versuch ausführt, und bei gehobenem Dämpfer in das Klavier hinein singt.

Hermann von Helmholtz, XIX. Die Vocale. Archiv für die holländischen Beiträge zur Natur- und Heilkunde. Bd. I, S. 354–355. (1857) – zitiert nach: Wissenschaftliche Abhandlungen von Hermann Helmholtz, Band I, S. 395–396, Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1882)

Sonnabend bemühte ich mich, das Manuskript von der Croonian lecture abzuschließen. Es war ein dunkler Regentag, dennoch fuhr ich nach Kensington zu Professor Maxwell. Er zeigte mir schöne Apparate zur Farbenlehre, in welchem Zweige ich früher selbst gearbeitet hatte. Es gab dort ein festliches Luncheon mit Champagner und allen möglichen Herrlichkeiten. Er hatte mir auch einen farbenblinden Kollegen, Professor Pole, eingeladen, an dem wir Experimente machten.

Hermann von Helmholtz, aus einem Brief an Anna von Helmholtz, Athenaeum, London, 19. April 1864, aus Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen herausgegeben von Ellen von Siemens-Helmholtz, Band I, S. 122, Verlag für Kulturpolitik, Berlin 1929)

Die Musik hat sich bisher mehr als jede andere Kunst der wissenschaftlichen Behandlung entzogen. Dichtkunst, Malerei und Bildhauerei entnehmen wenigstens das Material für ihre Schilderungen aus der Welt der Erfahrung, sie stellen Natur und Menschen dar. Nicht bloß kann nun dieses ihr Material auf seine Richtigkeit und Naturwahrheit kritisch untersucht werden, sondern sogar in der Erforschung der Gründe für das ästhetische Wohlgefallen, welches die Werke dieser Künste erregen, hat die wissenschaftliche Kunstkritik, wenn auch enthusiastische Seelen ihr dazu oft die Berechtigung bestreiten, doch manche Fortschritte gemacht. In der Musik dagegen behalten, wie es scheint, vorläufig noch diejenigen Recht, welche die kritische „Zergliederung ihrer Freuden“ von sich weisen. Diese Kunst, die ihr Material nicht aus der sinnlichen Erfahrung nimmt, die nicht die Außenwelt zu beschreiben, nur ausnahmsweise sie nachzuahmen sucht, entzieht dadurch der wissenschaftlichen Betrachtung die meisten Angriffspunkte, die die anderen Künste darbieten, und erscheint daher in ihren Wirkungen ebenso unbegreiflich und wunderbar, wie sie mächtig ist. Deshalb muss ich mich vorläufig auf die Betrachtung ihres künstlerischen Materials, der Töne oder Tonempfindungen, beschränken. Es hat mich immer als ein wunderbares und besonders interessantes Geheimnis angezogen, dass gerade in der

Lehre von den Tönen, in den physikalischen und technischen Fundamenten der Musik, die unter allen Künsten in ihrer Wirkung auf das Gemüt als die stoffloseste, flüchtigste und zarteste Urheberin unberechenbarer und unbeschreiblicher Stimmungen erscheint, sich die Wissenschaft des reinsten und konsequentesten Denkens, die Mathematik so fruchtbar erwies. Der Generalbass ist ja eine Art angewandter Mathematik; in der Abteilung der Tonintervalle, der Takteile u. s. w. spielen die Verhältnisse ganzer Zahlen, — zuweilen sogar Logarithmen — eine hervorragende Rolle.

Mathematik und Musik, der schärfste Gegensatz geistiger Tätigkeit, den man auffinden kann, und doch verbunden, sich unterstützend, als wollten sie die geheime Konsequenz nachweisen, die sich durch alle Tätigkeiten unseres Geistes hinzieht und die uns auch in den Offenbarungen des künstlerischen Genius unbewusste Äußerungen geheimnisvoll wirkender Vernunftmäßigkeit ahnen lässt.

Indem ich die physikalische Akustik vom physiologischen Standpunkte aus betrachtete, d. h. näher der Rolle nachging, welche dem Ohr in der Wahrnehmung der Töne zuerteilt ist, schien sich manches in seinem Zusammenhänge klarer darzustellen, und so will ich denn versuchen, ob ich Ihnen einiges von dem Interesse mitteilen kann, welches diese Fragen in mir erregt haben, indem ich (...) einige Ergebnisse der physikalischen und physiologischen Akustik anschaulich zu machen suche.

(...)

Die Frage nach dem Grunde der Konsonanz.

Tatsächlich steht fest, dass die Schwingungszahlen konsonanter Töne zu einander immer im Verhältnisse kleiner ganzer Zahlen stehen. Aber warum? Was haben die Verhältnisse der kleinen ganzen Zahlen mit der Konsonanz zu tun?

(...)

Zuerst, was ist ein Ton? Schon die gemeine Erfahrung lehrt uns, dass alle tönenden Körper in Zitterungen begriffen sind. Wir sehen und fühlen dies Zittern, und bei starken Tönen fühlen wir selbst ohne den tönenden Körper zu berühren, das Schwirren der uns umgebenden Luft. Spezieller zeigt die Physik, dass jede Reihe von hinreichend schnell sich wiederholenden Stößen, welche die Luft in Schwingung versetzt, in dieser einen Ton erzeugt.

Musikalisch wird der Ton, wenn die schnellen Stöße in ganz regelmäßiger Weise und in genau gleichen Zeiten sich wiederholen, während unregelmäßige Erschütterungen der Luft nur Geräusche geben. Die Höhe eines musikalischen Tons hängt von der Zahl solcher Stöße ab, die in gleicher Zeit erfolgen; je mehr Stöße in derselben Zeit, desto höher der Ton. Dabei stellt sich, wie bemerkt, ein enger Zusammenhang zwischen den bekannten harmonischen, musikalischen Intervallen und der Zahl der Luftschwingungen heraus. Wenn bei einem Tone zweimal so viel Schwingungen in derselben Zeit geschehen, wie bei einem anderen, so ist er die höhere Oktave dieses anderen. Ist das Verhältnis der Schwingungen in gleicher Zeit 2 zu 3, so bilden beide Töne eine Quinte, ist es 4 zu 5, so bilden sie eine große Terz.

Wenn Sie sich merken, dass die Anzahl der Schwingungen bei den Tönen des Durakkords *CJEGC* im Verhältnis der Zahlen 4 zu 5 zu 6 zu 8 steht, so können Sie daraus alle anderen Tonverhältnisse herleiten, indem Sie über jeden der genannten Töne sich einen neuen Durakkord gebaut denken, der dieselben Schwingungsverhältnisse zeigt. Die Zahl der Schwingungen ist, wie sich bei einer nach dieser Regel angestellten Berechnung ergibt, innerhalb des Gebietes der hörbaren Töne außerordentlich verschieden. Da die höhere Oktave eines Tones zweimal so viel Schwingungen macht als ihr Grundton, so macht die zweit höhere 4mal, die dritte 8mal so viel. Unsere neueren Pianofortes umfassen 7 Oktaven; ihr höchster Ton macht deshalb 128 Schwingungen in derselben Zeit, wo ihr tiefster eine Schwingung vollführt.

(...)

Die musikalische Höhe des Tons hängt nur von der Zahl der Luftschwingungen in der Sekunde ab, nicht von der Art, wie sie hervorgebracht werden. Es ist gleichgültig, ob es durch die schwingenden Saiten des Klaviers und der Violine, durch die Stimmbänder des menschlichen Kehlkopfs, durch die Metallzungen der Harmonika, die Rohrungen der Klarinette, Oboe und des Fagotts, durch die Schwingung der Lippen des Blasenden im Mundstück der Blechinstrumente, oder durch die Brechung der Luft an den scharfen Lippen der Orgelpfeifen und Flöten geschieht.

Ein Ton von gleicher Schwingungszahl ist immer gleich hoch, von welchem dieser Instrumente er auch hervorgebracht werden mag. Was übrigens nun noch die Note A des Klaviers von der gleichen Note A der Violine, Flöte, Klarinette, Trompete unterscheidet, nennt man die Klangfarbe. (...)

1. eine Reihe von Luftstößen, die hinreichend schnell auf einander folgen, geben einen Ton. 2. Je schneller sie auf einander folgen, desto höher wird der Ton.
3. Wenn das Verhältnis der Schwingungszahlen genau wie 1 zu 2 ist, so geben sie eine reine Oktave; wenn es 2 zu 3 ist, eine reine Quinte, wenn es 3 zu 4 ist, eine reine Quarte u. s. Jede kleinste Veränderung dieser Verhältnisse beeinträchtigt die Reinheit der Konsonanz.

(...)

Dass diese Empfindung eben eine Tonempfindung ist, beruht nicht auf der besonderen Art jener Lufterschütterungen, sondern nur in der besonderen Empfindungsweise unseres Ohrs und unseres Hörnerven. Ich bemerkte schon vorher, dass wir das Zittern der Luft bei starken Tönen auch mit der Haut fühlen. So können auch Taubstumme die Luftbewegung, welche wir Schall nennen, wahrnehmen; aber sie hören sie nicht, d. h. sie haben dabei keine Tonempfindung im Ohr, sondern sie fühlen sie durch die Hautnerven, und zwar in deren besonderer Empfindungsweise, als Schwirren. Auch die Grenzen der Schwingungsdauer, innerhalb deren das Ohr die Luftzitterung als Schall empfindet, hängen von der Eigentümlichkeit des Ohres ab.

(...)

In der Tiefe des Felsenbeins, in welches hinein unser inneres Ohr ausgehöhlt ist, findet sich (...) ein besonderes Organ, die Schnecke, so genannt, weil es eine mit Wasser gefüllte Höhlung bildet, die der inneren Höhlung des Gehäuses unserer gewöhnlichen Weinbergschnecke durchaus ähnlich ist. Nur ist dieser Gang der Schnecke unseres Ohres seiner ganzen Länge nach durch zwei in der Mitte seiner Höhe ausgespannte Membranen in drei Abteilungen, eine obere, eine mittlere und untere, geschieden. In der mittleren Abteilung sind durch den Marchese Corti sehr merkwürdige Bildungen entdeckt, unzählige, mikroskopisch kleine Plättchen, welche wie die Tasten eines Klaviers regelmäßig neben einander liegen, an ihrem einen Ende mit den Fasern des Hörnerven in Verbindung stehen, am anderen der ausgespannten Membran anhängen.

Wenn sich verschiedene einfache Wellen auf der Wasserfläche zusammensetzen, so bleibt freilich die zusammengesetzte Wellenform nur einen Augenblick bestehen, weil die längeren Wellen schneller fort eilen als die kürzeren, sie trennen sich also gleich wieder, und das Auge erhält Gelegenheit zu erkennen, dass mehrere Wellenzüge vorhanden sind. Wenn aber Schallwellen in ähnlicher Weise zusammengesetzt sind, so trennen sie sich nicht, weil durch den Luftraum lange und kurze Wellen mit gleicher Geschwindigkeit sich fortpflanzen; sondern die zusammengesetzte Welle bleibt, indem sie fortgeht, so wie sie ist, und wo sie das Ohr trifft, kann ihr Niemand ansehen, ob sie ursprünglich in dieser Form aus einem musikalischen Instrumente hervorgegangen ist, oder ob sie sich unterwegs aus zwei oder mehreren Wellenzügen zusammensetzte.

Was tut nun das Ohr, löst es sie auf, oder fasst es sie als Ganzes? — Die Antwort darauf kann nach dem Sinne der Frage verschieden ausfallen, denn wir müssen hier Zweierlei unterscheiden, nämlich erstens die Empfindung im Hörnerven, wie sie sich ohne Einmischung geistiger Tätigkeit entwickelt, und die Vorstellung, welche wir in Folge dieser Empfindung uns bilden. Wir müssen also gleichsam unterscheiden das leibliche Ohr des Körpers, und das geistige Ohr des Vorstellungsvermögens. Das leibliche Ohr tut immer genau dasselbe, was der Mathematiker mittelst des Fourier'schen Satzes tut, und was das Klavier mit einer zusammengesetzten Tonmasse tut, es löst die Wellenformen, welche nicht schon ursprünglich, wie die Stimmgabeltöne, der einfachen Wellenform entsprechen, in eine Summe von einfachen Wellen auf, und empfindet den einer jeden einfachen Welle zugehörigen Ton einzeln, mag nun die Welle ursprünglich so aus der Tonquelle hervorgegangen sein, oder sich erst unterwegs zusammengesetzt haben.

(...)

Es folgt daraus, dass auch in der Schnecke des Ohres jeder äußere Ton, nicht bloß das seinem Grundton entsprechende Plättchen in Mitschwingung setzen, und die zugehörigen Nervenfasern erregen wird, sondern auch die den Obertönen entsprechenden, so dass letztere ebenso gut empfunden werden müssen als der Grundton.

Danach ist ein einfacher Ton nur ein solcher, der durch einen Wellenzug von der reinen Wellenform

erregt wird. Alle anderen Wellenformen, wie sie von den meisten musikalischen Instrumenten hervorgebracht werden, erregen mehrfache Tonempfindungen.

Daraus folgt, dass streng genommen für die Empfindung alle Töne der musikalischen Instrumente als Akkorde mit vorwiegendem Grundton zu betrachten sind.

(...)

Untersucht man die Vokale der menschlichen Stimme, so erkennt man mit Hilfe der Resonatoren leicht, dass die Obertöne jedes einzelnen Vokals in gewissen Gegenden der Scala besonders stark sind, so zum Beispiel die des *o* in der Gegend des eingestrichenen *b* \ die des *A* in der des zweigestrichenen eine Oktave höher.

(...)

Singen Sie den Vokal *A* auf irgend eine Note des Klaviers hinein, so tönt auch ganz deutlich *A* wieder heraus, und singen Sie *O* oder *U* hinein, so klingen die Saiten *O* und *U* nach. Es kommt nur darauf an, dass Sie den Ton des Klaviers, den Sie singen wollen, recht genau treffen. Der Vokalklang kommt aber nur dadurch zu Stande, dass die höheren Saiten, welche den harmonischen Obertönen des angegebenen Tones entsprechen, mitklingen. Lassen Sie auf diesen den Dämpfer ruhen, so gelingt der Versuch nicht. So werden bei diesem Versuche durch den Ton einer Tonquelle, nämlich der Stimme, die Töne vieler Saiten erregt, und dadurch eine Luftbewegung hervorgebracht, die in Form, also auch in Klangfarbe, der des einfachen Tons gleich ist.

Hermann von Helmholtz, 'Über die physiologische Ursache der musikalischen Harmonie', aus: 'Populäre Wissenschaftliche Vorträge', Erstes Heft, Verlag Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig 1865

Ein musikalischer Ton wird hervorgebracht durch eine in gleichen und hinreichend kleinen Zeitabschnitten sich in gleicher Weise wiederholende periodische Bewegung, der Luft. Innerhalb jeder einzelnen Schwingungsperiode bleibt die Bewegung dabei ganz willkürlich, wenn nur dieselbe Bewegung, welche innerhalb der ersten Periode stattgefunden hat, in allen folgenden Perioden ebenso wiederkehrt. Wenn die Luftteilchen während einer jeden Schwingungsperiode sich genau in derselben Weise einmal hin und her bewegen, wie der Schwerpunkt eines Pendels bei einer sehr kleinen Schwingung timt, so hören wir nur einen einfachen und einzigen Ton, dessen musikalische Höhe durch die Anzahl der gleichen Perioden bestimmt ist, die in einer Sekunde enthalten sind. In diesem Falle ist sowohl die Geschwindigkeit wie der Druck der Luft in jedem einzelnen Punkte der schwingenden Luftmasse einfach mathematisch auszudrücken durch einen Ausdruck von der Form $A \sin(2 n \pi t + c)$. Ich selbst habe in einer früheren Arbeit über die Kombinationstöne eine Methode nachgewiesen, vermittels deren man dergleichen einfache pendelartige Schwingungen der Luftteilchen, oder, wie ich sie zu nennen vorschlug, einfache Luftwellen, hervorbringen kann. Ich benutzte dazu Stimmgabeln, die angeschlagen und frei in die Luft gehalten, ihre Schwingungen nicht in merklicher Weise der Luftmasse mitteilen. Wenn man sie aber vor die Öffnung von Resonanzröhren hält, deren tiefster Ton mit dem der Stimmgabel im Einklang ist, so wird dieser tiefste Ton der Stimmgabel der Luft kräftig mitgeteilt. Wenn auch die Stimmgabel beim Anschlagen noch höhere Töne geben kann, so lässt es sich doch leicht so einrichten, dass die höheren Töne der Stimmgabel nicht im Einklang mit den höheren Tönen der Resonanzröhre sind, und deshalb, durch die Resonanzröhre nicht verstärkt, unhörbar bleiben.

(...)

Beruhet die Unterscheidung der musikalischen Klangfarbe nur in der Empfindung von Obertönen verschiedener Stärke, oder unterscheidet das Ohr auch die Phasenunterschiede?

Die Entscheidung dieser Frage wurde am einfachsten gewonnen, wenn man geradezu versuchte Töne verschiedener Klangfarbe durch direkte Zusammensetzung einfacher Töne, wie man sie durch Stimmgabeln erzeugen kann, herzustellen. Als eines der passendsten Objekte der Nachahmung boten sich die verschiedenen Vocale der menschlichen Sprache dar, weil diese als gleichmäßig anhaltende musikalische Töne hervorgebracht und ziemlich, wenn auch nicht ganz frei von unmusikalischen Geräuschen gehalten werden können.

Mein Apparat besteht aus einer Reihe von 8 Stimmgabeln, die dem *B* (in der tiefsten Oktave der Männerstimmen), und seinen harmonischen Obertönen bis zum *b2* (in den höchsten Soprantönen) entsprechen, nämlich den Tönen *B, b, f, b' d2, f2 as2* und *b2*. Jede Stimmgabel ist zwischen den Schenkeln eines kleinen hufeisenförmig gebogenen Elektromagneten befestigt, und mit einer abgestimmten Resonanzröhre verbunden. Die Öffnungen der Resonanzröhren sind mit beweglichen Deckeln versehen, welche durch Fäden, deren Enden an einer kleinen Klaviatur befestigt sind,

fortgezogen werden können. Die Stimmgabeln werden in Bewegung gesetzt durch intermittierende elektrische Ströme, die nach dem Prinzip des Neef'schen Hammers erzeugt werden, und deren Zahl in der Sekunde gleich ist der Schwingungszahl der tiefsten Gabel, nämlich 112. Die Einrichtungen sind so getroffen, — ich hatte dabei mit ziemlich bedeutenden Schwierigkeiten zu kämpfen — dass man, nachdem der Apparat in Gang gesetzt ist, kaum ein leises Summen von den Gabeln hört, so lange die Resonanzröhren alle geschlossen sind; sobald man aber mittels der Klaviatur eine oder einige der Resonanzröhren öffnet, treten die betreffenden Töne kräftig hervor. Die Stärke der Töne, welche man angeben will, kann man leicht regulieren, indem man die betreffenden Röhren mehr oder weniger vollständig öffnet.

Ich verfuhr nun so, dass ich erst die zwei tiefsten Töne allem kombinierte, dann den dritten und allmählig immer mehrere hinzunahm, und die entstandenen Klänge mit der Stimme nachzuahmen suchte. So lernte ich allmählig die verschiedenen Vokalklänge mehr oder weniger vollständig nachbilden, und zwar ziemlich gut und deutlich u, o, ö, e, etwas weniger gut i, ü, bei welchen das Sausen der Luft in der Mundhöhle, auf dessen verschiedenen Charakter bei den Vokalen Donders aufmerksam gemacht hat, verhältnismäßig am lautesten ist, und weniger gut auch a und Ä, weil bei diesen eine sehr große Anzahl von Tönen Zusammenwirken muss, die sich nicht alle einzeln so vollständig in ihrer Stärke beherrschen lassen, ja beim a sogar noch eine Reihe höherer Töne hinzutreten müsste, für welche ich keine Gabeln mehr hatte.

Überhaupt ist zu bemerken, dass die mittels Stimmgabeln zusammengesetzten Vokaltöne den gesungenen Tönen der menschlichen Stimme ähnlicher waren als den gesprochenen. Bei dem trockenem Klange der gewöhnlichen Sprache wählt man eine andere Art der Intonation, wobei der Grundton viel schwächer zum Vorschein kommt, als die höheren Nebentöne und die Geräusche; (...).

Hermann von Helmholtz, XX. Ueber die Klangfarbe der Vocale', Gelehrte Anzeige der k. bayrischen Akademie der Wissenschaften. Sitzung vom 2. April 1859. Nr.67-69. S.537-541; 445-541; 553-556. Poggendorff's Annalen Bd.108 S.280-290. – Zitiert nach: Wissenschaftliche Abhandlungen von Hermann Helmholtz, Band 1, S.397-407, Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1882

Ich fand bei Beckers eine Aufforderung von Werner Siemens vor, auf dem Schloßhotel Mr. Edison zu treffen und fand schon unterwegs die ganze Familie Siemens, nach längerem Warten auch Mr. Edison mit einer ganz jungen sehr hübschen Frau. Er ist ein bartloser, Napoleon I. etwas ähnlicher, nur gutmütigerer Mann mit sehr klugen Augen. Auf unsere Fragen berichtet er uns viel über seine Art zu arbeiten, was sehr interessant war. Auch Mannesmann, der große Röhrenzieher, war dabei anwesend. Endlich fuhren wir mit Mr. Edison hinab in das Museum, um den neuesten Phonographen zu sehen, den sein Assistent einer gedrängten Menschenmenge dort produzierte. Durch ein in das Rohr gesetztes Hörrohr klang dieser Phonograph in der Tat außerordentlich deutlich, etwa wie ein gutes und stark wirkendes Telephon. Es produzierte auch den Radetzky marsch, ausgeführt von einer voll besetzten Militärkapelle, so daß man die einzelnen Instrumente heraushören konnte. Mr. Edison versprach, mir ein solches Instrument zu schicken und Dr. Pernet ist auf die Behandlung einstudiert worden.

Am Donnerstag hatten sie mich zum Vorsitzenden der Physikalischen Sektion schon im Voraus gewählt und meinen Vortrag als ersten angesetzt, den ich denn auch etwas extempore gehalten habe. Abends habe ich denselben zu Papier gebracht; die Naturforscher hatten Festmahl im Museum. Heute war die öffentliche Sitzung im Museum. Zuerst Vortrag von Professor Hertz, der wirklich außergewöhnlich gut, auch in der Form sehr vollendet, taktvoll und geschmackvoll war — und einen Sturm von Beifall hervorrief.

Dann große Debatte über Änderungen der Statuten, wodurch die Deutsche Naturforscher Versammlung der British Association näher gebracht werden sollte, der Plan, für den ich einst in Bonn vergeblich gefochten. Auch hier war starke Opposition und Virchow, der den Plan verteidigte, wurde sehr bedrängt. Da habe auch ich verschiedene Male mitgesprochen und es wurde mir nachher von den verschiedensten Seiten gesagt, Bergmann und ich hätten durch unser Eingreifen die Sache gerettet. Schließlich ist mit wenigen Änderungen alles durchgesetzt worden.

Hermann von Helmholtz, aus einem Brief an Anna von Helmholtz, Heidelberg, 20. September 1889, aus: Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen herausgegeben von Ellen von Siemens- Helmholtz, S. 18-19, Band 2,

Verlag für Kulturpolitik, Berlin 1929

Harmonie und Disharmonie scheiden sich dadurch, dass in der ersteren die Töne neben einander so gleichmässig abfließen, wie jeder einzelne für sich, während in der Disharmonie Unverträglichkeit stattfindet, und sie sich gegenseitig in einzelne Stöße zertheilen. Sie werden einsehen, wie zu diesem Resultate alles Besprochene zusammenwirkt. Zunächst beruht das Phänomen der Stöße oder Schwebungen auf Interferenz der Wellenbewegung; es konnte deshalb dem Schalle nur zukommen, weil er eine Wellenbewegung ist. Andererseits war für die Feststellung der konsonirenden Intervalle die Fähigkeit des Ohres notwendig, die Obertöne empfinden zu können, und die zusammengesetzten Wellensysteme nach dem Fourier'sehen Satze in einfache aufzulösen. Dass die Obertöne der musikalisch brauchbaren Töne zum Grundtone im Verhältnisse der ganzen Zahlen zu Eins stehen, und dass die Schwingungsverhältnisse der harmonischen Intervalle deshalb den kleinsten ganzen Zahlen entsprechen, beruht ganz in dem Fourier'schen Satze. Wie wesentlich die genannte physiologische Eigentümlichkeit des Ohres ist, wird namentlich klar, wenn wir es mit dem Auge vergleichen. Auch das Licht ist eine Wellenbewegung eines besonderen, durch den Weltraum verbreiteten Mittels, des Lichtäthers, auch das Licht zeigt die Erscheinungen der Interferenz. Auch das Licht hat Wellen verschiedener Schwingungsdauer, die das Auge als verschiedene Farben empfindet, nämlich die mit größter Schwingungsdauer als Roth; dann folgen Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett, dessen Schwingungsdauer etwa halb so groß als die des äussersten Roth ist. Aber das Auge kann zusammengesetzte Lichtwellensysteme, d. h. zusammengesetzte Farben nicht von einander scheiden; es empfindet sie in einer nicht aufzulösenden, einfachen Empfindung, der einer Mischfarbe. Es ist ihm deshalb gleichgültig, ob in der Mischfarbe Grundfarben von einfachen oder nicht einfachen Schwingungsverhältnissen vereinigt sind. Es hat keine Harmonie in dem Sinne wie das Ohr; es hat keine Musik.

Die Ästhetik sucht das Wesen des künstlerisch Schönen in seiner unbewussten Vernunftmäßigkeit. Ich habe (...) das verborgene Gesetz aufzudecken gesucht, was den Wohlklang der harmonischen Tonverbindungen bedingt. Es ist recht eigentlich ein unbewusstes, so weit es in den Obertönen beruht, die zwar vom Nerven empfunden, gewöhnlich doch nicht in das Gebiet des bewussten Vorstellens eintreten, deren Verträglichkeit oder Unverträglichkeit aber doch gefühlt wird, ohne dass der Hörer weiß, wo der Grund seines Gefühls liegt.

Diese Erscheinungen des rein sinnlichen Wohlklanges sind freilich erst der niedrigste Grad des musikalisch Schönen. Für die höhere, geistige Schönheit der Musik sind Harmonie und Disharmonie nur Mittel, aber wesentliche und mächtige Mittel. In der Disharmonie fühlt sich der Hörnerv von den Stößen unverträglicher Töne gequält, er sehnt sich nach dem reinen Abfluss der Töne in der Harmonie, und drängt zu ihr hin, um in ihr besänftigt zu verweilen. So treiben und beruhigen beide abwechselnd den Fluss der Töne, in dessen unkörperlicher Bewegung das Gemüt ein Bild der Strömung seiner Vorstellungen und Stimmungen anschaut. Ähnlich wie vor der

wogenden See fesselt es hier die rhythmisch sich wiederholende und doch immer wechselnde Weise der Bewegung und trägt es mit sich fort. Aber während dort nur mechanische Naturkräfte blind walten, und in der Stimmung des Anschauenden deshalb schließlich doch der Eindruck des Wüsten überwiegt, folgt in dem musikalischen Kunstwerk die Bewegung den Strömungen der erregten Seele des Künstlers. Bald sanft dahin fließend, bald anmutig hüpfend, bald heftig aufgereggt, von den Naturlauten der Leidenschaft durchzuckt oder gewaltig arbeitend, überträgt der Fluss der Töne in ursprünglicher Lebendigkeit ungeahnte Stimmungen, die der Künstler seiner Seele abgelauscht hat, in die Seele des Hörers, um ihn endlich in den Frieden ewiger Schönheit empor zu tragen, zu dessen Verkündern unter den Menschen die Gottheit nur wenige ihrer erwählten Lieblinge geweiht hat.

Hier aber sind die Grenzen der Naturforschung und gebieten mir Halt.

Hermann von Helmholtz, 'Über die physiologische Ursache der musikalischen Harmonie', aus: 'Populäre Wissenschaftliche Vorträge', Erstes Heft, Verlag Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig 1865