Die Theorie der Akustik im griechischen Altertum.

I. Psychologisches.

Das dunkle Grenzgebiet zwischen der Körperwelt und dem seelischen Leben aufzuhellen, hat sich der denkende Geist zu allen Zeiten bemüht. Jene zwei Reiche, so unvergleichbar, sind doch so innig auf einander bezogen, dass die Versuchung, die Scheidemauer gar niederzureissen und die Zweiheit in kühnem Gedankenspiel aufzuheben, nicht ausbleiben konnte. Aber die Rechnung hat noch nie aufgehen wollen, bei allen versuchten Überleitungen ist ein Sprung geblieben.

Dies tritt naturgemäss nirgends so handgreiflich zu Tage als bei der Untersuchung der Sinnesempfindungen; denn diese sind ja die Klammern, die jene zwei Welten am unmittelbarsten mit einander verbinden. Sie bieten daher Probleme, deren Lösung wir im Laufe der Entwicklung menschlichen Denkens immer nur annäherungsweise erreicht sehen.

Das wesentlichste Problem, das die Sinnesempfindungen darbieten, ist in der Thatsache gegeben, dass den quantitativen Verschiedenheiten in der Erregungsform qualitative Differenzen in der Empfindung entsprechen — wie z. B. auf dem Gebiete des Lichts Wellenbewegungen von verschiedener Länge und Geschwindigkeit die Empfindung der verschiedenen Farben in uns hervorrufen. Wellenbewegung und Farbe sind aber in unsrer Vorstellung völlig getrennte Dinge, und die Beziehung z. B. zwischen Rot und Grün lässt sich durch kein in Zahlen gefasstes Mehr oder Weniger ausdrücken.

Zur Erklärung dieses Rätsels sind wir genötigt, zwischen die äussere Erregung und die Empfindung einen Vorgang einzuschalten, durch den die quantitativen Differenzen in qualitative umgesetzt werden.

Der Erkenntnis, dass eine solche Umsetzung stattfinden muss, ist unter den griechischen Denkern einer der ältesten am nächsten gekommen, nämlich Demokrit, demzufolge die Welt aus Atomen besteht, denen nur mathematisch bestimmbare Eigenschaften, nämlich Gestalt, Grösse und Lage, zukommen, während alle qualitativen Unterschiede von ihm für subjektiv erklärt werden. Er sah also wohl ein, dass unsre Empfindung etwas enthält, das nicht von aussen an sie herangebracht wird; Geschmack, Farbe etc. sind Zustände des Empfindungsvermögens, *πάθη τῆς αἰσθήσεως*, und nicht an den Dingen selbst vorhanden.

Als Locke das Verhältnis unsrer Wahrnehmungen zu den wirklichen Eigenschaften der Dinge in ähnlichem Sinne wie Demokrit untersuchte, gab er damit eine der fruchtbarsten Anregungen für die Philosophie der Folgezeit. Dagegen hat Demokrits Vorgang nicht dazu geführt, dass von nun an die Empfindung selbst und ihre äussere Erregung in so deutlicher Weise auseinander gehalten worden wären, wie es zu einer fruchtbaren Aufhellung dieses Gebiets nötig war. Zwar trennt Aristoteles bewusst den objektiven und subjektiven Teil des

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Empfindungsvorgangs, er hebt die Notwendigkeit einer Mitwirkung des Subjekts zum Zustandekommen der Empfindung ausdrücklich hervor; aber er bringt es nicht dahin, die Wesensverschiedenheit dieser beiden Seiten des Vorgangs anzuerkennen.[1])

Man mag die Ursache dieses Zurückbleibens zum Teil darin suchen, dass den Alten die Vorstellung von komplizierten Nerventhätigkeiten abging, welche die obengenannte Umsetzung vermitteln. Die Verbindung zwischen dem Sinnesorgan und dem Bewusstsein sahen sie alle mehr oder minder deutlich als einen hohlen Gang an, durch den die Erregung in der Form, wie sie von aussen kommt, bis zum Sitz der Seele hindurchläuft.[2])

Der Hauptgrund jenes Mangels ist aber darin zu suchen, dass der ganzen antiken Philosophie überhaupt noch diejenige entschiedene Trennung von Subjekt und Objekt fern lag, die erst eine erfolgreiche Bearbeitung solcher Probleme ermöglicht.[3])

Doch ein Gebiet sinnlicher Wahrnehmung giebt es, auf dem der Widerstreit zwischen der Erregungsform und dem Inhalt der Empfindung so klar und unmittelbar zu Tage tritt, dass auch die Alten immer wieder auf das Problem gestossen wurden; das sind die Tonempfindungen. Und zwar ist der Widerstreit auf diesem Gebiete ein doppelter.

Wenn dieselbe Saite, je nach der Stelle, an der sie berührt wird, Töne verschiedener Höhe von sich giebt, so liegt der rein quantitative, messbare Unterschied in der Hervorbringung dieser Töne vor Augen. Die Beziehungen der Töne selbst aber sind durch Mass und Zahl nicht erschöpft. Das Verhältnis beispielsweise eines Tones zu seiner Oktave ist für unser Ohr ein wesentlich anderes als das aller andren Intervalle; es ist eine Rückkehr des gleichen Tones in anderer Lage, eine Wiederholung mit verändertem Charakter. Wo ist in dem Zahlenverhältnis $^1/_2$ dieser wesentliche Gegensatz zu den Verhältnissen $^2/_3$, $^3/_4$ etc.? Wir sind uns bewusst, dass die räumlichen Kategorieen Hoch und Tief alle die reichen Beziehungen der Töne nicht erschöpfen; mehr noch der Grieche, der dafür die Bezeichnungen Scharf und Schwer, *ὀξύς* und *βαρύς*, anwendet, also die Differenz der Tonhöhe deutlich als eine qualitative bezeichnet.

Dazu tritt der zweite Widerstreit. Jene räumliche Anschauung, der die Namen Hoch und Tief entstammen, ist in unsrer Phantasie unmittelbar gegeben. Wir stellen uns das Tongebiet als eine senkrechte Linie vor, die hohen Töne oben, die tiefen unten, die Intervalle als Abstände auf dieser Linie. Diese Anschauung ist allen Völkern gemeinsam, auch den Chinesen (denen Riemann die umgekehrte zuschreiben wollte, s. aber Stumpf, Tonpsychologie I 193), auch den Griechen (denen v. Jan gleichfalls die umgekehrte Anschauung zuschrieb, verleitet durch die allerdings unserm Sprachgebrauch entgegengesetzte Anwendung der Präpositionen *ὑπό* und *ὑπέρ*, die aber auf bestimmte Fälle beschränkt blieb, wo sie aus der Lage der Saiten auf den griechischen Saiteninstrumenten zu erklären ist.[4])

Nun sind aber beispielsweise drei Oktaven für die lineare Anschauung drei gleiche Abstände auf der Tonlinie, während die vier Grenztöne derselben, objektiv betrachtet, sei es als Schwingungszahlen, sei es als Saiten- oder Pfeifenlängen, immer durch die Zahlen 1 : 2 : 4 : 8

---

1) Vgl. Siebeck, Gesch. der Psychologie I 1, 102 f. 2, 27.

2) Ebenso unvermittelt dachte sich der Grieche den umgekehrten Weg, der die Äusserungen des Seelenlebens mit ihrem inneren Anstoss verbindet. Bezeichnend hierfür ist Zenos Beweis, dass der Sitz der Seele nicht das Gehirn sei, sondern das Herz, weil ja die Stimme durch die Luftröhre vielmehr von dorther komme. *φωνὴ διὰ φάρυγγος χωρεῖ. εἰ δὲ ἦν ἀπὸ τοῦ ἐγκεφάλου χωροῦσα, οὐκ ἂν διὰ φάρυγγος ἐχώρει· ὅθεν δὲ λόγος, καὶ φωνὴ ἐκεῖθεν χωρεῖ· λόγος δὲ ἀπὸ διανοίας χωρεῖ, ὥστ' οὐκ ἐν τῷ ἐγκεφάλῳ ἐστὶν ἡ διάνοια.* Galen. de Hippocr. et Platon. II 5 p. 241 K.

3) Daher hebt Helmholtz mit Recht die Verwandtschaft zwischen den modernen physiologisch-psychologischen Theorieen und der transscendentalen Aesthetik Kants hervor (vgl. Ueberweg, Gesch. d. Philos. III³ S. 349).

4) Belege bei Stumpf I 193 f. und in meiner Schrift De Graecorum vet. re musica. Marburg 1889 p. 71—74. Ich halte die dort p. 74 behauptete Beschränkung aufrecht, trotz v. Jans Widerspruch (Berl. Phil. Wochenschr. 1889 S. 1000).

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

oder deren Mehrfaches dargestellt werden. Es hat also das für die Empfindungen im allgemeinen giltige Webersche Gesetz, wonach die Empfindungsqualitäten sich in arithmetischer Progression von einander entfernen, während ihre Reizquanta geometrisch vorschreiten, sein genaues Analogon[1]) in der Tonwelt und ist für diese zuerst erkannt und ausgesprochen von Euler. Um in Intervallen fortzuschreiten, welche unsre Empfindung als Teile der Tonlinie gleichsam auf dieser abträgt, also addiert, muss die tonerzeugende Bewegung sich in gleichen Massen multiplizieren.

Das Altertum zeigt hier die — in vielen anderen philosophischen Fragen für die Klärung der Begriffe so vorteilhafte — Erscheinung, dass zwei gleichberechtigte Betrachtungsweisen derselben Sache durch zwei sich befehdende Schulen vertreten werden. Der doppelte Gegensatz: Quantität — Qualität, Zahlenverhältnis — Tonlinie, gab die Losungsworte ab für die Theorie der Pythagoreer (die in ihrem Zahlenfanatismus von einer Qualität der Töne nichts wissen wollten und die Anschauung der Tonlinie von sich fern hielten) und der Aristoxeneer.

Die Pythagoreer warfen den Aristoxeneern vor, dass sie den Halbton für die Hälfte des ganzen Tones erklärten, dass sie die Oktave als Summe von 6 ganzen Tönen auffassten, da doch $^9/_8$ in 6. Potenz mehr als zwei ergiebt (vgl. Euclids Sectio canonis § 16 Meib.). Wir ersehen aus beiden Vorwürfen, dass Aristoxenus seinen Betrachtungen die temperierte Skala zu Grunde legte, wofür Westphal (Griech. Harmonik. 3. Aufl. S. 49 f.) noch andre Beweise beibringt. Denn nach der reinen Stimmung ergeben zwei Halbtöne allerdings nicht einen ganzen Ton, sondern bei uns mehr, nach pythagoreischer Rechnung (s. u.) weniger, ebenso wie 6 reine Ganztöne übereinander die Oktave überschreiten.

Die Aristoxeneer wiederum hielten ihren Gegnern vor, dass Höhe und Tiefe des Tones niemandem den Eindruck verschiedener Zahlenverhältnisse machten. Es fehlt auch nicht an Ausgleichsversuchen. So spielt sich Ptolemaeus in seiner Harmonik als Vermittler auf; aber die Vermittlung besteht nur in einer unklaren Vermengung der beiderseitigen Anschauungsweisen, nicht in einer Erkenntnis des Problems. Das gleiche gilt von der folgenden Erklärung Panaitios des Jüngeren, die Porphyrius in seinem Kommentar zu Ptolemaeus' Harmonik (p. 244 W.)[2]) anführt: Die Musik an sich habe es nicht mit Grössen zu thun, sondern mit Qualitäten. Aber die Zahlenverhältnisse seien für die musikalische Theorie nötig, gleichwie für die Beurteilung des Sichtbaren und Greifbaren Mass und Gewicht, da die blosse Empfindung zu wenig genau sei. Das wahre Verhältnis von Quantität und Qualität ist da völlig verkannt.[3])

II. Physikalisches.

Müssen wir bei dem psychologischen Problem einen fundamentalen Mangel der Betrachtungsweise konstatieren, so können wir in der andern, der physikalischen Hauptfrage, die Alten gegen eine ungerechte Beurteilung ihres Standpunktes verteidigen. Denn es lässt sich da deutlich verfolgen, wie sie sich stufenweise der richtigen Erkenntnis nähern und, wenn auch erst im spätern Altertum, so weit darin vordringen, dass ihre Anschauung der unsrigen in nichts Wesentlichem nachsteht.

Die Grundlage aller akustischen Theorie ist für uns die Erkenntnis, dass der Höhenunterschied zweier Töne bedingt wird durch das Verhältnis, in dem die Anzahl der beiderseitigen Schwingungen in gleichem Zeitraum zu einander steht.

---

1) Wenn wir bei Stumpf a. O. I 335 f. II 558 die Giltigkeit des Weberschen Gesetzes für Tonqualitäten geleugnet sehen, so ist das Gesetz dort in engerem Sinne gefasst, in Beziehung auf Unterschiedsempfindlichkeit, und das berührt uns ja hier nicht.

2) Die Autorschaft des Porphyrius ist nicht unbezweifelt, vgl. v. Jan die Eisagoge des Bacchius II. Teil. Progr. Strassburg 1891 S. 14 Anm. 20.

3) Vgl. über diesen Principienstreit noch v. Jan a. O. S. 16 f.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

„Schon Pythagoras wusste," erzählt uns Helmholtz, „dass, wenn Saiten von gleicher Beschaffenheit, gleicher Spannung, aber ungleicher Länge die vollkommenen Konsonanzen der Oktave, Quinte und Quarte geben sollen, ihre Längen im Verhältnis von 1 : 2, 2 : 3 oder 3 : 4 stehen müssen. Die neuere Physik hat das Gesetz des Pythagoras erweitert, indem sie von den Saitenlängen zu den Schwingungszahlen überging." (Die Lehre von den Tonempfindungen 4. Aufl. S. 2.) „Erst durch Galilei (1638), Newton, Euler (1729) und Daniel Bernouilli (1771) lernte man die Bewegungsgesetze der Saiten kennen und ermittelte, dass die einfachen Verhältnisse der Saitenlängen auch ebenso für die Schwingungszahlen der Töne bestehen." (a. O. S. 27). Ebenso nennt Poggendorf, Gesch. der Physik S. 268, Galilei als denjenigen, der zuerst erkannt habe, dass die Tonhöhe von der Zahl der Schwingungen abhängig ist, und dass diese in umgekehrtem Verhältnis zur Saitenlänge steht.

Nun wird uns bereits von einem jüngeren Zeitgenossen des Pythagoras, Lasos von Hermione, dem Lehrer Pindars, berichtet, er habe zur Erklärung der Konsonanz die Schnelligkeit und Langsamkeit der Bewegungen auf Zahlenverhältnisse zurückgeführt: *τῶν κινήσεων τὰ τάχη καὶ τὰς βραδυτῆτας, δι' ὧν αἱ συμφωνίαι . . . . ἐν ἀριθμοῖς ἡγούμενος.* So berichtet der Peripatetiker Adrast bei Theo von Smyrna (ed. Hiller S. 59).

Wir müssen uns freilich hüten, hier die *τάχη* und *βραδυτῆτες* ohne weiteres auf Schwingungstempo zu beziehen; denn vielfach begegnen wir im Altertum, sogar bei Plato,[1]) der Ansicht, dass nicht sowohl die Schwingungs- als vielmehr die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Töne je nach ihrer Höhe eine verschiedene sei. Wenn Archytas nach Porphryius 236 (Theo p. 61 berichtet dasselbe von Eudoxus) zum Beweis, dass *ταχέα* und *ὀξέα* gleichzusetzen seien, die Beobachtung anführte, dass ein Tambourin oder auch ein Stock, rascher durch die Luft geschwungen, einen höheren Ton giebt, so hat er in der That nicht an Schwingungen gedacht, sondern an direkte Vorwärtsbewegung der Töne. Bis in die sog. aristotelischen Probleme hinein spuken solche Anschauungen. Nach Probl. XI 6 soll man erwarten, dass die von fern kommenden Töne tiefer seien, weil sie sich langsamer bewegen.

In solchen Vorstellungen dürfen wir uns auch Lasos noch befangen denken. Jedenfalls aber hat er, der oben citierten Stelle zufolge, schon die richtige Ahnung, dass nicht nur die Dimensionen der tonerzeugenden Körper (dies war des Pythagoras Entdeckung), sondern auch die Bewegungen, welche uns den Schall vermitteln, in gewissen Zahlenverhältnissen zu einander stehen.

Steigen wir nun aber herab bis in die erste alexandrinische Zeit, so erklärt der Mathematiker Euclid in seiner Sectio canonis ausdrücklich, dass *πληγαὶ πυκνότεραι ὀξυτέρους ποιοῦσι φθόγγους, ἀραιότεραι βαρυτέρους*, d. h. dichter aufeinanderfolgende Stösse[2]) bringen höhere Töne hervor, weiter von einander getrennte dagegen tiefere. Die *ἐπίτασις*, d. i. Erhöhung, erklärt er als eine *πρόςθεσις κινήσεων*, Vermehrung der Bewegungen, und das Intervall als das Verhältnis der Anzahl der Stösse zweier Töne.

Die Stellen lassen an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig, nur verlautet noch nichts von den bestimmten Zahlenverhältnissen, in denen bei gewissen Intervallen die Anzahl der Schwingungen stehen muss. Einen kleinen Schritt weiter führt uns Nicomachus von Gerasa, ein Pythagoreer des zweiten nachchristlichen Jahrhunderts, von dem Boethius (de musica I c. 31) berichtet, dass Konsonanz nach seiner Meinung dann entstände, si percussiones gravium sonorum

1) Tim. 80Af. s. Rothlauf, die Physik Plato's, Progr. München 1887 und 88 II 4. Daselbst wird S. 10 f. sehr klar auseinandergesetzt, wie im Timaeus die Zahlen der ganzen Durskala zum Weltenaufbau benutzt werden. Nur der Ausdruck Schwingzahlen, den Rothlauf wählt, ist irreführend, denn als solche kannte Plato die akustischen Zahlen nicht. Dies bemerkt Zeller in Steins Archiv f. Gesch. d. Philos. II 96 mit Recht gegen Rothlauf. Die Timaeusstelle wird unten besprochen werden.

2) Wenn Zeller a. O. sagt: „Die *πληγαί* sind nicht Schwingungen, sondern Stösse", so verstehe ich nicht, was der Unterschied des Ausdrucks hier zu besagen habe; denn eben unsere Euclidstelle zeigt, dass die beiden Bezeichnungen sich im wesentlichen decken.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

commensurabiles sunt percussionibus acutorum sonorum, d. h. wenn die Schwingungen der beiden Töne in rationalem Zahlenverhältnis zu einander stehen.

Endlich aber die wichtigste Stelle, bei Theon S. 50, wo Folgendes als Lehre der Pythagoreer auseinandergesetzt wird: *τὰ τάχη τῶν κινήσεων . . . . . ἢ ἐν λόγοις τισὶν ἀποτελοῦνται ἢ καὶ ἀλόγως πρὸς ἄλληλα* — die Schnelligkeit der Bewegungen findet entweder in rationalen Verhältnissen statt oder nicht —. *ὑπὸ μὲν οὖν τῶν ἀλόγων ἄλογοι καὶ ἐκμελεῖς γίνονται ψόφοι οὓς οὐδὲ φθόγγους χρὴ καλεῖν κυρίως, ἤχους δὲ μόνον*, d. i. im letzteren Falle entstehen zwar Klänge, aber nicht eigentlich musikalische Töne, die mit den andern zusammen in eine Tonreihe einzuordnen sind und ein *μέλος*, eine Melodie, mit ihnen bilden können; sie sind *ἐκμελεῖς*. — *ὑπὸ δὲ τῶν ἐν λόγοις τισὶ πρὸς ἀλλήλους πολλαπλασίοις ἢ ἐπιμορίοις ἢ ἁπλῶς ἀριθμοῦ πρὶς ἀριθμὸν ἐμμελεῖς καὶ κυρίως καὶ ἰδίως φθόγγοι*: d. h. wenn die Bewegungen sich entweder wie a : na oder wie n : (n + 1) verhalten oder endlich überhaupt im Verhältnis zweier rationaler Zahlen zu einander stehen, ergeben sie wirkliche melodiebildende Töne. Und zwar bilden diese in den ersten beiden der drei genannten Fälle Konsonanzen.

Die Vergleichung der Stelle mit der des Nicomachus-Boethius, wo die Konsonanz bedingt ist durch die Kommensurabilität der percussiones,[1]) lässt keinen Zweifel übrig, dass *κινήσεις* und percussiones, wie die *πληγαί* Euclids, alle dasselbe bedeuten, Theo also hier das Schwingungstempo der Töne im Auge hat.

Nun spielen die beiden *λόγοι*, die hier als *πρῶτοι καὶ γνωριμώτατοι καὶ κυριώτατοι* bezeichnet werden, der *πολλαπλάσιος* ($^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$ etc.) und der *ἐπιμόριος* ($^2/_3$, $^3/_4$ etc.), schon bei den älteren Pythagoreern eine grosse Rolle. Nur sie beide ergeben Konsonanzen, so dass z. B. die Duodezime (1 : 3 *λόγος πολλαπλάσιος*) als Konsonanz galt, nicht aber die Undezime (3 : 8), obgleich sie aus Oktave plus Quarte besteht und die Quarte als *λόγος ἐπιμόριος* 3 : 4 zu den Konsonanzen gehört; denn 3 : 8 steht zwar im *λόγος ἀριθμοῦ πρὸς ἀριθμόν*[2]), aber in keinem der beiden genannten Verhältnisse. Vom Standpunkt des musikalischen Gehörs eine absurde Folgerung!

Jene älteren Pythagoreer aber hatten, da sie mit dem Monochord experimentierten, Saitenlängen im Auge. Wenn nun Theos Gewährsmänner einerseits wussten, dass den schnelleren Schwingungen höhere Töne entsprechen, andrerseits in den Schwingungszahlen konsonierender Töne dieselben Verhältnisse voraussetzten, welche die älteren Pythagoreer den Konsonanzen zu Grunde legten, so folgt daraus mit mathematischer Gewissheit, dass bereits dem ausgehenden griechischen Altertum (— und wir wissen gar nicht, wie weit zurück diese Kenntnis reicht, vielleicht in alexandrinische Zeit —) die Thatsache bekannt war, dass die Schwingungszahlen in umgekehrtem Verhältnis zur Länge der Saiten stehen.

Galilei hat also auch hier etwas entdeckt, was schon die Alten wussten.[3])

Nur der letzte Schritt, die Feststellung der absoluten Schwingungszahlen, ist von den Alten nicht gethan worden, da diese nicht mit kleinen Zeiteinheiten, wie unsere Sekunde ist, operierten, sie auch schwerlich eine Lochsirene konstruiert haben würden, wie ihnen überhaupt die raffiniertere Weise, die Natur zum Antworten zu zwingen, der die moderne Experimentalphysik ihre Erfolge verdankt, unbekannt geblieben ist.

In einem allerdings sind wir ihnen voraus. Die Unterschiede der Klangfarbe sind noch ausgesprochener qualitativ als die der Tonhöhe. Wie man auch deren Ursachen auf

1) Eine Differenz ist nur insofern vorhanden, als die blosse Kommensurabilität nach Theo zwar die Bedingung brauchbarer Töne ist, aber noch gewisser Modifikationen bedarf, um Konsonanz im engeren Sinne hervorzubringen.

2) *λόγος ἐπιμερής* wäre der technische Ausdruck dafür nach Nicomachus, s. Nesselmann, die Algebra der Griechen c. 5.

3) Ich sehe, dass schon Vincent 1847 in den Notices et extraits de mscr. . . . . de Paris vol. XVI., II äussert: „Les musiciens les plus avancés commençaient à soupçonner le principe du nombre des vibrations inverse des longueurs", ohne das näher zu begründen. Auch ist mit commencer à soupçonner viel zu wenig gesagt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

mathematisch bestimmbare Verhältnisse, nämlich Zahl und Stärke der Obertöne, zurückführen könne, dazu hat Helmholtz in seinem obengenannten Buche den Weg gewiesen. Davon konnten die Alten nichts ahnen. Wenn aber Porphyrius an einer Stelle, wo er den Qualitätsstandpunkt verteidigt und gegen die Anhänger der Quantität polemisiert (a. O. S. 239), ausführt: Wer Höhe und Tiefe als Quantitäten ansehe, der sei nahe daran, überhaupt nur Quantität in der Akustik anzuerkennen (*μόνον τὸ ποσὸν κατὰ τὰ ἀκουστὰ παραλαμβάνειν*) — „Wird man nicht auch versuchen, die Weichheit und Rauheit und ähnliche Eigenschaften der Töne dem Begriff der Quantität unterzuordnen und überhaupt alles das, was zugestandenermassen zur Qualität gehört?“ (*Οὐ γὰρ καὶ τὰς λειότητας καὶ τὰς τραχύτητας καὶ εἴ τινα τοιαῦτα περὶ τῶν ψόφων λέγεται, πειράσεταί τις ὑπάγειν τῷ ποσῷ καὶ πᾶν ὅπερ ἄν τις συγχωρεῖ εἶναι τῆς ποιότητος;*) — so ist doch die Aufgabe richtig erkannt, die letzte Konsequenz zu ziehen und alles in der Tonwelt, auch die Klangfarbe, auf Zahl und Mass zurückzuführen; ob auch Porphyrius selbst, gleichsam ein unwilliger Prophet, diese Worte nur sagt, um damit die Absurdität des gegnerischen Standpunktes zu kennzeichnen.

III. Geschichte. Die Pythagoreer.

Nachdem so in den zwei wichtigsten Fragen die Leistungen des Altertums im allgemeinen gewürdigt sind, versuche ich eine Entwicklung der Anschauungen in kurzem Überblick zu geben.

Pythagoras soll einst an einer Schmiede vorübergegangen sein. Da habe er vier Hämmer schlagen hören, deren drei zu dem vierten in Quarte, Quinte und Oktave erklangen. Er fand, dass das Gewicht der Hämmer sich verhielt wie 6 : 8 : 9 : 12 (dies erzählt der Hagiopolit im 5. Fragment S. 266 bei Vincent a. O., das Experiment ist aber falsch!); dann habe er eine Saite mit verschiedenen Gewichten gespannt und dasselbe Verhältnis gefunden (auch das konnte nicht stimmen), desgleichen, als er verschiedene Längenabschnitte derselben Saite anschlug (nur das entspricht der Wirklichkeit).

Ob Pythagoras die drei einfachen Verhältnisse, dass zwei Saiten, deren Länge sich wie 1 : 2 verhält, die Oktave zusammen ergeben, wenn 2 : 3, die Quinte, bei 3 : 4 die Quarte, wirklich erst entdeckt hat,[1]) ob die Kunde davon aus Asien oder Ägypten gekommen ist, mag dahingestellt bleiben. Hippasus soll den gleichen Versuch mit vier ehernen Scheiben gemacht haben, von gleichem Durchmesser, deren Dicke sich wie 6 : 8 : 9 : 12 verhielt (Aristoxenus FHGr. II 288), Lasos mit Gefässen, die halbvoll die Oktave, drittelvoll die Quinte, viertelvoll die Quarte zum Ton des gleichgrossen leeren Gefässes gaben.

Das eine wissen wir sicher, dass die Pythagoreer auf diese mathematischen Verhältnisse die weitgehendsten Spekulationen aufgebaut haben. Dagegen haben sie zur Erklärung der Tonerzeugung und Tonempfindung nichts gethan; denn aus der metaphysischen Bedeutung, die sie den Zahlen beimassen, ergab sich von selbst, dass sie das Wesen der Töne erklärt zu haben glaubten, indem sie die Zahlenverhältnisse aussprachen, in denen sie stehen.

Exkurs. Die Terz.

Eins ist auffällig bei all den genannten Experimenten. Alle beschränken sich auf 1 : 2, 2 : 3, 3 : 4. Wäre Pythagoras einfach weiter gegangen, so hätte er gefunden 4 : 5 die grosse Terz, 5 : 6 die kleine; die grosse Terz hätte ihm dann den Halbton 15 : 16 und den kleinen Ganzton 9 : 10 verschafft, lauter *λόγοι ἐπιμόριοι*. Statt dessen blieb er bei der Quarte stehen, berechnete den Ganzton, indem er die Quarte von der Quinte abzog, richtig auf 8 : 9,

1) Die Behauptung stammt nach Heraclides Ponticus von Xenokrates. Schon Theo v. Smyrna p. 56 sagt vorsichtig: *τοὺς συμφωνοῦντας φθόγγους ἐν λόγοις τοῖς πρὸς ἀλλήλους πρῶτος ἀνευρηκέναι δοκεῖ Πυθαγόρας.*

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

setzte nun aber die Terz zu zwei grossen Ganztönen an, also 64/81 d. i. zu gross, und erhielt so für den halben Ton das komplizierte Verhältnis 243/256.

Daraus scheint zu folgen, dass die Entdeckerfreude, welche das Zusammentreffen der einfachsten Zahlenverhältnisse mit den dem Ohre längstvertrauten Konsonanzen bei jenen Pythagoreern hervorrufen musste, schon bei dem Verhältnis 4 : 5 von ihnen nicht mehr empfunden wurde, d. h. dass die Terz ihnen ebensowenig eine Konsonanz war, als jede beliebige andere Zusammenstellung zweier Töne, z. B. die Sekunde oder Septime. Und in der That wird die Terz von den Theoretikern des Altertums zu den Dissonanzen gerechnet.[1]) Dies scheint uns, die wir mit den Begriffen Konsonanz und Dissonanz die Vorstellung von Wohlklang und Missklang im Zusammentönen verbinden, so befremdlich, dass die Frage nicht abzuweisen ist, ob wol *συμφωνία* und *διαφωνία* — wovon consonantia und dissonantia nur die wörtlichen Übersetzungen sind — doch ursprünglich einen anderen Gegensatz bedeuten?

Eine nähere Betrachtung der Definitionen von *συμφωνία* scheint diesem Einwand auf den ersten Blick Recht zu geben. Sie laufen darauf hinaus, dass bei der *συμφωνία* die beiden Töne sich gewissermassen zu einem einzigen vereinigen, während man bei der *διαφωνία* sie getrennt, gleichsam nebeneinander ablaufen hört. Dies passt auch für unser Gefühl auf den Unterschied zwischen einer scharfen, leeren Quinte und andrerseits einer Terz oder Sexte, womit gar nicht gesagt ist, dass nicht die mehr getrennt wahrgenommenen Töne den weit grösseren Wohlklang hervorrufen. Nicht „Missklang", sondern „Auseinanderklang" wäre die treffende Übersetzung von *διαφωνία*. Vgl. Nicomachus S. 25 Meib.: *σύμφωνοι . . . . ὅταν ἅμα κρουσθέντες*[2]) *ἐγκρασθῶσιν ἀλλήλοις οὕτως ὥστε ἑνοειδῆ τὴν ἐξ αὐτῶν φωνὴν γενέσθαι καὶ οἷον μίαν. διάφωνοι δὲ, ὅταν διεσχισμένη πως καὶ ἀσύγκρατος ἡ ἐξ ἀμφοτέρων φωνὴ ἀκούηται.* Pseudoeuclid in der Introductio S. 8 Meib. erklärt die *συμφωνία* als *κρᾶσις δύο φθόγγων . . . ., διαφωνία δὲ τοὐναντίον, δύο φθόγγων ἀμιξία, μὴ οἵων τε κραθῆναι, ἀλλὰ τραχυνθῆναι τὴν ἀκοήν.* Dieses Rauhberührtwerden des Ohres geht nicht auf Missfallen an der Zusammenstellung der Töne, sondern auf die Wahrnehmung der Schwebungen.[3])

Letztere haben auch dem Sex. Empiricus vorgeschwebt, wenn er adv. mus. 43 erklärt: *διάφωνοι οἱ ἀνωμάλως καὶ διεσπασμένως τὴν ἀκοὴν κινοῦντες, σύμφωνοι οἱ ὁμαλώτερον καὶ ἀμερίστως.* Glätte, Einheit u. s. w., *λείοτης, ἑνότης*, werden bei Porphyrius den Konsonanzen zugeschrieben. Nirgends wird direkt ausgesprochen, dass das Ohr an den diaphonen Intervallen ein geringeres Wohlgefallen habe. Erst Boethius de mus. I c. 8 nennt die Konsonanz suaviter auribus accidens und die Dissonanz eine iniucunda percussio.

Aber schon aus der Thatsache allein, dass die Terz unter dem gemeinsamen Begriff der Diaphonie mit allen andern denkbaren Intervallen, auch den übelklingendsten, zusammenfällt, müssen wir den Schluss ziehen, dass die Griechen in der That die Terz mit anderem Ohr gehört haben als wir. Es kommt dazu, dass *διάφωνος* in übertragener Redeweise von jeher von nicht zusammenpassenden, ungehörigen Zusammenstellungen gebraucht wird.

Das dritte und stärkste Argument aber für das behauptete Verhalten der Griechen gegenüber der Terz liegt in der Sitte der praktischen Musik, nur die beiden Grenztöne des Tetrachords, also das Quartenintervall, fest und rein zu belassen, dagegen die beiden mittleren Saiten als *φθόγγοι κινούμενοι* je nach dem Ethos des Tonstückes beliebig mehr oder weniger

---

1) Gustav Engel, die Bedeutung der Zahlenverhältnisse für die Tonempfindung, Dresden 1892 S. 38, meint, eben aus jenem pythagoreischen Ansatz erkläre es sich, dass die grosse Terz den Griechen als Dissonanz gegolten habe. Ich denke, Grund und Folge standen in umgekehrtem Verhältnis.

2) An sich heisst *σύμφωνος* nur mitklingend. Bacchius 21 leitet den Begriff vom spontanen Mitklingen der konsonierenden Saite ab.

3) *Τραχύνεται ἡ ἀκοή* heisst eigentlich: das Gehör wird rauh gemacht, weil nach aristotelischer Lehre die empfindende Seele selbst in den Zustand übergeht, der von aussen an sie herangebracht wird.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

herabzustimmen, was nicht möglich gewesen wäre, wenn ihnen auch kleinere Intervalle als die Quarte als bestimmt begrenzte, wohlklingende Intervalle erschienen wären.

Diese Herabstimmung der mittleren Saiten wird ursprünglich nur nach dem Gefühl und nach Gutdünken geschehen sein, erst die späteren Theoretiker bemühen sich, all den feinen Unterschieden rechnerisch nachzugehen, und gelangen dabei zu den grössten Künsteleien. Das Verhältnis 4 : 5 erscheint freilich in solchen Tabellen, aber mehr durch Zufall unter unzähligen andern Möglichkeiten. Fälschlich wird schon dem Archytas die Terz 4 : 5 zugeschrieben, denn Plato kennt sie noch nicht (Westphal griech. Metrik I² 71), doch kannte Eratosthenes ein Intervall 5 : 6 (a. O. S. 72). Wenn wir aber Tabellen sehen, wie die bei Bryennius S. 395 W., wo die Quarte unter anderem eingeteilt wird in: $^{12}/_{11}$, $^{11}/_{10}$, $^{10}/_{9}$ oder $^{22}/_{21}$, $^{12}/_{11}$, $^{7}/_{6}$ oder $^{28}/_{27}$, $^{15}/_{14}$, $^{6}/_{5}$ etc., so liegt auf der Hand, dass es sich bei allen solchen Rechnungen nur um die Lösung der Aufgabe handelt, drei Brüche von der Form $\frac{n+1}{n}$ zu finden, die multipliziert $^{4}/_{3}$ ergeben; Zahlenaufstellungen, die mit dem musikalischen Gehör gar nichts zu thun haben.

Wie sehr traditionelle Gewohnheiten der praktischen Musik allezeit die Geschmacksurteile beeinflusst und umgebildet haben, lehrt die Musikgeschichte allenthalben. So lange die Musiker die Zwischentöne als bewegliche behandelten, konnte das Ohr nicht lernen, die Terz als festes Intervall zu erfassen.[1])

Aber im Laufe der Zeit vollzog sich doch eine Änderung des Sinnes.[2]) Um auch kleineren Intervallen, als die Quarte ist, gerecht zu werden, schuf man Zwischenbegriffe; man teilte z. B. die *διάφωνοι* in *ἐμμελεῖς* und *ἐκμελεῖς*, obwohl im ursprünglichen Sprachgebrauch *διάφωνος* und *ἐμμελής* sich widerspricht. Porphyrius erklärt S. 286 die *ἐμμελεῖς* ausdrücklich als wohlklingend. Weiter heisst es bei ihm: alle *ἐκμελεῖς* sind *διάφωνοι*, aber nicht alle *διάφωνοι* sind *ἐκμελεῖς*. S. 291 werden die beiden Terzen als zu den *ἐμμελεῖς* gehörig genannt. Sex. Empiricus zählt a. O. als *διάφωνοι* auf den Viertelton, Halbton, Ganzton, alsdann als *σύμφωνοι* Quarte, Quinte, Oktave. Merkwürdigerweise lässt er gerade die beiden Terzen weg. Offenbar hatte er die alte Einteilung im Sinn, die nur diese zwei Klassen kennt, aber es widerstrebt ihm, die beiden wohlklingenden Intervalle mit den Dissonanzen zusammenzustellen. Gaudentius c. 11 schiebt zwischen die *σύμφωνοι* und *διάφωνοι* die *παράφωνοι* ein als *ἐν τῇ κρούσει φαινόμενοι σύμφωνοι* (im Spiel, d. h. in praktischer Anwendung konsonant erscheinend, scil. obwohl sie es nach theoretischer Berechnung nicht sind) und nennt als solche die Terz nebst dem Tritonus.

Diese Zwischenstellung behielt die Terz auch in der Theorie des Mittelalters, vgl. Helmholtz S. 323, wo nichts davon erwähnt ist, dass der Umschlag bereits im späteren Altertum angebahnt war.

Fortsetzung.

In diesem einen Punkte also bot uns die Überlieferung über pythagoreische Spekulationen eine wichtige Handhabe, um einen tiefgehenden Unterschied des musikalischen Gehörs im Altertum von dem unsrigen zu konstatieren. Im übrigen ist diese ganze pythagoreische Richtung, die auch später seit dem Aufkommen des Neupythagoreismus wieder die musikalische Litteratur beherrscht, für unsre Erkenntnis ziemlich unfruchtbar. Sie hat es veranlasst, dass man bis über das Mittelalter hinaus unter dem Titel Musik mehr thörichte Zahlenmystik unterbrachte als ernsthafte Untersuchungen über die Natur der Töne.

Die Pythagoreer verschlossen sich absichtlich gegen alle die Seiten der Tonwelt, die nicht sowohl dem rechnenden Verstande als der unmittelbaren Empfindung angehören, vor

1) Helmholtz a. O. S. 322 erklärt es aus dem Vorherrschen des Männergesangs, dass der Sinn für die Terz sich so spät ausgebildet hat.

2) Wie auch Engel S. 38 richtig bemerkt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

allem also gegen die oben berührte lineare Anschauung des Tönebereichs. Sie vermieden daher auch Ausdrücke, die dieser Anschauung entstammen, so *διὰ τεττάρων, διὰ πέντε, ἡμιτόνιον* für Quarte, Quinte, Halbton, wofür sie *συλλαβή, δι' ὀξειᾶν, δίεσις* sagten. Nur *διάστημα*, das Intervall, war zu eingebürgert; man behielt es bei, dachte aber nicht mehr an die ursprüngliche Bedeutung „Abstand". Plato in der Schrift, die dem Pythagoreismus am verwandtesten ist, im Timaeus p. 36 A, gebraucht *διάστημα* und *διάστασις* geradezu von dem Verhältnis von Stoffmengen zu einander, an einer Stelle, wo Abmessungen auf einer Linie nicht vorgeschwebt haben können. Vielleicht geschah dieser Bedeutungsübergang, wodurch *διάστημα* einfach an die Stelle von *λόγος* treten konnte, unter dem Einfluss der akustischen Lehren der Pythagoreer.

Porphyrius 267 bemerkt diesen Gebrauch Platos und fügt hinzu, dass viele Pythagoreer denselben mit ihm teilten. Wenn mit derselben Bedeutungsvermischung die Aristoxeneer (nach Porphyr. 266) den *λόγος* interpretierten als *τὸ περιεχόμενον ὑπὸ δύο φθόγγων ἀνομοίων τῇ τάσει*, d. i. das Tonverhältnis = „das von zwei ungleich hohen Tönen Umgebene", also ein räumlicher Abschnitt auf der Tonlinie (anders lässt sich *περιεχόμενον* nicht erklären), so ist da die eigentliche Bedeutung von *λόγος* ebenso vergessen wie bei Plato die von *διάστημα*.[1])

Eine merkwürdige Vermischung von linearer Anschauung und Rechnen mit Verhältniszahlen findet sich in dem, was Boethius III c. 5 als Theorie der Philolaos überliefert. Nach ihm zerfalle der halbe Ton in 13 Einheiten, da 256 : 243 den halben Ton darstellt und 256 — 243 = 13 ist. Der ganze Ton hat 27 Einheiten, denn 243 : 216 (= 9 : 8) stellt einen ganzen Ton dar, und 243 — 216 = 27. Die Differenz zwischen Ganz- und Halbton, die sog. Apotome, beträgt 27 — 13 = 14, die Differenz zwischen Apotome und Halbton, das Komma, 14 — 13 = 1, ist also die Einheit für die Intervallmessung. Die echten Pythagoreer hatten ganz folgerichtig die Apotome zu 2187 : 2048 und das Komma zu 531441 : 524288 berechnet. Hier haben wir handlichere Zahlen; aber damit sie herauskommen, muss geometrisches und arithmetisches Verhältnis in so bedenklicher Weise durcheinanderspielen, dass die ganze Auseinandersetzung unmöglich von dem berühmten alten Pythagoreer herstammen kann, sondern eher als Beleg für die mehrfach behauptete Unechtheit der auf Philolaos zurückgeführten Schriftstellerei zu verwerten ist. Wir hören hier einen jener späteren Vermittlungsakustiker sprechen, die einen Mittelweg zwischen pythagoreischer und aristoxenischer Anschauung für möglich hielten.

Um auf die älteren Pythagoreer zurückzukommen, so war eine Reaktion gegen diese Richtung von zwei Seiten her notwendig, von seiten der praktischen Musik und von seiten der Philosophie.

Die aristotelische Psychologie rückte das subjektive Element der Empfindungen in den Vordergrund und wies damit die Forschung auf die Probleme hin, die sich aus dem Widerstreit des subjektiven und objektiven Elements in der Tonwelt ergeben. Die Musiker konnten bei dem bisherigen System ihre Rechnung nicht finden; manches, wie z. B. die temperierte Skala, die sie längst praktisch in Gebrauch hatten, fand in ihm keinen Platz; gegen manche Konsequenzen rein spekulativen Ursprungs, z. B. dass zwar die Quarte, nicht aber die Undezime eine Konsonanz sei, musste sich ihr Ohr sträuben. Wie der Pythagoreismus seinerseits die Experimente der Musiker mit Missachtung ansah, lehrt uns Platos Verhalten rep. VII 531 (vgl. Rothlauf I 4), wo die musikalischen Untersuchungen derjenigen verspottet werden, die die Ohren über die Vernunft setzen, *ὦτα τοῦ νοῦ προστησάμενοι*. Eine fruchtbare theoretische Behandlung der Musik konnte auf diesem Boden nicht erwachsen, und die musikalischen Lehrbücher waren, wie Aristoxenus bezeugt, über rohen Empirismus nicht hinausgekommen.

IV. Aristoteles.

Erst jetzt, nachdem Aristoteles die *αἴσθησις* dem *λόγος* gegenüber in ihr Recht eingesetzt hatte, konnte eine Musikwissenschaft entstehen, die vom Gehör und nicht von den Zahlen

1) Über diese Vermischung der Ausdrücke s. auch v. Jan, Phil. Wochenschr. 1882 S. 1379.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ausging; jetzt konnte ein harmonisches System auf die temperierte Skala basiert werden. Aristoxenus ist es, der die Anregungen der aristotelischen Philosophie nach dieser Seite hin fruchtbar gemacht hat.

Hier interessiert uns Aristoxenus weniger, da er znr Theorie der Akustik nichts beiträgt, sondern im Gegenteil ausdrücklich auf diese Erörterungen verzichtet und, nachdem er das Vorrecht der *αἴσθησις* als etwas nicht erst zu Erweisendes in den Vordergrund gestellt hat, sogleich auf die Harmonik lossteuert (Erste Harmonik § 27).

Von viel höherem Interesse sind uns die rein philosophischen Erörterungen des Aristoteles sowie seiner Nachfolger, die uns noch ausführlicher über seine Ideen aufklären, als die geringen Andeutungen, die uns in den eigenen Schriften des Aristoteles vorliegen.

Aristoteles spricht es zuerst bestimmt aus (de an. 2, 8, 8), dass die Höhe und Tiefe der Töne einerseits, und die Schnelligkeit oder Langsamkeit von Bewegungen andererseits zwei ganz verschiedene Dinge seien. Er macht auf das Treffende der Ausdrücke *ὀξύς* und *βαρύς*, von dem Stechenden des hohen Tones und dem mehr Lastenden, Drückenden[1]) des tiefen, aufmerksam; er tadelt Plato, der *ταχύ* und *ὀξύ* gleichsetze[2]); das *ὀξύ* sei nicht *ταχύ*, sondern es komme zu stande *διὰ τὸ τάχος*. Höhe entsteht aus Tiefe nicht durch Vermehrung, sondern durch Veränderung (Porphyr. 238).

In demselben Sinne äussert sich Theophrast (frg. 89 = Porphyr. 241): Wenn die Töne in nichts als Zahlenverhältnissen bestehen, so müsste doch umgekehrt alles, was in gewissen Zahlenverhältnissen zu einander steht, Melodieen bilden, alles Berechenbare zur Musik gehören, *πᾶν ἀριθμητὸν μέλους ἂν μετεῖχε.*[3]) Ebenso sagt er betreffs der Konsonanz: dass zwei Töne zusammenklingen, wird nicht durch ihr Intervall oder das durch dieses vertretene Zahlenverhältnis erklärt, sondern diese Töne müssen ihrer Beschaffenheit nach, *φύσει*, zusammengehören.

Aristoteles trennte richtig die beiden Elemente, nämlich die Bewegung des Tonerzeugers und den Ton selbst, aber — wie schon angedeutet — er gelangte nicht zu der Erkenntnis, dass das eine von ihnen lediglich subjektiver Natur sei; und so ergab sich als notwendige Folgerung, bereits bei der Tonerzeugung zweierlei vor sich gehen zu lassen, die schwingende Bewegung und die Entstehung des Tones selbst.

Bezeichnend hierfür ist eine Auseinandersetzung seines Schülers Heraclides Ponticus, welche uns Porphyrius S. 213f. (vgl. auch Pseudoaristot. de audibil. 803b) überliefert. Der einzelne Stoss der schwingenden Saite, sagt Heraclides, geschieht in einem dauerlosen Moment. Somit giebt eine Saite eigentlich eine fortlaufende Reihe von einzelnen Tönen von sich. Zwischen je zwei Tönen findet Ruhe statt. Aber das Ohr bemerkt diese Ruhepausen nicht, sondern die einzelnen Töne verbinden sich in der Wahrnehmung zu einem einzigen fortlaufenden Ton, gleichwie Punkte auf einem Kegel, wenn dieser gedreht wird, dem Auge als Linien erscheinen. Also Heraclides hat keine Ahnung davon, dass erst durch die Aufeinanderfolge mehrerer Schwingungen der

---

1) *βαρύς* von Tönen heisst durchaus nicht immer „tief", sondern hat auch die beiden Bedeutungen „laut" oder „unangenehm, lästig, erschreckend", s. Blümner, Stud. z. Gesch. d. Metapher. I s. 18. Aristoteles, hist. an. I 8, 6, stellt es mit *χαλεπός* und *μέγας* als gleichbedeutend zusammen. Daher kann *βαρύς* auch von hohen Tönen gebraucht werden, so von den jauchzenden Weiberstimmen, den *ἰλολύγματα*, im Kybelekult. Die orgiastischen Weisen Kleinasiens sind immer als schrille, hohe zu denken; und doch hat die phrygische Flöte, die nach allem, was wir davon wissen, zu den hohen gehört (s. Gevaert hist. et théor. de la mus. de l'ant. II 270 f.), das häufige Epitheton *βαρύς*, vgl. z. B. Jon bei Athenaeus IV c. 84.

2) Der aussertechnische Sprachgebrauch legt allerdings die Gleichsetzung nahe, denn er kennt *ὀξύς* in der Bedeutuug: rasch im Handeln. Der Anonymus de figuris 182 (bei Volkmann Hermagoras S. 244) führt geradezu als Beispiel der Tautologie an: *ὀξύς ἐστι καὶ ταχύς, ἀλλ' οὐ νωθὴς καὶ βραδύς.*

3) Diese Schlussfolgerung ist ganz pythagoreisch gedacht. wie die Behauptung der Sphärenharmonie beweist, die wirklich klingend zu denken ist und von uns nur nicht gehört wird, weil sie zu laut ist (Porphyr. 257.).

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Ton in uns entsteht, sondern dieser ist ihm in jedem einzelnen Stoss der Saite — als ein rätselhaftes Wesen — bereits vorhanden.

Die Konsequenz des aristotelischen Standpunkts war, dass bei der Fortpflanzung des Schalles sowohl die Bewegung als auch der Ton von dem tönenden Körper aus zum Ohr gelangen mussten. Diese Konsequenz ist gezogen in Simplicius' Kommentar zu Aristot. de an. p. 142 Hayduck. Die πληγή, d. i. der Stoss, der vom schwingenden Körper ausgeht, ist ein πάθος, ein Zustand, der sich der umgebenden Luft mitteilt; der Schall selbst aber ist kein πάθος, sondern eine ἐνέργεια, welche neben dem durch die Schwingung hervorgerufenen Zustand der Luft selbständig in dieser vorhanden ist (ἀπολύτως τῷ διηχεῖ ἐπὶ τῷ πάθει παροῦσα) und sich so weit erstreckt als eben der Zustand. Als aristotelisch citiert Didymus frg. 17 (Doxogr. 456) den Satz, dass das Hören zu stande komme κατ' ἐνέργειαν τοῦ μεταξὺ διηχοῦς, und Philoponus (L fol. 7b citiert von Trendelenburg zu Ar. de an. 2, 8, 8) definiert den ψόφος als ἐνέργεια ἀέρος ἀσώματος (letzterer Zusatz ist gegen die Stoiker gerichtet).

Es bedarf nicht erst Plutarchs Zeugnis, der an einer Stelle, wo er den aristotelischen Standpunkt vertritt, die Luft die δύναμις des Schalles nennt,[1]) um zu erkennen, dass hier der wohlbekannte Gegensatz von δύναμις und ἐνέργεια auf Luftbewegung und Schall als zwei nebeneinandergehende Vorgänge übertragen ist. Wenn Aristoteles das Sehen erklärt durch eine ποιότης δι' ἀλλοιώσεως τοῦ πέριξ ἀέρος παραγινομένη, d i. ein Quale, welches dadurch zum Auge gelangt, dass die Luft in einen bestimmten Zustand versetzt wird, so liegen dem ganz analoge Vorstellungen zu Grunde. Wie nun aber beim Schall die Luftbewegung und der Ton selbst zusammenhängen, wird uns dadurch nicht deutlicher; z. B. wissen wir nun ebenso wenig, warum bei schnellerer Bewegung die Saite den höheren Ton von sich giebt. Heraclides sagt mit bezeichnender Unbestimmtheit, die Schnelligkeit habe dieselbe Wirkung auf die Saite wie die Anspannung; also scheint ihm der hohe Ton der unmittelbare Ausdruck des gespannten Zustandes der Saite. Das Wesen des Tones wird nicht erklärt, vielmehr durch Anwendung der beiden Schlagworte δύναμις und ἐνέργεια die ganze Frage ins metaphysische Gebiet gerückt und damit der wirklichen Erkenntnis entzogen. „Mit Potenz und Aktualität formuliert Ar. nur das Problem, ohne es zu lösen." (Siebeck, a. O., I 2, 41.)

Verschiedene Fragen.

Kein Wunder, dass die Beantwortung aller der Fragen, die die Akustik mit sich bringt, nach wie vor in der verschiedensten Weise versucht wurde. Eine Streitfrage war: Ist der Schall körperlich oder nicht?

Die Stoiker natürlich, die alles Seiende für Körper erklärten, entschieden sich für das erstere. Als Körper muss aber der Schall auch drei Dimensionen haben; und kommt nicht dem artikulierten Ton Länge d. i. Dauer, Höhe sowie Stärke zu? Priscian, der von den Stoikern abhängt (Gr. Lat. II 6), und Pseudopriscian (ib. III 519) schreiben jedem Laut altitudo, latitudo, longitudo zu; und zwar liegt die latitudo in spiritu, das bedeutet hier Kraft des Atems, wie auch die Schlussfolgerung lehrt, dass der Ton zufolge dieser drei Eigenschaften et alte et late et longe auditur. Spiritus also ist ca. dasselbe wie μέγεθος Stärke. Wie nahe lag es, auch die drei Gattungen grammatischer Zeichen für Quantität, Accent (der ursprünglich die Tonhöhe bezeichnete) und Spiritus auf die drei Dimensionen zurückzuführen, obgleich die Aspiration an sich mit der Tonstärke nichts zu thun hat. Varro tischt uns zuerst — aus stoischen Quellen — solche Spitzfindigkeiten auf (de serm. lat. p. 52 Wilm. u. 81f.), wobei nicht bestimmt zu sagen ist, ob er selbst schon sich das willkürliche Spiel mit dem Doppelsinn von spiritus erlaubt hat.

[1]) Quaest. conviv. 8, 3, 3, 5. Plutarch sagt daselbst, die Luft sei οὐσία καὶ σχῆμα καὶ δύναμις des Schalles. Hier hat σχῆμα keinen Sinn, ich vermute ὄχημα, das von Euripides Troad. 884 in der Bedeutung „Träger und Erhalter" gebraucht wird.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Für körperlich erklärten den Schall auch die Epikureer, soweit sie sich bedingungslos an Demokrit anschlossen. Die Töne erschienen diesen wie durch die Luft schwebende Gegenstände — *εἴδωλα* — von bestimmter Gestalt; die Bewegung selbst wird als *ῥεῦμα*, als Ausfluss, bezeichnet. Bei dieser Anschauung mussten sich zwei Schwierigkeiten ergeben, denen aber beiden schon Demokrit abgeholfen hat. Erstens: wie ist es möglich, dass man einen Ton gleichzeitig von allen Seiten in ganz gleicher Weise hört? Antwort: das *ῥεῦμα* zerschlägt sich in lauter kleine Bruchstücke von gleicher Gestalt (*εἰς ὁμοιοσχήμονα θρύπτεται θραύσματα* Plac. IV. 19, 2 f.). Nun aber die zweite Schwierigkeit: Wenn ein Ton in weitem Umkreis hörbar ist, so müssen die *θραύσματα* so unendlich klein sein, um den ganzen Raum auszufüllen, dass schwer zu denken ist, dass sie das Ohr noch wirksam erschüttern können. Da nahm Demokrit sinnreich an: Durch die Erschütterung, welche die Schallatome verursachen, gruppieren sich auch die gleichgestalteten Atome der Luft selbst zu einander — gleichwie beim Sieben oder Worfeln sich Gleiches zu Gleichem gesellt —, runde zu runden, dreieckige zu dreieckigen u. s. w., und diese nehmen an der Bewegung teil und setzen sie fort.

Die ganze Vorstellung von Atomen und dazwischen liegendem leeren Raum, auf der diese Anschauung basiert, verwarfen die Stoiker und erklären die Luft für ein zusammenhängendes Ganze ohne leere Zwischenräume (vgl. Plac. IV. 19,5 und noch gründlicher Seneca nat. quaest. II 6). Durch den Schall gerät sie in eine Wellenbewegung, vergleichbar der Bewegung des Wassers, wenn ein Stein hineingeworfen wird; nur dass die letztere in Kreisen d. h. nach zwei, die Schallbewegung dagegen in Kugeln, d. h. nach drei Dimensionen, vor sich geht (*καὶ αὕτη μὲν κυκλικῶς κινεῖται, ὁ δ' ἀὴρ σφαιρικῶς*). Die Bewegung ist hier treffend dargestellt, aber der Schall selbst ist nicht identisch mit ihr, sondern wird durch sie nur dem Ohre vermittelt. Ganz klar tritt das Verhältnis nicht hervor. Seneca bezeichnet den Schall einmal (II 6, 2) als intentio aeris (also ein *πάθος*, was bei Aristoteles nur erst die Vorbedingung, *δύναμις*, des Schalles war), ein andermal (ib. 29, 1) definiert er ihn direkt als ictus aer.

Demokrit hatte einfach erklärt, wenn die bewegten und nach gleicher Gestalt gruppierten Atome an das Ohr schlügen, so entstehe die Empfindung des Tons (*τούτων ἐμπιπτόντων ταῖς ἀκοαῖς ἀποτελεῖσθαι τὴν αἴσθησιν τῆς φωνῆς*). Damit ist der subjektive Charakter der Tonempfindung deutlich ausgesprochen. Aber die Epikureer, die ihm das nachsagen, sagen es ihm nur gedankenlos nach; denn schon Epikur selbst vermag die Tragweite der demokritischen Anschauung nach dieser Seite hin nicht zu fassen.

Epikur giebt im Brief an Herodot § 52 zwar die Zerschlagung des Schalles in kleine Teilchen zu; aber dieselben bewahren ihm eine innere Beziehung auf einander, einen gewissen einheitlichen Zusammenhang, der bis zum tönenden Körper reicht (*ὄγκους . . . . . ἅμα τινὰ διασώζοντας συμπάθειαν πρὸς ἀλλήλους καὶ ἑνότητα ἰδιότροπον διατείνουσαν πρὸς τὸ ἀποστεῖλαν καὶ τὴν ἐπαίσθησιν τὴν ἐπ' ἐκείνου ποιοῦντας*). Nur so können diese Atome die Träger des vom Körper ausgehenden Tones sein — (dieser scheint mit der *ἐπαίσθησις* gemeint zu sein und letztere vielleicht identisch mit der *παραφωνή*, deren Eintritt in das Gehör, wie Aelian bei Porphyrius 216 als epikureische Lehre citiert, Ursache der Tonempfindung ist; sehr klar ist unsre Stelle nicht) —; die hinzutretende Mitwirkung der Luftatome, die Demokrit annahm, wird darum wieder verworfen.

Offenbar hat Aristoteles den Epikur soweit beeinflusst, dass er einen objektiven Schall verlangt, der nicht mit der Schallbewegung identisch ist, sondern von ihr getragen an das Ohr gelangt, wie wir das oben bei Simplicius fanden.

In dem schon berührten plutarchischen Tischgespräch (8, 3), an welchem Epikureer teilnehmen, erhebt sich die Frage, warum man in der Nacht besser und weiter hört als am Tage. Darauf wird folgende Erklärung Epikurs citiert: Die Atome der Luft ballen sich infolge der Kühle der Nacht dichter zusammen und vergrössern so die zwischen ihnen liegenden Zwischenräume. Der Schall kann daher ungehinderter durchpassieren, während er bei Tage durch den Widerstand der Luft mehr zerstört und unkenntlich gemacht wird. Die Luft also, weit ent-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

fernt Bedingung des Schalles zu sein (— Demokrit hatte ihr wenigstens Mitwirkung zugestanden —), erscheint eher als ein Hindernis desselben. Dieser durch die Luftatome sich hindurchdrängende Schall — wir müssen uns darunter die Gesamtheit der das *ῥεῖμα* bildenden, durch *συμπάθεια* verwandten Partikelchen denken — erscheint als eine materialistische Vergröberung der aristotelischen Schallenergie, die ja auch von der Luft im Wesen verschieden ist.

Ungelöst blieb nach wie vor die Frage, worin denn eigentlich der Unterschied zwischen Hoch und Tief bestehe. Die Behauptung, es decke sich mit dem Gegensatz von Schnell und Langsam, war von Aristoteles als ungenügend verworfen worden. Andere sahen den Unterschied in einem Mehr und Weniger, Stärker und Schwächer, Grösser und Kleiner; es erhob sich wiederum die Frage, ob der tiefere Ton oder der höhere das Recht habe, für grösser und stärker zu gelten; für beides liessen sich plausible Gründe anführen. Theophrast im 89. Fragment lässt sich ausführlich darüber aus. Uns interessieren alle diese Definitionen hauptsächlich deshalb, weil sie uns zeigen, wie die Alten nicht im stande waren, die Tonlage als eine dem Gehörsinn eigentümliche Empfindung, die sich durch keinen Vergleich erklären lässt, aufzufassen; sie konnten es nicht, weil sie darauf ausgingen, die Eigenart dieser Empfindung als etwas aussersinnlich Vorhandenes nachzuweisen, wobei sie denn auf allerlei Gegensätze stiessen, die sich alle mit dem zu Erklärenden nicht deckten.

Ein Hauptproblem ist aber noch zu berühren: Wie ist es möglich, dass zwei verschiedene Töne zusammen an das Ohr gelangen und, wenn es konsonante Töne sind, auch als etwas Zusammengehöriges empfunden werden können?

Plato ist noch der Meinung, wie wir oben sahen, dass die höheren Töne vorauseilen (*πρότεροι καὶ θάττονες* Timaeus 80 A f.)[1]. Die tieferen Töne aber holen die hohen ein (*καταλαμβάνουσιν*), wenn deren Bewegung nachzulassen und der ihrigen ähnlich zu werden beginnt, *ἀποπαυομένας* (scil. *τὰς κινήσεις*) *ἤδη τε εἰς ὅμοιον ἐληλυθυίας*. Ob dies geschieht, nachdem bereits der hohe Ton für sich allein ans Ohr gelangt ist, wie Plutarch (Platon. quaest. 7, 9) und Boethius (de mus. I c. 30) annehmen, oder schon unterwegs dahin, lässt sich nicht sagen. Platos Worte schliessen die letztere Erklärung nicht aus. Etwas dunkel ist das *εἰς ὅμοιον ἐλθεῖν*. Jedenfalls ist kein Tieferwerden des hohen Tons gemeint, wie Boethius, seine Vorlage vergröbernd, behauptet. Vielmehr bringen die tieferen Töne die höheren zu einer langsameren Bewegung, die aber eine gewisse Analogie zu der eben beendeten schnelleren hat (*ἀρχὴν βραδυτέρας φορᾶς κατὰ τὴν τῆς θάττονος, ἀπολήγούσης δὲ ὁμοιότητα προσάψαντες*), und so entsteht aus der Vermischung von hoch und tief eine einheitliche angenehme Empfindung. Sehr deutlich ist die Stelle nicht, nur das sehen wir, dass Plato sich den Ton von seiner Bewegung unabhängig denkt. Boethius wusste darin besser Bescheid, deshalb setzte er das Langsamerwerden der Bewegung des hohen Tones ohne weiteres mit einem Tieferwerden desselben gleich, was Plato nicht gemeint hatte.

Also es entsteht erst ein Drittes durch die Verbindung der zwei Töne, und dieses nimmt das Ohr wahr. Noch energischer wird dieser Gesichtspunkt von Aristoteles betont in der Schrift *περὶ αἰσθήσεως καὶ αἰσθητῶν* c. 7. Das Ohr kann nicht zwei Wahrnehmungen in einem unteilbaren Moment (*ἐν ἀτόμῳ χρόνῳ*) machen; also nicht die beiden Töne, sondern die aus ihnen resultierende Mischung, ihr *μῖγμα*, wird wahrgenommen. An derselben Stelle heisst es von zwei Tönen, die in der Oktave zu einander stehen, dass sie *ἀφανίζει ἄλληλα*, d. h. in dem Ganzen, das sie zusammen bilden, selbst ganz verschwinden.

Eine andere Erklärung für die Wahrnehmung der Konsonanz findet sich in dem

---

1) *Διωκτέον . . . . ὅσοι φθόγγοι ταχεῖς τε καὶ βραδεῖς ὀξεῖς τε καὶ βαρεῖς φαίνονται, τοτὲ μὲν ἀνάρμοστοι φερόμενοι δι' ἀνομοιότητα τῆς ἐν ἡμῖν ὑπ' αὐτῶν κινήσεως, τοτὲ δὲ ξύμφωνοι δι' ὁμοιότητα. τὰς γὰρ τῶν προτέρων καὶ θαττόνων οἱ βραδύτεροι κινήσεις ἀποπαυομένας ἤδη τε εἰς ὅμοιον ἐληλυθυίας, αἷς ὕστερον αὐτοὶ προσφερόμενοι κινοῦσιν ἐκείνας* (*ἐκείνους?*), *καταλαμβάνουσι, καταλαμβάνοντες δὲ οὐκ ἄλλην ἐπεμβάλλοντες ἀνετάραξαν κίνησιν, ἀλλ' ἀρχὴν βραδυτέρας φορᾶς κατὰ τὴν τῆς θάττονος, ἀπολήγούσης δὲ ὁμοιότητα προσάψαντες μίαν ἐξ ὀξείας καὶ βαρείας ξυνεκεράσαντο πάθην* etc.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Schriftchen *περὶ ἀκουστῶν*. Die schwingende Saite, wird dort auseinandergesetzt, giebt eine Kette von Einzeltönen in schneller Aufeinanderfolge von sich. Wenn nun zwei verschieden hohe Töne zusammen erklingen, so müssen wegen der verschiedenen Schnelligkeit der Schwingungen die genannten Einzeltöne abwechselnd zusammen- und auseinanderfallen. Da nun eine Reihe von Tönen immer mit denen des konsonierenden Klanges zusammentrifft, bei den dazwischenliegenden aber, wo sie auseinanderfallen, die Zeiträume, die sie trennen, unmerkbar klein sind, so haben wir den Eindruck, als ob die beiden Töne fortlaufend nebeneinander hergingen.[1]) Die Autorschaft des Aristoteles, dessen Namen diese Schrift trägt, wird geleugnet (vgl. Zeller II 2, 95); mit Recht, denn — abgesehen davon, dass die Bewegungsverhältnisse, denen gerade Aristoteles den Stempel des Unwesentlichen aufgedrückt hatte, hier auffällig in den Vordergrund rücken — so werden gerade die beiden Erscheinungen, die der Verfasser abwechselnd eintreten lässt, von Aristoteles an der oben genannten Stelle (de sensu et sensili c. 7) ausdrücklich bestritten: sowohl das gleichzeitige Wahrnehmen der beiden Töne (*μιᾷ αἰσθήσει ἅμα δυοῖν οὐκ ἔστιν αἰσθάνεσθαι, ἂν μὴ μιχθῇ*)[2]) als auch ihr Wechsel in unmerkbar kleinen Zeiträumen.

An das *μῖγμα* des Aristoteles, also das einheitliche Ganze, in dem die beiden konsonierenden Töne aufgehen, knüpft Theophrast an in seiner ausführlichen Auseinandersetzung über die Konsonanz (frg. 89). Er erklärt, eine solche Verschmelzung sei nicht möglich, wenn der hohe Ton dem tiefen gegenüber ein Mehr oder Weniger darstelle. Vielmehr muss seiner Ansicht nach durchaus eine Ausgleichung stattfinden, die er auf die verschiedenste Weise versucht. Die höhere Saite, heisst es, habe vor der tieferen die stärkere Spannung voraus, dafür die tiefere, die dicker sei als die hohe, die grössere Masse des Tones. Oder: der hohe Ton dringt weiter, der tiefe dagegen ist in der Nähe voller und kräftiger; und was man sich sonst ausdenken kann, um ein Gleichgewichtsverhältnis zwischen hoch und tief zu behaupten. Aelian (bei Porphyrius 218) sagt: Die beiden konsonierenden Töne gehen in einander auf und ergeben ein Drittes — gleichwie Wein und Honig, richtig gemischt, ein Getränk geben, das keinem von beiden gleicht —, aber nur unter der Bedingung, dass keiner der beiden Bestandteile prävaliert, *μηδέτερον ἐπικρατεῖ*.

So verläuft diese Untersuchung in herumtastender Weise in allgemeinen Vergleichen und Redensarten. Man ist auf getrennten Wegen marschiert im Altertum. Die älteren Pythagoreer glaubten mit ihren akustischen Entdeckungen auf dem direkten Wege zu metaphysischer Erkenntnis zu sein. Aristoteles zerstörte diesen Traum und wies jenen Entdeckungen ihren richtigen Platz als blossen Bereicherungen physikalischen Wissens an. Das philosophische Interesse für letzteres war noch zu wenig entwickelt; Aristoteles rückt das psychologische Interesse in den Vordergrund, eine spätere Zeit das ethische. Stoiker und Epikureer zeigen sich von Aristoteles beeinflusst und kümmern sich erst recht nicht um die pythagoreischen Aufstellungen. Die Pythagoreer wiederum gehen den eingeschlagenen Weg allein weiter und vervollkommnen, soweit es möglich ist, die Entdeckungen ihrer Altmeister, ohne einen Blick zu thun auf das vergebliche Suchen der Peripatetiker nach dem Wesen der Töne, die auch diese nicht da zu suchen gelernt hatten, wo sie in Wirklichkeit erst entstehen. Als dann die Erkenntnis dämmerte, dass beide Teile sich die Hand reichen müssten, da fielen die Versuche, die beiderseitigen Lehren in eins zu verarbeiten, so plump aus, dass damit nichts gefördert wurde. Erst der Neuzeit ist es vorbehalten geblieben, die physikalische wie die psychologische Untersuchung neu aufzunehmen und den beiden die richtige gegenseitige Stellung anzuweisen.

1) 804 A: *Διὰ τὶ περισυγκαταλαμβάνεσθαι τοὺς ἑτέρους ἤχους ὑπὸ τῶν ἑτέρων καὶ γίγνεσθαι τὰς καταπαύσεις αὐτῶν ἅμα, λανθάνουσιν ἡμᾶς αἱ μεταξὺ γιγνόμεναι φωναί. πλεονάκις μὲν γὰρ ἐν πάσαις ταῖς συμφωνίαις ὑπὸ τῶν ὀξυτέρων φθόγγων αἱ τοῦ ἀέρος γίγνονται πληγαὶ διὰ τὸ τάχος τῆς κινήσεως. τὸν δὲ τελευταῖον (?) τῶν ἤχων ἅμα συμβαίνει προσπίπτειν ἡμῖν πρὸς τὴν ἀκοὴν καὶ τὸν ἀπὸ τῆς βραδυτέρας γιγνόμενον.*

2) Nur das gemeinsame Centrum der Sinnesorgane, das *κοινὸν αἰσθητήριον*, kann nach Aristoteles mehreres gleichzeitig percipieren, und auch nur Heterogenes, z. B. *λευκόν* und *γλυκύ*. S. Trendelenb. z. Ar. de an. praef. 136.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf