

## Differenztöne und Konsonanz.

Von

C. STUMPF.

Nachdem die Begründung der Konsonanzlehre auf die Obertöne mißlungen und die Unmöglichkeit des HELMHOLTZschen Standpunktes unter den Psychologen meines Wissens allgemein anerkannt ist, hat neuerdings F. KRUEGER an Stelle der Obertöne die Differenztöne herangezogen. Seinen Ausführungen, die 1903 erschienen<sup>1</sup>, fehlt noch der Schluß. Aber die zweite Abhandlung enthält bereits eine so klar zusammenhängende, insbesondere psychologisch wohlverständliche Darstellung, daß ich nicht länger zögern möchte, die unlöslichen Bedenken, denen mir doch auch diese Theorie ausgesetzt scheint, kurz vorzutragen. Zuvor jedoch eine Übersicht der Lehre.

In ausgedehnten experimentellen Untersuchungen<sup>2</sup> glaubt KRUEGER gefunden zu haben, daß zwei gleichzeitige einfache Töne im allgemeinen fünf Differenztöne erzeugen. Rechnerisch erhält man sie durch fortgesetzte Subtraktion der kleinsten von der zweitkleinsten Schwingungszahl. Also z. B. beim Verhältnis 7:12 entstehen die den Verhältniszahlen 5, 2, 3, 1, 1 entsprechenden Töne, wovon in diesem Falle die beiden letzten zusammenfallen und sich verstärken. Wenn nun zwei von diesen Differenztönen einander nahe genug liegen, ergeben sie Schwebungen und außerdem nach KRUEGER einen Zwischenton, der statt ihrer oder (bei etwas größerer Distanz) neben ihnen wahrgenommen werden könne und einen eigentümlich verschwommenen Eindruck mache: ähnlich wie man dies auch bei

<sup>1</sup> Differenztöne und Konsonanz. *Archiv f. d. gesamte Psychologie* 1, 205 f. 2, 1 f.

<sup>2</sup> Beobachtungen über Zweiklänge. *Wundts Philosophische Studien* 16, 307 f., 568 f. Zur Theorie der Kombinationstöne. *Dasselbst* 17, 185 f.

kleinen Intervallen von Primärtönen beobachte. Z. B. beim Intervall 256:315 (zwischen der kleinen und großen Terz) erhalten wir rechnerisch die Differenztöne 59, 197, 138, 79, 20. Hiervon liegen aber 59 und 79 einander so nahe, daß sie nach KRUEGER einen Zwischenton bilden müssen.

Auf diese beiden Erscheinungen, Schwebungen und Zwischentonbildung der Differenztöne, ist in erster Linie KRUEGERS Lehre gebaut. Ich gebe sie in folgenden Thesen genau nach seiner Fassung und seinem Gedankengang wieder:

1. Von allen Zusammenklängen sind die konsonanten allein frei von Differenztonschwebungen (S. 14).<sup>1</sup> — 2. Jeder dissonante Zweiklang enthält als tiefsten Teil des Klangganzen eine bestimmte Prime, also Schwebungen und einen Zwischenton (S. 15). — 3. In der Rauhigkeit dieser Differenztonschwebungen und in dem eigenartigen (unbestimmten, breiten, verschwommenen, zwiespältigen, in sich selbst unreinen) Charakter des resultierenden Zwischendifferenztones liegt das erste Moment des unerfreulichen Eindruckes der Dissonanz (S. 25–34). Während also HELMHOLTZ die Rauhigkeit der Schwebungen als das entscheidende Merkmal betrachtet, legt KRUEGER das größere Gewicht auf die unreinliche Qualität des damit verbundenen Zwischentones. — 4. Eine Folge der unter 1–3 angegebenen Unterschiede ist die Klarheit und Einfachheit der Konsonanzen gegenüber der durch die Zwischentöne bedingten Verschwommenheit und Ungleichartigkeit der Dissonanzen. Denn die Eigenschaften der Teile eines Klanges übertragen sich auf das Ganze, wenn die Teile nicht gesondert bemerkt werden. Aber auch wenn sie gesondert bemerkt werden, erscheinen alle wahrgenommenen Teiltöne eines konsonanten Zusammenklanges klar, einfach, qualitativ bestimmt und selbständig, während Dissonanzen mindestens an einem Punkt, in ihrer Grundlage, eine verschwommene, zwiespältige, rauhe, schwebende Tonmasse enthalten (S. 36f.). — 5. Dazu kommt, daß die Zahl der Differenztöne bei den Konsonanzen durchschnittlich kleiner ist, weil von den fünfzehn immer mindestens zwei zusammenfallen. Daher und wegen der damit zusammenhängenden besonderen Stärke des tiefsten Differenztones werden Konsonanzen als einheitlich aufgefaßt, und um so mehr, je voll-

<sup>1</sup> Die folgenden Seitenzahlen beziehen sich alle auf die zweite Abhandlung im *Archiv f. d. ges. Psych.*

kommener die Konsonanz ist (S. 38). — 6. Ferner besitzen die Konsonanzen eine gröfsere Ähnlichkeit mit dem musikalischen Einzelklang, da die Differenztöne dieselbe Zahlenreihe, also dieselben Intervalle herstellen, welche bei diesem durch die Obertöne gegeben sind. Diese Ähnlichkeit mit dem Einzelklang wirkt zwar psychologisch nur in der Form einer Assoziation, trägt aber gleichfalls bei, Konsonanzen relativ einfach oder einheitlich erscheinen zu lassen (S. 42f.). — 7. Da nun Einzelklänge zu den frühesten und vertrautesten Wahrnehmungen des Ohres gehören, so machen infolge der erwähnten Ähnlichkeit Konsonanzen den Eindruck der Bekanntheit. Zu demselben Eindruck wirken aber noch die beiden Umstände mit, dafs Konsonanzen unter sich ähnlicher sind als Dissonanzen unter sich und dafs sie häufiger sind als diese (S. 44f.). Doch wird der Bekanntheitseindruck von KRUEGER nur als sekundäres Merkmal bezeichnet, da und insofern er die unter 1—5 angegebenen primären Empfindungsmerkmale voraussetzt (S. 47). — 8. Die Dissonanzen werden auf Konsonanzen bezogen, indem sie als Verstimmungen von Konsonanzen und als gegensätzlich zu diesen aufgefaßt werden, und zwar geschieht dies a) wegen der Bekanntheit der Konsonanzen (da Fremdartiges auf Bekanntes bezogen wird), b) wegen der Einfachheit der Konsonanzen, wodurch sie den Charakter des Normalen, des natürlichen Zieles gleichzeitiger Tonverbindungen erhalten. (S. 48f.) —

KRUEGER ist der Meinung, dafs die von mir und anderen gegen die HELMHOLTZsche Konsonanztheorie gerichteten Einwendungen seine Fassung nicht treffen. In der Tat kann wenigstens einer der Haupteinwände gegen HELMHOLTZ, dafs nämlich der Unterschied von Konsonanz und Dissonanz auch bei einfachen Tönen bestehen bleibe, nicht ohne weiteres gegen diese neue Lehre angeführt werden. Denn einfache Töne haben keine Obertöne, aber sie liefern Differenztöne. Allerdings wird man zu prüfen haben, ob die Zahl und Lage der Differenztöne und ob die durch dieselben verursachten Erscheinungen, namentlich bezüglich der Zwischentöne, mit KRUEGERS Angabe übereinstimmen. Aber zum mindesten widerspricht die Konsonanz einfacher Töne nicht von vornherein dem Prinzip der Theorie.

Auch der von mir angegebene dissonante Fünfklang<sup>1</sup>, der

<sup>1</sup> *M. Beiträge z. Akustik u. Musikwissenschaft I, S. 6.*

von Obertonschwebungen frei ist, kann hiergegen nicht mehr ins Feld geführt werden. KRUEGER hat richtig nachgewiesen, daß schon die unzweifelhaft vorhandenen ersten und zweiten Differenztöne dieses Zusammenklanges untereinander Schwebungen geben müssen (S. 7). Ich finde zwar die Schwebungen auch jetzt so gut wie unmerklich, wenn man die Stimmgabeln nur entsprechend leise angibt. Auch die Herren Dr. ABRAHAM und Dr. v. HORN-BOSTEL haben unter diesen Umständen, als wir den Fünfklang wieder herstellten, nichts von Schwebungen, weder über noch unter den Primärtönen, wahrgenommen (während allerdings bei starkem Anschlag, namentlich der tiefen Gabeln, solche zum Vorschein kommen). Ich gebe aber zu, daß HELMHOLTZ wenigstens theoretisch von den Obertönen auf die Differenztöne hätte rekurrieren können, um das Schwebungsprinzip zu retten, und daß ich in der Konstruktion des Beispiels auch darauf hätte Rücksicht nehmen müssen. Daß es jedoch zum mindesten bei Zwei- und Dreiklängen möglich ist, auch Differenztonschwebungen auszuschließen, werden wir bald sehen.

Ich beabsichtige nun in keiner Weise hier auf die tatsächlichen Grundlagen der Lehre in bezug auf die hörbaren Differenztöne und ihre Zwischentöne einzugehen. Diese Fragen mögen einer späteren Gelegenheit vorbehalten bleiben. Ausdrücklich also setze ich in allem folgenden KRUEGERS Thesen über Differenztöne und deren Zwischentöne als uneingeschränkt richtig voraus. Angenommen, daß sie den akustischen Tatsachen entsprechen, so fragen wir nur: deckt sich seine Konsonanzlehre in all ihren Konsequenzen mit den Tatsachen des musikalischen Gehörs? Sind unter allen Umständen, wo wir mit Sicherheit Konsonanzen und Dissonanzen unterscheiden, die von ihm angegebenen Voraussetzungen vorhanden, und decken sich die Fälle, die nach allgemeinem Urteil als Konsonanzen und die als Dissonanzen bezeichnet werden, mit denen, die nach seinen Kriterien so zu bezeichnen wären?

1. Daß dies nicht der Fall ist, zeigt schon ein einfaches Beispiel. Das Intervall 8:11 gehört zweifellos zu den Dissonanzen. Es liegt zwischen der Quarte und der Quinte. Die fünf Differenztöne KRUEGERS haben hier die Verhältniszahlen 3, 5, 2, 1, 1. Nehmen wir nun Primärtöne von der absoluten Höhe 800:1100 ( $800 = \text{gis}^2$ ), so verstehe ich nicht, wieso die Differenztöne 100, 200, 300, 500 untereinander oder mit den Primärtönen nach

KRUEGER noch störende Schwebungen oder Zwischentöne bilden sollen. Die Oktave 100:200 und die Quinte 200:300 mögen noch Spuren von Rauigkeit aufweisen, wenn man sie mit einem einzelnen einfachen Ton vergleicht: aber dergleichen verschwindende Reste dürfte KRUEGER selbst nicht für die Dissonanz verantwortlich machen. Zwischentöne treten nach seiner eigenen Angabe nur in Verbindung mit Schwebungen auf, und er hat sie zwischen Primärtönen mittlerer Region nur bis zur kleinen Terz beobachten können; während die sämtlichen Differenztöne, die in unserem Fall entstehen und die gleichfalls der mittleren Region angehören, miteinander und mit den Primärtönen Intervalle bilden, deren kleinstes eine Quinte ist. Übrigens kann man das Ganze auch noch eine Oktave höher legen; dann erhält man eben 200, 400, 600, 1000 als Differenztöne, wo von Schwebungen, also auch von Zwischentönen, vollends keine Rede sein kann.

Eine ausgesprochene Dissonanz würde also nach KRUEGERS Definition zu den vollkommenen Konsonanzen gehören.

Dies ist nun aber nicht etwa ein einzelner Fall. Die Sache liegt ebenso bei 11:15, 13:18, 5:7, 12:17, 7:10, 9:13, die sämtlich zwischen Quarte und Quinte liegen, bei 9:14, 7:11, 12:19, 8:13, 11:18, die zwischen Quint und großer Sexte liegen, bei 11:14, 7:9, 10:13, 13:17 zwischen großer Terz und Quarte, bei 9:11, 13:16 zwischen kleiner und großer Terz, bei 10:17, 7:12, 11:19 zwischen großer Sexte und natürlicher Septime, bei der kleinen Septime 5:9 usw. Die fünf Differenztöne liegen in allen diesen Fällen, wenn als Einheit 100 oder eine noch höhere Zahl gewählt wird, zu weit auseinander, um noch Schwebungen oder Zwischentöne zu liefern. Das kleinste Intervall der Differenztöne untereinander und mit den Primärtönen ist in allen diesen Fällen die große Terz. Alle resultierenden Intervalle überschreiten also die Grenze möglicher Zwischentöne.

Noch unzählige andere Kombinationen, für die das nämliche gilt, ergeben sich bei Intervallen, die über die Oktave hinausgehen, wie 3:7, 4:9, 4:11, 5:14 usw., wobei ein oder mehrere Differenztöne zwischen die Primärtöne fallen, sämtliche Töne aber weit voneinander abstehen.

Man kann sogar Dreiklänge herstellen, bei denen alle drei Töne untereinander zweifellos dissonieren, ohne daß die nach den KRUEGERSchen Regeln entstehenden Differenztöne im geringsten Schwebungen oder Zwischentöne liefern können. In

den folgenden Reihen, in denen durch Summierung zweier Glieder immer das nächstfolgende entsteht und die man nach diesem Gesetz auch noch weiter führen kann, lassen sich nach Belieben je drei unmittelbar aufeinanderfolgende Glieder zu einem Dreiklang solcher Art vereinigen:

$$\begin{aligned} 3 &: 7 : 10 : 17 : 27 \dots \\ 4 &: 9 : 13 : 22 : 35 \dots \\ 5 &: 9 : 14 : 23 : 37 \dots \\ 5 &: 13 : 18 : 31 : 49 \dots \\ 7 &: 9 : 16 : 25 : 41 \dots \\ 8 &: 11 : 19 : 30 : 49 \dots \\ 8 &: 13 : 21 : 34 : 55 \dots \end{aligned}$$

Und so kann man auch noch eine Menge anderer Reihen konstruieren und in Töne übersetzen, 11 : 24 : 35 usf. Man muß nur immer die absolute Tonhöhe so wählen, daß die drei Primärtöne noch in der mittleren, musikalisch brauchbaren Tonregion liegen (denn sonst hört freilich auch der Unterschied von Konsonanz und Dissonanz auf). Und ferner muß der Koeffizient, mit dem die Verhältniszahlen multipliziert werden, um die absoluten Schwingungszahlen zu erhalten, groß genug sein, damit die zwischen den Differenztönen entstehenden Abstände mindestens 100 Schwingungen betragen.

Die hier angeführten Dreiklänge habe ich in Wirklichkeit hergestellt, wenigstens den ersten Dreiklang jeder Reihe, gelegentlich auch den zweiten. Mit Hilfe der auf die Grundzahlen 50 und 100 und ihre Multipla abgestimmten Gabeln des Berliner psychologischen Instituts sowie eines STERNschen Tonvariators mit sechs Flaschen ist dies mit Leichtigkeit auszuführen. Wenn die Verhältnisse rein hergestellt sind, bringt die Hinzufügung des höchsten Tones zu den zwei tieferen nichts mehr an Differenztönen zum Vorschein als was schon durch die beiden tieferen Töne allein gegeben war, wie dies auch der Rechnung entspricht.

Die Gefühlswirkung dieser Dreiklänge ist eine verschiedene. Nicht immer wird man den Zusammenklang geradezu unangenehm oder widerwärtig nennen. So z. B. könnte man sich mit den Dreiklängen der letzten Reihe (bei denen das Intervall je zweier benachbarter Töne annähernd eine kleine Sexte ist)



vom Gefühlsstandpunkt vielleicht abfinden. Aber daß auch solche nicht gerade unangenehme Zusammenstellungen doch dissonant sind, kann ein Kundiger nicht bezweifeln. Und wenn ein minder Geübter, doch nicht Unmusikalischer, im Zweifel ist, braucht man nur einen wirklich konsonanten Dreiklang dagegenzustellen, um richtigen Bescheid zu erhalten, welcher von beiden konsonant und welcher dissonant ist. Man sieht eben wieder, daß Dissonanz nicht so viel ist wie Unannehmlichkeit.

In vielen Fällen aber, wie z. B. bei  $4 : 9 : 13$ ,  $5 : 9 : 14$ ,  $5 : 13 : 18$ ,  $8 : 11 : 19$  ist auch die Gefühlswirkung für das musikalische Ohr eine abscheuliche. Dazu muß man noch in Betracht ziehen, daß bei diesen Dreiklängen die entstehenden Differenztöne alle mehrfach vertreten sind und sich gegenseitig verstärken müssen, daß sie ferner auch teilweise mit den Primärtönen zusammenfallen und diese wieder verstärken, so daß also die Bedingungen des Konsonierens nach KRUEGER sogar im höchsten Maße gegeben sein müßten. Z. B. bei  $3 : 7 : 10$  erhalten wir von allen drei Tonpaaren nur die Differenztöne 1, 2, 3, 4, 7, so zwar, daß der Ton 1 fünfmal, die Töne 2, 3 und 4 je dreimal vertreten sind und der Ton 7 mit dem Primärton 7 zusammenfällt. Der wundervollste Zusammenklang müßte so resultieren. Nun — wer weiß ob nicht die Zukunft eine neue Harmonielehre gerade auf diesem Grund erbaut. Aber wir haben es vorläufig mit der durch die vergangenen Jahrhunderte ausgebildeten Akkordlehre zu tun, und, was die konsonanten und dissonanten Intervalle selbst betrifft, auch mit Feststellungen von Jahrtausenden. Diese gilt es unter ein psychologisch durchsichtiges Prinzip zu bringen. Das Prinzip ist denn auch durchsichtig: aber sie fallen nicht darunter.

Nur einen Weg könnte ich mir allenfalls denken, um diese Widersprüche mit den Tatsachen des musikalischen Gehörs zu lösen. Man müßte annehmen, daß Differenztöne noch in erheblich größeren Abständen unter sich und mit Primärtönen Schwebungen und Zwischentöne gäben, als Primärtöne untereinander, daß also hier selbst im Zwischenraum einer Terz, einer Quarte, einer Quinte noch Unreinlichkeiten des Zusammenklanges entstanden. Unter dieser Voraussetzung würden nun aber umgekehrt anerkannte Konsonanzen zu Dissonanzen. So die Terz  $4 : 5$ , da ihre Differenztöne 2 und 3 eine Quinte, ferner 3 mit dem Primärton 4 eine Quarte bildet. Es blieben dann über-

haupt nur noch die Oktave und die Quinte als Konsonanzen übrig.

Und schliesslich: wo bleibt denn in allen angeführten Fällen jene verstimmte Prime, die die Klangbasis jedes dissonanten Intervalls sein soll? Die zwei untersten Differenztöne verhalten sich hier wie 1:2, auch gelegentlich wie 1:3, wie 3:5, 2:5. Kann man Oktaven, Sexten, Dezimen, Duodezimen noch als verstimmte Primen bezeichnen? —

Bringt die noch ausstehende Fortführung der Theorie eine befriedigende Lösung dieser anscheinend unlöslichen inneren Widersprüche, so will ich mich gern als voreiligen Nörgler bekennen. Aber vielleicht räumt mir der hochgeschätzte junge Forscher wenigstens ein, dass auch schon der bisherige Teil seines Gebäudes wesentliche Lücken hat, zu deren Ausfüllung besondere Feststellungen notwendig sind. Und dann wird sich zeigen, ob die Fundamente ungeändert bleiben können.

2. Inzwischen kommen aber noch folgende Bedenken hinzu.

a) Kombinationstöne lassen sich bekanntlich, ebenso wie Schwebungen, ganz oder nahezu dadurch zum Verschwinden bringen, dass man zwei Gabeln an die beiden Ohren verteilt.<sup>1</sup> Es ist zwar nicht richtig, dass sie dadurch in allen Fällen und unter allen Umständen verschwänden, wie früher behauptet wurde. Den Einschränkungen, die K. L. SCHAEFER angegeben hat, müssen wohl noch weitere beigefügt werden.<sup>2</sup> Die Luft- und die Knochenleitung müssen eben so reduziert sein, dass keine merkliche Übertragung von einem zum anderen Ohr stattfindet. Aber so viel ist gewiss, dass es möglich ist, Kombinationstöne unter

---

<sup>1</sup> Nach dem Vorschlag meines Kollegen DIELS möchte ich dies als *dichotisches Hören* bezeichnen gegenüber dem *diotischen*, bei welchem beide Ohren dieselben Töne hören, und dem *monotischen*, bei welchem nur ein Ohr beteiligt ist.

<sup>2</sup> SCHAEFER erhielt noch Differenztöne, wenn er eine Gabel leise, die andere laut angab; und zwar in dem Ohr, dem die leise Gabel geboten wurde, weil hier der andere Ton eben auch nur leise, also mit etwa gleicher Stärke, herüberkam (*Zeitschr. f. Psych.* 1, 93f.). Auch L. HERRMANN fand nur unter ganz speziellen Versuchseinrichtungen Differenztöne bei *dichotischem Hören* (*Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol.* 49, 513). Neuerdings hat P. ROSTOSKY Schwebungen — von Differenztönen spricht er nicht — selbst bei beiderseits leisester Tongebung noch erhalten, als die Beobachtungen Nachts von 12—2 Uhr angestellt wurden (*Wundts Phil. Stud.* 19, 568, 572).



bestimmten Umständen auf solche Weise selbst für sehr geübte Ohren völlig unwahrnehmbar zu machen.

Wählt man nun in solchen Fällen dissonante Töne, so bleibt gleichwohl ihre Dissonanz erhalten. Keiner, der überhaupt Dissonanzen und Konsonanzen unterscheiden kann, wird in Verlegenheit kommen, zu sagen, was er vor sich hat. Es ist in dieser Beziehung schlechterdings kein Unterschied zwischen dichotischem, diotischem und monotischem Hören, wenn auch das Rollen oder die Rauigkeit beim dichotischen wegfällt. Dieses Argument trifft also die neue Lehre ebenso wie die HELMHOLTZsche; ja es trifft sie noch stärker, denn Differenztöne und ihre Folgeerscheinungen sind auf diesem Wege noch leichter und vollständiger zum Verschwinden zu bringen wie Schwebungen der Primärtöne.<sup>1</sup>

Nun läßt sich freilich immer sagen: „die Differenztöne samt

---

<sup>1</sup> KRUEGER erwähnt gelegentlich (S. 63) einen Versuch MAX MEYERS, der eben dieses Mittel des dichotischen Hörens zum Ausschluss von Differenztönen benutzte, fügt aber bei: „natürlich ohne Erfolg. Es gibt nur ein Mittel, Differenztöne aus Zusammenklängen wirklich auszuschließen: Verkürzung der Klangdauer auf den Bruchteil einer Sekunde.“ Dieses „natürlich“ verstehe ich nicht. Dafs der Erfolg bei MEYER nicht vollständig war, kam von einer besonderen Versuchseinrichtung, die er aus anderen Gründen nicht entbehren wollte. Wenn man lose Stimmgabeln von mittlerer Höhe, nicht zu stark angeschlagen, rechts und links verteilt, ist der Erfolg für meine Ohren vollständig. Und selbst wenn Spuren noch erkennbar sein sollten, können doch solche mit der größten Mühe in stiller Mitternacht noch etwa erkennbare Reste den so kräftig ausgesprochenen und gerade bei geringer Stärke vollkommen deutlichen Unterschied in Hinsicht der Konsonanz nicht begreiflich machen.

Es gibt sogar noch einen Weg, die hörbaren Differenztöne wenigstens äußerst einzuschränken: die Darbietung sehr schwacher Töne, auch wenn sie einunddemselben Ohr gegeben werden. In diesem Fall erscheinen höchstens diejenigen Differenztöne, die im Falle mittlerer Stärke der Primärtöne sehr kräftig vorhanden sind. Dagegen macht für den Unterschied eines Intervalls als eines konsonanten oder dissonanten die Stärke überhaupt keinen Unterschied.

Bei äußerst kurzen Tönen allerdings ist es anders: da werden Konsonanzen und Dissonanzen in einer merkwürdigen Weise verwechselt, wie ich in einer früheren Abhandlung gezeigt habe. Dafs dies aber an dem Wegfalle der Differenztöne liege, würde man nur dann vermuten können, wenn dieser Wegfall auch beim dichotischen Hören denselben Einfluss hätte. Da er hier aber keinen Einfluss hat, können Differenztöne nicht unbedingt erforderlich sein.

ihren Zwischentönen sind da, auch wenn sie bei höchster Aufmerksamkeit nicht wahrgenommen werden, und es können auch solche Empfindungsreste unterhalb der Schwelle unser Gefühl noch beeinflussen.“ Immerhin wird es nicht leicht zu beweisen sein, daß sie noch da sind, und außerdem wäre doch wohl zu schließen, daß in solchen Fällen die Unannehmlichkeit, wenn nicht ganz verschwunden, doch auf ein Minimum herabgemindert, folglich das darauf gebaute Urteil „dissonant-konsonant“ wankend gemacht würde.

b) Weiter sei darauf hingewiesen, daß unter den Obertönen eines Einzelklanges, die mit steigender Ordnungszahl einander immer näher rücken, mit den Schwebungen zugleich auch Zwischentöne entstehen müssen, wenn anders auch unter schwachen Tönen bei genügender Kleinheit ihres Intervalls Zwischentöne zustande kommen. Also z. B. zwischen dem 7. und 8. oder noch höheren Obertönen, die in Zungenklängen sogar noch recht kräftig vorhanden sind. Ist nun die Beimischung von Rauigkeiten und Zwischentönen das Charakteristische der Dissonanz, so wird die Ähnlichkeit der Konsonanzen mit den obertonhaltigen Einzelklängen, auf die KRUEGER in der Durchführung seiner Lehre Gewicht legt (s. o. Nr. 6), schwer begreiflich. Vielmehr gerade Dissonanzen müssen dann eine auffallende Ähnlichkeit mit solchen Einzelklängen besitzen.

c) Ferner kann man die zur Dissonanz geforderten Bedingungen leicht auf künstlichem Wege auch bei vollkommenen Konsonanzen herstellen. Ich habe z. B. eine Oktave oder Quinte oder Terz oder einen reinen Dreiklang (400 : 500 : 600) mit einfachen Tönen angegeben und dazu gleichzeitig aus der Entfernung die beiden Resonanzgabeln 120 und 125 oder 100 und 120 oder 125 und 150 erklingen lassen, die untereinander immer Schwebungen und einen Zwischenton ergeben müssen, wie sie KRUEGER verlangt. Ich habe aber nicht finden können, daß dadurch der Charakter der Intervalle als einer Oktave usw. oder des Dreiklangs irgendwie alteriert oder unkenntlich gemacht würde. Man empfindet natürlich die Beimischung der schwebenden tiefen Töne als eine Modifikation des Gesamtklanges, aber sobald man die Aufmerksamkeit auf den Fragepunkt: „Konsonanz- und Intervallcharakter der beiden Haupttöne“ konzentriert, so wird man nicht mehr in seinem Urteil dadurch beeinflusst werden; so wenig wie durch eine summende Mücke, durch das Straßengeräusch oder

fernen Trommelwirbel. Es scheint mir einleuchtend, daß überhaupt dergleichen Beimischungen, mögen sie nun mehr oder weniger regelmäßig vorhanden sein, mit dem musikalischen Unterschied von Konsonanz und Dissonanz und dem darauf in erster Linie ruhenden Intervallbewußtsein nicht das geringste zu tun haben. Nicht einmal die angenehme Gefühlswirkung schien mir und meinen Mitarbeitern beeinträchtigt, wenn nur die tiefen Töne selbst so gewählt wurden, daß sie in Konsonanzverhältnissen zu den höheren standen. Dann wurde die leise Rauigkeit eher als eine angenehme Würze empfunden.

Wollte man hierauf erwidern, daß eben durch die Konzentration der Aufmerksamkeit auf die Primärtöne die Übertragung der Eigenschaften der beigemischten Eindrücke auf das Klangganze, auf die hier alles ankomme, verhindert werde: so müßte man auch die Konsequenz anerkennen, daß bei einer ausgesprochenen Dissonanz mit Zwischendifferenztönen usf. durch Konzentration der Aufmerksamkeit auf die Primärtöne der Dissonanzcharakter ebenso verschwinden müßte, daß also in allen Fällen, wo wir die Aufmerksamkeit auf die Primärtöne konzentrieren (was doch im musikalischen Gebrauch überhaupt durchgängig der Fall ist) der ganze Unterschied von Konsonanz und Dissonanz verschwände. Ist dies nicht ein geradezu absurdes Ergebnis? Kann man deutlicher dartun, daß die Merkmale der Konsonanz und Dissonanz den Tönen selbst zukommen müssen, die wir als konsonant oder dissonant bezeichnen, und nicht irgend welchen anderen Klangelementen?

Hätten wirklich dergleichen minimale Beimischungen eine Bedeutung für das musikalische Grundphänomen, wie sollte dann ein reiner Durdreiklang mittlerer Tonlage uns noch konsonant erscheinen, wenn wir ihn mit Zungen oder auch nur auf dem Klavier angeben, wo er doch eine Menge unter sich kollidierender Obertöne enthält? Wenn nun diese Kollisionen oberhalb der Primärtöne nichts an ihrer Konsonanz ändern, wie sollen sie solchen Einfluß erlangen, sobald sie nach unten verlegt werden? Ich sollte meinen, daß man nur an ein solches Beispiel zu denken brauchte, um unmittelbar die Unmöglichkeit aller Theorien zu erkennen, die das Phänomen der Konsonanz in erster Linie auf dergleichen Beimischungen zurückführen wollen.

Noch einen Ausweg aber möchte ich berühren, den man nicht bloß dem letzten sondern allen meinen Einwänden gegen-

über ergreifen könnte. Man könnte erwidern, daß bei Wegfall der primären Kriterien doch die sekundären übrig bleiben, die KRUEGER hinzugefügt hat, namentlich die „Bekanntheit“ der Konsonanzen.

Auch dieser Ausweg ist illusorisch. Denn wodurch könnte ein gegebenes Intervall den Eindruck des Bekannten oder des Einfachen usw. machen, wenn die Eigenschaften, durch die es sonst bekannt, einfach usf. erscheint, augenblicklich eben weggefallen sind oder gegenteiligen Eigenschaften Platz gemacht haben? Und wodurch könnte ein Intervall als weniger bekannt, als zusammengesetzt usw. erscheinen, wenn die primären Eigenschaften fehlen, die sonst an einem solchen Eindruck Schuld sind? KRUEGER selbst hebt es hervor (S. 47): „Die primär gegebenen Tatsachen der Empfindung wirken überall in die aufgezeigten Erfahrungszusammenhänge hinein und bilden deren notwendige Voraussetzung.“

Endlich: auch der Rekurs auf die Erinnerung kann nicht helfen. Ebenso wie HELMHOLTZ' Theorie nicht dadurch zu retten ist, daß man sagt: „Bei einfachen Tönen erinnern wir uns des Eindrucks, den das nämliche Intervall bei obertonreichen Klängen machte“<sup>1</sup> —, ebensowenig darf man sich hier damit beruhigen, daß etwa die dichotisch gehörten Intervalle uns an die monotisch gehörten erinnern. Wodurch sollten sie uns denn an bestimmte andere Intervalle erinnern? — Und so kann man auch gegenüber unserem ersten und stärksten Einwand nicht etwa erwidern, daß das Intervall 8 : 11 und sämtliche obenerwähnte Verhältnisse, bei denen selbst monotisch keine Schwebungen und keine Zwischentöne auftreten können, an Intervalle mit Schwebungen und Zwischentönen erinnern. Einem Psychologen wie KRUEGER brauche ich die Haltlosigkeit dieser Ausflucht nicht weiter zu verdeutlichen.

Nach wiederholtem Studium der KRUEGERSchen Abhandlung glaube ich auch die Wurzel seines Irrtums erkannt zu haben: seine ganze Theorie ist auf die Verstimmungen der Konsonanzen zugeschnitten, d. h. auf die sehr kleinen Abweichungen von den einfachsten Zahlenverhältnissen. Allent-

<sup>1</sup> S. m. Beiträge zur Akustik I, S. 16. Zustimmend KRUEGER *Arch. f. d. ges. Psych.* 1, 213.

halben wo er Beispiele und Beweise bringt, sind sie diesem Gebiet entnommen.<sup>1</sup> Er hat nicht oder nicht hinreichend auf die höchst zahlreichen Fälle geachtet, wie wir sie oben anführten, wo Verhältniszahlen zwischen etwa 6 und 20 vorliegen; ich möchte sagen: auf die ehrlichen Dissonanzen. Diese Richtung seiner theoretischen Betrachtung wurzelt aber wieder in der Einrichtung seiner experimentellen Untersuchung über Differenztöne, da unter den von ihm untersuchten Intervallen nur verhältnismäßig sehr wenige von diesen ehrlichen Dissonanzen vorkommen.

Bei den Verstimmungen der vollkommenen Konsonanzen, wenigstens der Oktave und der Quinte, spielen nun wirklich die Differenztöne eine Rolle. Jedenfalls sind hier Differenztonschwebungen vorhanden und können als Kriterium benutzt werden. Wenn man Klänge mit Obertönen hat, machen sie sich auch bei den Verstimmungen der Quartan, Terzen und Sexten noch geltend. Dies ist freilich nichts Neues, vielmehr von HELMHOLTZ bereits ausführlich erläutert. Der ganze elfte Abschnitt seines Werkes handelt davon. Auch hat HELMHOLTZ in dem

---

<sup>1</sup> Man vergleiche besonders die grundlegenden Deduktionen S. 9f. Wenn es S. 15 unten heisst: „Es wurde nachgewiesen, dass jeder dissonante Zweiklang als tiefsten Teil des Klangganzen eine verstimmte Prime enthält“, so sucht man vergeblich nach der Stelle, wo dieses nachgewiesen wäre. S. 9 heisst es nur: „Überall ergab sich schliesslich (bei den Experimenten) als Träger der Schwebungen der verstimmte Einklang, der bei jeder Verstimmung einer Konsonanz als tiefster Bestandteil des Klangganzen auftritt“.

Nun behauptet allerdings KRUZGER (S. 48), dass eben alle Dissonanzen, und zwar die musikalisch ungebräuchlichen am zwingendsten, als verstimmte Konsonanzen aufgefasst werden. Hierüber will ich augenblicklich nicht streiten. Aber es sei so: was würde denn die bloße Auffassung von 8:13 als einer verstimmten grossen oder kleinen Sexte helfen, wenn doch tatsächlich keine Schwebungen und Zwischentöne dabei auftreten können? Die sinnliche Grundlage, die den Konsonanzverstimmungen nach KRUZGER eigen ist, sie von den Konsonanzen selbst unterscheidet und zu Dissonanzen stempelt, fehlt eben hier. Der Erfahrene kann wohl auf Grund eines gewissen inneren Experimentierens sich sagen: wenn ich dieses Intervall noch ein wenig vergrößere, wird eine grosse Sexte daraus, wenn ich es verkleinere, eine kleine. Aber dadurch wachsen dem gehörten Klang die Eigenschaften nicht zu, die das Wesen der Dissonanz ausmachen sollen. Man müsste vielmehr erwarten, dass diese sämtlichen Zwischenintervalle längst als vollkommene Konsonanzen hätten erkannt werden müssen.

darauffolgenden Abschnitt den Einfluß von Differenztonschwebungen auf den Gefühlseindruck ganzer Akkorde, namentlich des Mollakkords, hervorgehoben. Ich wies gleichfalls gelegentlich auf derartige Einflüsse hin<sup>1</sup>, glaube aber nicht, daß zu HELMHOLTZ' Erörterungen in dieser Richtung noch etwas Wesentliches hinzuzufügen wäre.

Auch den positiven Beitrag, den schwebungsfreie Differenztöne zur wohltuenden Wirkung reiner konsonanter Intervalle und Akkorde liefern, möchte ich keineswegs verkennen. Jedes konsonante Intervall außer der Oktave ergänzt sich infolge seiner Differenztöne zu einem konsonanten Mehrklang, und zwar treten stets vollkommenere Konsonanzen dazu. Wenn man nun eine angenehme Wirkung von Konsonanzen als gegeben voraussetzt, so versteht man die doppelt angenehme Wirkung dieser Vervollständigung. Aber immer muß das Wesen und die Wirkung der Konsonanz dann schon auf irgendwelche andere Merkmale gegründet sein.

Kann ich somit die Grundidee KRUEGERS nicht als eine glückliche ansehen, so möchte ich doch schließlic mit um so stärkerer Betonung meine Zustimmung zu vielen Einzelheiten in dem, was er über die Bekanntheit und andere Eigenschaften der Konsonanzen feinsinnig ausführt, zum Ausdruck bringen.

Auf eine Diskussion der in WUNDTs *Philos. Stud.* 16, S. 624—663 von KRUEGER mitgeteilten sehr ausführlichen Tabellen möchte ich hier nicht eingehen, da ich nicht sehe, wie die Beweiskraft der vorstehenden Überlegungen dadurch irgend abgeschwächt werden könnte. Die Existenz von 5 Differenztönen, die in erster Linie daraus erschlossen werden sollte, haben wir ja für diese Überlegungen ohne weiteres vorausgesetzt. Man könnte nun etwa noch die zwei Rubriken „Schwebungen“ und „Gesamteindruck“ daraufhin vergleichen, ob die Versuchspersonen jedesmal, wo der Gesamteindruck als dissonant bzw. als unangenehm bezeichnet wurde, auch Schwebungen oder Rauigkeiten angaben und umgekehrt, ob ferner „konsonant“ und „angenehm“ mit dem Mangel von Schwebungen sich decken usf. Aber beweisend würden Koinzidenzen, wenn auch mehr davon vorkommen als man dem Zufall zuschreiben kann, immer noch nicht sein, weil bei un-musikalischen oder nicht ausgesprochen musikalischen Personen, wie sie unter den Versuchspersonen die Mehrheit bildeten, in der Tat das Urteil leicht von Schwebungen beeinflusst wird, wie sie denn auch für diese Nebenerscheinungen ein besonders feines Ohr haben, und weil bei Musikalischen wenigstens die Annehmlichkeit des Zusammenklanges davon beeinflusst werden kann (m. Beiträge z. Akustik I, S. 13f.).

<sup>1</sup> *Zeitschr. f. Psych.* 6, S. 37; ferner Beitr. z. Akustik I, S. 13f.



Gleichwohl vergleiche man nur beispielsweise den Fall 512 : 732 bei KRÜGER l. c. S. 643. Das Verhältnis fällt fast genau mit 7 : 10 zusammen ( $7 : 10 = 512 : 731,4$ ). Keine der vier Versuchspersonen gibt hier Schwebungen an. Man sollte also erwarten, daß das Intervall mit Entschiedenheit als konsonant bzw. als angenehm bezeichnet würde. Und doch bezeichnen drei Personen den Eindruck als dissonant (dies ergibt sich aus den Äußerungen „dissonanter“, „im wesentlichen unverändert“, „ähnlich“, wenn man die Vergleichsintervalle nachschlägt). Die vierte enthält sich der Äußerung. Einen Beweis gegen KRÜGER entnehme ich nicht daraus; könnte man aber etwas folgern, so wäre es doch nur dies, daß Dissonanz ohne Schwebungen möglich ist.

*(Eingegangen am 19. Mai 1905.)*

---