

(Aus dem psychologischen Laboratorium der Universität Graz.)

## Zur experimentellen Bestimmung der Tonverschmelzungsgrade.

Von

A. MEINONG und ST. WITASEK.

Die im gegenwärtigen Bande XV *dieser Zeitschrift* mitgeteilten Untersuchungen von A. FAIST<sup>1</sup> haben die Wiederaufnahme von Versuchen veranlaßt, durch welche gelegentlich des Studiums von C. STUMPFs fundamentalen Aufstellungen über Tonverschmelzung bereits im Jahre 1891 erst M., dann auch W. zu der Überzeugung gelangt war, daß die in betreff der Verschmelzung von STUMPF angenommenen Gesetzmäßigkeiten nicht in allen Punkten mit der Erfahrung in Einklang zu bringen sein möchten.

Näher hatte es sich um die ganz elementare Angelegenheit der Verschmelzungsstufen gehandelt, im besonderen um die Reihe, in welche die musikalischen Intervalle nach dem Grade zu ordnen sind, in dem die sie ausmachenden Töne verschmelzen. Wie für denjenigen, der klar erfassen will, was Verschmelzung ist, die direkte Erfahrung durch keine Definition oder Beschreibung ersetzt werden kann, so darf man auch für das Verhalten verschiedener Verschmelzungsstärken zueinander durch direkte Vergleichung den ersten und zuverlässigsten Aufschluß zu gewinnen hoffen. Und wer darauf hin etwa Oktave, Quint und Terz nebeneinander hält, wird aus

---

<sup>1</sup> „Versuche über Tonverschmelzung“, a. a. O. S. 102 ff.

<sup>2</sup> Vergl. dessen Anzeige von Bd. II der „Tonpsychologie“ in der *Vierteljahrsschr. f. Musikwiss.*, Jahrg. 1891, S. 433.

der Sicherheit, mit der sich hier die Antwort auf die Frage nach der Stufenreihe aufdrängt, die Zuversicht ableiten, mit relativ leichter Mühe zu abschließenden Feststellungen gelangen zu können. Demgemäß hatten wir einen ziemlich einfachen Untersuchungsweg eingeschlagen: auf der Violine, mit deren Behandlung wir uns ausreichend vertraut annehmen durften, wurde jedes der innerhalb einer Doppeloktave gelegenen Intervalle — die „leere“  $\bar{d}$ -Saite lieferte zumeist den technisch bequemsten Ausgangston — angegeben und durch Vergleichen je zweier der so entstehenden Zweiklänge auf Gewinnung der gesuchten Reihe hingearbeitet. Dabei zeigte sich nun freilich bald genug, wie sehr wir die Schwierigkeit der Aufgabe unterschätzt hatten, indem sich bei den niedrigeren Verschmelzungsstufen gelegentlich die größte Unsicherheit beim Vergleichen merklich machte. Immerhin aber mögen einige der damals gewonnenen Reihen hier ihre Stelle finden. Der Kürze halber seien im folgenden als Symbole für die Intervalle die ihren herkömmlichen Benennungen entsprechenden Ziffern, also etwa 4 für Quart, 8 für Oktave gebraucht, und diese Bezeichnungsweise auch über die Grenzen der herkömmlichen Namen hinaus angewendet, so daß für die Intervalle zwischen Duodezim und Doppeloktave die Zeichen 13 und 14 in Verwendung kommen. Daß unter diesen Voraussetzungen der Doppeloktave das Zeichen 15 zufällt, kann nur im ersten Augenblick befremden. Wo das musikalische Herkommen große und kleine Intervalle auseinandehält, sind jene durch einen Unterstrich gegenüber diesen gekennzeichnet, so daß etwa 3 oder 7 große Terz resp. große Septim bedeuten; unter diesem Gesichtspunkte ergibt sich dann auch die analoge Bezeichnungsweise für die um eine Oktave erweiterten Intervalle, also etwa 10 oder 14. Der Triton soll durch  $Tr$ , der um eine Oktave erweiterte Triton durch  $Tr_8$  bezeichnet werden.

Da eine Vergleichung nur bei Intervallen zum Ziele führen konnte, bei denen der Beurteilende wenigstens subjektiv den Eindruck der Reinheit hatte, auf volle Übereinstimmung verschiedener Subjekte in betreff dieses Eindruckes aber nicht zu zählen gewesen wäre, so mußte die Herstellung der Zweiklänge auf der Violine stets durch den Urteilenden selbst erfolgen. Es konnte und mußte sonach jeder von uns unabhängig vom

anderen experimentieren. Als Ergebnisse der Versuche M.s seien verzeichnet:

1. Reihe:

8, 15, 12, 5, 4, 3, 10, 3, 10, 11.

2. Reihe:

8, 12, 15, 5, 3, 10, 4, 11.

3. Reihe:

8, 12, 15, 5, 4, 3, 10, 3, 6, 10, 13, 6, 13.

4. Reihe:

8, 12, 15, 5, 3, 4, 10, 3, 6, 13, 6, 10, 13.

5. Reihe:

6, 3, 6, 10, 9, 9, 2, 2.

6. Reihe:

3, 6, 6, 10, 9, 2.

7. Reihe:

10, 6, 10, 3, 13, 13, 14, 14.

Außerdem stellte sich M. die Aufgabe, je zwei benachbarte Intervalle innerhalb der Doppeloktave auf ihre Verschmelzungsstärke zu vergleichen. Er erhielt die Reihe:

$$2 > \underline{2} < 3 < \underline{3} < 4 > Tr < 5 > 6 < \underline{6} > 7 > \underline{7} < 8 > 9 < \underline{9} \\ < 10 < \underline{10} > 11 > Tr_8 < 12 > 13 < \underline{13} > (?) 14 > \underline{14},$$

wo die Zeichen  $>$  und  $<$  bedeuten, daß die Töne des links stehenden Intervalles als stärker resp. schwächer verschmelzend beurteilt wurden als die Töne des rechts angegebenen.

Die Ergebnisse der Versuche W.s dürften einige auffallende Punkte aufweisen. Sie ordnen sich nämlich in folgende Reihe:

8, 12, 15, 5, 10, 3, 10, 6, 6, 3, 4.

Die ersten fünf Zahlen stimmen freilich so ziemlich mit dem auch von anderer Seite Mitgeteilten, vor allem mit dem

Ergebnis unserer neuen Versuche, über die wir im folgenden berichten wollen, überein; aber die Stelle der Quart und der großen Terz, am Ende der Reihe und so weit hinter der kleinen Terz und der kleinen Dezime, mag immerhin einiges Mißtrauen gegen die Versuche, auf die sie sich stützen, begründen. Trotz eines solchen, möglicherweise gerechtfertigten Mißtrauens wird doch derjenige, der in Erwägung zieht, daß sich wie noch zu berühren sein wird, dem Vergleichen von Verschmelzungsgraden allem Anschein nach auch qualitative Verschiedenheiten erschwerend in den Weg stellen und sich überdies daran erinnert, daß STUMPF die beiden Terzen und Sexten als in gleichem Grade verschmelzend betrachtet,<sup>1</sup> diese Reihe wenigstens als Ausdruck der großen Schwierigkeit der Aufgabe mit einigem Interesse zur Kenntnis nehmen.

Es liegt nahe, gegen Versuche von der eben gekennzeichneten Anordnung das Bedenken zu erheben, es sei dabei die Tonerzeugung doch allzu sehr der Subjektivität des Experimentators anheim gegeben. Aber einerseits hat die Fernhaltung solcher Subjektivität gerade auf akustischem Gebiete ganz besondere Schwierigkeiten; dann aber hing die Größe des durch unser Verfahren in den Kauf genommenen Fehlerbereiches doch aufs engste mit der den Beobachtern zuzutrauenden Zuverlässigkeit im Intervallenurteil zusammen, und wir durften annehmen, in dieser Hinsicht hinter billigen Anforderungen nicht zurückzustehen. Immerhin haben wir die neuen umfassenderen Versuche an Apparaten vorgenommen, bei denen praktisch irgend in Betracht kommende Tonhöenschwankungen objektiv ausgeschlossen waren; doch wird sich zeigen, daß die neue Versuchsanordnung nicht nur Vorzüge aufzuweisen hatte.

In zweierlei Hinsicht sind diese Versuche, die in den Monaten März und April 1897 im Grazer Psychologischen Laboratorium angestellt wurden, als Wiederaufnahme der Experimente aus dem Jahre 1891 zu betrachten. Vor allem war es auch diesmal auf das direkte Erfassen und Vergleichen der Verschmelzungsstärken abgesehen: langjährige praktische Beschäftigung mit Musik im allgemeinen und einem Streichinstrumente im besonderen schien uns für diese Behandlungsweise des Problems eine Art spezieller Vorgeübtheit zu sichern,

<sup>1</sup> *Tonpsychol.* II. 135.

die unserer Frage durch besondere Versuchsanordnung ausdrücklich zuzuwenden auch dann berechtigt wäre, wenn die neuerlich auch von A. FAIST angewandte Analysenmethode sich zu unserem Verfahren nicht wie der Umweg zum geraden Wege verhielte.

Ferner wurde die zur Inangriffnahme der eigentlich systematischen Versuche unerläßliche erste Orientierung auch diesmal mit Hilfe der Violine gewonnen. Ohne übrigens die im Detail natürlich längst vergessenen Ergebnisse aus dem Jahre 1891 ins Gedächtnis zu rufen, suchte M. neuerlich in der eben geschilderten Weise die 24 Intervalle innerhalb einer Doppeloktave in eine Stufenreihe zu ordnen, diesmal mit dem Resultate:

8, 15, 12, 10, 5, 4, 6, 3, 3, 13, 6, 13, Tr, 10, 9, 7, 11, Tr<sub>8</sub>,

2, 2, 14, 7, 14, 9.

Die Unsicherheit vieler Urteile, z. B. der über die Stellung der Duodezim zur Doppeloktave, namentlich aber der die niedrigeren Verschmelzungsstufen angehenden Vergleichen, liefs über den blofs vorläufigen Wert vieler der in dieser Reihe enthaltenen Aufstellungen keinen Zweifel aufkommen, und es galt nun, der Irrtumsgefahr durch wiederholtes Überprüfen der irgendwie bedenklichen Einzelergebnisse entgegenzuarbeiten.

Dazu war vor allem ein Instrument mit konstant vorgegebenen Tönen wünschenswert. Klavier, Harmonium oder Orgel konnten ihrer (überdies nur im Hinblick auf praktische Zwecke hergestellten) temperierten Stimmung halber keine Dienste leisten: denn mag auch hieran bei Analysenversuchen nicht Anstofs zu nehmen sein,<sup>1</sup> so liegen bei direkten Vergleichungsversuchen die Dinge doch wesentlich anders. Für uns im besonderen hatten bereits die Versuche an der Violine auffälligst den schon von STUMPF betonten Umstand erkennen lassen, daß geringfügige Ungenauigkeiten der Intonation zu ganz beträchtlichen Herabsetzungen des Verschmelzungsgrades führen können, die „reinen“ Intervalle also mindestens in der Regel relative Verschmelzungsmaxima bedeuten. Als Tonquellen für reine Intervalle waren uns nun STUMPFs „Intervallenapparat“ und

<sup>1</sup> Vergl. FAIST a. a. O. S. 118 f.

STUMPF'S „Dreiklangapparat“<sup>1</sup> zur Hand: davon bot der erstere für unsere Zwecke alle irgend wünschenswerten Intervalle innerhalb einer Oktave (zwischen 400 und 800 Schwingungen), der letztere mindestens einige der Intervalle zwischen der einfachen und doppelten Oktave: was noch fehlte, war durch gleichzeitige Benutzung beider Apparate herzustellen. In der That war zu hoffen, daß sich in dieser Weise billigen Ansprüchen genügen liefs; doch sei hier sogleich auf ein paar Mängel unserer Versuchsanordnung ausdrücklich hingewiesen:

1. Auf einen konstanten Ausgangston, entsprechend dem  $\bar{a}$  der Violinversuche, mußte im Hinblick auf den Tönevorrat der beiden Apparate bei manchen Intervallpaaren verzichtet werden. Ein solcher hätte aber voraussichtlich in mehr als einem Falle eine wünschenswerte Erleichterung geboten, denn es wurde oft genug die auch schon an sich plausible Erfahrung gemacht, daß Verschmelzungsstärken dann am sichersten zu vergleichen waren, wenn die zu beurteilenden Zweiklänge den unteren oder doch wenigstens den oberen Ton gemeinsam hatten. Zusammenfallen des tieferen Tones im einen mit dem höheren Tone im anderen Zweiklänge scheint keinen Vorteil zu bieten.

2. Die unvermeidliche Ungleichheit im Klangcharakter bei den verschiedenen Zungen hat ohne Zweifel den Ausfall vieler Urteile mitbestimmt. Natürlich kommt dabei viel auf die objektive Gröfse der zu erkennenden Distanzen an. Die Oktave hinter die Quinte zu stellen, dazu wird man sich durch keinerlei Klangfarbe verleiten lassen. Dagegen ist es uns z. B. in der Hauptsache nicht gelungen, das Urteil über das Verhältnis von 6 und 13 von den Eigentümlichkeiten der verfügbaren Klänge unabhängig zu machen.

3. Das Zusammenstimmen der benutzten Zungen war keineswegs in allen Fällen ein tadelloses. Im ganzen scheint der bereits vor zwei Jahren von A. APPUNN dem Grazer Laboratorium gelieferte Intervallenapparat den Einflüssen der Umgebung weit besser Stand gehalten zu haben als der erst seit einem Jahre im Laboratorium stehende Dreiklangapparat derselben Provenienz. Die auffälligsten Störungen aber hatte der Umstand im Gefolge, daß der ganze Dreiklangapparat derzeit tiefer steht als der ganze Intervallenapparat. Die beiden

<sup>1</sup> Über beide Apparate vergl. STUMPF in Bd. VI dieser Zeitschr. S. 33 ff.

mit der Ziffer 400 bezeichneten Zungen geben zusammen ca. 2 Schwebungen in der Sekunde.<sup>1</sup> An ein Umstimmen war aus äußeren Gründen nicht zu denken. Es blieb daher nichts übrig, als die gleichzeitige Benutzung beider Apparate nach Möglichkeit zu vermeiden; wo dies unthunlich war, blieb die objektive Unreinheit als nicht unerhebliche Fehlerquelle eben bestehen.

Den unter diesen Umständen anzustellenden Versuchen wurde also die Aufgabe gestellt, die durch die Vorversuche an der Violine gewonnene Reihe zu überprüfen, d. h. festzustellen, ob die in jener Reihe zusammengefaßten Urteile sich bei wiederholt und in verschiedenen Folgen vorgenommenen Vergleichen bewähren. Je nach Bedarf wurden dabei nicht nur die in der vorgängigen Reihe benachbarten, sondern auch entferntere Glieder zum Vergleiche herangezogen, die Anzahl der über ein Paar von Zweiklängen abzugebenden Urteile aber von der Sicherheit und Einstimmigkeit der letzteren abhängig gemacht. Das zu beurteilende Paar von Zweiklängen wurde stets dreimal hintereinander in der nämlichen Folge angegeben: jeder Zweiklang wurde dabei ungefähr zwei Sekunden lang gehalten; die Zwischenpausen betrug etwa eine halbe Sekunde. Dann erfolgte möglichst rasch die Urteilsabgabe, hierauf eine meist längere Zwischenpause. Um Störungen durch Obertöne, Schwebungen, Nebengeräusche u. dergl. einigermaßen abzuhalten, befand sich der Urteilende in einem Nebenzimmer bei verschlossener Thür und teilte von da aus durch ein verabredetes Zeichen mit, ob er den ersten oder den zweiten der angegebenen Zweiklänge stärker verschmelzend finde. Welcher der Zweiklänge als erster, welcher als zweiter auftrat, konnte, da durch die dreimalige Aufeinanderfolge jedesmal beide Zeitverhältnisse geboten waren, kaum von erheblichem Belang sein; gleichwohl ist auf angemessenen Wechsel Bedacht genommen worden.

Im Laufe der Arbeit erwies es sich als naheliegend, den Kreis der in Betracht gezogenen Intervalle in zwei Punkten zu erweitern. Einmal in betreff des Tritons. In den auf der Violine gewonnenen provisorischen Reihen ist unter dem Symbol *Tr*

---

<sup>1</sup> Genauer 100 Schwebungen in 45,2 Sekunden (gemessen mit einer Fünftel-Sekunden-Uhr).

ein Intervall gemeint, das zwar für die gewöhnliche musikalische Praxis genau genug fixiert ist, dessen Schwingungsverhältnis jedoch bisher keineswegs eine einheitliche Festsetzung erfahren hat. Von den verschiedenen Intervallen, die uns unsere beiden Apparate boten und die auf den Namen Triton Anspruch machen können, wählten wir aus Bequemlichkeitsgründen zunächst denjenigen, der vom Grundton des Intervallenapparates ausgeht und durch das Verhältnis 32:45 gegeben ist, und dann auch noch — wegen der Einfachheit des Schwingungsverhältnisses — das Intervall 5:7. Die beiden sind in unserer Tabelle mit den Symbolen  $T'$  bzw.  $T$  bezeichnet. — Die zweite Erweiterung liegt in der Berücksichtigung des Intervalles  $i$ , 4:7, das der Dreiklangapparat bot. Die kleine Inkonsequenz, die durch die Aufnahme dieses außermusikalischen Intervalles in unsere Reihe kommt, ist wohl im Hinblick auf dessen interessante Eigenart<sup>1</sup> zu rechtfertigen; überdies muß bei der Untersuchung der Verschmelzungsthat-sachen ja doch einmal der Schritt über den engen Kreis der musikalischen Intervalle hinaus gemacht werden.

Das Resultat der experimentellen Überprüfung der provisorischen Reihe sollte natürlich eine definitive Reihe sein. Wir dürfen uns nicht rühmen, dieses Ziel erreicht zu haben; aber so provisorisch, d. h. so überprüfungsbedürftig das Hauptergebnis ist, bei dem wir es aus äußeren Gründen bewenden lassen mußten, so drückt es sich doch am besten wieder in der Aufstellung einer Reihe aus, die in der beigegebenen Übersicht (Tabelle I) mitgeteilt ist. Wie in allen früheren Aufzeichnungen hat man auch hier, von links nach rechts fortschreitend, eine möglichst geordnete Reihe abnehmender Verschmelzungstärken vor sich; über die Versuche aber, aus denen diese Reihe erschlossen ist, geben die unter die Intervallensymbole gesetzten Zahlen Rechenschaft. Näher bedeutet die jedesmal an erste Stelle gesetzte Zahl ohne Parenthese die Anzahl der Versuche, bei denen das betreffende links stehende Intervall als stärker verschmelzend angegeben wurde als das betreffende rechte, die an zweiter Stelle in Klammer beigegefügte, wie oft im entgegengesetzten Sinne ge-

<sup>1</sup> Auch STUMPF ist geneigt, ihm eine Ausnahmestellung zuzuweisen. *Tonpsychol.* II. 135.

urteilt wurde. Eine dritte, von den vorigen durch einen Beistrich getrennte Zahl bezieht sich auf diejenigen Fälle, in denen es wegen Vergleichungsschwierigkeiten zu keinem Urteil gekommen ist, eine vierte auf die nur ganz selten auftretenden Gleichheitsurteile. Steht in einer dieser vier Gruppen ein Bruch mit dem Nenner 2, so bedeutet sein Zähler die Anzahl von Urteilen, die zwar im Sinne dieser Gruppe abgegeben, aber als bemerkenswert unsicher bezeichnet wurden. — Da die Urteile durchaus nicht immer die jetzt in der Reihe nebeneinander gestellten Intervalle betreffen, vielmehr oft genug die Stellung eines Intervalles auch gegenüber seinen entfernteren Nachbarn festgelegt werden mußte, so stehen die Versuchszahlen jedesmal in der Mitte einer horizontalen punktierten Linie, die vertikal unter denjenigen Zahlen endet, welche die beiden verglichenen Intervalle bedeuten; zur leichteren Orientierung sind deshalb in der Tabelle von den Intervallsymbolen vertikale Linien gezogen. — Die sämtlichen hier verzeichneten Urteile, 794 an der Zahl, wurden von M. abgegeben.

Den Wert dieser Ergebnisse allzu hoch anzuschlagen, davor warnen schon die relativ so zahlreichen Gegenurteile. Es muß hinzugefügt werden, daß beim Aufzeichnen der Urteile jedenfalls gelegentlich auch Irrtümer unterlaufen sind, indem das thatsächlich gefällte Urteil gewifs in einigen Fällen entweder unrichtig angegeben oder die richtige Angabe falsch verstanden resp. aufgezeichnet worden ist. Ganz besonders fällt aber auch noch die außerordentliche Unsicherheit ins Gewicht, mit der in schwierigeren Fällen die Urteile abgegeben wurden; der Urteilende konnte sich nicht verhehlen, wie leicht da ein auch nur wenig prädisponierender Zufall das Urteil hätte in sein Gegenteil verkehren können.<sup>1</sup> Ab und zu fühlt man sich sogar versucht, noch weiter zu gehen und die

---

<sup>1</sup> Dagegen dürften Vormeinungen über den Ausfall der vorzunehmenden Vergleichen deren Ergebnisse sicher nicht nennenswert beeinflusst haben. Im allgemeinen gelang es mit sehr leichter Mühe, Erwartungsurteile fernzuhalten; für Intervalle jenseits der Oktave fehlte überdies für solche zumeist der Angriffspunkt, da der Urteilende auf diesem Gebiete viel häufiger, als ein „Musikalischer“ von sich erwarten möchte, die betreffenden Intervalle gar nicht zu agnoszieren im stande war. Es ist ganz erstaunlich, für die Psychologie des Erkennens von Intervallen aber vielleicht nicht belanglos, wie hilflos man sich etwa inem Wechsel von 9 und 14 gegenüber fühlt.

Eventualität in Rechnung zu ziehen, für das nämliche Intervall könnten die Verschmelzungsgrade, immerhin innerhalb ausreichend enger Grenzen, thatsächlich variabel sein; wenigstens war der Umschlag bei sogar mit ziemlicher Zuversicht gefällten Urteilen gelegentlich ganz frappierend. Wäre die Stärke der Verschmelzung thatsächlich aufer von den Tonhöhen noch von anderen, etwa dispositionellen Momenten im Subjekte abhängig oder kämen solche Momente am Ende gar schon für die Qualität der einem gegebenen Reize antwortenden Empfindung in Betracht, dann wäre auch nichts Erstaunliches dabei, wenn in Bezug auf einander ausreichend nahe stehende Verschmelzungsgrade unter Umständen trotz völlig korrekten Urteilens ein Umschlag in das Gegenteil eintreten sollte.

Die größten Beurteilungsschwierigkeiten wurzeln augenscheinlich in dem Unternehmen, die Intervalle jenseits mit denen diesseits der Oktave in eine Reihe zu bringen. Verzichtet man hierauf, d. h. hält man die beiden eben bezeichneten Intervallengruppen auseinander, so kommen Reihen zu Tage, deren Richtigkeit sich fast mit völliger Zuversicht ansprechen läßt, nämlich

für die kleineren Intervalle: 8, 5, 4, 6, 3, 3, 6,  $T$ ,  $i$ ,  $T'$ , 7, 2, 7, 2;

für die größeren Intervalle: 12, 15, 10, 13, 10, 13, 11,  $i_8$ ,  $T_8$ , 14,  $T'_8$ , 14, 9, 9.

Die erste dieser beiden Teilreihen wurde mit Beschränkung auf die der musikalischen Praxis geläufigen Unterschiede mittelst eines den Violinversuchen analogen Verfahrens an zwei zugleich angeblasenen Lippenpfeifen nachgeprüft, deren eine unveränderlich den Ton  $\bar{c}$  angab, indess die zweite sich durch einen beweglichen Stempel innerhalb der Unteroktave verstimmen liefs. Die richtigen Einstellungen gelangen M. wider Erwarten leicht: M. und W. fanden dabei die obige Reihe mit grosser Sicherheit verifiziert.

Von besonderem Interesse ist im Hinblick auf die diesbezügliche Aufstellung STUMPFs, was unsere Versuche über das Verhältnis der um eine Oktave voneinander verschiedenen Intervalle ergeben. Darnach bestätigt es sich nämlich nicht bei einem einzigen, dafs, wie STUMPF<sup>1</sup> meint, dieselben Ver-

<sup>1</sup> *Tonpsychol.* II. 139.

schmelzungsgrade wiederkehren, wenn man über eine Oktave hinausgeht. — Die Beobachtung FAISTS,<sup>1</sup> daß bei Erweiterung um eine Oktave die Verschmelzung herabgesetzt wird, bewährt sich nach unseren Ergebnissen nur bei den Intervallen 8, 4, 6, 3, 6, *T*, *T'*, 2, während bei den übrigen, also bei 5, 3, *i*, 7, 2, 7 das Gegenteil der Fall ist.

Übrigens aber führt längeres Verweilen bei den Verschmelzungsphänomenen immer bestimmter zu der Überzeugung, daß es den Thatsachen Gewalt anthun hiesse, wollte man alle hier anzutreffenden Verschiedenheiten unter den Intensitätsgedanken zwängen. Verschmelzungen haben ohne Zweifel auch ihre Qualität und diese ist keineswegs unter allen Umständen die gleiche. Man wird Mittel finden müssen, auch diesen qualitativen Verschiedenheiten nachzugehen; einstweilen aber steht zu vermuten, daß diese Verschiedenheiten nicht die unwesentlichsten unter den Hindernissen gewesen sind, welche einer befriedigenden Beantwortung unserer nur auf quantitative Verschiedenheiten Bedacht nehmenden Fragestellung in den Weg getreten sind.

---

Es liegt nicht im Plane dieser ausschließlich den Thatsachen gewidmeten Mitteilung, von diesen nun auch zur Theorie überzugehen; dazu scheinen uns die neuen Erfahrungen, die wir ihr im obigen zur Verfügung gestellt haben, nicht ausschlaggebend genug. Deshalb soll hier im besonderen von einer eingehenderen Stellungnahme zu den STUMPFschen Verschmelzungsgesetzen (sowie auch zu A. FAISTS wiederholt erwähnter Diskussion derselben) Abstand genommen werden. Nur dem erfreulichen Zufall, daß mitten in unsere oben mitgeteilten Versuche das Erscheinen des ersten Halbbandes von EBBINGHAUS' „*Grundzügen der Psychologie*“ fiel, sei hier durch eine Art theoretischen Anhanges Rechnung getragen.

Am Ende des erwähnten Halbbandes<sup>2</sup> setzt EBBINGHAUS der in der HELMHOLTZschen Theorie gelegenen Zuspitzung des Prinzipes von den spezifischen Energien die Annahme ent-

---

<sup>1</sup> a. a. O. S. 131.

<sup>2</sup> S. 318.

gegen, „die Zellen des Schneckenerven (oder ihre zentralen Annexe) werden allerdings die allgemeine Fähigkeit haben, auf rhythmische Reize hin Tonempfindungen zu vermitteln, aber welche Empfindung in jedem bestimmten Falle entsteht“, sei „nicht von den spezifischen Eigentümlichkeiten der einzelnen Zellen abhängig zu denken, sondern von dem jedesmaligen Rhythmus des Reizes“. „Auf welche Weise aber .... kann denn eine Nervenzelle, die vielleicht doch nur mit einem einzigen Resonator direkt kommuniziert, Erregungen von einer anderen als dessen Eigenperiode überhaupt empfangen? Zuvörderst dadurch, daß jeder Resonator .... nicht nur auf eine einzige Schwingungszahl anspricht, sondern schwächer auch auf solche, die seiner Eigenschwingung benachbart sind ..... Außerdem aber .... werden jeder Zelle vielfach noch ganz andere und völlig abweichende Rhythmen zugeführt. Jede die Basilarmembran treffende einfache Tonwelle setzt notwendig nicht nur die sozusagen direkt auf sie abgestimmten Fasern in Mitschwingung, sondern bis zu einer gewissen Grenze auch alle diejenigen Fasern, die auf ihre harmonischen Untertöne abgestimmt sind.“ Es ergibt sich daraus, „daß sich in jeder Zelle des Schneckenerven im Laufe der Zeit nicht nur eine starke Gewöhnung an die Eigenperiode ihres Resonators ausbilden muß, sondern daneben auch noch eine ziemlich starke Gewöhnung an doppelt so schnelle oder dreimal so schnelle Schwingungen.“

So ansprechend diese Modifikationen der HELMHOLTZschen Theorie sich schon dem ersten Blicke darstellen, so verfrüht wäre es natürlich, dieselben in Diskussion zu ziehen, ehe ihr Autor selbst ihre Bedeutung darzulegen Gelegenheit hatte. Dagegen darf im Hinblick auf die oben mitgeteilten Versuche wohl schon jetzt die Frage aufgeworfen werden, ob, die Gültigkeit der neuen Aufstellungen wenigstens probeweise vorausgesetzt, zwischen ihnen und unseren Versuchsergebnissen ein Zusammenhang herzustellen und sonach zu hoffen sei, auf diesem Wege zu einer Lösung der von STUMPF durch den Hinweis auf die „spezifischen Synergien“ mehr präzisierten als beantworteten Frage nach den Grundlagen der Verschmelzungsthatsachen zu gelangen.

Daß EBBINGHAUS selbst einen solchen Zusammenhang bereits sehr bestimmt ins Auge gefaßt hat, ist aus der oben wiedergegebenen Bezugnahme auf „Gewöhnung“ deutlich genug

zu ersehen.<sup>1</sup> Nicht minder klar aber ist der Wert einer Position, die geeignet scheint, das bereits von STUMPF so nachdrücklich betonte Zusammengehen der Verschmelzungsstufen mit der Einfachheit der Schwingungszahlen-Verhältnisse verständlich zu machen. Führt man nun im Sinne der EBBINGHAUSCHEN Annahme die Verschmelzungsthatsache allgemein auf die Identität der am Zustandekommen der betreffenden Töne beteiligten Basilarmembran- resp. Nerven-elemente zurück, dann bieten sich ganz von selbst als für die Verschiedenheit der Verschmelzungsgrade zunächst maßgebende Momente einmal der absolute, ferner der relative Wert der Ordnungszahlen dar, welche den betreffenden Tönen zukommen, sobald man sie als Partialtöne eines Klanges betrachtet. Genauer: es ist vorgängig anzunehmen, daß zwei Töne um so mehr verschmelzen, a. je näher ihnen der Klang steht, auf den sie als Partialtöne bezogen werden können, b. je größerer Zahlenwert dem Verhältnis ihrer Schwingungszahlen zukommt. Töne also, deren tieferer die relative Schwingungszahl 1 hat, müssen mehr verschmelzen als solche, deren tieferer die Zahl 2 oder 3 aufweist. Andererseits müssen Töne vom Verhältnis 1:2 einen höheren Verschmelzungsgrad aufweisen als Töne vom Verhältnis 1:3, solche vom Verhältnis 2:3 einen höheren als solche vom Verhältnis 2:5 u. s. f.

Nun scheint diese Aufstellung freilich schon auf den ersten Blick zwei erhebliche Mängel aufzuweisen: Die sub a ausgesprochene Annahme nimmt keine Rücksicht darauf, daß der Grundton, auf den sich zwei Töne als Obertöne beziehen lassen, stets bis zu gewissem Grade willkürlich bleibt, indem etwa  $\bar{c}$  und  $\bar{g}$  ebenso als 1. und 2. Oberton von  $c$ , wie als 3. und 5. Oberton von  $C$  aufgefaßt werden können. Dann aber scheint das gleichzeitige Gelten der Positionen a und b mit sich zu führen, daß Töne gleichen Schwingungs- resp. Ordnungszahlenverhältnisses, falls es einmal doch gelingen sollte, zwischen den verschiedenen gleichmöglichen absoluten Ordnungszahlen eine andere als willkürliche Entscheidung zu treffen, je nach Ausfall dieser Entscheidung in verschiedenem Grade verschmelzen müßten, da die betreffenden Paare dann zwar im Sinne b gleich, im Sinne a aber verschieden wären. Verschiedenheit der Ver-

---

<sup>1</sup> Auch durch private Mitteilung seitens des Autors außer Zweifel gestellt, vergl. überdies a. a. O. S. 279 Anm.

schmelzungsgrade trotz gleichem Schwingungszahlenverhältnis aber widerspricht den am besten gesicherten und am genauesten zusammenstimmenden von sämtlichen Erfahrungen, die im Bereiche der Verschmelzungsthatsachen überhaupt gemacht worden sind. Näher besehen aber entfällt Willkürlichkeit wie Erfahrungswidrigkeit gegenüber der besonderen Sachlage, aus der die Annahmen a und b hervorgegangen sind. Resultiert eine „physiologische Gewöhnung“, daher Verschmelzung daraus, daß die auf  $c$  abgestimmte Grundmembranfaser auch auf  $\bar{c}$  reagiert, resultiert ferner eine Gewöhnung daraus, daß die Faser  $C$  sowohl auf  $c$  als auf  $\bar{c}$  anspricht, also die beiden Töne das eine Mal mit den Ordnungszahlen 1 und 2, das andere Mal mit den Ordnungszahlen 2 und 4 in Rechnung kommen, so ist gar nichts gegen die Annahme einzuwenden, daß die erste dieser beiden Gewöhnungen an sich beträchtlicher sei als die zweite; denn in der Erfahrung kommt keine dieser beiden Gewohnheiten gesondert zur Geltung, beide treffen vielmehr im Tönepaar  $c\bar{c}$  gleichsam aufeinander und es ist zu erwarten, daß sie sich unterstützen. Die Position a ist also nur etwa durch den Beisatz zu ergänzen, daß die zunächst maßgebenden Ordnungszahlen für jedes Intervall relativ prim sein müssen.

Eine andere Unbestimmtheit unserer Prinzipien a und b jedoch läßt sich nicht durch vorgängige Erwägung beseitigen. Es handle sich z. B. um Töne von den Verhältnissen 1:3 und 2:3. Nach a käme dem ersten, nach b dem zweiten dieser Tönepaare die stärkere Verschmelzung zu; welchem Prinzipie gebührt sozusagen die Prärogative? Die Erfahrung hat hierauf zu antworten. Sie hat aber freilich auch noch die Prinzipien a und b selbst zu verifizieren und dann günstigen Falles auch den theoretischen Erwägungen, aus denen sie hervorgegangen sind, neue Stützen zu bieten. In diesem Sinne sei hier die Frage erhoben: Gelingt es mit Hülfe der Prinzipien a und b, in die aus den oben mitgeteilten Versuchen hervorgegangene Verschmelzungsreihe eine Gesetzmäßigkeit hineinzubringen, und wenn ja, ergibt sich daraus etwas über das mutmaßliche Verhältnis der beiden Prinzipien?

Betrachtet man nun daraufhin die Anfangsglieder unserer Reihe, so fällt an den drei ersten derselben sofort die übereinstimmende Verhältniszahl 1 ins Auge, denen dann die Ver-

hältniszahl 2 folgt. Mehr als 3 Glieder mit der Verhältniszahl 1 aber sind gegenüber der auf den Raum der Doppeloktave beschränkten Fragestellung unserer Versuche überhaupt ausgeschlossen. Dies führt auf den Gedanken an ein äußerst einfaches Schema: Wie, wenn in der Verschmelzungsreihe die Intervalle mit der Verhältniszahl 1 oben an zu stehen kämen, dann die mit 2, 3 folgten u. s. f., also zunächst Prinzip a sich entscheidend erwiese, dem Prinzip b aber die Funktion zukäme, die Stufen innerhalb der so nach dem Prinzip a gebildeten Hauptgruppen zu bestimmen? Die Antwort ergibt sich am einfachsten aus einer Übersicht über die in diesem Sinne gebildeten Gruppen. Es seien zu diesem Ende die relativen Schwingungszahlen, welche die Doppeloktave nicht überschreiten, in je eine Horizontalreihe gesetzt, die demgemäß je nach den Ausgangspunkten 1, 2, 3, . . . . bis 4, 8, 12, . . . . reicht. Bezeichnet in jeder dieser Horizontalreihen die erste, fett gedruckte Zahl den tieferen Ton, jede folgende Zahl derselben Zeile den höheren Ton eines Zweiklages, so bedeutet jede dieser letzteren (nicht fett gedruckten) Zahlen zugleich eine bestimmte Verschmelzungsstufe, deren Stelle in der Verschmelzungsreihe im Sinne des eben gekennzeichneten Schemas neben jeder dieser Zahlen links oben durch ein Zahlzeichen in kleinerem Druck ersichtlich gemacht ist. Die ausdrückliche Zählung ist nicht überflüssig, weil, wie wir gesehen haben, ein erster Partialton mit einem zweiten nicht anders verschmilzt als ein zweiter mit einem vierten, ein dritter mit einem sechsten u. s. f. Zahlen, die mit der fett gedruckten Ausgangszahl der Reihe ein gemeinschaftliches Maß haben, bedeuten sonach jedesmal eine schon vorher gezählte Verschmelzungsstufe, tragen daher links oben kein Stufenzeichen. Die Übersicht ist in dieser Weise auf nachstehender Tabelle II nur bis zur Ausgangszahl 5 vollständig durchgeführt; außerdem sind nur noch die Stellen angedeutet, an welche die wenigen noch höhere Ausgangszahlen aufweisenden Verschmelzungsfälle unserer Reihe zu kommen hätten. Von einer Zählung dieser Stufen nach dem in Rede stehenden Schema mußte demnach natürlich abgesehen werden — ohne Schaden für das derzeit zu gewinnende Ergebnis, wie sich sogleich zeigen wird.

Um nun nämlich zu erkennen, inwieweit das obige Schema mit der in unserer Verschmelzungsreihe niedergelegten Empirie

Tabelle II.

<b>1</b>	<sup>1</sup> 2	<sup>2</sup> 3	<sup>3</sup> 4	5	6											
	<sub>1</sub>	<sub>2</sub>	<sub>3</sub>													
<b>2</b>	<sup>4</sup> 3	<sup>5</sup> 4	<sup>6</sup> 5	6	<sup>7</sup> 7	<sup>8</sup> 8										
	<sub>4</sub>	<sub>5</sub>	<sub>16</sub>													
<b>3</b>	<sup>7</sup> 4	<sup>8</sup> 5	6	<sup>9</sup> 7	<sup>10</sup> 8	9	<sup>10</sup> 10	11	12							
	<sub>6</sub>	<sub>7</sub>			<sub>15</sub>	<sub>10</sub>										
<b>4</b>	<sup>11</sup> 5	6	<sup>12</sup> 7	<sup>13</sup> 8	<sup>14</sup> 9	10	11	12	13	14	<sup>14</sup> 15	16				
	<sub>8</sub>			<sub>18</sub>	<sub>24</sub>			<sub>23</sub>								
<b>5</b>	<sup>15</sup> 6	<sup>16</sup> 7	<sup>17</sup> 8	<sup>18</sup> 9	10	11	12	<sup>19</sup> 13	<sup>20</sup> 14	<sup>21</sup> 15	<sup>22</sup> 16	17	18.....			
	<sub>9</sub>	<sub>13</sub>	<sub>12</sub>	<sub>22</sub>			<sub>11</sub>	<sub>17</sub>	<sub>14</sub>	<sub>20</sub>						
.....																
<b>8</b>																
<sup>23</sup> 9 10 11 12 13 14 <sup>24</sup> 15 16 17 18 ... 32...																
<sub>25</sub> <sub>26</sub>																
.....																
<b>15</b>																
<sup>25</sup> 16 17 18 ... 32...																
<sub>27</sub> <sub>25</sub>																
.....																
<b>32</b> ... <sup>27</sup> 46 ... <sup>28</sup> 90																
<sub>19</sub> <sub>21</sub>																

zusammenstimmt, braucht man nur noch zu jeder der Zahlen in der eben gebildeten Tabelle die Ordnungszahl der zugehörigen Stufe aus unserer Verschmelzungstafel I zu setzen; die links unten beigegebenen kleinen Ziffern haben diese Bedeutung. Die Übereinstimmung reicht, wie man sieht, nur bis zur Ordnungszahl 5; weiterhin gehen die beiden Zählungen so völlig auseinander, daß an eine Korrektur unserer Verschmelzungsreihe im Sinne des Schemas auch bei größtem Mißtrauen gegen die Endgültigkeit unserer Versuche nicht zu denken ist. Zudem schliessen Verhältniszahlen wie 32,45 oder 90, die in unserer Verschmelzungsreihe nicht einmal den letzten Platz einnehmen, die ausschließliche Berufung auf Partialtöne schon an sich aus, von Fällen wie denen temperierter Intervalle gar nicht zu reden, die aus durchaus äußerlichen Gründen nicht in unsere Versuche einbezogen wurden, denen aber jedenfalls auch nicht die denkbar niedrigsten Verschmelzungsgrade zukommen werden, obwohl z. B. im Hinblick auf die temperierte große Terz noch

ein 635., bei der temperierten Quinte gar noch ein 2655. Partialton in Anspruch zu nehmen wäre.

Um so auffälliger ist, daß die Übereinstimmung in den beiden Zählungen bis zur neunten Stufe unserer Reihe hergestellt werden kann, sobald man in Tafel II nur die 6 ersten Partialtöne berücksichtigt, somit alles, was rechts von der punktierten Vertikalen liegt, vernachlässigt. Ja es scheint, daß sich unter dieser Voraussetzung noch um zwei Stufen mehr dem fraglichen Schema fügen, zwei Stufen, die nur infolge der unseren Versuchen zu Grunde liegenden Beschränkung auf den Bereich der Doppeloktave außer der Untersuchung geblieben sind. Ergänzt man nämlich die erste Horizontalreihe der Tafel II bis zu der eben gesteckten Grenze des sechsten Partialtones, so repräsentiert die Reihe nun noch die Intervalle 1:5 und 1:6, die dem Schema zufolge noch vor die zweite Horizontalreihe zu stehen kommen müßten. Nun haben wir über diese Intervalle systematische Versuche freilich nicht angestellt; nachträglich ad hoc vorgenommene Vergleichen aber sind dieser Annahme durchaus günstig ausgefallen, so daß damit tatsächlich 11 Verschmelzungsstufen unserem Schema und damit der EBBINGHAUSSCHEN Theorie subsumiert wären.

Wer solches Zusammentreffen nicht für bloßen Zufall nehmen will, wird nicht umhin können, darin eine Verifikation der EBBINGHAUSSCHEN Hypothese zu erblicken. Freilich aber fehlt es dann einstweilen noch an jedem Gesichtspunkt, die That-sachen rechts von der punktierten Linie unserer Tabelle II theoretisch zu erfassen. Ob und wie es gelingen mag, auch sie der in Rede stehenden Hypothese unterzuordnen, das fest-zustellen muß vorerst künftigen Untersuchungen überlassen bleiben.

---



