

Vergleichung von Tondistanzen.

Die folgenden Mitteilungen beabsichtigen lediglich, neues empirisches Material zur Erörterung einer prinzipiell wichtigen Frage beizutragen, welche in letzter Zeit durch lebhaftere Diskussionen in den Vordergrund tonpsychologischen Interesses gerückt ist. Es handelt sich um die Beurteilung und Vergleichung von Tondistanzen ohne Rücksicht auf die musikalischen Intervalle. Gleichviel ob wir die Sonderstellung der musikalisch wertvollen Tonintervalle durch Obertöne oder durch Tonverschmelzung oder anders erklären, jedenfalls gelten uns musikalisch diejenigen Tonzwischenräume als gleich, welche objektiv auf einem gleichen Verhältnis der Schwingungszahlen beruhen. Es entsteht nun eine Reihe von Fragen, welche zwar eng mit einander verbunden sind, welche aber sauber von einander getrennt werden müssen. Ist ausser der musikalischen Intervallvergleichung überhaupt eine subjektive Vergleichung von Tonabständen möglich? und zwar: können wir musikalisch indifferente Tondistanzen mit einander vergleichen? und zweitens: können wir auch die Abstände klangverwandter Töne einer amusikalischen vergleichenden Betrachtung unterziehen, so dass zwei gleiche Intervalle in verschiedener Tonhöhe verschieden grosse Distanzen darstellen? Wird die eine oder die andere oder beide Fragen bejaht, so fragt sich, auf welche subjektiven Faktoren sich diese nichtmusikalische Vergleichung bezieht; ist dabei die Aehnlichkeit der Töne bestimmend oder etwa der Unterschied in der Klangfarbe oder anderes? Mit

welchen subjektiven Hilfsmitteln wird diese Distanzverglei-
chung ausgeführt? Sind schliesslich die subjektiven Distanz-
vergleichen gesetzmässig von bestimmten objektiven Fak-
toren abhängig? Sind beispielsweise indirekte Beziehungen
zu den musikalischen Intervallen massgebend oder sind die
Obertöne entscheidend oder etwa die absoluten Schwingungs-
zahldifferenzen oder anderes?

Die Frage, ob eine Distanzverglei-
chung ohne Rücksicht
auf musikalische Intervallbeurteilung möglich ist, hatte Stumpf
bereits im ersten Band seiner Tonpsychologie ausführlich er-
örtert und bejahend beantwortet¹⁾. Er bezog die Distanz-
urteile auf die Abstufungen der Tonähnlichkeit und unter-
suchte die Bedingungen für die Zuverlässigkeit dieser Urteile
mit besonderer Rücksicht auf den Fall, dass die beiden
Distanzen einen Ton gemeinsam haben. Das Haupthindernis
für die Bildung solcher Distanzurteile erkannte Stumpf darin,
dass nur musikalisch Geübte ein feineres Urteil in diesen
Fragen haben können und diese naturgemäss beständig durch
die Intervallenskala irre werden. Auch wenn man Distanzen
wählt, die mit keinem Intervall zusammenfallen, so werden
sie vom Musiker als Verstimmungen bekannter Intervalle
aufgefasst. Trotzdem glaubte Stumpf auf Grund eigener
Beobachtungen annehmen zu dürfen, dass das gleiche Inter-
vall mit zunehmender Tonhöhe bis etwa c^3 eine zunehmende
Distanz in der Empfindung darstellt. Stumpf weist auch
schon darauf hin, dass solche Schätzung „auch objektiv
richtig ist, wenn man die Schwingungszahlen als Mass
nimmt.“

Wesentlich weitergeführt wurde die Frage dann durch
die überaus zahlreichen Versuche, die Wundt anregte und
durch C. Lorenz zur Ausführung bringen liess²⁾. Es wurden

¹⁾ Stumpf, Tonpsychologie Bd. I. S. 141 ff. S. 247 ff.

²⁾ Wundt, Physiol. Psychol. Bd. I. ³S. 428 ff. C. Lorenz, Unters.
über die Auffassung von Tondistanzen. Philos. Studien Bd. 6. S. 26
bis 104.

drei Töne in aufsteigender oder absteigender Reihe am Appun'schen Zungentonapparat gegeben und den Versuchspersonen die Frage vorgelegt, ob der zweite Ton näher zum ersten oder näher zum dritten oder in der Mitte läge; mit anderen Worten, ob die zweite Distanz grösser, gleich oder kleiner als die erste sei. Die Frage, auf welche psychischen Thatsachen sich diese Urteile eigentlich beziehen, ob auf die Aehnlichkeit der Töne oder auf anderes, trat hier zurück. Dagegen trat aufs deutlichste jetzt die Thatsache hervor, dass eine solche, von der musikalischen Intervallverglei- chung verschiedene Distanzbeurteilung unter den bezeichneten Versuchsbedingungen für Unmusikalische wie für Musikalische durchaus nicht schwer sei, nach einiger Uebung vielmehr die Urteile mit verhältnismässig grosser Sicherheit und Uebereinstimmung gegeben werden, besonders wenn die beurteilten Distanzen zugleich musikalische Intervalle waren. Ferner ergab sich, dass bei musikalischen wie bei musikalisch wertlosen Distanzen übereinstimmend derjenige Ton im allgemeinen gleich weit vom ersten wie vom dritten Ton erschien, welcher objektiv um gleiche Schwingungszahlen von den Schwingungszahlen des ersten und dritten Tones differierte. Es schien der Schluss zwingend, dass, während gleiche Intervalle gleichen Schwingungszahlverhältnissen entsprechen, subjektiv gleiche Tondistanzen zu objektiv gleichen Schwingungszahldifferenzen gehören.

In diesem Stadium der Angelegenheit schien es mir von Interesse, Urteile von hochgradig Unmusikalischen über diese Punkte zu gewinnen. Ich stellte daher längere Zeit hindurch am Klavier Versuche über Distanzverglei- chung mit einer grösseren Zahl Herren an, die ungewöhnlich schlechtes musikalisches Gehör besaßen. Die Ergebnisse entsprachen völlig den von Lorenz gewonnenen Resultaten; ich zögerte nicht, auch jenen Schluss zu unterschreiben, dass die Gleichsetzung der Tondistanzen durch die gleiche absolute Differenz der Schwingungszahlen bedingt sei, und glaubte, dass sich diese

Thatsache vielleicht einer allgemeineren psychophysischen Theorie einordnen lasse. In diesem Sinne habe ich damals eine kurze vorläufige Mitteilung über die Versuche vorgebracht ¹⁾).

Seitdem hat Stumpf nun an den Wundt-Lorenz'schen Arbeiten scharfe Kritik geübt, die zu lebhaften Debatten führte ²⁾. Der Grundgedanke der Stumpfschen Einwendungen war der, dass in fast allen Versuchsreihen, bei denen ein Ton mit unverkennbarer Bestimmtheit als Mitte zwischen zwei anderen bezeichnet wurde, dieses ein durch die musikalischen Gewohnheiten bevorzugter Ton war. Wenn zwischen zwei Grenzönen, deren Schwingungszahlen sich wie 3 zu 5 verhalten, 4 als Mitte bezeichnet wird, bei 2 und 4 ebenso 3 als Mitte gilt u. s. w., so liegt das nicht daran, dass die Differenz $4-3 = 5-4$ oder $3-2 = 4-3$ ist, sondern weil 2—3—4 oder 3—4—5 bevorzugte musikalische Verhältnisse darstellen. Die beabsichtigte reine Distanzschätzung ist somit durch das musikalische Intervallbewusstsein beeinträchtigt. Stumpf zeigte, dass diese Auffassung auch für die unmusikalischen Distanzen zutrifft, da sie als Verstimmungen musikalischer Intervalle beurteilt werden; dass die Musikalischen in ihren Distanzurteilen wesentlich sicherer waren als die unmusikalischen Versuchspersonen; dass die obertonreichen Zungenklänge zu einer vollgültigen Untersuchung über Tondistanzen überhaupt weniger geeignet seien, als einfache Töne, da die Obertöne die Distanzvergleiche beeinflussen können, und dass gewisse Bedenken aus der Einrichtung des Tonmessers

¹⁾ Beiträge z. exp. Psych. Heft 3. S. 36 bis 45.

²⁾ Stumpf, Ueber Vergleichung von Tondistanzen. Zeitschr. f. Ps. u. Phys. Bd. I. S. 419. Wundt, Vergleichung von Tondistanzen. Phil. Stud. Bd. 6. S. 605. Stumpf, Wundts Antikritik. Zeitschr. f. Ps. u. Phys. Bd. 2. S. 266. Wundt, Eine Replik Stumpfs. Phil. Stud. Bd. 7. S. 298. G. Engel, Ueber Vergleichungen von Tondistanzen. Zeitschr. f. Ps. u. Ph. Bd. 2. S. 361. Stumpf, Mein Schlusswort gegen Wundt. Zeitschr. f. Ps. u. Ph. Bd. 2. S. 438. Wundt, Auch ein Schlusswort. Phil. Stud. Bd. 7. S. 633.

entstehen, insofern dieser nur Töne giebt, welche um vier Schwingungen differieren, bei kleinen Distanzen aber feinere Abstufungen nötig wären, um zu entscheiden, ob die Mitte dem gleichen Schwingungszahlverhältnis oder der gleichen Schwingungszahldifferenz entspricht.

Ich glaube, dass diese Einwendungen im wesentlichen zu Recht bestehen und dass Wundt sie nicht entkräftet hat. Einige derselben hat er direkt bestätigt, vor allem, dass die Versuche mit musikalischen Distanzen nicht eindeutigen Aufschluss darüber geben, ob die Mittenschätzung auf Grund der musikalischen Bedeutung des betreffenden Tones oder auf Grund der Schwingungsdifferenz erfolgt. Was aber die musikalisch indifferenten Distanzen betrifft, so scheint mir, dass Wundts Gegeneinwand gegen die Stumpfsche Auffassung doch nicht völlig beweiskräftig ist. Wundt meint, Unmusikalische könnten unmöglich solche schwierige Leistungen ausführen, wie Stumpf bei ihnen voraussetzt, wenn die betreffenden Distanzen als Verstimmungen musikalischer Intervalle begriffen und dementsprechend die Mitte gewählt werden soll. Gewiss hat Wundt recht, dass kein Unmusikalischer eine Distanz als Vertiefung einer übermässigen Quarte auffassen und dann die kleine Terz als Mitte ergänzen wird; wenn die musikalische Intervallauffassung die reine Tondistanzschätzung beeinflusst, so ist das aber doch niemals so zu verstehen, als wenn die Intervallauffassung in einer richtigen Benennung des Intervalls bestände, sondern lediglich das aus der Klangverwandtschaft resultierende Gefühl kommt in Frage. Der Unmusikalische, der schon das reine Intervall nicht erkennt, wird das verstimmte erst recht nicht benennen können; für die Entwicklung jenes Klangverwandtschaftsgefühles hat er dagegen grösseren Spielraum als der Musikalische, er bemerkt die Verstimmung nicht, sie stört ihn nicht und die etwas vertiefte Quart beeinflusst ihn genau so wie es die reine Quart thun würde.

Halte ich die Stumpfschen Einwände somit für be-

rechtigt, so kann ich mich doch durchaus nicht davon überzeugen, dass die Wundt-Lorenzschen Versuchsreihen dadurch entwertet sind; ich glaube vielmehr, dass dieselben, auch unter Anerkennung der Stumpfschen Auffassung, uns wichtige und prinzipiell neue Aufklärungen in einer schwierigen Frage gebracht haben. Der Hauptpunkt der Wundtschen Ergebnisse ist durch die Experimente sicher gestellt und allgemein anerkannt; nur trat er in der Diskussion zurück, weil dort natürlich am stärksten die Streitpunkte zur Geltung kommen, auch wenn sie Nebendinge betreffen. Das gesicherte Ergebnis ist dieses: wenn wir vor die Aufgabe gestellt sind, zwischen zwei klangverwandten, nicht mehr als zwei Oktaven von einander entfernten Tönen einen dritten zu suchen, welcher für das unmittelbare Bewusstsein von beiden Tönen gleich weit entfernt ist, so wählen wir einen Ton, der objektiv von den beiden anderen um gleiche Schwingungszahl differiert. Die Urteile der Musikalischen unterscheiden sich dabei von denen der Unmusikalischen nur durch grössere Sicherheit. Gegenstand des Streites ist lediglich die Erklärung dieser Thatsache. Nach der einen Auffassung ist dabei die gleiche Schwingungszahldifferenz das entscheidende, das Ergebnis muss dann also eintreten, gleichviel ob dieser gewählte Mittelton eine bevorzugte musikalische Stellung einnimmt oder nicht und auch gleichviel, ob die beiden Endtöne ein musikalisches Intervall darstellen oder nicht. Nach der andern Auffassung ist das entscheidende, dass jener Mittelton zugleich stets zu den beiden anderen Tönen in einer durch die musikalischen Gewohnheiten bevorzugten Beziehung steht; es würde demzufolge an unmusikalischen Distanzen eine solche Beurteilung nur dadurch zu stande kommen, dass sie, wie erwähnt, als Verstimmungen musikalischer Intervalle aufgefasst werden. Der Streit zwischen diesen beiden Auffassungen dauert fort und auch die im folgenden mitgeteilten Versuche beziehen sich zum grossen Teil auf diese Frage. Darüber darf aber nicht vergessen werden, dass jene Thatsache selbst, über deren Er-

klärung man streitet, wichtig und neu, geradezu überraschend ist. Wer hätte denn früher je für wahrscheinlich gehalten, dass dem naiven Bewusstsein regelmässig die Quinte als Mitte der Oktave, die Quinte somit als Distanz gleich der nach der Höhe zu angrenzenden Quarte erscheint, andererseits die Quarte als Mitte der grossen Septime, so dass die Quarte gleich der grossen Terz geschätzt wird u. s. w. Dass die Intervalle nach der Höhe zu grössere Distanzen darzustellen scheinen, die populären Voraussetzungen von der Grössengleichheit gleicher Intervalle, auf die sich Fechner stützte, also unzutreffend sind, hatte Stumpf ja schon früher gezeigt, aber die Auffassung war doch nur die, dass gleiche Intervalle nicht vollkommen gleiche Distanzen darstellen; jetzt zeigt sich aber, dass vollkommen ungleiche Intervalle gleich erscheinen können. Dem gegenüber ist es erst sekundär, ob diese Mittenbestimmung wirklich ein reines Distanzenurteil darstellt oder durch musikalische Nebenmotive bestimmt ist; es genügt die überraschende psychologische Thatsache, dass gesetzmässig ein Ton, der so ungleiche Intervalle trennt, von beiden Endtönen gleich weit entfernt scheint. Selbst wer zugiebt, dass musikalische Motive dabei bestimmend sind, das Intervallbewusstsein somit die reine Distanzschätzung dabei beeinflusst, kann nicht bestreiten, dass diese Art des Einflusses höchst merkwürdig ist und den Erwartungen widerspricht; die Annahme, dass ein musikalisches Intervallbewusstsein hindernd auf die Distanzurteile einwirkt, war früher lediglich so gemeint, dass unwillkürlich stets diejenigen Distanzen gleich geschätzt würden, welche gleichen Intervallen entsprechen, während sich jetzt ein ganz anderes Ergebnis herausstellt.

Dass solch unerwartete Thatsache Erklärung fordert, ist klar. Der Streit um dieselbe hat das eine jedenfalls sichergestellt, dass musikalische Intervalle, bei denen die absolute Schwingungszahlenmitte auf einen musikalisch bevorzugten Ton fällt, nicht geeignet sind, um eine Entscheidung über die richtige Erklärung herbeizuführen. Aus diesem Grunde war

ich seit dem Erscheinen der Stumpfschen Kritik entschlossen, die früher in kurzer vorläufiger Mitteilung skizzierten Versuche an Unmusikalischen beiseite zu legen und die Untersuchung auf neuer Grundlage zu beginnen. Ich hatte die Versuche zum grössten Teil am Klavier angestellt, also überwiegend mit klangverwandten Tönen gearbeitet; ich glaube, in diesem Stadium der Diskussion jenen Versuchen mithin keinen entscheidenden Wert beilegen zu dürfen und auf ihre ausführlichere Mitteilung in diesem Zusammenhang verzichten zu sollen. Auch die theoretischen Vorstellungen über die psychophysische Grundlage des Vorgangs, die ich dort andeutend skizzierte, müssen zurücktreten, bis die Streitfragen überzeugend beantwortet sind. Das ist ja freilich klar, dass weder die eine noch die andere der streitenden Auffassungen eine wirkliche Erklärung im psychophysischen Sinne einschliesst. Beide stellen nur gewisse Bedingungen fest; wie es aber psychophysisch kommt, dass die Vorstellung der Mitte an gleiche Schwingungszahldifferenz oder an gewisse musikalische Beziehungen und zwar trotz der Ungleichheit der Intervalle gebunden ist, darüber kann nur eine allgemeinere Theorie Aufschluss geben. Nun sehe ich vorläufig zwar keinen Grund, die früher angedeuteten Vorstellungen dieser Art wesentlich abzuändern; ebenso überzeugt aber bin ich davon, dass die Erörterung solcher psychophysischen Theorie der Tondistanzvergleichung erst dann Wert hat, wenn die empirischen Bedingungen im einzelnen klar gestellt sind. Die folgenden Mitteilungen beschränken sich somit darauf, zu dieser Spezialfrage neues und zwar zum Teil unter neuem Gesichtspunkt gewonnenes Material zu übermitteln.

Es kam mir also darauf an, die Distanzvergleichung nach einer Methode vorzunehmen, welche den Stumpfschen Einwänden entzogen ist, bei welcher also deutlich unterschieden werden kann, ob die Differenz der Schwingungszahlen oder ob musikalische Beziehung für die Distanzvergleichung massgebend ist. Freilich auch die Wundt-Lorenzschen Unter-

suchungen boten schon einige Versuchsreihen dar, deren Ergebnis durch Stumpf nicht entwertet wurde, besonders aber eine Reihe: die Versuche mit der Doppeloktave. Wenn wirklich stets derjenige Ton als Mitte gewählt wird, der als musikalischer Zwischenton gewohnheitsmässig bevorzugt wird, so müsste unbedingt und mit grösster Sicherheit die Oktave als Mitte der Doppeloktave aufgefasst werden. Wenn nun aber in den überaus zahlreichen Versuchen mit Doppeloktave, die im Wundtschen Laboratorium ausgeführt wurden, die Oktave fast in keinem einzigen Fall als Mitte anerkannt wurde, die Mittenwerte vielmehr um die grosse Terz der Oktave schwanken, die der gleichen Schwingungszahldifferenz entspricht (also nicht 2—4—8, sondern 2—5—8), so scheint mir das doch sehr beachtenswert. Stumpf meint freilich, dieses Ergebnis sei nur dadurch zu stande gekommen, dass die Versuchspersonen die ihnen wie aller Welt natürlichste Mitte, die Oktave, absichtlich vermieden, weil sie bei der Oktave sich stets deutlich bewusst waren, dass es sich hier um gleiche Intervalle handle und die eigentliche Intervallvergleihung unterdrückt werden sollte. Dieser Einwand scheint mir unhaltbar. Die subjektiven Aussagen meiner Versuchspersonen bestätigen durchaus, was Wundt von den seinigen sagt: dass alle Zwischengedanken und Nebenmotive vollkommen ausgeschlossen sind und die Vergleichung das unmittelbare Produkt naiver Auffassung ist. Eine von Theorien beeinflusste Willenstendenz, den einen Ton zu vermeiden und den andern zu wählen, ist sicher nirgends vorgekommen und würde, wie schon Wundt hervorhebt, zweifellos zu anderen Ergebnissen geführt haben. Ich kann nun hinzufügen, dass gerade in diesem Punkt meine Klavierversuche an Unmusikalischen, die weder von Intervallen noch von Theorien etwas wussten, genau zu demselben Ergebnis führten und die Tabellen werden ausserdem zeigen, dass bei genauer Wiederholung der Lorenzschen Versuche auch in meinem Laboratorium niemals die Oktave als Mitte der Doppeloktave auf-

gefasst wird. Freilich wenn Musikalische ihre Mittenschätzungsversuche mit der Doppeloktave überhaupt beginnen, so pflegt es ihnen zunächst schwer zu werden, die Aufgabe anders aufzufassen, als dass derjenige Ton gesucht werden soll, welcher zwei gleiche Intervalle trennt; sind aber erst Versuche mit anderen Combinationen vorausgegangen, bei denen die Intervallverhältnisse nicht so einfach liegen, so dass sich eine gewisse Gewöhnung an reine Distanzurteile schon gebildet hat, so erscheint die Oktave dem Grundton erheblich näher liegend als der zweiten Oktave und die Terz der Oktave erscheint im allgemeinen als Mitte.

Sind somit auch die Versuche mit Doppeloktaven den Einwendungen wenig ausgesetzt, so wird es doch jedenfalls notwendig sein, die Untersuchung noch nach anderen Richtungen weiterzuführen. Ein Weg schien mir besonders geeignet, die bisherige Versuchsanordnung zu ersetzen: statt dreier Töne werden vier gegeben, die Distanz zwischen erstem und zweitem wird mit der zwischen drittem und viertem verglichen; die beiden Distanzen haben somit keinen Ton gemeinsam, und nicht nur die Distanzgrösse, sondern auch der Zwischenraum zwischen beiden Distanzen kann verändert werden. Es ist offenbar, dass alle Bedenken, welche den Mitteschätzungen entgegengebracht wurden, bei solcher Versuchsanordnung wegfallen, da jetzt drei Töne bequem so gewählt werden können, dass der vierte bei gleicher Schwingungszahldifferenz auf einen musikalisch indifferenten Ton trifft, zweitens durch den Zwischenraum zwischen erster und zweiter Distanz beide so verschieden hoch liegen, dass die gleiche Schwingungsdifferenz sehr viel stärkeren Intervallverschiedenheiten entspricht als bei angrenzenden Distanzen, drittens aber bei dieser Anordnung jede der beiden Distanzen vollkommen selbständig aufgefasst werden muss.

Distanzvergleichung von Tonpaaren, denen kein Ton gemeinsam ist, gilt mit Recht als schwer, ausser wenn es sich

um identische Intervalle mit gleichnamigen Tönen handelt. Die Schwierigkeit lässt sich aber leicht überwinden, wenn die Versuchspersonen systematisch für die Aufgabe vorbereitet werden. Geht man aus von den Lorenz-Wundtschen Mittelschätzungen und gewöhnt die Versuchsperson, schon hier die rein musikalische Vergleichung zu hemmen und möglichst naiv die Distanzgrößen zu vergleichen, geht man dann zu Versuchen über, bei denen der Mittelton zweimal hintereinander angegeben wird, so dass vier Töne sich darbieten, von denen der zweite und dritte identisch sind, und lässt man nun allmählich den zweiten und dritten Ton sich langsam voneinander entfernen, so ist es den Versuchspersonen leicht, die beiden Distanzen ohne Zwischengedanken und ohne Uebertragungen unmittelbar miteinander zu vergleichen. Dieses ist der Weg, den wir eingeschlagen haben.

Als Tonquelle benutzte auch ich den Appunnschen Tonmesser. Ich stimme Stumpf vollkommen bei, dass so ober-tonreiche Klänge nicht die besten Objekte für solche Untersuchungen sind, und dass die Zunahme der Töne von vier zu vier Schwingungen für manche feinere Frage zu grob ist; trotzdem glaubte ich den Apparat bevorzugen zu sollen, und zwar in erster Linie, um eine gewisse Kontinuität der Arbeit zu ermöglichen. Meine Untersuchung sollte unmittelbar an die Lorenzsche anknüpfen und musste somit dasselbe Instrument verwerten; anderenfalls hätte bei etwaiger Verschiedenheit der Resultate erst wieder mit zweifelhafter Sicherheit diskutiert werden müssen, wie weit die Unterschiede aus der Verschiedenheit der Tonquelle zu erklären sind.

Der für die Versuche neu gebaute Apparat unterschied sich von dem Wundtschen lediglich darin, dass ein Kasten Zungen für drei ganze Oktaven von 128 bis 1024 Schwingungen enthielt, von denen aber nur die Oktave 256 bis 512 die 64 um je vier Schwingungen voneinander abstehenden Töne umfasste, während die tiefere und höhere Oktave nur als musi-

kalische Skala vertreten waren. Auf diese Weise konnte ich Intervalle von drei Oktaven an einem Kasten herstellen; es musste natürlich dafür gesorgt werden, dass der zu variierende Ton dabei stets in der mittleren Oktave lag.

Die Behandlung des Apparates hatte ich für sämtliche Versuche selbst übernommen; als Versuchspersonen fungierten in der ersten Zeit die Herren Christiansen, Merck, Smith, Wadsworth, Krohn, Blech und Weiss. Die letzteren drei Herren nahmen an den späteren Versuchen nicht mehr teil; vollständige Ergebnisse besitze ich somit nur von vier Versuchspersonen, und nur auf diese bezieht sich meine Bericht-erstattung. Bei einem dieser vier Herren zeigt sich aber eine so geringe Fähigkeit zur Vergleichung von Tondistanzen, dass die Mittheilung seiner Ergebnisse mir ziemlich wertlos scheint; sie schwanken meist so regellos, dass mehr Zufall als psychologische Gesetzmässigkeit darin zum Ausdruck kommt. Der betreffende Herr fühlte selbst, wie geringwertig seine Schätzungen waren; überdies liess er viele Fragen in seiner Unschlüssigkeit unbeantwortet. Ich werde die Resultate dieser Versuchsperson daher ebenfalls weglassen. In der That scheint mir in einer gewissen Regelmässigkeit der Ergebnisse allein der Massstab für die Tauglichkeit der Versuchspersonen zu solchen Experimenten zu liegen. Der Unmusikalische kann, wie unsere Versuche zeigen, die Tondistanzurteile vielleicht gesetzmässiger fällen als der Musikalische. Von vornherein zu entscheiden, dass nur der Musikalische solchen Versuchen gewachsen ist, scheint mir also bedenklich, insofern es die Voraussetzung einschliesst, dass die gesuchte Gesetzmässigkeit von dem Musikbewusstsein abhängig sein muss. Ist die Regelmässigkeit der Ergebnisse aber das Entscheidende, so lässt sich vorher überhaupt nicht feststellen, wessen Versuche geeignet sein werden, um bestimmte psychologische Gesetzmässigkeiten aufzufinden; erst das abgeschlossene Material kann das unparteiisch erkennen lassen, und die Ansammlung späterhin unbrauchbaren Ma-

terials ist somit eventuell unvermeidlich. Die drei Herren, deren Ergebnisse eine gewisse Gesetzmässigkeit stets erkennen lassen, will ich mit A., B., C. bezeichnen. A. hat niemals Musik getrieben und nimmt die verhältnismässig grosse Sicherheit seiner Schätzungen selbst mit Ueberraschung wahr. B. ist ein feinmusikalischer, geübter Cellist, C. hat niemals musiziert.

Die vier Versuchspersonen hatten jeder ein Protokoll vor sich, in das sie von Versuch zu Versuch ihr Schätzungsergebnis einschrieben; erst später wurde das Ergebnis mit dem Protokoll der objektiv gegebenen Tonfolgen verglichen, so dass der einzelne niemals sofort erfuhr, ob er richtig oder falsch schätzte, besser gesagt, ob er der einen oder der anderen Theorie gemäss schätzte. Die Urteile bezogen sich sämtlich auf die zweite Distanz. Die Frage war also stets, ob die zweite Distanz grösser ($>$), gleich ($=$) oder kleiner ($<$) als die erste erschien. War man schwankend zwischen zwei Entscheidungen, so wurden beide protokolliert; bei der Berechnung später wurden sie dann beiden Rubriken als je ein Halb zugerechnet. Meine Versuche — nicht nur die mit vier Tönen, sondern auch schon die Dreitonversuche — unterscheiden sich nämlich von den Lorenzschen auffällig darin, dass bei Lorenz zweifelhafte Fälle nur in den Vorversuchen (a. a. O. S. 48) auftraten, während sie bei uns die gesamte Arbeit hindurch nicht verschwanden; Urteile wie gleich oder grösser, gleich oder kleiner kamen nach wie vor ziemlich häufig vor; sie beiden Antwortgruppen je zur Hälfte zuzurechnen, dürfte einwandfrei sein. Bezüglich der Versuchsanordnung wich ich von Lorenz von vornherein dadurch ab, dass es mir bedenklich erschien, zwischen TMH und HMT unregelmässig zu wechseln. Dass der Einfluss der Zeitlage ausgeglichen werden muss, ebenso oft also mit dem tiefsten wie mit dem höchsten Ton begonnen werden muss, ist zweifellos; der fortwährende Wechsel wirkt aber störend und verwirrend. Wir sind deshalb abwechselnd stets eine ganze Reihe hindurch jedesmal von unten

nach oben und die nächste Reihe von oben nach unten gegangen, wobei die Grösse der Reihe von der Zahl der zu untersuchenden Variationen und diese von der Grösse der Distanzen abhängig war; jede Reihe umfasste 20 bis 50 Einzelversuche. Die Gegenreihe mit der umgekehrten Tonfolge wurde dann unmittelbar angefügt. Schliesslich weicht meine Darstellung der Ergebnisse von der Lorenzschen ab. Es kommt darauf an, die Gesetzmässigkeit der Resultate möglichst übersichtlich zum Ausdruck zu bringen. Zu diesem Zweck ordnete Lorenz alles nach richtigen und falschen Fällen, wobei er als Massstab den absoluten Schwingungszahlunterschied benutzte, es also richtig nannte, wenn die grössere Schwingungszahldifferenz als grössere Distanz, die kleinere Differenz als kleinere Distanz beurteilt wurde. Es ist klar, dass hier ein theoretischer Erklärungsversuch schon in die Berechnung hineingewebt ist. Objektiv kann freilich dadurch kein Fehler entstehen, subjektiv aber ist der Eindruck, den die Ergebnisse hervorrufen, unzulässig beeinflusst. Wenn beispielsweise bei einer grösseren Schwingungszahldifferenz die höhere Distanz kleiner erscheint, so würden die Falschfälle steigen und den Eindruck erwecken, als ob die Versuchsperson objektiv falsch schätzt, während in Wirklichkeit dadurch nur diejenige Theorie sich als falsch erweisen würde, welche den Gleichheitspunkt von vornherein auf den Punkt gleicher Schwingungszahldifferenz verlegt. Wir werden nun die Betrachtung sehr wohl, wie es Lorenz durch diese Berechnungsweise bezweckt und wie es für unsere Viertonversuche unerlässlich ist, direkt auf die Distanzen beziehen können, andererseits aber vollkommen unparteiisch bleiben, wenn wir die Berechnung auf die Frage beziehen: in wieviel Prozent der Fälle wird die höhere Distanz für grösser, gleich oder kleiner gehalten? Unter diesem Gesichtspunkt sind sämtliche folgenden Tabellen berechnet. Da, wie erwähnt, die protokollierten Urteile sich stets auf die zeitlich zweite Distanz bezogen, die zweite Distanz aber ebenso oft die tiefere wie die höhere war,

so musste natürlich in denjenigen Fällen, bei denen die Tonfolge HMT vorlag, das protokollierte Urteil umgekehrt werden; erschien die zweite tiefere Distanz kleiner, so bedeutet es, dass die höhere Distanz bei dieser Zeitlage grösser erschien. Die Zahl unserer Einzelversuche steht weit hinter den Lorenzschen zurück; die hier mitgeteilten Ergebnisse beziehen sich auf etwa 2500 Urteile jeder Versuchsperson; jede Tonfolge kam 10 bis 20mal zur Beurteilung. Der Einfluss der Zeitlage ist in den Tabellen von vornherein ausgeglichen, damit lediglich der Einfluss der Distanzvariationen hervortritt; die gesamte Berechnung ist stets auf je hundert Fälle bezogen.

Wir gingen, wie erwähnt, von Versuchen aus, welche den Lorenzschen vollkommen entsprechen, und zwar wiederholten wir Versuche mit musikalischen Intervallen wie mit unmusikalischen Verstimmungen. Als Beispiel führe ich die Oktave und die Doppeloktave an, entsprechend den Lorenzschen Tabellen VII und XX, als Beispiel nichtmusikalischer Intervalle eine Wiederholung der Versuche von Tabelle XVI, bei der der erste und dritte Ton im Verhältnis 37 : 53 stehen, also eine erhöhte verminderte Quinte darstellen. Die erste Vertikalreihe gibt den variablen Mittelton. Die drei Vertikalreihen für jede Versuchsperson geben die Prozentzahl der Schätzungen in Bezug auf die höher gelegenen Distanzen: die erste Reihe die Zahl der Grösserschätzungen, die zweite die Gleichschätzungen, die dritte die Kleinerschätzungen. A., B., C. sind die Versuchspersonen. V bedeutet den variablen Ton.

Tabelle I.

256 — V — 512 (1 : 2).

V	A.			B.			C.		
	>	=	<	>	=	<	>	=	<
352	100	—	—	100	—	—	100	—	—
356	100	—	—	100	—	—	100	—	—
360	100	—	—	100	—	—	95	5	—
364	100	—	—	100	—	—	90	—	10
368	100	—	—	100	—	—	100	—	—
372	100	—	—	100	—	—	100	—	—

V	A.			B.			C.		
	>	=	<	>	=	<	>	=	<
376	100	—	—	100	—	—	90	10	—
380	90	5	5	15	80	5	85	10	5
384	10	90	—	—	100	—	80	5	15
388	15	—	85	10	75	15	45	50	5
392	10	—	90	5	5	90	40	50	10
396	5	5	90	—	—	100	15	40	45
400	—	—	100	—	—	100	—	30	70
404	—	—	100	—	—	100	—	—	100
408	—	—	100	—	—	100	—	—	100

Die absolute Mitte liegt hier bei 384 Schwingungen, die relative wäre 362, also zwischen den Tasten 360 und 364. Auf den ersten Blick ist es klar, dass für A. und B. die Mitte zweifellos in der Zone um 384 herumliegt, bei C. sogar überraschenderweise noch höher, etwa um 392, dass 360 oder 364 aber als Mitte nicht in Frage kommt. Nun ist 384 die Quinte von 256; das interessante Ergebnis, dass die Quarte gleich der Quinte geschätzt wird, tritt hier also genau wie bei Lorenz hervor. Ob aber die Gleichheit der Schwingungszahldifferenz oder die musikalische Bedeutung des Tones massgebend ist, lässt sich hier wie dort nicht ersehen.

Wichtiger ist, dass sich diese Uebereinstimmung auch auf die Doppeloktave bezieht, obgleich ich hier nun immer aufs neue die Versuchspersonen verpflichtete, sich möglichst naiv dem Eindruck hinzugeben und jede Reflexion zu unterdrücken. Das Ergebnis ist folgendes:

Tabelle II.
192 — V — 768 (1 : 4).

	A.			B.			C.		
	>	=	<	>	=	<	>	=	<
376	100	—	—	100	—	—	100	—	—
bis									
444	100	—	—	100	—	—	100	—	—
448	100	—	—	90	5	5	100	—	—
452	100	—	—	100	—	—	80	5	15
456	100	—	—	70	20	10	40	45	15
460	100	—	—	95	—	5	45	45	10
464	100	—	—	50	35	15	85	5	10

	A.			B.			C.		
	>	=	<	>	=	<	>	=	<
468	80	10	10	25	55	20	35	45	20
472	85	15	—	40	50	10	20	55	25
476	10	90	—	30	65	5	40	20	20
480	—	100	—	—	95	5	20	70	10
484	—	100	—	20	75	5	15	60	25
488	5	95	—	25	40	35	35	10	55
492	—	80	20	10	15	75	10	20	70
496	—	10	90	—	—	100	5	5	90
500	—	—	100	—	—	100	5	—	95
504	—	—	100	—	—	100	—	5	95

Auffallend ist, dass hier wie in manchen anderen Tabellen A., der ohne jede musikalische Uebung ist, entschieden sicherer und gesetzmässiger geschätzt hat als der musikalische B. Die Urteile von C. schwanken in breiter Zone. Allen gemeinsam aber ist, dass wenn der variable Ton tiefer als 448 lag, die höhere Distanz dann auch nicht ein einziges Mal anders als grösser erschien. Nun liegt hier die absolute Mitte bei 480, die relative bei 384. Letztere ist zugleich die Oktave, also der musikalisch bedeutsamste Zwischenton, erstere ist die Terz der Oktave. Es ist klar, dass um diese Terz die Distanzgleichschätzungen liegen, das musikalische Verhältnis 5:8 also als Distanz ungefähr gleich 2:5 geschätzt wird, dass aber auf die Oktave niemals das Gleichheitsurteil bezogen wird, obgleich die Versuchspersonen sicher waren, niemals die Oktave absichtlich als Mitte auszuschliessen. Ausgeschlossen ist dadurch natürlich nicht, dass auch bei der Terz der Oktave musikalische Beziehungen mitwirken, zumal die Tonfolge 2-5-8 uns musikalisch weit mehr befriedigt als 2-4-8; die besonders bei B. und C. überaus langsame Verschiebung der Grösser- und Kleinerschätzungen dürfte aber dagegen sprechen.

Als Beispiel unmusikalischer Distanzen gelte, entsprechend der Lorenzschen Tabelle XVI:

Tabelle III.

296 — V — 424 (37 : 53).

	A.			B.			C.		
	>	=	<	>	=	<	>	=	<
340	100	—	—	100	—	—	100	—	—
344	100	—	—	100	—	—	100	—	—
348	100	—	—	100	—	—	100	—	10
352	80	20	—	65	35	—	90	—	10
356	80	15	5	70	25	5	55	40	5
360	15	75	5	45	55	—	40	45	5
364	5	60	35	—	35	65	40	35	25
368	—	35	65	—	10	90	15	45	40
372	—	10	90	5	10	85	10	15	75
376	—	—	100	—	10	90	—	5	95
380	—	—	100	—	—	100	—	5	95

Die absolute Mitte liegt bei 360, die relative bei 354,2, also zwischen den Tasten 352 und 356. Es ist offenbar, dass die Gleichschätzungen sowohl als auch die entsprechenden Verschiebungen in den Grösser- und Kleinerschätzungen dafür sprechen, dass die subjektive Mitte auf 360 fällt.

Die mitgeteilten Proben beweisen, dass wir dort, wo wir die Lorenzschen Versuche wiederholten, im wesentlichen zu den gleichen Resultaten gelangten; diese Uebereinstimmung berechtigt uns, die Ergebnisse der folgenden Tabellen, welche aus neuer Versuchsanordnung an denselben Personen gewonnen wurden, auch mit den Lorenzschen Ergebnissen in Vergleich zu bringen. Wir schritten zunächst zu grösseren Intervallen vor; die von Lorenz untersuchte Maximaldistanz waren zwei Oktaven gewesen. In Tab. IV sind wir zur Doppeloktave plus Quinte, in Tab. V zum Intervall von drei Oktaven fortgeschritten. Dass bei so grossen Distanzen die subjektive Distanzvergleichung schwieriger sei, konnten die Versuchspersonen nicht konstatieren; die Tabellen zeigen, dass sogar die Unsicherheit wenig zunimmt.

Tabelle IV.

128 — V — 768 (1 : 6).

	A.			B.			C.		
	>	=	<	>	=	<	>	=	<
304									
bis									
412	100	—	—	100	—	—	100	—	—
416	100	—	—	100	—	—	95	5	—
420	100	—	—	90	10	—	100	—	—
424	100	—	—	95	5	—	90	5	5
428	100	—	—	75	15	10	80	15	5
432	90	5	5	75	20	5	65	25	10
436	95	5	—	55	45	5	40	55	5
440	70	20	10	40	40	20	25	45	30
444	20	75	5	25	45	30	10	30	60
448	5	90	5	10	30	60	—	25	75
452	—	25	75	10	10	80	—	5	95
456	—	10	90	15	—	85	—	—	100
460	—	—	100	—	—	100	—	10	90
464	—	—	100	—	—	100	—	—	100
468	—	—	100	—	—	100	—	—	100

Die absolute Mitte ist 448, die relative 313,5. Die Tabelle ergibt, dass bis 416 auch nicht ein einziges Mal die höhere Distanz für gleich oder kleiner gehalten wurde, dass dagegen 448 nur von A. als Mitte aufgefasst wird, während für B. und C. die Mitte etwas tiefer liegt, für B. zwischen 440 und 444, für C. zwischen 436 und 440. Ein musikalisch bevorzugter Ton ist hier nicht in Frage, da 448 die verminderte Septime der Oktave ist, musikalisch aber die Terz oder die Quinte der Oktave bevorzugt ist, die mit 320 und 384 Schwingungen niemals für die Mitte gehalten wurden.

Tabelle V (Auszug).

128 — V — 1024 (1 : 8).

	A.			B.			C.		
	>	=	<	>	=	<	>	=	<
256									
bis									
376	100	—	—	100	—	—	100	—	—
380	100	—	—	85	10	5	90	10	—

	A.			B.			C.		
	>	=	<	>	=	<	>	=	<
400	100	—	—	70	20	10	75	20	5
420	100	—	—	30	55	15	75	25	—
440	90	10	—	10	50	40	60	35	5
460	95	5	—	—	45	55	60	40	—
480	25	60	15	—	45	55	45	30	25
500	5	70	25	—	15	85	50	35	15
512	—	45	55	—	—	100	10	85	5
576	—	—	100	—	—	100	—	—	100
640	—	—	100	—	—	100	—	—	100

Die relative Mitte ist hier 362, die absolute 576. Bei 362 wird das höhere Intervall stets für grösser gehalten, wichtiger aber ist, dass, wie die Tabelle zeigt, bei 576 die höhere Distanz nicht ein einziges Mal für grösser oder gleich gehalten wird. Bei der Distanz von drei Oktaven ist also schon die Grenze überschritten, innerhalb derer von einer Bevorzugung der absoluten Mitte die Rede sein kann. Nun hatte freilich auch Wundt, dessen Versuche zwei Oktaven nicht überschritten, von vornherein zugegeben, dass die Gleichschätzung der Distanzen bei gleicher Schwingungszahldifferenz für noch grössere Intervalle sich schwerlich konstatieren lassen würde. Bei noch grösseren Intervallen, so nahm man allgemein an, höre die Möglichkeit auf, wirkliche Distanzvergleiche anzustellen. Unsere Versuche zeigen, dass diese Annahme irrtümlich war. Die Versuchspersonen hatten subjektiv durchaus nicht das Gefühl, dass die Schwierigkeit wesentlich zugenommen habe, und auch objektiv tritt die Gesetzmässigkeit in der Verschiebung der Urteile deutlich hervor. Wenn A. bei 460 Schwingungen die höhere Distanz in 95 % der Fälle für grösser hält, bei 480 in 25 %, bei 500 in 5 %, bei 512 in 0 %, so trägt es nichts weniger als den Charakter der Ratlosigkeit. Wir dürfen also schliessen: unter den bisher allein verwerteten Bedingungen hört bei Intervallen, die grösser als zwei Oktaven sind, die Möglichkeit einer regelmässigen Mitteschätzung durch Distanzvergleich durchaus nicht auf; es verändert sich aber das

innerhalb der Doppeloktave gültige Verhalten, insofern jetzt niemals mehr die gleiche Schwingungszahldifferenz als gleiche Distanz gilt, das höhere Intervall vielmehr, wenn die absolute Mitte angegeben wird, ausnahmslos grösser erscheint.

Welcher Ton bei dem Intervall von drei Oktaven als Mitte betrachtet wird, lässt sich nicht einheitlich angeben, da schon bei den drei Versuchspersonen der obigen Tabelle wesentliche Unterschiede hervortreten. Musikalische Motive dürften nur bei C. mitgewirkt haben, wenn seine Gleichschätzungen bei 512, also bei der Doppeloktave, auf 85 % ansteigen, während B. hier schon stets, A. in der grösseren Zahl der Fälle die höhere Distanz als grösser auffasst. Die Terz oder die Quinte der Oktave wurden nirgends bevorzugt.

Da wir speziell die Frage im Auge hatten, wie es sich mit der Gleichschätzung gleicher Schwingungszahldifferenzen verhält, diese Gleichschätzung aber schon bei drei Oktaven aufgehört hatte, so schien es zwecklos, noch grössere Intervalle zu untersuchen. Wir lenkten daher von diesem Wege ab und wandten uns der oben charakterisierten Untersuchungsmethode mit vier Tönen zu. Wir wiederholten zunächst die Versuche der drei ersten Tabellen unter Verdoppelung des Mitteltones. Es ergab sich, dass die objektive Schätzung im wesentlichen nicht verändert wird; die Sicherheit nimmt ein wenig zu, so dass die Schwankungen zum Teil kleiner werden und die Zone der Gleichschätzungen an Umfang abnimmt, prinzipiell bleibt aber alles unverändert, so dass eine Wiedergabe der Tabellen überflüssig ist. Subjektiv konstatierten die Versuchspersonen, dass sie jetzt deutlicher sich bewusst waren, eine wirkliche Distanzvergleichung auszuführen. Nachdem sämtliche Teilnehmer hinreichende Uebung hatten, gingen wir zu solchen Versuchen über, bei denen der zweite und dritte Ton nicht identisch waren.

Die grösste Zahl der Versuche widmeten wir einer Folge von vier Tönen, von denen der tiefste stets 256, der höchste

stets 456 Schwingungen hatte. In vier Versuchsgruppen wurde nun die tiefere Distanz so gewählt, dass sie in der ersten Gruppe 20, in der zweiten 40, in der dritten 60, in der vierten 80 Schwingungen betrug; nennen wir den von Versuch zu Versuch variierenden Ton wieder V, so muss die erste Gruppe also 256—276—V—456, die zweite 256—296—V—456, die dritte 256—316—V—456, die vierte 256—336—V—456 enthalten, wobei selbstverständlich wieder ebenso oft vom tiefen zum hohen Ton fortgeschritten wurde wie umgekehrt. Es ist klar, dass bei dieser Versuchsanordnung in der That die oben besprochenen Vorteile vorhanden sind. Angestellt wurden die Versuche so, dass der erste und zweite Ton unmittelbar einander folgten, dann etwa eine Sekunde Pause und darauf der dritte und vierte unmittelbar hintereinander.

Tabelle VI.
256—276 — V — 456.

	A.			B.			C.		
	>	=	<	>	=	<	>	=	<
416	85	15	—	90	10	—	100	—	—
420	70	30	—	65	30	5	70	25	5
424	5	80	15	30	50	20	—	90	10
428	20	70	10	10	60	30	10	75	15
432	—	45	55	15	55	30	—	50	50
436	—	15	85	—	30	70	—	25	75
440	—	—	100	—	5	95	—	10	90
444	—	—	100	—	—	100	—	5	95

Tabelle VII.
256 — 296 — V — 456.

	A.			B.			C.		
	>	=	<	>	=	<	>	=	<
388	100	—	—	100	—	—	100	—	—
392	85	15	—	100	—	—	75	20	5
396	65	35	—	80	20	—	80	20	—
400	50	35	15	75	25	—	65	30	5
404	15	70	15	40	60	—	40	50	10
408	15	80	5	25	60	15	20	60	20
412	—	55	45	5	40	55	5	55	40
416	—	15	85	—	20	80	5	25	70
420	—	—	100	—	—	100	—	10	90
424	—	—	100	—	—	100	—	5	95

Tabelle VIII.

	256 — 316 — V — 456.								
	A.			B.			C.		
	>	=	<	>	=	<	>	=	<
360	100	—	—	95	5	—	100	—	—
364	100	—	—	90	10	—	100	—	—
368	100	—	—	95	5	—	100	—	—
372	45	55	—	75	25	—	100	—	—
376	60	35	5	60	25	15	70	25	5
380	45	40	15	70	30	—	45	55	—
384	40	50	10	45	40	15	60	30	10
388	15	75	10	15	70	15	40	50	10
392	—	50	50	5	35	60	10	40	50
396	—	10	90	—	20	80	—	15	85
400	—	—	100	—	5	95	—	—	100

Tabelle IX.

	256 — 336 — V — 456.								
	A.			B.			C.		
	>	=	<	>	=	<	>	=	<
340	100	—	—	100	—	—	100	—	—
344	100	—	—	95	—	5	100	—	—
348	100	—	—	85	15	—	80	10	10
352	100	—	—	90	10	—	75	10	15
356	70	20	10	75	20	5	80	15	5
360	55	40	5	60	40	—	65	30	5
364	65	20	15	60	30	10	40	55	5
368	40	40	20	50	45	5	45	55	—
372	15	65	20	30	50	20	30	45	25
376	5	60	35	15	55	30	10	60	30
380	—	30	70	5	40	55	15	35	50
384	—	20	80	—	40	60	10	20	70
388	—	—	100	—	15	85	10	5	85
392	—	—	100	—	5	95	—	—	100

Diese vier Tabellen stellen nun wirklich reine Distanzvergleichen dar, bei denen von musikalischen Motiven nicht die Rede ist und bei denen alle Bedenken wegfallen, die mit dem Begriff der Mittenschätzung verknüpft sind. Ist nun auch hier ein gleicher Schwingungszahlunterschied als gleiche Distanz geschätzt? Die Prozentwerte der Schätzungen verschieben sich so regelmässig, dass es keiner weiteren Um-

rechnungen bedarf. In der ersten von den vier Tabellen liegt das Maximum der Gleichschätzungen bei allen Versuchspersonen zwischen 424 und 428 Schwingungen, die gleiche Schwingungsdifferenz liegt bei 436, das gleiche Schwingungsverhältnis wäre 422,9. In der zweiten Tabelle ist gleiche Schwingungsdifferenz bei 416, gleiches Verhältnis bei 394,3, das thatsächliche Maximum der Gleichschätzung übereinstimmend bei 404 bis 408. In der dritten Tabelle ist gleiche Schwingungsdifferenz bei 396, gleiches Verhältnis bei 369,4, das Maximum der Gleichschätzung bei 388. In der letzten Tabelle schliesslich ist die gleiche Differenz bei 376, das gleiche Verhältnis bei 347,4, das Maximum der Gleichschätzung bei 372 bis 376. Die Ergebnisse der drei Versuchspersonen stimmen also überraschend gut zusammen und beweisen, dass von einer gesetzmässigen Gleichschätzung gleicher Schwingungszahldifferenzen bei reiner Distanzvergleichung nicht die Rede sein kann. Das Maximum der Gleichschätzung liegt zwischen dem Punkt des gleichen Schwingungsverhältnisses und dem Punkt der gleichen Schwingungsdifferenz und zwar verschiebt es sich von jenem Punkt zu diesem mit zunehmender Grösse der Normaldistanz. Als die Normaldistanz 20 Schwingungen betrug, fiel das Maximum der Gleichschätzung fast zusammen mit dem Punkt gleichen Schwingungsverhältnisses, bei 40 Schwingungen Normaldistanz lag das Maximum schon um zwei Stufen des Tonmessers höher, bei 60 Schwingungen um fünf Stufen höher, und bei 80 Schwingungen fiel es schon beinahe mit dem Punkt gleicher Schwingungsdifferenz zusammen.

Dass auch wesentliche individuelle Unterschiede mitspielen können, ergibt die folgende Tabelle, bei der die Endtöne weiter abliegend gewählt wurden, um die Normaldistanz auf 100 Schwingungen vergrössern zu können.

Tabelle X.

192 — 292 — V — 492.

	A.			B.			C.		
	>	=	<	>	=	<	>	=	<
304	100	—	—	100	—	—	100	—	—
308	100	—	—	100	—	—	85	15	—
312	100	—	—	100	—	—	90	10	—
316	100	—	—	100	—	—	70	25	5
320	100	—	—	100	—	—	65	35	—
324	100	—	—	90	10	—	40	50	10
328	100	—	—	95	5	—	35	50	15
332	100	—	—	85	15	—	20	60	20
336	100	—	—	85	10	5	30	50	20
340	100	—	—	90	10	—	25	45	30
344	95	5	—	75	15	10	25	25	50
348	100	—	—	80	30	—	10	30	60
352	85	10	5	65	30	5	10	25	65
356	70	25	5	50	40	10	15	10	75
360	80	20	—	55	35	10	—	20	80
364	70	30	—	40	55	5	—	5	95
368	65	30	5	35	45	20	—	—	100
372	70	25	5	20	60	20	—	—	100
376	55	45	—	20	45	35	—	—	100
380	50	35	15	5	35	60	—	—	100
384	30	55	15	10	25	65	—	—	100
388	20	70	10	—	20	80	—	—	100
392	20	65	15	—	25	75	—	—	100
396	10	50	40	—	15	85	—	—	100
400	—	35	65	—	—	100	—	—	100
404	—	19	90	—	5	95	—	—	100
408	—	—	100	—	—	100	—	—	100

Gleiches Schwingungsverhältnis ist hier bei 323,5, gleiche Schwingungsdifferenz bei 392. Das Maximum der Gleichschätzungen liegt für A. nahe an 392, für B. bei 372, für C. bei 332. Bei 372 z. B. giebt A. 70 % Grösser-, 25 % Gleich- und 5 % Kleinerschätzungen, während bei C. schon 100 % Kleinerschätzungen vorkommen. Da für jede der drei Versuchspersonen die Verschiebung der Prozentwerte in hohem Masse regelmässig erfolgt, die Ergebnisse also bei jedem der Ausdruck einer psychologischen Gesetzmässigkeit sein müssen, so ergiebt sich, dass bei der Tonfolge dieser Versuchsreihe

die Distanzvergleichung durch individuell ganz verschiedene Motive gesetzmässig bestimmt werden kann.

Unsere nächsten Versuche variierten die Experimente der Tabelle VI und VII in dem Sinne, dass die Reihenfolge der Töne verändert wurde. In allen bisher geschilderten Versuchsreihen folgten die Töne der einen Distanz in derselben Ordnung wie die der andern, in beiden Distanzen kam zuerst der tiefe oder zuerst der hohe Ton. Wenn ich die vier Töne, vom tiefsten zum höchsten mit a b c d bezeichne, so benutzten wir bisher nur die Reihenfolge a b c d und d c b a. Vier Variationen waren möglich: b a c d, c d b a, a b d c, d c a b. Alle vier Ordnungen haben wir systematisch durchgeprüft, aber ohne jeden positiven Erfolg; den Versuchspersonen erschien die Schätzung zwar ein wenig erschwert, das Maximum der Gleichheitsschätzung bleibt aber in denselben Lagen, in denen es in Tabelle VI und VII war.

Noch zwei weitere Variationen schienen mir eventuell geeignet, einen Fingerzeig für das Verständnis des Problems bieten zu können, erstens eine Veränderung in der Dauer der Töne und dann eine Veränderung in der Ausfüllung der Distanzen. Als Ausgangspunkt der Vergleichung nahmen wir in beiden Fällen Tab. VIII, d. h. die Tonfolge 256—316—V—456. Die Dauer der Töne wurde jetzt so variiert, dass die beiden Grenztöne der tieferen oder aber die der höheren Distanz viermal so lange angehalten wurden als die beiden anderen Töne; die eine Distanz war also durch viertel Töne, die andere durch ganze Töne abgegrenzt. Das Resultat war für A. und B. durchaus negativ; die Verteilung der Schätzungen entsprach bei ihnen völlig der Tabelle VIII, gleichviel ob die hohe oder die tiefe Distanz durch lange Töne begrenzt war. Bei Versuchsperson C. dagegen trat eine sehr deutliche Veränderung ein. Tabelle XI gibt die Schätzungen von C., als die hohe Distanz in langen Tönen, Tabelle XII, als die hohe Distanz kurz, die tiefe Distanz lang gegeben wurde. In den

Versuchen wurde V von 356 bis 408 variiert, die Tabellen beschränken sich auf die Wiedergabe der mittleren Zone.

Tabelle XI.

	>	=	<
372	100	—	—
376	95	5	—
380	95	5	—
384	75	20	5
388	60	30	10
392	50	30	20
396	30	55	15
400	15	25	60

Tabelle XII.

	>	=	<
372	90	10	—
376	70	25	5
380	75	25	—
384	40	45	15
388	20	55	25
392	5	40	55
396	—	10	90
400	—	—	100

Da hier wie in sämtlichen Tabellen das Urteil auf die höhere Distanz bezogen ist, so ergibt sich klar, dass für C. diejenige Distanz wesentlich vergrössert erschien, deren Grenztöne verlängert sind, eine eigentümliche Form akustischer Täuschung, welcher A. und B. durchaus nicht unterworfen waren. Ist die Erscheinung somit auch nur individuell, so beweist sie doch, dass die Distanzvergleichung durchaus nicht nur eine Funktion der Tonqualität ist.

Grössere Uebereinstimmung der Versuchspersonen zeigt sich bei den Versuchen mit ausgefüllter oder geteilter Distanz. Die tiefere oder die höhere Distanz wird durch zwei ganz kurz angegebene Zwischentöne in drei Teile geteilt, während die andere unausgefüllt bleibt. Also wenn 256—316 mit 372—456 verglichen werden soll, so wird bei der ersten

Versuchsreihe vielleicht 256—276—304—316 als erste Distanz, 372—456 als zweite Distanz gegeben, und in der zweiten Versuchsreihe 256—316 als erste und vielleicht 372—400—432—456 als zweite, wobei die Zwischentöne nur ganz schnell und kurz anklingen. In Tabelle XIII ist die hohe Distanz geteilt, in Tabelle XIV die tiefe. Die Wiedergabe hier ist wieder auf die mittlere Zone beschränkt.

Tabelle XIII.

	A.			B.			C.		
	>	=	<	>	=	<	>	=	<
372	100	—	—	95	5	—	100	—	—
376	80	20	—	100	—	—	100	—	—
380	65	15	20	80	15	5	100	—	—
384	70	25	5	80	20	—	90	10	—
388	45	40	15	65	30	5	75	20	5
392	15	60	25	45	40	15	60	30	10
396	—	40	60	20	55	25	35	50	15
400	5	15	80	5	40	85	20	20	60

Tabelle XIV.

	A.			B.			C.		
	>	=	<	>	=	<	>	=	<
372	90	10	—	85	15	—	100	—	—
376	75	25	—	90	10	—	75	25	—
380	50	30	20	65	25	10	75	25	—
384	25	60	15	60	25	15	50	50	10
388	5	40	55	25	40	35	15	60	25
392	—	15	85	10	25	65	—	35	65
396	—	—	100	—	20	80	—	5	95
400	—	—	100	—	—	100	—	—	100

Beide Tabellen zeigen, sowohl im Vergleich mit Tabelle VIII, als auch wenn sie untereinander verglichen werden, aufs deutlichste den übereinstimmenden Einfluss der Distanzteilung. Die geteilte Distanz wird wesentlich überschätzt, ähnlich wie im Raum die punktierte Distanz grösser erscheint als die ungeteilte. Während für das musikalische Bewusstsein etwa die Oktave nicht grösser zu werden scheint,

wenn Terz und Quinte zwischengeschoben werden, scheint dagegen für die unmusikalische Distanzbeurteilung die Entfernung zweier Töne durch das Anklingen zwischenliegender Töne zu wachsen, ein klarer Beweis dafür, dass die Distanzauffassung nicht lediglich vom Schwingungszahlunterschied abhängig ist.

Es ergibt sich somit im allgemeinen, dass zur Prüfung der Distanzvergleichung im Gebiet der Töne die Untersuchung mit drei Tönen, also die Methode der Mittenbestimmung, unzureichend und irreführend ist. Die Mittenbestimmung unterliegt besonderen psychologischen Bedingungen, so dass die nach dieser Methode gewonnenen Ergebnisse nicht zu Gesetzen der Distanzvergleichung verallgemeinert werden können. Die Mittenbestimmung verliert überdies sehr oft völlig den Charakter der Distanzvergleichung, insofern sie durch musikalische Motive beeinflusst wird. Diese wirken freilich nicht, wie man erwarten könnte, in dem Sinne, dass die Distanz in zwei musikalisch gleiche Intervalle geteilt wird, sondern vermöge einer unabsichtlichen psychologischen Wertübertragung wird die gesuchte Mitte gern bei demjenigen Tone angenommen, der zu den beiden Endtönen in musikalisch wertvollster Beziehung steht. Bilden diese ein musikalisches Intervall, so trifft dieses in den meisten Fällen für denjenigen Ton zu, der von den Endtönen um gleiche Schwingungszahl differiert; musikalisch indifferente Intervalle werden dabei unwissentlich am leichtesten als Verstimmungen musikalischer Verhältnisse aufgefasst. Aber auch unabhängig von den musikalischen Motiven sind wir bei der Mittenbestimmung geneigt, gleiche Schwingungszahldifferenzen als gleiche Distanzen aufzufassen, ein Verhalten, das freilich nur für Distanzen bis zu zwei Oktaven gilt; bei drei Oktaven wird die gleiche Schwingungszahldifferenz niemals als gleiche Distanz aufgefasst.

Reine Distanzvergleichung ist nur bei der Untersuchung mit vier Tönen zu gewinnen. Hier ergibt sich, dass von

einer gesetzmässigen Gleichschätzung gleicher Schwingungszahldifferenzen nicht die Rede sein kann. Freilich werden ebensowenig, den musikalischen Intervallen entsprechend, gleiche Schwingungszahlverhältnisse als Distanzen gleich geschätzt, sondern das Maximum der Gleichschätzungen liegt zwischen beiden Punkten; es scheint sich der gleichen Verhältniszahl um so mehr zu nähern, je kleiner die verglichenen Distanzen sind. Des weiteren zeigte sich, dass Versuchspersonen, welche bei den meisten Distanzvergleichen in ihrem Urteil übereinstimmten, bei gewissen Tonfolgen starke Abweichungen zeigten, die für jede einzelne Person in hohem Masse konstant blieben. Es ergab sich ferner, dass ein längeres Anhalten der Töne zuweilen den Einfluss hat, die Distanz grösser erscheinen zu lassen, und schliesslich, dass ein Anklingenlassen zwischenliegender Töne regelmässig dahin wirkt, die Distanz scheinbar zu vergrössern. Der Frage nach der psychophysischen Grundlage der Tondistanzvergleichung sei hier noch nicht vorgegriffen, da hierzu noch mannigfaltigeres Material erst gewonnen werden muss. Immerhin scheinen mir die letztgenannten Erfahrungen dafür zu sprechen, dass die Distanzvergleichung nicht auf der Beurteilung der Tonähnlichkeit oder Unähnlichkeit beruht, sondern von Nebenfaktoren abhängig ist, welche zu den Tonqualitäten hinzukommen und in höherem Masse einer exakten quantitativen Abstufung zugänglich sind als die reinen Aehnlichkeitsgrade. In diesem Sinne meinte ich schon in meiner Untersuchung über die Grundlagen der Psychophysik, dass bei jeder Toneinwirkung mit der musikalischen eine musikalisch indifferente Erregung verbunden sein muss, welche die Vorstellung der Tiefe und Höhe erweckt und auf der die amusikalischen Distanzurteile beruhen. Seitdem hat sich G. Engel in ganz ähnlichem Sinne ausgesprochen; auch er sieht die Grundlage der Distanzvergleichung darin, dass wir die Unterschiede des „Schweren, Massigen, Vollen und des Leichten, Dünnen, Stehenden im Ton“ berücksichtigen und in diesen Abstufungen vom Vollen, Mächtigen zum Dünnen,

Spitzen ein von den musikalischen Distanzen unabhängiges Mass besitzen. Das musikalische Aehnlichkeitsurteil, dessen Massbestimmungen stets nur ungefähre bleiben, ist, meiner Ansicht nach, mit dem reinen Distanzurteil von vornherein ebensowenig zu identifizieren wie mit dem Intervallurteil. Der natürlichste Weg, die Untersuchung fortzusetzen, dürfte nun der sein, dass zunächst einmal die Distanzen durch Töne von verschiedener Intensität, dann aber besonders durch Töne von verschiedener Klangfarbe abgegrenzt werden.
