

Ueber das Erkennen von Intervallen und Accorden bei sehr kurzer Dauer.

Von
C. STUMPF.

Verkürzung der Dauer von Toneindrücken kann in manchen Beziehungen Beiträge liefern zur Lösung theoretischer Fragen. Man hat sie zur Untersuchung der physiologischen Bedingungen des Hörens, aber auch der psychologischen Vorgänge bei der Tonwahrnehmung herangezogen. In letzterer Beziehung bleibt allerdings immer zu bedenken, daß die Kriterien, an die sich der Beobachter im Nothfall wie an einen Strohalm klammert, nicht nothwendig dieselben sein müssen, die unter gewöhnlichen Umständen die Hauptrolle spielen. Ein Merkmal kann wesentlich sein, aber längere Zeit gebrauchen, um wirksam zu werden, ein anderes ist vielleicht nur auxiliär, aber rascher zu erfassen. Eben darum können aber solche Versuche dienen, Kriterien, die unter gewöhnlichen Umständen in einer nicht genau erkennbaren Weise bloß mitwirken, isolirt zu beobachten und die Thatsache und Richtung ihrer Wirksamkeit genauer festzustellen.

Die Aufgaben der Beobachter bei den bisherigen Versuchen waren, soweit psychologische Fragen in Betracht kamen: 1. Schnellste Reaction auf Töne verschiedener Höhen, sobald überhaupt ein Ton wahrgenommen oder sobald ein tiefer von einem hohen vorher bekannten unterschieden worden war (AUERBACH und v. KRIES, G. MARTIUS), 2. Reaction nach Erkennung von Dur- und Molldreiklängen (TANZI), 3. Erkennen der absoluten Tonhöhe (ABRAHAM und BRÜHL), 4. Unterscheidung mehrerer Töne und Bestimmung ihrer Reihenfolge und der durch sie gebildeten Melodie bei schnellstem Wechsel (ABRAHAM und K. L. SCHAEFER); 5. Urtheil über Einheit oder Mehrheit der gehörten Töne bei Zweiklängen von verschiedenem Intervall

(M. MEYER); 6. Schnellste Reaction auf Grund solcher Urtheile (M. MEYER); 7. Erkennung des Intervalls bei Zweiklängen, deren tieferer Ton verstärkt war (M. MEYER); 8. Urtheil über Einheit oder Mehrheit bei harmonischen Zusammenklängen bis zu 6 Tönen (R. SCHULZE); 9. Dasselbe Urtheil bei Zweiklängen von verschiedenem Intervall mit fortschreitender Verkürzung der Zeitdauer bis zum Minimum (R. SCHULZE).¹

In näherer Beziehung zu den im Folgenden zu beschreibenden Versuchen stehen nur die zuletzt erwähnten 5 Versuchsreihen.² Und da die Veranlassung zu den meinigen theilweise in Bedenken lag, welchen diese Versuche mir ausgesetzt scheinen, so will ich diesen Bedenken zuerst Ausdruck geben.

Auf die Folgerungen, welche MEYER an seine Ergebnisse knüpft, will ich hierbei nicht zurückkommen, da ich das Unlogische darin früher genug gekennzeichnet zu haben glaube. Bezüglich der Versuche selbst aber scheint es mir ein Fehler, sich mit einem einzigen Beobachter zu begnügen. In psychologischen und psychophysischen Dingen sind der individuellen Verschiedenheiten so viele auch unter den Geübten, auch unter den sogenannten Musikalischen, daß nur die Untersuchung einer größeren Zahl vor einseitigen und schiefen Theorien schützt. Speciell bei Zeitverkürzungen zeigt sich, daß mancher, der sich

¹ Auf welche Versuche WUNDT in seinem „Grundriss der Psychologie“ 1896, S. 116 hindeutet, ist mir nicht klar. Nachdem er die Verschmelzungsgrade der Intervalle angeführt und sogar der kleinen und der großen Terz verschiedene Grade zuerkannt hat, fährt er fort: „Ein Maass für den Grad der Verschmelzung erhält man in allen diesen Fällen, wenn man während einer gegebenen, sehr kurzen Zeit einen Zusammenklang einwirken und den Beobachter entscheiden läßt, ob er blos einen Klang oder mehrere Klänge wahrgenommen hat. Wird dieser Versuch öfter wiederholt, so ergibt die relative Anzahl der für die Einheit des Klangs abgegebenen Urtheile ein Maass für den Grad der Verschmelzung.“

Auf diese Methode als eine zu versuchende habe ich zwar selbst schon 1890 hingewiesen; aber eine so bestimmt hingestellte Behauptung über ihre Leistungsfähigkeit, wonach man sogar den Unterschied in der Verschmelzung der beiden Terzen, der bisher niemals festgestellt wurde, dadurch bestimmen könnte, muß sich doch wohl auf ausgedehnte Erfahrungen gründen, deren Veröffentlichung demnach zu erwarten steht.

² MAX MEYER. Ueber Tonverschmelzung u. die Theorie der Consonanz. *Zeitschr. f. Psychol.* 17, 401 f. 1898.

RUDOLF SCHULZE. Ueber Klanganalyse. *Wundt's Philosoph. Studien* 14, 471 f. 1889.

für musikalisch hält und es in der gewöhnlichen Praxis auch wirklich ist, gegen anscheinend weniger Musikalische zurücktritt. Ueber MEYER's Versuchsperson G., von ihm als „gut musikalisch gebildeter und vielfach bewährter Beobachter“ bezeichnet, will ich nur erwähnen, daß ich denselben gleichfalls nebenbei zu den unten zu beschreibenden Versuchen herangezogen habe. Es fand sich, daß er in einer Versuchsreihe mit sehr kurzen Zeiten, wo die Aufgabe gestellt war, das gehörte Intervall zu bezeichnen, unter 19 Fällen nur 3 richtige Urtheile abgab (sie fielen jedesmal auf die Terz), während ein wirklich gut musikalischer und geübter Beobachter unter genau gleichen Umständen unter 17 Fällen nur 3 verfehlte. Die sonstige Beobachtungsfähigkeit dieses unseres geschätzten Mitarbeiters wird dadurch natürlich nicht bestritten. Auch war MEYER's Fragestellung leichter (nur „Einheit oder Mehrheit?“) und die Zeiten länger. So werden wir denn auch Mehreres aus seinen Ergebnissen bestätigt finden, während Anderes mit den erweiterten Erfahrungen im Widerspruch steht. Aber eben die Entscheidung darüber, was ein individueller und was ein allgemeinerer Zug ist, läßt sich nur durch Vermehrung der Versuchspersonen gewinnen. Und dabei zeigen sich doch auch noch andere mehr formelle Unterschiede: in Hinsicht der Constanz der Ergebnisse, der Durchsichtigkeit der Tabellen überhaupt, endlich auch Unterschiede in der Fähigkeit und den Ergebnissen der Selbstbeobachtung der Einzelnen während der Versuche, die für die nachherige Verwerthung von großer Bedeutung werden können.

Durch MEYER's Publikationen wurde R. SCHULZE veranlaßt, Versuchsreihen zu veröffentlichen, welche er bereits 1891–93 im Leipziger psychologischen Institut auf Grund ähnlicher Fragestellungen gemacht hatte. Auf diese muß ich etwas näher eingehen.

In der ersten Versuchsreihe wurden Zusammenklänge einfacher Töne (von Gabeln), welche im Verhältniß der ersten sechs harmonischen Theiltöne zu einander standen, in verschiedenen Combinationen (bald nur einer davon, bald drei, vier etc.) in wechselnder Anordnung angegeben. Der Eindruck dauerte jedesmal 2 Secunden. Drei Beobachter, darunter ein sehr musikalischer, hatten die Aufgabe, zu sagen, ob sie einen oder

mehrere Töne hörten (nicht aber, wie viele und welche). In den Tabellen werden die Urtheile „Ein Ton“ zusammengestellt.

SCHULZE zieht nun aus diesen Tabellen in erster Linie den Schluss, daß ein Zusammenklang bloß zweier Töne, z. B. der Töne 1:6 oder 5:6, durch allmälische Hinzufügung der übrigen harmonischen Theiltöne immer einheitlicher werde. In der That zeigt zum Beispiel die Abtheilung 3 der zweiten Tabelle beim Zusammenklang der fünf Töne von den Verhältnißzahlen 2:3:4:5:6 folgende Urtheilszahlen der drei Beobachter: 4, 13, 18 (so oft erklärte also jeder den Zusammenklang für Einen Ton). Dagegen beim Zusammenklang der sechs Töne 1:2:3:4:5:6 waren die bezüglichen Urtheilszahlen: 48, 17, 22. So erheblich stieg also durch bloße Hinzufügung des Grundtons die Schwierigkeit, den Zusammenklang als eine Mehrheit von Tönen zu erkennen.

Nun aber drängen sich starke Einwendungen bezüglich der ganzen Versuchseinrichtung auf. Zunächst ist eine nicht unbeträchtliche Ungleichheit unter den gebrauchten Intervallen in Hinsicht der Tonregion. Die Octave gehört noch der tiefen Region an ($A—a$). Die Terzen liegen schon in der mittleren ($a^1—cis^2$, $cis^2—e^2$). Das macht einen Unterschied in Bezug auf die Analysirbarkeit, der nichts mit dem Intervall als solchem zu thun hat. Ferner — und das erweckt am meisten Bedenken — ist nirgends in der ganzen Abhandlung von der Intensität und von den Mitteln, genau gleiche Intensitäten herzustellen, die Rede. Es heißt nur: „Der Experimentator schlägt zwei oder mehrere Stimmgabeln an und giebt dann ein Klingelzeichen, worauf der Reagent (Beobachter) den Gummischlauch dem Ohr nähert.“ Wer bürgt nun dafür, daß die sechs Gabeln mit gleicher Stärke, und zwar nicht nur mit gleicher physischer Stärke, sondern so, daß gleiche Tonstärke resultirte, angeschlagen wurden? Bei Tönen verschiedener Höhe ist es schwer genug, auch nur zu sagen, ob ihre Stärke als Empfindung genau gleich ist oder nicht. Noch viel schwieriger ist es natürlich, sie durch Anschlag mit freier Hand gleich stark für die Empfindung zu erzeugen. Dazu kommt weiter, daß Gabeln von so beträchtlicher Höhe ungleich schnell verklingen, selbst wenn sie auf Resonanzkästen stehen. Das Experiment begann immer erst 2 Sec. nach dem Anschlagen der Gabeln und dauerte seinerseits auch noch 2 Sec. Während 4 Sec. können sich aber solche Unter-

schiede des Verklingens schon geltend machen. Ferner kommt es auf die Stellung der Gabeln zur Schallröhre an und auf die Fortpflanzung innerhalb derselben, in welcher Beziehung auch Unterschiede sein können. Endlich sind die Stimmgabeln jedenfalls nach einander angeschlagen worden; denn 6 Gabeln gleichzeitig anzuschlagen und dazu gleich stark, das wird keinem gelingen. Aber beim Anschlagen nach einander ist die erste doch schon einigermaßen schwächer geworden, wenn die letzte angeschlagen wird. Es ist also auch die Dauer des Abklingens nicht die gleiche, und es wird sehr darauf ankommen, welche zuletzt angeschlagen wurde.

Solange nichts angegeben wird, wie alle diese — nach meiner Meinung unter den angegebenen Umständen theilweise geradezu unüberwindlichen, bei Gabeln etwa nur durch elektrische Erregung lösbaren — Schwierigkeiten experimentell beseitigt wurden, solange bleiben die Versuche ohne alle Beweiskraft, und man kann sehr leicht sich eine Erklärung für die angegebenen Resultate ausdenken, die mit psychologischen Dingen gar nichts zu thun hätte.

Verfasser zieht aber aus seinen Tabellen aufser dem obigen allgemeinsten Ergebniss auch die Folgerung, daß gewisse Personen leichter durch die ungeradzahligen, andere durch die geradzahligen Theiltöne zu Einheitsurtheilen verleitet werden, daß es also für jedes Individuum einen Normal-Obertonklang gebe, d. h. einen, welcher die größten Schwierigkeiten der Analyse bietet. Ich kann nicht finden, daß die dafür herangezogenen Zahlen der Tabelle III hinreichend starke Unterschiede zeigen, um diese merkwürdige Folgerung zu stützen. Aus Tabelle IV aber geht überhaupt nichts derartiges hervor, sie lehrt nur, daß Vergrößerung des Intervalls die Einheitsurtheile verringert, was sich ja leicht versteht.¹

¹ Wenn übrigens der Verf. S. 472 sagt: „Von solchem Verhalten ist keinem Musiker oder Tonpsychologen etwas bekannt“, so darf ich wohl auf meine Tonpsychologie II, 319f. verweisen, wo als erste unter den Bedingungen für die Analyse gleichzeitiger Töne ihre Distanz angeführt ist, wie es auch sonst bei jeder Gelegenheit von mir betont wurde.

Außerdem ist es aber ein großes Mißverständniß der HELMHOLTZ'schen Lehre vom Mechanismus des Hörens, daß aus dieser die genannte Folgerung fließe, die erst der Verf. bestätigt zu haben glaubt. Nach HELMHOLTZ wird, wie jeder weiß, der Zusammenklang nur dann „gestört“,

In SCHULZE's zweiter Versuchsreihe wurden immer nur zwei Töne zugleich angegeben, dagegen die Zeitdauer immer mehr verkürzt, und zwar von 0,14" bis auf 0,004". Es wurden sämtliche Intervallarten der chromatischen Leiter innerhalb der eingestrichenen Octave vorgelegt. Hier functionirte nur Ein Beobachter, der aber an Feinheit des musikalischen Gehörs den früheren noch überlegen war. Er versuchte immer zuerst den Klang nachzusingen und gab dann an, ob es ein oder zwei Töne waren. In den Tabellen (VII und VIII) werden nun die Zahlen der falschen Urtheile (Ein Ton) zusammengestellt und daraus geschlossen, daß die wachsende Entfernung der Töne von einander hauptsächlich die Analyse erleichtert, während die Verwandtschaft nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Nun ist es richtig, daß die kleine Secunde 45 falsche Fälle aufweist, die Octave nur 7. Aber dazwischen ist der Gang der entsprechenden Zahlen für die Intervalle mit fortschreitender Vergrößerung dieser: 12, 18, 12, 8, 10, 12, 7, 10, 9, 8 (unter je 60 Fällen). Ich kann hierin keine irgendwie regelmäßige Abnahme erkennen. Das einzige Bemerkenswerthe an der ganzen Reihe ist die große Zahl bei der kleinen Secunde, aber dieses Intervall liegt ja eben nahe an der Unterscheidungsschwelle für gleichzeitige Töne überhaupt und kann nicht aus demselben Gesichtspunkte wie die übrigen Intervalle betrachtet werden.

In einer weiteren Tabelle (IX) sind die Zeiten zusammengestellt, in denen das Zweihheitsurtheil überhaupt unmöglich wurde. „Diese Tabelle zeigt“ — nach dem Verfasser —, „daß die kleine Secunde $e-f$ [sc. e^1-f^1] bereits bei einer Einwirkungs-dauer von 0,14 Secunden nicht mehr analysirt werden konnte, während erst bei 0,007 Secunden . . . die Fähigkeit aufhörte, die Octave $c-c^1$ [sc. c^1-c^2] zu analysiren.“ Aber eine genauere Besichtigung zeigt, daß eine deutliche Abnahme überhaupt nur stattfindet bis zur großen Terz. Von da an bis zur Octave bewegen sich die Zeiten zwischen 0,009 und 0,006 unregelmäßig hin und her, und obendrein sind dies doch Unterschiede, die rein

wenn die Töne sehr nahe beisammen liegen. Ueber diese Grenze hinaus hat die Entfernung der Fasern von einander, bez. ihre Größendifferenz, als solche mit der Leichtigkeit oder Schwierigkeit der Analyse nach HELMHOLTZ absolut nichts mehr zu schaffen.

zufällig d. h. durch die unvermeidlichen Schwankungen der objectiven Zeitmessung bedingt sein können.

Ganz unverständlich ist mir aber die Behauptung des Verfassers, daß die Schwebungen bei diesen Versuchen eine wichtige Rolle für die Analyse gespielt hätten, insofern die Versuchsperson daraus auf das Vorhandensein zweier Töne geschlossen hätte. Er berechnet die Anzahl der Schwebungen, die bei jedem der gebrauchten Intervalle noch in den erwähnten Minimalzeiten stattfanden. Sie liegt zwischen 3,1 und 0,6 Schwebungen und nimmt mit der Erweiterung des Intervalls zunächst ab, dann wieder zu (kleine Secunde 3,1, Quarte 0,6, Octave 1,8).

Da nun der Gang der Schwebungszahlen hiernach nicht correspondirt mit dem der Minimalzeiten selbst, und noch weniger mit der Regel, daß die weiteren Intervalle leichter analysirt werden sollen, so sieht man nicht ein, wie er dafür als Erklärung dienen soll. Vollends in der eigens beigelegten Rubrik, wo die Schwebungen auf ganze Zahlen abgerundet sind, werden ja beinahe alle Intervalle einander hierin gleich, indem sie bis auf vier unter ihnen sammt und sonders Eine Schwebung liefern.

Ferner werden Schwebungen in dieser Region, in der eingestrichenen Octave, überhaupt nur bis zu etwa 150 in der Secunde noch vernommen; und an dieser Grenze natürlich nur unter den günstigsten Umständen, namentlich bei längerer Tondauer, bei starktönenden, unmittelbar ans Ohr gehaltenen Gabeln, als eine letzte Spur von Rauigkeit.¹ Nun sollten aber hier selbst bei der Sexte $d^1 h^1$, wo sie 198 betragen, ja bei der Octave $c^1 c^2$, wo sie 264 betragen, noch Schwebungen vernommen werden; und dies noch dazu bei Tönen, die durch eine Röhre geleitet waren, und innerhalb eines so winzigen Bruchtheils einer Secunde, daß nur 1—2 dieser raschen Schwebungen, ja öfters nicht einmal eine ganze Schwebung (0,6 etc.) ins Ohr gelangen konnte. Der Beobachter mag sehr musikalisch und sehr geübt gewesen sein. Aber um dies zu vollbringen, müßte er schon fast das Gras wachsen hören.

¹ Herr Dr. K. L. SCHAEFER hat die kleine und die eingestrichene Octave auf meinen Wunsch in dieser Hinsicht durchgeprüft. In der kleinen liegt die Grenze etwa bei 70 Schwebungen.

Wenn nun auch, nach der sogleich zu begründenden Vermuthung, die Empfindungsdauer thatsächlich länger gewesen sein dürfte, als es der Verfasser annimmt: immer bleibt es doch unmöglich, so rasche Schwebungen in dieser Tonregion überhaupt wahrzunehmen. Man mag die reine Octave c^1 c^2 beobachten, bis einem Hören und Sehen vergeht: sie ist glatt wie polirter Marmor.

Dafs die Versuchsperson öfters angab, den Ton „mit einem Vorschlag“ gehört zu haben, und zwar besonders bei der Octave, mag jeden anderen Grund haben, auf Schwebungen kann es sich nicht beziehen. Nur in einem einzigen Falle mögen sie eine Rolle gespielt haben, nämlich wieder bei dem Intervall des Halbtons, wo auf 0,14 Sec. 3 Schwebungen kamen. Sie scheinen hier aber die Analyse vielmehr erschwert zu haben, denn gerade hier ist die Minimalzeit, bei welcher Analyse nicht mehr möglich war, wesentlich gröfser als bei allen übrigen Intervallen.

Auf die an die Versuche geknüpfte Theorie der Tonverwandtschaft, die auch in sich betrachtet der Schwächen genug enthält, will ich nun nicht mehr eingehen. Dagegen sei ein Bedenken erwähnt, das sich an die Zeitangaben knüpft. Zeiten wie 4 oder auch 7 oder 9 Tausendstel einer Secunde sind so kurz, dafs hier jede Art von Tonwahrnehmung an der Grenze anlangt. Es fanden ja nur 1 bis 2 Schwingungen währenddessen statt. Bei Einer Schwingung hört man überhaupt keinen Ton sondern höchstens ein knallartiges Geräusch. Bei zweien kann eine Gehörsempfindung entstehen, die von einem ganz exceptionellen Gehör (O. ABRAHAM) sogar als Ton von bestimmter absoluter Höhe erkannt wird. Aber dafs ein gleichzeitiges Tongemisch von einer und zwei Schwingungen oder von einer und $1\frac{1}{5}$ Schwingungen noch analysirt, ja sogar die Töne in vielen Fällen richtig nachgesungen würden, wie hier behauptet wird, ist eine kaum glaubliche Leistung. Man sieht sich daher auf die Vermuthung geführt, welche M. MEYER bereits äufserte (*Zeitschr. f. Psychol.* 20, 446) und auch Prof. KÜLPE mir mündlich aussprach, dafs die chronographisch gemessene Oeffnungszeit des Schlauches nicht zusammenfiel mit der wirklichen Empfindungsdauer, dafs vielmehr durch Reflexion in den Röhren die Dauer der Tonempfindung verlängert wurde. Wir werden weiter unten bei unseren eigenen Versuchen Bestätigungen dafür finden. War dies aber der Fall, dann verlieren die Zeitunterschiede der

Schlauchöffnung und die weiter daraus berechneten Schwebungsunterschiede für die verschiedenen Intervalle vollends jede Basis. Denn man kann natürlich nicht voraussetzen, daß diese physikalischen Nachwirkungen in genauer Proportion zur Zeit der Schlauchöffnung selbst stehen.

Sonach muß ich diese Untersuchung in ihren Haupttheilen für verfehlt halten, wenn auch Einzelnes zu beachten bleibt. Ich rechne dahin die letzte Tabelle XI, worin angegeben wird, wie oft jedes Intervall richtig nachgesungen wurde (Verfasser unterscheidet die Analyse überhaupt oder das Mehrheitsurtheil und die „genaue Analyse“, d. h. das richtige Heraushören und Nachsingen der Töne). Die größte Zahl weist in dieser Hinsicht die Octave auf. Dann folgen in merklichen Abständen die übrigen Intervalle, unter denen allerdings eine bemerkenswerthe Reihenfolge, etwa eine mit dem Consonanzgrad oder dem Tonabstand übereinstimmende, nicht zu erkennen ist. Die Octave zeigte sich also als das Intervall, welches am leichtesten zu erkennen war, sobald überhaupt zwei Töne darin unterschieden wurden. Dies werden wir bestätigt finden, wie es denn auch aus der überragenden musikalischen Bedeutung der Octave ohne Weiteres zu verstehen ist. Das heißt aber nicht so viel, daß sie am leichtesten zu analysiren wäre; in welcher Beziehung vielmehr das Gegentheil stattfindet, da sie am öftesten mit dem Einklang verwechselt wird. —

Ich habe nun im Sommer 1899 zwei Versuchsreihen mit ähnlichen Fragestellungen gemacht, doch wurde nicht die Frage nach Einheit oder Mehrheit überhaupt gestellt, sondern die bestimmtere Frage nach dem Intervall zweier gleichzeitiger Töne in der einen Serie, und nach der Anzahl und Ordnungszahl der augenblicklich gehörten unter 6 vorherbestimmten Tönen in der anderen Serie. Die Frage nach Einheit oder Mehrheit sollte man in so unbestimmter Weise überhaupt nur bei sehr unmusikalischen Menschen stellen, bei denen billigerweise nicht mehr zu verlangen ist. Bei Musikalischen ist es zweckmäßig, die Frage concreter zu formuliren, um ihren Bewußtseinszustand so vollständig als möglich zu übersehen.

Erste Untersuchung:

Bestimmung des Intervalls gleichzeitiger Töne.

Von drei in einer Flucht liegenden Zimmern dienten die beiden äusseren als Tonerzeugungs-, beziehungsweise Tonbeobachtungszimmer, das grosse mittlere zur Durchleitung des Schalles vermittelt weiter Röhren und zur Regulirung der Zeitdauer. Die letztere versuchten wir auf sehr verschiedenen Wegen, gelangten aber schliesslich zu dem Princip, dessen sich auch R. SCHULZE bedient hatte: es wurde ein Hahn in der Schallleitung auf kurze Zeit geöffnet. Um die Herstellung der nötigen Einrichtungen, die sich mit vielen Schwierigkeiten verknüpft zeigten, haben sich die Herren Dr. F. SCHUMANN und Dr. K. L. SCHAEFER verdient gemacht, der letztere überdies durch die grosse Geduld und Genauigkeit, mit welcher er während sämtlicher Versuche die Auslösung besorgte.

Es wurde in die Schallleitung ein Metallröhrenstück von $1\frac{1}{2}$ cm Durchmesser eingesetzt, das einen sehr leicht drehbaren Hahn enthielt. An dem Hahngriff war eine dünne Stange befestigt. Diese trug vermittelt eines kleinen Hakens an einer daran befestigten über eine Rolle laufenden Schnur ein Gewicht. Wurde die Stange, die Dr. SCHAEFER vor jedem Versuch festhielt, losgelassen, so drehte das fallende Gewicht den Hahn und wurde dann, um jedes störende Geräusch zu vermeiden, von Dr. SCH. mit der Hand aufgenommen. Kurz vorher und nachher gab er dem Tonerzeuger und den Beobachtern die nöthigen Signale. Die Oeffnungsdauer wurde durch das Chronoskop gemessen, indem bei jeder der beiden Stellungen der Stange, die dem Beginn und Schluss der Röhrenöffnung durch den Hahn entsprachen, elektrische Contacte angebracht wurden, die den durch das Chronoskop gehenden Strom öffneten und schlossen.

Der Ton muss nun allerdings in Folge der Bewegung des Hahnes während der kurzen Dauer noch anschwellen und abnehmen, und insofern liegen die Bedingungen für das Urtheilen nicht ganz so günstig, als wenn er während der vollen Zeit die ganze Stärke hätte, doch kommt es hier ja überhaupt nur darauf an, sehr kleine Zeiten zu erhalten und sie während einer Versuchsreihe möglichst unverändert beizubehalten.

Bis zur vierzehnten Versuchsreihe betrug die Dauer 0,225 Sec., von da wurde sie auf 0,150, endlich bei einer Reihe, bei der

nur ich allein beobachtete, auf 0,075, und bei einer letzten Reihe noch darunter durch Verengung des Schlauches und des Hahnes verringert. Die Messung ergab Schwankungen innerhalb einer Reihe bis zu 0,01 Sec. Die Constanz darf also als eine befriedigende gelten.

Bei der Verringerung der Zeit zeigte sich nun aber keine Verschlechterung des Urtheils, im Gegentheil waren die Ergebnisse in den zwei letzten Reihen gerade besonders gut. Unter den 30 Urtheilen bei 0,075 Sec. waren nur 9 falsche, und unter den 30 bei weniger als 0,075 Sec. nur 7 falsche: eine so geringe Zahl, wie ich sie nur sehr selten erreichte. Natürlich kommt in Betracht, daß die Uebung gewachsen, vielleicht auch die Disposition besonders gut war, aber höchst wahrscheinlich war die wirkliche Empfindungsdauer überhaupt nicht kürzer geworden. Ich hatte auch subjectiv diesen bestimmten Eindruck (obschon ja daraus allein nichts zu schliessen wäre). Hier dürften die obenerwähnten Reflexionen in der Leitung in Betracht kommen. Es kann aber auch angenommen werden, daß die subjective Nachdauer eines Toneindrucks unabhängig sei von seiner objectiven Dauer und somit bei sehr kurzen Eindrücken relativ groß sei, so daß die Fortsetzung über eine gewisse Grenze hinaus überhaupt keinen merklichen Einfluß mehr auf die Empfindungsdauer gewänne.

Als Tonquelle diente die früher schon öfters benutzte Flaschenorgel, auf welcher innerhalb der mittleren Regionen eine größere Anzahl von Tönen sorgfältig ausgesucht und nöthigenfalls noch adaptirt wurden, so daß sie möglichst genau ansprachen und gleich stark in dem Beobachtungsraum vernommen wurden. Der letztere Punkt muß immer besonders geprüft werden, weil oft genug zwei Töne, die im Erzeugungsraum gleich stark scheinen, in Folge ungleicher Fortpflanzungsverhältnisse in den Schallröhren im Beobachtungsraum nicht gleich stark vernommen werden. Auf diesen Punkt ist auch in der Durchführung der Versuche beständig in erster Linie Bedacht genommen worden, indem immer wieder von den Beobachtern die Töne, welche kurzdauernd gehört werden sollten, zwischendurch auch mit längerer Dauer auf ihr Stärkeverhältniß geprüft wurden, sowohl einzeln als auch in verschiedenen Combinationen mit einander.

Die Töne wurden im Schallerzeugungszimmer durch einen

Schalltrichter in die 3 cm weite Röhre geleitet, welche in den Beobachtungsraum führte. Hier endigte die Leitung in einen eben so weiten Gummischlauch, an welchem vier rechtwinklige eben so weite Ansätze von gleicher Länge angebracht wurden, so daß bis zu fünf Beobachter gleichzeitig den Eindruck empfangen konnten. Wir versicherten uns, daß an jeder der fünf Oeffnungen die Töne gleichmäfsig gut zum Vorschein kamen. Eine solche Multiplication, mit der gehörigen Vorsicht durchgeführt, kann bei akustischen Versuchen dieser Art nicht genug empfohlen werden, nicht nur, weil man dadurch eine gröfsere Anzahl von Beobachtungsreihen auf einmal erhält, sondern auch, weil man sicher ist, daß sie bei ganz gleichen Reizeinwirkungen gemacht sind, und weil überdies mehr Chancen gegeben sind, daß einer der Beobachter irgend einen übersehenen Nebenumstand bemerkt, der zu Modificationen in weiteren Versuchen Anlaß giebt.

Es währte lange, bis die Einrichtung so gelungen war, daß die Töne einerseits nicht unabhängig von der Leitung hinüberdrangen, andererseits stark genug durch die Leitung kamen, um nicht schon durch die Schwäche Unsicherheit des Urtheils zu bewirken. Aber schliesslich wurden diese beiden Bedingungen doch in befriedigendem Maasse erfüllt.

Die Erzeugung der Toncombinationen an der Orgel besorgte mit dankenswerther Ausdauer und Sorgfalt Herr Dr. SCHWEITZER abwechselnd mit Herrn stud. PFUNGST. Die einzelnen Serien umfaßten 20—30 Versuche. Es wurden benutzt: grofse Terz, Quarte, übermäfsige Quarte, Quinte, kleine und grofse Sexte, kleine Septime, Octave, grofse None, grofse Decime, Undecime, übermäfsige Undecime und Duodecime, ausserdem aber auch Fälle mit nur Einem Ton eingeschaltet. Mit dem Intervall, aber auch mit der absoluten Höhe der Töne wurde innerhalb der mittleren Region (zwischen a und g^2) und unter den vorher ausgesuchten gleichstarken Tönen beständig gewechselt. Bis zur 7. Serie fehlten die Sexten, Septime und Undecime, von da ab wurden sämmtliche genannten Intervalle gebraucht. Die Beobachter hatten in einem Heft zu jeder Versuchsnummer ihr Urtheil über das gehörte Intervall hinzuschreiben. Sie wufsten, was für Intervalle überhaupt vorkamen. Zuweilen glaubten sie dennoch, andere Intervalle zu hören, z. B. statt der grofsen die kleine Terz, was dann natürlich ebenfalls registriert wurde. Die Hauptbeobachter waren Prof. Dr. KRIGAR-MENZEL (K.), als physikalischer Beobachter von beson-

derer Genauigkeit durch seine langjährigen Messungen über die Erdschwere bekannt, aber auch ausgezeichnet als Musiker, Prof. HEINRICH BARTH (B.), der berühmte Clavierkünstler, und ich selbst (St.). KRIGAR-MENZEL hat 21 Serien mitgemacht (alle bis auf die zwei letzten), BARTH Serie 1—8, 12—14, ich selbst Serie 3—11 und 13—23. Ich bin diesen beiden Herren für ihre langwierige Mühewaltung besonders dankbar. Außerdem wirkten bei einzelnen Reihen mit: Dr. SCHWEITZER, von hervorragender musikalischer und experimenteller Begabung, Dr. ABRAHAM, durch sein ungewöhnliches Gehör und eigene akustische Beobachtungen bereits bekannt, Frl. HUTZELMANN und stud. MÜNNICH, beide bereits als gut musikalische Beobachter erprobt. Die Ergebnisse dieser Beobachter werde ich aber wegen ihrer geringeren Anzahl nur in zweiter Reihe heranziehen.

K. notirte regelmässig, Dr. ABRAHAM meistens nicht bloß das Intervall, sondern auch die absolute Höhe der gehörten Töne. ABRAHAM giebt an, daß er bei größeren Intervallen durch sein ausgeprägtes absolutes Tonbewußtsein auch in der Schätzung des Intervalls beeinflusst wird, indem er aus den beiden absoluten Höhen eben das Intervall bestimmen kann. K. stellt für seine Person eine solche Beeinflussung durchaus in Abrede. Das absolute Höhenurtheil stellt sich ihm gleichzeitig mit dem Intervallurtheil ein, aber jedes unabhängig vom anderen, wie denn auch das eine richtig und das andere unrichtig sein konnte.

Ich gebe nun im Folgenden in Tabelle A zunächst in extenso die Uebersicht der Urtheile K.'s, dessen Aufzeichnungen sowohl der Menge nach, als der Form und der systematischen Durchführung nach die anderen überragen. Seine Tabelle ist als die am meisten typische und maafsgebende zu betrachten. Es sind hierbei alle 21 Reihen zusammengerechnet, obschon von der 15. an die Ton-(Reiz-)Dauer auf 0,15 Sec. reducirt wurde, da dieser Umstand auf das Ergebniss keinen Einfluss hatte. Horizontal über der Tabelle stehen die Bezeichnungen der gebrauchten Intervalle (die kleinen Intervalle sind mit arabischen Ziffern ausgedrückt), vertical links die Bezeichnungen derjenigen, welche der Beobachter zu hören glaubte. Die erste Horizontalreihe giebt also die Verwechslungen mit dem Einklang, die zweite die Verwechslungen mit der Terz, u. s. w. Die Fälle, in welchen Verwechslungen mit einem nicht unter unseren Versuchsintervallen vorkommenden Intervall stattfanden, sind besonders eingetragen.

Tabelle A.
(Absolute Urtheilszahlen für KRIGAR-MENZEL.)

	III	IV	#IV	V	6	VI	7	VIII	IX	X	XI	#XI	XII
3	2, <small>10 kl. Tz.</small>	2	2	8	2	2,	1 <small>1 gr. S-o.</small>	13,	4	4	9	4	6,
	24,	4	1										
	$\frac{1}{2}$	35	11										
		1	22	9	5	1							
			4	29	8	1,							
					21,	9,							
					$\frac{1}{2}$	20	2,						
					1	1,	38,	<small>1 rr. Sept.</small>	2				
	$\frac{1}{2}$							25,				$\frac{1}{2}$	
	1				1		<small>1 kl. None</small>		37	4	$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{2}$
										25,	7	1	
										3,	14,	4	
											6	20	4
												10,	29
								1	1	1	1	2	

z. B. die Quarte wurde 2 mal für Einen Ton, 4 mal für die se Terz, 1 mal für die übermäßige Quarte gehalten, 35 mal tig beurtheilt. „ $\frac{1}{2}$ mal“ kommt dadurch heraus, daß in manchen en (bei K. in ziemlich vielen, bei anderen nur in wenigen) ein rvall für eins von zweien erklärt wurde, z. B. für None oder time, in welchem Falle das Urtheil beiden zur Hälfte zu-

gerechnet wurde. Das verschiedenen Zahlen angefügte Komma bedeutet gleichfalls $\frac{1}{2}$. Zw (zweifelhaft) sind die Fälle, in denen überhaupt kein Urtheil zu Stande kam, obschon der Klang-eindruck deutlich vernommen wurde.

Tab. B ist aus Tab. A gebildet. Sie enthält statt der absoluten Zahlen Procentzahlen und stellt zugleich die richtigen, falschen und zweifelhaften Fälle übersichtlich zusammen. Die Rubrik für den Einklang ist weggelassen, da er ja ausnahmslos richtig erkannt wurde. Die Anzahlen der richtigen Urtheile über jedes Intervall stehen in der Horizontalreihe r, die Fälle der Verwechslung mit kleineren Intervallen in der Reihe k, die der Verwechslung mit größeren Intervallen in der Reihe g.

Tab. C giebt das Nämliche für den Beobachter STUMPF, Tab. D für BARTH. In Tab. E sind die Ergebnisse der ersten 14 Reihen, wo gleiche Reizdauer stattfand, für diese drei Beobachter zusammengerechnet. Tab. F endlich stellt die Ergebnisse aus allen Reihen aller Beobachter in Procenten zusammen.

Tabelle B.
(Procente für KRIGAR-MENZEL.)

Ur- theile	III	IV	#IV	V	6	VI	7	VIII	IX	X	XI	#XI	XII	Summe
EinTon	6	5	5	17	5	7	2	33	9	10,	23,	9	16	148
k	26	10	30	20	33	33	8	2,	5	10,	19,	13	11	221,
r	63	83	55	63	55	56	88	62	84	67	38	48	73	835
g	5	2	10	0	7	4	2	0	0	9	16	25	0	80
zw	0	0	0	0	0	0	0	2,	2	3	3	5	0	15,
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1300

(wirkliche Summe = 519)

Tabelle C.
(Procente für STUMPF.)

Ur- theile	III	IV	#IV	V	6	VI	7	VIII	IX	X	XI	#XI	XII	Summe
EinTon	12	5	6	9	4	8	0	3	2	3	16	0	5	73
k	17	17	19	18	33	27	24	0	12	6	24	59	18	264
r	64	59	49	66	42	53	71	94	57	58	50	29	77	769
g	17	19	26	7	21	12	5	0	27	33	10	12	0	189
zw	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	5
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1300

(wirkliche Summe = 526)

Tabelle D.
(Procente für BARTH.)

Ur- theile	III	IV	#IV	V	6	VI	7	VIII	IX	X	XI	#XI	XII	Summe
EinTon	21	4	19	26	34,	7	14	67	33	23	5,	14	26	294
k	16	9	62	22	34,	63	77	0	5	27	63	50	38	466,
r	58	73	19	40	25	30	4,	22	62	20	21	23	36	433,
g	5	14	0	8	6	0	4,	11	0	30	5,	9	0	93
zw	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5	4	0	13
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1300

(wirkliche Summe = 246)

Tabelle E.
(Procente für K. + St. + B. aus den 14 ersten Reihen.)

Ur- theile	III	IV	#IV	V	6	VI	7	VIII	IX	X	XI	#XI	XII	Summe
EinTon	10	3	6	15	13	9	4	38	13	15	26	9	21	182
k	18	9	40	20	33	45	33	2	11	18	34	40	20	323
r	68	77	47	60	39	37	60	55	67	49	28	37	59	678
g	9	11	7	4	15	9	3	3	8	18	10	12	0	109
zw	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	2	2	0	8
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1300

(wirkliche Summe = 826)

Tabelle F.
(Procente für sämmtliche Beobachter.)

Ur- theile	III	IV	#IV	V	6	VI	7	VIII	IX	X	XI	#XI	XII	Summe
EinTon	12	3	7	16	8	5	3	24	11	8	13	6	11	127
k	12	12	28	18	32	31	27	3	10	10	32	31	20	266
r	67	70	53	59	51	53	66	66	65	62	42	42	69	765
g	9	15	11	6	9	8	4	5	12	18	11	19	0	127
zw	0	0	1	1	0	3	0	2	2	2	2	2	0	15
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1300

(wirkliche Summe = 1814)

Wir wollen nun die Ergebnisse, welche theils aus diesen Tabellen hervorgehen, theils sonst in den Versuchen hervortraten, zusammenstellen.

1. Der einfache Ton wurde als solcher fast ausnahmslos richtig erkannt und fast niemals mit einem Intervall verwechselt. Wie in Tab. A bei K., so verhält es sich ähnlich in allen anderen Urtabellen. Es sind insgesamt, alle Beobachter zusammerechnet, 93 Beobachtungen für den Einklang angestellt, und unter diesen sind 89 richtig, 3 falsch (einmal gleich Quinte, einmal gleich Septime und einmal gleich None): offenbar Producte einer zufälligen Unaufmerksamkeit, wie sie selbst bei den sichersten Urtheilen in längeren Reihen nicht fehlen. Bei Unmusikalischen würde dies anders gewesen sein. Sie pflegen schon bei längerer Tondauer nicht selten einen einfachen Ton für eine Mehrheit zu erklären. Auch Herrn G., mit dem MEYER experimentirte, und der bei der Klangdauer von 0,265 Sec. unter 70 Fällen in 16 Fällen 2 Töne zu hören angab, können wir daher nicht mehr zu den wirklich musikalisch Hörenden rechnen.

2. Betrachten wir die Fälle, in denen ein Intervall für Einen Ton erklärt wurde, also die erste Querreihe unserer Tabellen, so fällt sogleich die besondere Stellung der Octave in die Augen. K., der sonst die besten Leistungen hat, erklärte sie in $\frac{1}{8}$ aller Fälle für einen Ton, während er sie in fast allen übrigen Fällen, wo er sie überhaupt analysirte, richtig als Octave erkannte. Bei den übrigen Beobachtern ist das Verhältniß theilweise noch ungünstiger. B. hat unter 18 Fällen die Octave 12 mal für einen Ton erklärt und nur 4 mal richtig erkannt. St. dagegen hat 33 richtige, nur 1 falsches und 1 zweifelhaftes Urtheil. Bei ihm, ebenso bei MÜNNICH, ABRAHAM, SCHWEITZER enthält die horizontale Rubrik „Ein Ton“ überhaupt nur sehr wenige Fälle. In Tab. E und F sind diese individuellen Unterschiede ausgeglichen (sie sind in keinem anderen Punkte so groß, sonst würde sich auch das Zusammenrechnen nicht rechtfertigen). Man muß hier also die erste Rubrik hauptsächlich auf den Einfluß von K. und B. beziehen.

Diese Unterschiede erklären sich daraus, daß die zuletzt genannten Individuen und besonders ich selbst durch die fortgesetzten akustischen Studien, bei denen die Analyse eine Hauptrolle spielt (und man ist natürlich gerade, weil man die Gefahr bei der Octave kennt, besonders darauf bedacht gewesen, sich

von ihr zu emancipiren), hierin eine solche Fertigkeit erlangt haben, daß Täuschungen auf ein Minimum reducirt werden. Die „Verschmelzung“ der Octave bewirkt ja nicht immer und überall ihre Nichtunterscheidung. Aber daß sie selbst bei außerordentlich musikalischen Menschen die Analyse in viel höherem Grade als bei den übrigen Intervallen verhindert, zeigt uns besonders das Beispiel B.'s, aber auch das K.'s.

Die übrigen Intervalle bilden keine ganz deutlich hervortretende Reihe in Hinsicht ihrer Verwechslung mit dem Einklang. Es ist wohl nicht zu verkennen, daß die consonanteren im Allgemeinen günstiger gestellt sind (siehe besonders die Gesamttabelle F: die höchsten Zahlen bei der Octave, Quinte, Undecime, Terz, Duodecime, ebenso für K. in Tabelle B bei der Octave, Undecime, Quinte, Duodecime, in dieser Reihenfolge). Aber es sind zu bedeutende individuelle Abweichungen, um mit irgend welcher Genauigkeit eine Reihenfolge der Verschmelzungen hieraus zu erschließen. Bei St., der sonst wenig Einheitsurtheile fällt, hat die Undecime relativ viele, bei B. die None auffallend viele Einheitsurtheile u. s. w. Und es machen sich dann diese Abnormitäten in den Gesamtzahlen geltend. Man müßte die Versuche auf noch viel mehr Individuen ausdehnen, damit sie sich genügend ausgleichen, aber die Mühe wäre zu groß, als daß sie sich lohnte. Bei der Undecime scheint es übrigens nach den beigefügten Bemerkungen im Protokoll öfters an einer wirklichen Ungleichheit der Tonstärke gelegen zu haben, so sehr wir bemüht waren, sie fern zu halten. Auch K. zeigt hier ungewöhnlich viel falsche Urtheile.

Man kann fragen, ob nicht die Größe der Distanz einen Unterschied macht. In gewöhnlichem Falle wirkt vergrößerte Distanz günstig für die Analyse, was man besonders bei Unmusikalischen eclatant beobachten und auch leicht psychologisch begreifen kann. Wenn aber die Zeitdauer so minimal ist, könnte die Distanz eher im umgekehrten Sinne wirken: denn die äußerst concentrirte Aufmerksamkeit ist naturgemäß auch nur auf ein einzelnes Gebiet der Tonreihe concentrirt. Man stellt hier, wie mir scheint, seine Aufmerksamkeit immer auf eine gewisse mehr oder weniger enge Tonregion ein, innerhalb deren man das Phänomen erwartet, in unserem Falle auf die mittlere Abtheilung innerhalb des gebrauchten Tonbezirkes. Wenn nun ein besonders großes Intervall, Duodecime, Undecime, auftritt, so

kann es leicht vorkommen, daß man nur den unteren Ton oder nur den oberen wahrnimmt, weil die Aufmerksamkeit nicht so schnell wandern kann. Ich will damit nicht sagen, daß zur Analyse überhaupt ein Wandern nöthig ist, vielmehr können sich bei sonst günstigen Umständen zwei Töne als zwei und als dieses bestimmte Intervall ohne jede Veränderung der Aufmerksamkeitseinstellung aufdrängen. Aber unter so exceptionellen Umständen könnte die erforderliche Concentration der Aufmerksamkeit geradezu nachtheilig wirken, indem, was dem einen Ton zu gute kommt, dem anderen entzogen und dieser so überhört wird.

Ob nun unsere Tabellen wirklich in diesem Sinne sprechen, läßt sich nicht unzweideutig erkennen. Bemerkenswerth ist allerdings die Zunahme der zw bei den großen Intervallen (außer XII). Aber in der Einheitsrubrik ist eine deutliche Zunahme, auch wenn man ein Intervall mit seiner Erweiterung (Terz mit Decime, Quinte mit Duodecime etc.) vergleicht, nicht zu constatiren, allerdings auch nicht eine durchgängige Abnahme. Bald findet das eine, bald das andere Statt.

Wichtig ist nun die Frage, was eigentlich im Falle eines Einheitsurtheils wahrgenommen wurde. Bei Unmusikalischen sind wir schlimm daran, sie können es eben nicht näher angeben. Dagegen sind die Musikalischen häufig dazu im Stande, und zumal K. hat fast immer in seinem Protokoll den gehörten Ton namhaft gemacht: es war in der Mehrzahl der Fälle der tiefere, in einzelnen auch der höhere, niemals ein zwischenliegender. Hierbei sehe ich davon ab, daß er bei der Tonbezeichnung fast immer um einen halben Ton nach der Höhe fehlging, denn dieser constante Fehler lag offenbar an einer etwas tieferen Abstimmung seines absoluten Tonbewußtseins gegenüber unserer Klangquelle.

3. Wenn wir nun die erste Horizontalrubrik bei Seite lassen und uns also nur an die Fälle halten, wo die Urtheilenden ein Intervall zu hören glaubten, so können wir zunächst die Anzahl der richtigen im Verhältniß zu den falschen Urtheilen ins Auge fassen, unter den falschen (f) also jetzt verstanden die $g + k$ (die wenigen zw können wir hier bei Seite lassen). Zweierlei kommt hier in Betracht:

- a) die große Sicherheit des Urtheils überhaupt, welche sich hieraus ergibt, und die individuellen Unterschiede hierin.

Man sieht sogleich aus den Tabellen, daß die r bei K. weitaus, auch bei St. noch bedeutend die f überwiegen. Bei B. allerdings sind mehr f als r. Aber in den Gesamttabellen überwiegen wieder die r. Bei K. findet sich dieses Uebergewicht auch für jedes einzelne Intervall, nur bei der Undecime ist eine minimale Abweichung. Bei St. findet es sich gleichfalls überall, nur mit Ausnahme zweier Intervalle (kleine Texte und übermäßige Undecime).¹

Hierbei ist nun noch zu bedenken, daß der Fall nicht so liegt wie etwa, wenn man über die Frage zu urtheilen hätte: welcher von zwei aufeinanderfolgenden Tönen ist der höhere? Denn hier wären überhaupt nur zwei Urtheile möglich (vom zweifelhaften und vom Gleichheitsurtheil abgesehen). Der zweite ist der höhere, oder er ist der tiefere. Dagegen, wo es sich um die richtige Benennung eines Intervalls handelt, sind natürlich mindestens so viele falsche Urtheile möglich, als andere Intervalle vorgelegt werden. Eigentlich aber noch mehr, da auch die übrigen musikalisch gebräuchlichen Intervalle wenigstens bis zur Duodecime in Frage kommen und zuweilen auch wirklich genannt wurden. Während also dort, bei der Höhenvergleichung zweier aufeinanderfolgender Töne, das Verhältniß $r : f = 50 : 50 \%$ ein absolutes Schwanken, reine Zufälligkeit des Urtheils bedeutet und mindestens 75 % r verlangt werden müssen, um dem Urtheil einen anständigen Grad von Sicherheit zuzuschreiben, aus dem sich etwas schließen läßt, bedeutet hier Gleichheit der r und f schon eine erhebliche Sicherheit des Urtheils. Hiernach betrachte ich beispielsweise B.'s Leistung, obschon die f sogar schon überwiegen, immer noch als ein Zeichen bemerkenswerther Urtheilsfähigkeit.

¹ Man könnte es für richtig halten, bei der Zählung der r und f die Duodecime außer Betracht zu lassen, da hier g-Urtheile ohnedies ausgeschlossen seien, insofern die Urtheilenden wußten, daß kein größeres Intervall vorkam. Doch würden sich die Ergebnisse dadurch nicht irgend wesentlich verändern. Auch ist zu erinnern, daß hiernach ebenso bei der großen Terz die k-Urtheile ausgeschlossen wären, während doch factisch öfters die kleine Terz als das gehörte Intervall bezeichnet wurde, ferner daß auch sonst zuweilen Intervalle von den Urtheilenden angegeben wurden, von denen sie recht wohl wußten, daß sie nicht zu den vorgelegten gehörten, z. B. Secunde, kleine None.

b) Die Unterschiede unter den Intervallen in Bezug auf ihre Erkennbarkeit.

Vergleichen wir das Verhältniß der *r* und *f* bei den verschiedenen Intervallen. Folgende Reihenfolge der Intervalle in Bezug auf die GröÙe des Quotienten ergibt sich aus Tab. B, C, E und F (denen mit gröÙeren absoluten Zahlen).

Tab. B: VIII, IX, 7, IV, XII, V; X, III, VI, #IV, 6, #XI, XI

„ C: VIII, XII, III, V, 7, IV; X, XI, IX, VI, #IV, 6, #XI

„ E: VIII, IV, IX, XII, V, III; 7, X, #IV, 6, #XI, VI, XI

„ F: VIII, XII, III, IX, IV, V; 7, X, VI, #IV, 6, XI, #XI

Durchgängige Constanz zeigt sich nur, insofern überall und immer die Octave, und zwar weitaus, an der Spitze bleibt. Man kann sagen, daß sie so gut wie immer richtig beurtheilt wird, wenn sie überhaupt als Intervall, als Zweiheit von Tönen erkannt wird. Hierin stimmen auch M. MEYER's und R. SCHULZE's Ergebnisse mit den meinigen überein.¹

Im Uebrigen aber ist eine ganz bestimmte Reihenfolge nicht aufzustellen. Dies hängt theilweise an gewissen Abnormitäten oder besser individuellen Eigenthümlichkeiten, die sich auch an den besten Beobachtern finden. So stehen namentlich bei K. die None und Septime auffallend günstig, was dann auch bei der großen Anzahl von K.'s Urtheilen auf die Summentabellen E und F erheblichen Einfluß gewinnt.

Nur soviel läßt sich noch deutlich erkennen, daß in der ersten Hälfte der Intervallreihe auÙer der Octave allgemein auch die Duodecime, Quarte und Quinte zu stehen kommen.² Man kann darin einen Einfluß der Consonanz, beziehungsweise Verschmelzung erkennen; aber es wäre, wie man sieht, verfehlt, aus Versuchen dieser Art den Consonanzgrad überhaupt bestimmen zu wollen. Wahrscheinlich hat auÙer Zufälligkeiten und individuellen constanten Eigenthümlichkeiten (die auf habituellem Mercklichkeits- oder Gefühlsübergewicht gewisser Intervalle für eine Person

¹ MEYER a. a. O. 407, SCHULZE a. a. O. 487 (Tab. XI).

² Auch in einer Versuchsreihe MEYER's, bei welcher die Aufgabe einer Benennung des Intervalls gestellt, das Urtheil überdies dadurch, daß der tiefere Ton immer stärker als der höhere angegeben wurde, erschwert, dagegen die Zeitdauer auf 0,52 Sec. verlängert war, ergab sich, daß die dissonanten Intervalle weniger gut erkannt wurden. Doch enthält die Tabelle nur geringe Versuchszahlen (a. a. O. 408).

beruhen mögen) besonders auch der Umstand Einfluss, ob ein Intervall in harmonischer Beziehung einen mehr oder weniger ausgesprochenen Charakter trägt. Die Undecime und die übermäßige Undecime haben wenig mit Accordbildungen zu thun. Man kann wohl von einem Undecimenaccord reden, aber er gehört zu den seltensten Bildungen. Dagegen spielen die Septime und None als Begrenzung von Accorden eine bedeutende Rolle. Damit mag ihre erleichterte Erkennbarkeit namentlich bei K. zusammenhängen.

Ob die Distanz der Intervalltöne auch einen maafsgebenden Einfluss hat auf ihre Erkennbarkeit (Analyse überhaupt vorausgesetzt), lässt sich nach diesen Zusammenstellungen nicht sagen, wenn man auch im Allgemeinen vermuthen mag, dass grössere Intervalle schwerer erkennbar werden.

4. Vergleichen wir endlich die falschen Urtheile untereinander, so bieten sich zwei wichtige Züge dar.

a) Die Verwechselungen betreffen in den weitaus meisten Fällen benachbarte Intervalle, solche, die sich nur um einen halben oder ganzen Ton, auch wohl um zwei Tonstufen vom wirklich gehörten Intervall unterscheiden.

Man sieht dies in der Tabelle A, aber auch in den hier nicht in extenso mitgetheilten Urtabellen von St. und B. Bei den übrigen Personen zerstreuen sich die Verwechselungen mehr, aber diese haben eben geringere absolute Urtheilsziffern; bei der Zusammenrechnung lässt sich auch hier einigermaassen dasselbe erkennen.

Es geht hieraus hervor, dass unter solchen Versuchs-umständen die Distanz der Intervalltöne für die Erkennung sehr wesentlich sein muss. Denn nach dem reinen Consonanzprincip hätte man erwarten müssen, dass die Verwechselung vorzugsweise die in der Consonanzreihe benachbarten Intervalle beträfen; dass also z. B. Sexten mit Terzen verwechselt würden, Dissonanzen unter sich, nicht aber mit Consonanzen. Hier wurde hingegen, um besonders markante Beispiele aus den Urtabellen anzuführen, von B. die Septime 13mal mit der VI verwechselt, 2mal mit der 6, und nur je einmal mit drei nichtbenachbarten Intervallen. Die XI verwechselte B. 8mal mit der X, 2mal mit der IX, und nur je einmal mit zwei anderen nichtbenachbarten (viel kleineren) Intervallen. Die \sharp IV wurde von demselben 10mal mit der IV ver-

wechselt, niemals mit irgend einem anderen Intervall. Die \sharp XI wurde von St. 18 mal mit der XI, 5 mal mit der XII, 3 mal mit der X verwechselt, und nur je einmal mit drei anderen nichtbenachbarten Intervallen. Das nämliche Intervall wurde von K. 4 mal mit der XI, $10\frac{1}{2}$ mal mit der XII, einmal mit der X und niemals mit einem der anderen Intervalle verwechselt. Von demselben Beobachter wurde die \sharp IV 11 mal mit der IV, 4 mal mit der V verwechselt, einmal mit der III, sonst mit keinem Intervall. Ebenso verwechselte SCHWEITZER die \sharp XI 6 mal mit der XII und nur einmal mit einem nichtbenachbarten Intervall, MÜNNICH die XI 4 mal mit der X, und nur je einmal mit drei nichtbenachbarten Intervallen. U. s. f.

Man sieht zugleich, daß die auffallendsten Beispiele meist Dissonanzen betreffen und besonders die übermäßige Quarte und ihre Octavenerweiterung (überm. Undecime). Dies hängt indessen wohl damit zusammen, daß bei diesen Intervallen überhaupt besonders viele falsche Urtheile stattfinden (s. u.).

Auch dieses Ergebniss stimmt überein mit Befunden MEYER's an dem Beobachter G., welche ich damals auch schon an mir selbst gelegentlich mehrfach bestätigt fand.¹ Aber es ist nun in größerem Umfang bei ausgesuchten Beobachtern festgestellt und muß als eine allgemeingültige Eigenthümlichkeit der Tonurtheile unter solchen Umständen gelten.

Theoretisch ist es unstreitig von Interesse. Man kann es nachträglich verstehen, konnte es aber apriori nicht erwarten. Verstehen: denn ein bestimmtes Intervall besitzt zwar im Allgemeinen nicht eine ganz bestimmte Distanz seiner Töne, wohl aber gilt dies innerhalb eines gewissen relativ engen Tonbezirks. Die Quinte $c—g$ und die Quinte $d—a$ unterscheiden sich hinsichtlich der Distanz ihrer Töne natürlich nur äußerst wenig, und in unseren Versuchen wurden ja wenigstens die größeren Intervalle nur unter sehr geringen Veränderungen der absoluten

¹ MEYER a. a. O. 407: „Die Fehler bestanden gewöhnlich darin, daß Intervalle von wenig verschiedener Distanz mit einander verwechselt wurden; so die Quarte mit der Quinte oder die große Terz mit der Quarte. Außerst merkwürdig jedoch ist, daß der schauerlich dissonante Tritonus sehr häufig als Quarte oder Quinte bezeichnet wurde, sehr selten als Tritonus. Diese Beurtheilung des Tritonus als Quarte oder Quinte zeigte sich auch bei Prof. STUMPF, als dieser unter denselben Versuchsumständen (mit etwas längerer Klangdauer) einige Beobachtungen machte.“

Höhe angewandt. Begreiflich ist also das Ergebniss wohl und ohne Widerspruch mit meinen früheren Aufstellungen, zumal da der Einfluss des Distanzprincips sich gerade in Verwechslungen, also falschen Urtheilen zeigt. Aber unerwartet war es dennoch, weil man apriori nicht wissen konnte, dass das Consonanzmerkmal bei so starker Zeitverkürzung so sehr an Wirksamkeit verlieren würde. Unter gewöhnlichen Umständen werden z. B. Terzen und Sexten in der That eher miteinander verwechselt, als Sexten und Septimen (ich erinnere mich entsprechender Erfahrungen), obwohl Verwechslung von Intervallen bei musikalisch Gebildeten überhaupt selten vorkommt.

Man muss hieraus, scheint mir, schliessen, dass das Consonanzmerkmal, obgleich es das primäre und essentielle für die Definition des Intervallbegriffs ist, eine grössere Zeit gebraucht, als wir sie anwandten, um für das Urtheil als untrüglicher Leitfaden zu dienen, während das Distanzmerkmal weniger von der Zeitverkürzung beeinflusst wird.

Dies kann man wohl daraus erklären, dass wir uns in der Musik in den Consonanzcharakter eines isolirten Intervalls um so mehr vertiefen, auch seine Gefühlswirkung um so intensiver erleben, je länger der Eindruck dauert. Bei allzu kurzen Eindrücken, wo das Bewusstsein schon durch die Aufgabe, die Töne überhaupt auseinanderzuhalten, stark in Anspruch genommen ist, bleibt uns so zu sagen nur so viel intellectuelle Kraft übrig, als eben hinreicht, um noch den Abstand der Töne, ihren rein qualitativen Unterschied, annähernd zu erfassen.

Doch zeigt immerhin die relativ grosse Zahl der *r* gegenüber den *f* namentlich bei *K.* und *St.* und vor Allem in den Fällen der Octave, dass der Consonanzcharakter auch hier keineswegs ganz verloren geht und bei der vollkommensten Consonanz sogar sehr wesentlich mitwirkt.

b) Die Verwechslungen erfolgen in weit höherer Anzahl gegenüber kleineren als gegenüber grösseren Intervallen.

In allen unseren Tabellen springt dieser Zug ohne Weiteres in die Augen. Auch die hier nicht mitgetheilten Tabellen von MÜNNICH und von SCHWEITZER ergeben denselben Zug: *M.* hat 30 *k*, 112 *r*, 16 *g*, *Schw.* hat 41 *k*, 135 *r*, 27 *g*. Bei *Frl. H.* und *Dr. A.* halten sich *k* und *g* allerdings die Wage, aber diese Be- hatten überhaupt nur sehr kleine Urtheilszahlen.

Auch dies ein Ergebniss, das man nicht hätte voraussagen können, sicherlich nicht in diesem Maasse. Eine überzeugende Erklärung hierfür weis ich nicht zu geben. Man kann ja anführen, daß im Allgemeinen die kleineren Intervalle die gewöhnlicheren sind. Aber dies gilt doch vor Allem für den melodischen Gebrauch, für die Aufeinanderfolge, während wir hier gleichzeitige Töne hatten.

Für die gleichzeitigen Töne kann man nur etwa so argumentiren. Da die Accorde sich aus Terzen und Secunden aufbauen, so kommen diese Intervalle nothwendig in Accorden öfter vor als alle anderen. Aber auch Quartan kommen öfter vor als Sexten, Septimen öfter als Nonen, und diese öfter als Undecimen: weil das folgende Intervall immer durch Hinzufügung einer neuen Terz in den Accord hineinkommt und also das frühere immer schon mit dabei ist (ausgenommen, wenn Elision stattfindet). Es ist möglich, daß hierin die Erklärung liegt. Aber in Ermangelung weiterer stützender Anhaltspunkte — die Selbstbeobachtung und die Erinnerung bei den übrigen Herren giebt mir hierüber keinen näheren Aufschluß — wage ich sie nicht für sicher auszugeben.

Soviel ist gewiß, daß es sich nicht um ein allgemeines Gesetz für die Schätzung von Tondistanzen handelt. Denn bei sehr kleinen Tonunterschieden (unter einer halben Tonstufe) sind vielmehr Ueberschätzungen die Regel. Man kann beide Fälle insofern unter einen Gesichtspunkt bringen, als man auch hier wieder die Schätzung nach der Seite des Gewöhnlichen erfolgen läßt; was dann zugleich als eine Art theoretischer Bestätigung der eben versuchten Erklärung dienen könnte. Auch an das Ergebniss unserer Versuche über Reinheitsurtheile könnte man hierbei zurückdenken, wonach man bei Verstimmungen für Verkleinerung eines Intervalls empfindlicher ist als für Vergrößerung. Doch glaube ich nicht, daß eine wirkliche Beziehung unseres gegenwärtigen Falles zu diesem besteht. —

Ich füge noch einige gelegentliche Bemerkungen hinzu, welche sich bei diesen Versuchen aufdrängten:

Besonders viel hängt bei Versuchen mit sehr kurzen Eindrücken von der nervösen Disposition, Frische oder Ermüdung u. s. w. ab; wie ich dies an meinen eigenen Reihen constatiren konnte.

Aber auch die momentane zufällige Richtung und Bereitschaft der Aufmerksamkeit bei jedem einzelnen Versuch ist von besonderem Einfluß. Es kam vor, daß einer einen Eindruck ganz überhörte, welchen die anderen so deutlich wie immer vernommen hatten. Die Aufmerksamkeit brauchte nicht überhaupt abgelenkt zu sein, sie war vielleicht nur auf eine andere Octave eingestellt.

Ferner zeigten sich hier wie bei anderen Versuchsreihen eigenthümliche Strömungen des Urtheils, nicht bloß derart, daß z. B. 14 mal hintereinander nur richtige, 6 mal hintereinander nur falsche Urtheile abgegeben wurden, was natürlich mit der nervösen Disposition zusammenhängt, sondern auch derart, daß eine temporäre Vorliebe für die Angabe irgend eines Intervalls eintrat, dessen Wortbild oder Tonbild gerade im Bewußtsein in den Vordergrund getreten war, oder endlich so, daß bestimmte Verwechslungen zeitweise das Uebergewicht hatten; wie z. B. K. in der Serie 13 und 14 regelmäÙig die Decime als None beurtheilte, sonst niemals.

Die Urtheilsbildung erfolgte erst nach dem Eindruck und bedurfte einer gewissen Zeit, während deren keine Störung durch Sprechen eines Anderen u. s. w. stattfinden durfte, ohne daß alle Möglichkeit der Urtheilsbildung aufgehoben wurde. Alle stimmten darin überein, daß das Urtheil sich an dem „Erinnerungsbild“ vollzieht, wie man übrigens dieses auch näher definiren mag. In schwierigeren Fällen nahm ich ein inneres Nachsingen zu Hülfe, fand dann allerdings auch hierbei Schwierigkeiten.

Einmal war ein Tonreiz durch einen Versuchsfehler zu lange gerathen: diese unerwartete Dauer setzte uns alle so in Bestürzung, daß sie das Urtheil verhinderte. Ebenso wurde das Urtheil nicht gefördert, sondern gestört, wenn einmal einer der Töne schon vorher hörbar war. Natürlich wurde in solchen Fällen der Versuch nicht gerechnet.

Mehrere Beobachter hatten ein ausgesprochenes Gefühl subjectiver Leichtigkeit gegenüber der Terz. Nur sie wurde zugleich in der ersten Reihe als angenehm empfunden, „wie eine Oase in der Wüste“ (K.) In späteren Reihen auch noch die Decime und die beiden Sexten. Sonst war von Annehmlichkeitsunterschieden bei diesen kurz dauernden Eindrücken und der auf das Erkennen gerichteten Gemüthsverfassung nichts zu bemerken.

Zweite Untersuchung: Bestimmung von Accordtönen.

Diese Untersuchung wurde mit der ausdrücklichen Absicht der Nachprüfung von SCHULZE's Resultaten angestellt. Ich wünschte mir ein Bild von den dabei vorkommenden experimentellen und psychologischen Verhältnissen zu machen und zu sehen, ob nicht das eine oder andere von seinen Ergebnissen sich auch unter einwandfreieren Versuchsumständen doch bewahrheitete.

WUNDT's Theorie von der einsmachenden Kraft des Tones¹ und seine Ableitung der Verschmelzungsthatsachen aus der Gewöhnung an die harmonischen Obertöne (Nachklang der HELMHOLTZ'schen Lehre von der psychologischen Klangzerlegung, die HELMHOLTZ aber später selbst aufgegeben) habe ich früher als eine unbegründete bezeichnet. Ich würde aber natürlich, wenn Versuche etwas davon bestätigten, nicht zögern, es anzuerkennen. Es wurden daher wie bei SCHULZE die 6 ersten harmonischen Theiltöne eines Klanges als Tonmaterial benützt. Diese wurden in verschiedener Anzahl und verschiedenen Combinationen vorgelegt und die Aufgabe dahin formulirt: bei kurzdauernden Eindrücken zu sagen, welche von den 6 Tönen im gegebenen Fall in dem Tongemisch vorhanden waren. Die Beurtheilenden wußten, daß es sich nur um diese Töne handle, und hatten sie vor den Versuchen einzeln gehört.

Die Aufgabe war also erheblich schwerer gestellt als bei SCHULZE, wo sie nur zu sagen hatten, ob sie einen oder mehrere Töne überhaupt hörten, nicht einmal wie viele. Es hat aber, wie schon bemerkt, keinen rechten Zweck, bei sehr musikalischen Menschen — und nur solche können unter so erschwerten Umständen einigermaßen übersichtliche Resultate geben — die Frage so unbestimmt zu stellen, weil bei der Zeitdauer von einer Secunde und darüber wirklich musikalische Individuen thatsächlich genauere Urtheile abzugeben in der Lage sind, vorausgesetzt daß es sich um gleich starke Töne handelt.

Es wurden nicht so kurze Zeiten angewendet wie bei der vorangehenden Untersuchung, aber auch nicht so lange wie bei SCHULZE, der die Eindrücke 2 Secunden lang wirken liefs. Die Dauer betrug etwa eine Secunde und wurde regulirt durch ein Pendel von entsprechender Länge, welches den Hahn drehte.

Als Klangquelle benutzte ich zuerst wie SCHULZE Stimmgabeln auf Resonanzkästen, um zu probiren, ob nicht auf irgend eine Weise doch möglichst gleich bleibende und unter sich gleiche Intensitäten herzustellen wären. In die Resonanzkästen der Gabeln von 100, 200, 300, 400, 500, 600 Schwingungen wurden Schläuche geleitet, welche durch ein System von dreiarmligen Glasröhren zuletzt in den Hauptschlauch mündeten, der den Klang in das Beobachtungszimmer leitete. Durch langes Probiren wurde diejenige Lage der Schlauchendigungen in jedem Kasten ermittelt, welche für jede Gabel unter Voraussetzung eines gleich starken Anschlages eine möglichst gleich starke Tonstärke im Beobachtungszimmer ergab. Aber alles half nichts. Wir mußten darauf verzichten, durch angeschlagene Gabeln zu Accorden von hinreichend gleicher Stärke der Töne zu gelangen.¹

Hierauf wählte ich als Klangquelle wieder unsere Flaschenorgel und zwar die Töne c , c^1 , g^1 , c^2 , e^2 , g^2 (nebst einigen dissonanten Zusammenstellungen). Durch einen großen Schalltrichter, der einige Schritte vor der Orgel stand, wurde der Klang in die Röhre geleitet, die zum Beobachtungszimmer führte. Jeder dieser Töne wurde durch kleine Veränderungen an dem Anblaseröhrchen zu einer möglichst gleichen Stärke mit den übrigen gebracht, und zwar zu einer gleichen Stärke im Beobachtungszimmer an der Röhrenmündung. Vollkommen ist dieses Ziel freilich auch hier kaum zu erreichen, aber es fanden jetzt wenigstens keine gröberen Ungleichheiten statt.

Nun ist aber noch ein Uebelstand in Hinsicht der Stärke, der bei solchen Versuchen überhaupt nicht ausgeschlossen werden kann, so lange man Töne von diesen Verhältnißzahlen wählt, den man also nur eben bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigen muß. Fügen wir zum Ton 1 die Töne 2 und 3 hinzu, so bilden diese unter sich einen Differenzton 1, verstärken also den Ton 1. Ebenso 3 und 4, 4 und 5, 5 und 6. Ebenso

¹ Bei Versuchen über Unterschiedsempfindlichkeit für aufeinanderfolgende Töne kann man, gehörige Uebung des Experimentators vorausgesetzt, mit angeschlagenen Gabeln auskommen, weil jeder mißlingende Fall, wo nur die geringste Stärkeungleichheit zu bemerken ist, durch einen anderen ersetzt werden kann. Gegenüber 6 Tönen aber, die gleichzeitig gleichstark erklingen sollen, ist der Experimentator nicht in der Lage, den Erfolg seiner Bemühung in jedem Einzelfall zu controliren und Mißlingendes auszuschalten.

wird auch 2 verstärkt, sobald es durch andere Töne, wie 3 und 5, 4 und 6, als Differenzton miterzeugt wird. Kurz, es werden mannigfache Verstärkungen entstehen, die den tieferen Tönen mehr als den höheren zu Gute kommen, weitaus am meisten aber dem Ton 1. Das ist ein Umstand, der immer noch an SCHULZE's merkwürdigen Ergebnissen Schuld sein kann, wenn auch sonst alle Vorsichtsmafsregeln getroffen wären. Es scheinen allerdings Differenztöne eine gewisse kurze Zeit zu gebrauchen, um überhaupt im Ohr aufzutreten (nicht blos, um wahrgenommen zu werden). Aber bei zwei Secunden Hördauer, wie er sie anwandte, dürfte diese Zeit schon überschritten sein.

Als Versuchspersonen dienten bei diesen Versuchen hauptsächlich Herr Pastor FEHL, seit mehreren Semestern Theilnehmer unserer Uebungen, und Herr stud. H. Beide sind nicht so hervorragend musikalisch wie die Versuchspersonen der vorher-

Tabelle I.

Vorgelegte Toncombinationen	Beobachter H.					
	1. Reihe		2. Reihe		3. Reihe	
a) 1	1	1	1	1	1	1
b) 1 6	6	16	16	16	16	16
c) 1 2 3 4 5	135	25	1235	1235	1235	1235
d) 1 2 3 4 5 6	135	1345	1345	12345	13456	135
e) 2 3 4 5 6	245	235	235	235	23456(?)	2345
f) 1 3 4 5 6	13456	123456	12345	1235	1345	13456(?)

Vorgelegte Toncombinationen	Beobachter F.					
	1. Reihe		2. Reihe		3. Reihe	
a) 1	1	1	1	1	1	1
b) 1 6	16	15	16	16	16	12(?)6
c) 1 2 3 4 5	123456	123	1235	1234	146	1245
d) 1 2 3 4 5 6	125	124	123456	146	12346	123456
e) 2 3 4 5 6	1345	236	2346	12456	2456	12456
f) 1 3 4 5 6	1246	1(?)245	1456	13(?)46	1456	1456

Tabelle II.

Vorgelegte Toncombinationen	Beobachter H.				Beobachter F.			
	Erste	Zweite	Dritte	Vierte	Erste	Zweite	Dritte	Vierte
	Versuchsreihe				Versuchsreihe			
a) 1	1	1	1	1	1	1	1	1
b) 1 2	1 2	1 2(?)	1 2	1 2(?)	1 2	1 2	1	1 2
c) 1 2 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1	1 2 3	1 2	1 2
d) 2 3 4	2 3 4	3 4	2 3 4	2 3 4	2 3 4	2 3 4 5	2 3 ? 5	2 3 4
e) 3 4 5	3 4 5	3 4 5	3 4 5	3 4 5	2 4 5 6	2 3 4	2 4 6	2 3 4 5 6
f) 4 5 6	4 5 6	4 5	4 5 6	4 5 6	4 5 6	4 5 6 7	4 5 6	? 4 5 7
g) 2 3 4 5	2 3 5	2 3 4 5	2 3 4 5	2 3 4 5	2 4 5	2 3 4 5 6	2 3 4 5	2 3 4 5 6
h) 2 3 4 5 6	2 3 4 5 6	2 4 5 6	3 4 5 6	3 4 5 6	2 4 5	1 2 4 5 6	1 2 4 5 6	1 2 4 5 6
i) 1 2 3 4 5 6	1 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6	1 3 4 5 6	1 3 4 5 6	1 2 ?	1 2 4 5	1 2 4	1 2 3 4 5
1 d ¹ f ¹ h ¹	d ¹ f ¹ h ¹	d ¹ f ¹ h ¹	d ¹ f ¹ h ¹	d ¹ f ¹ h ¹	Sept.-Acc.	Sept.-Acc.	Sept.-Acc.	Sept.-Acc. 4 Töne
d ¹ f ¹ c ²	d ¹ f ¹ c ²	d ¹ f ¹ c ²	d ¹ f ¹ c ²	d ¹ f ¹ c ²	d ¹ f ¹ h ¹	Sept.-Acc.	Sept.-Acc.	Sept.-Acc.
5 7 (c ² e ² b ²)	4 5	4 5	4 5	4 5	4 5 6 7	2 4 5 7	3 4 5 7	4 5 7

gehenden Untersuchung, aber immerhin gut ausgebildet. Der erste spielt Orgel, Clavier, Violine, der zweite Clavier. Im Hören von Obertönen war H. nicht geübt. Ausserdem betheiligten sich auch wieder Herr Dr. ABRAHAM und Herr stud. MÜNNICH, aber nicht regelmässig und lange genug, als dass ihre Ergebnisse verwerthet werden könnten. Die Ergebnisse der beiden ersten Herren dagegen führe ich in extenso an.

In Tabelle I giebt die erste Rubrik die vorgelegten, mit a) bis f) bezeichneten Toncombinationen, wobei die Ordnungszahlen 1 bis 6 die oben genannten Theiltöne bedeuten. Die übrigen Rubriken geben die von den Beobachtern wahrgenommenen Töne. Analog ist die Einrichtung der Tabelle II, deren letzte Gruppen auch dissonante Zusammenstellungen enthalten. Die einzelnen Toncombinationen wurden in stets wechselnder und unregelmässiger Reihenfolge vorgelegt.

Ein eingeschaltetes Fragezeichen bedeutet, dass der ihm voranstehende Ton nicht sicher wahrgenommen wurde. Ein freistehendes Fragezeichen bedeutet, dass der Urtheilende an eben dieser Stelle selbst (also z. B. bei 12? jenseits der beiden ersten sicher wahrgenommenen Töne nach der Höhe zu) noch einen Ton zu hören glaubte, dessen er aber nicht sicher war oder den er nicht näher bestimmen konnte.

Wir verstehen nun im Folgenden unter „wahrgenommenen“ Tönen diejenigen, welche die Beobachter zu hören glaubten. Sie konnten sich täuschen und haben sich öfters getäuscht. Aber im Allgemeinen lehrt schon der Anblick der Tabellen, dass es sich nicht blos um Schätzungen auf Grund irgendwelcher mittelbarer Kriterien handeln konnte, sondern dass der Zusammenklang ihnen als eine wirkliche Mehrheit empfundener Töne erschien. Ich wüsste kein secundäres Kriterium anzuführen, das so genaue Urtheile liefern könnte. Die Beobachter sprachen sich aber auch selbst in diesem Sinne aus.

Die Betrachtung der Tabellen ergiebt:

1. Es wurden im Allgemeinen um so mehr Töne wahrgenommen, je mehr ihrer da waren; während bei SCHULZE im Allgemeinen das Umgekehrte stattfand, insofern der Zusammenklang um so öfter für einen Ton gehalten wurde, je mehr er sich in der Zusammensetzung dem sog. normalen Obertonklang näherte. Von solchem Verhalten lässt sich hier schlechterdings nichts bemerken.

Bilden wir die Gesamtsumme aller vorgelegten und die aller wahrgenommenen Töne bei den verschiedenen Ton-combinationen, so erhalten wir folgende Uebersicht:

Tabelle I:

Vorgelegt:	a) 12	b) 24	c) 60	e) 60	f) 60	d) 72
Wahrgenommen:	„ 12	„ 23—24	„ 45	„ 45—46	„ 50—53	„ 50

Tabelle II:

Vorgelegt:	a) 8	b) 16	c)—f) je 24	g) 32	h) 40	i) 48
Wahrgenommen:	„ 8	„ 13—15	„ 16—27 ¹	„ 32	„ 35	„ 35—36

Mit der Anzahl der vorgelegten Töne wächst also im Allgemeinen auch die der wahrgenommenen, wenngleich nicht in demselben Grade, sondern abnehmend, was sich leicht versteht.

Speciell kann man noch, mit Rücksicht auf die Frage, wie das Hinzutreten des Tones 1 wirkt, die Fälle e) und d) in der Tab. I, sowie h) und i) in der Tab. II vergleichen. Die Gesamtzahl der wahrgenommenen Töne erfährt auch hier nicht eine Verminderung, sondern (wenigstens in Tab. I) eine Steigerung, wenn der Ton 1 zu den Tönen 2 3 4 5 6 hinzukommt. Und dies ist um so beweiskräftiger, als in Folge des schon erwähnten Umstandes bei 2 3 4 5 6 nothwendig 1 als starker Differenzton auftritt und andererseits bei 1 2 3 4 5 6 der bereits vorhandene Ton 1 verstärkt wird. Dies muß dahin wirken, daß im ersten Fall leicht mehr Töne, im zweiten leicht weniger Töne (in Folge Ueberhörens der schwächeren) wahrgenommen werden. Trotzdem nimmt selbst hier die Gesamtzahl der wahrgenommenen Töne mit der der objectiv vorhandenen zu, wenn auch nicht in gleichem Maasse.

Sondert man die Ergebnisse beider Beobachter, was hier wohl richtiger, so tritt die Zunahme bei H. um so stärker in die Erscheinung, während diese bei F. in Tab. I fast verschwindet, in Tab. II sich umkehrt. Bei H. steigt die Summe durch Hinzutritt des Tones 1 zu 2 3 4 5 6 in Tab. I von 21 auf 24, in Tab. II von 20 auf 24. Bei F. steigt sie in Tab. I nur von 25 auf 26 und sinkt in Tab. II von 18 auf 14¹/₂. Dies liegt aber nach Ausweis unserer Tabellen daran, daß eben F. bei I in 3 von

¹ Hier hat F. öfters Töne hinzugehört. Bei H. allein ergeben sich für diese Rubriken auf je 12 vorgelegte Töne je 8—12 wahrgenommene [8 für c), 11—12 für d)—f)].

6 Fällen, bei II in 3 von 4 Fällen den Differenzton 1 zu der Combination 2 3 4 5 6 hinzuhörte. Selbst die Ausnahme also wird zur Bestätigung.

Wenn wir ferner die Reihen c) und d) in Tab. II vergleichen, also die Combinationen 1 2 3 und 2 3 4, so werden allerdings bei d) im Ganzen mehr Töne wahrgenommen als bei c). Aber eine vollkommen genügende Erklärung hierfür liegt darin, daß man die tiefere Octave $c^1 : c^1$ (Ton 1 und 2) schwerer auseinanderhält als die höhere Octave $c^1 : c^2$ (Ton 2 und 4), und daß wiederum bei 2 3 4 der Ton 1 als Differenzton hinzukommt.

Hiernach darf man wohl hoffen, daß die Legende von der vereinheitlichenden Wirkung des Tones 1 als solchen und von dem Einfluß, den das häufige Hören obertonreicher Klänge auf die Analyse von Zusammenklängen haben soll, nicht weiter fortgepflanzt werde.

2. Es wurde im Allgemeinen ein um so größerer Procentsatz der Töne überhört, je mehr Töne gegeben wurden.

Ein Verhalten, das ja gleichfalls sehr leicht begreiflich ist und besondere Versuche nicht erfordert hätte, wenn nicht die Paradoxien SCHULZE's vorlägen. Bezüglich Tab. I ersieht man dieses Verhalten ohne Weiteres aus der Zusammenstellung auf der vorigen Seite. Bezüglich Tab. II kommt in Betracht, daß FEHL hier häufig Töne hinzuhörte, so daß man natürlich die Zahl der überhörten nicht aus der Zahl der angeblich gehörten erkennen kann. Wenn wir aus den Urtabellen nur abzählen, wie viele von den jedesmal vorgelegten Tönen überhört wurden, so ergibt sich

für a)	(1 Ton)	0	der Gesamtsumme
„ b)	(2 Töne)	$\frac{1}{8}$	„ „
„ c)—f)	(3 Töne)	$\frac{1}{8}$	„ „
„ g)	(4 Töne)	$\frac{1}{16}$	„ „
„ h)	(5 Töne)	$\frac{1}{5}$	„ „
„ i)	(6 Töne)	$\frac{1}{4}$	„ „

Die Brüche nehmen regelmäfsig zu, nur den Fall g) ausgenommen. Da die Unterschiede in der Zahl der vorgelegten Töne ebenso wie der Versuchszahlen überhaupt nur gering sind, kann ja eine solche Ausnahme leicht vorkommen.

3. In Bezug auf die Ordnungszahl der überhörten Töne gilt:

- a) Der jeweilig tiefste Ton eines Zusammenklanges wird nur äußerst selten überhört.
- b) Im Uebrigen besteht ein Unterschied zwischen H. und F. in der Art, daß ersterer mehr die geradzahligen, letzterer mehr die ungeradzahligen Töne überhört.

ad a) In der ganzen Tab. I sind nur 2 Fälle von Ueberhören des tiefsten Tones. In Tab. II finden sich unter 81 Fällen — die Fälle a) zählen wir natürlich nicht mit, wohl aber diesmal die Fälle m) und diejenigen von k) und l), in denen die Urtheilenden bestimmte Töne angegeben haben — nur 7 dieser Art, wobei aber auch noch zu bemerken ist, daß F. in einigen dieser Fälle einen noch tieferen, subjectiv auch vorhandenen, Ton an Stelle des wirklichen angab.

ad b) Wenn wir aus Tab. I Reihe b)—f) und aus Tab. II Reihe b)—i) die Anzahl der Ueberhörungen für jeden der 6 ersten Theiltöne zusammenstellen, so erhalten wir folgende Uebersicht:

Ton	Tabelle III			Tabelle IV.		
	kam vor in Tab. I	wurde überhört		kam vor in Tab. II	wurde überhört	
		von H.	von F.		von H.	von F.
1	24 mal	2 mal	0 mal	12 mal	0 mal	0 mal
2	18 "	6 "	1 "	24 "	10—12 "	2 "
3	24 "	2 "	13 "	24 "	1 "	13 "
4	24 "	12 "	4 "	24 "	1 "	1—2 "
5	24 "	0 "	10 "	20 "	0 "	4 "
6	24 "	13 "	4 "	12 "	1 "	6 "

Besonders die Tabelle III zeigt in auffallender Weise, daß bei H. vorzugsweise die geradzahligen, bei F. die ungeradzahligen Theiltöne überhört wurden (natürlich mit Ausnahme des Tones 1, welcher als jedesmal tiefster Ton unter die Regel a) fällt).

In Tab. IV ist das Nämliche nur für die ersten zwei Obertöne (Ton 2 und 3) ersichtlich.

Dies erinnert nun in der That an eine der Aufstellungen SCHULZE's. Wenn auch der behauptete Sachverhalt gemäß der Verschiedenheit der Fragestellung nicht der nämliche ist (denn dort sollen von dem einen Beobachter die aus überwiegend geradzahligen, von dem anderen die aus ungeradzahligen Theiltönen bestehenden Theilklänge vorwiegend für einen Ton gehalten werden), und überdies der von ihm behauptete Unterschied aus seinen eigenen Tabellen nicht irgend zuverlässig folgt, so scheint doch nach meinen Ermittlungen etwas Wahres daran zu sein.

Die Ursache dieses interessanten Unterschiedes dürfte, wenn er nicht doch zufällig ist, in individuellen Erfahrungen und Gewöhnungen liegen. Vielleicht daß Orgelspieler wie F. in Folge der Zusammensetzung gewisser viel gebrauchter Register sich solche Urtheilsdispositionen aneignen. Jedenfalls wäre es verkehrt, daraus für die allgemeine Theorie der Tonverwandtschaft Schlüsse ziehen zu wollen. Die Duodecime ist für solche, die den Ton 3 zu überhören geneigt sind, doch um deswillen nicht stärker verwandt als die Octave. Damit haben diese individuellen Eigenheiten nichts zu thun, und eine Theorie, aus welcher man solche Folgerungen ziehen müßte, würde dadurch nur ihre Unmöglichkeit beweisen.

4. Die dissonanten Dreiklänge $d^1 f^1 h^1$ und $d^1 f^1 c^2$, wurden fast in allen Fällen, in welchen überhaupt genauere Angaben erfolgten, richtig erkannt, in 7 Fällen wenigstens im Allgemeinen als Septimenaccorde bezeichnet. Bei dem dissonanten Dreiklang 4: 5: 7 wurde von H. regelmäfsig die Septime überhört, von F. fast immer noch ein Ton der Reihe hinzugehört. Hier ist jedoch zu bemerken, daß der Ton 7 nur schwach durch den Schlauch kam, so daß ich selbst ihn gar nicht hören konnte. Auch hatte H. keine Kenntnifs davon, daß dieser Ton in den Versuchen vorkam, während F. es wufste.

Etwas Allgemeineres läßt sich bei der geringen Zahl der Versuche in diesen Punkte nicht erschliessen, ich hatte sie nur der Abwechslung halber eingefügt.

In früheren Versuchen am Clavier, wobei die Dauer nicht gemessen wurde, aber gleichfalls sehr kurz war, wie sie eben bei einem ganz kurzen Anschlag resultirt, habe ich gefunden, daß consonante wie dissonante Vierklänge auch von Musikalischen noch leicht als Duraccorde, verminderte Septimenaccorde

u. s. w. erkannt, und daß von Solchen, die absolute Tonhöhen erkennen, auch diese bezeichnet werden, ja sogar leichter, als wenn die Töne isolirt erklingen. Auch über besondere Leistungen in Hinsicht ganz ungewöhnlicher, ausgesucht schwieriger Aufgaben habe ich damals berichtet (Tonpsychologie II 369). Versuche dieser Art, wobei auch Beispiele aus der praktischen Musik benutzt werden können, wären mit genaueren Hilfsmitteln, als ich sie damals hatte, durchzuführen und zu systematischen Reihen zu erweitern. Ob etwas besonderes dabei herauskommen wird, kann man freilich nicht wissen, außer etwa, daß die Grenzen der musikalischen Leistungsfähigkeit in dieser Hinsicht festgestellt und daß ermittelt würde, wo secundäre Kriterien an die Stelle der wirklichen Analyse treten und welcher Art sie sind. —

Schließlich muß ich aber eine eigenthümliche Erscheinung erwähnen, die sich bei dem Beobachter H. in einigen oben nicht aufgenommenen Versuchsreihen einstellte und die sich stark den Versuchsergebnissen von SCHULZE annähert. Zwischen den Reihen der Tab. I und denen der Tab. II nämlich fanden zwei Versuchsreihen statt, bei denen ich nur unter drei Zusammenstellungen wechselte: 1 2 3 4 5 6 — 2 3 4 5 6 — 1 3 4 5 6. Jede kam in jeder Reihe viermal vor. Ich gedachte dadurch besonders die in den Reihen der Tab. I hervorgetretene Thatsache zu prüfen, daß bei H. mehr die geradzahligen, bei F. mehr die ungeradzahligen Theiltöne überhört werden. Die beiden Reihen wurden zunächst nur H. vorgelegt. Die Umstände waren sonst wie vorher. Aber das Ergebniss war ein sehr unerwartetes: H. glaubte jetzt beständig nur den Ton 1 zu hören. Nur in 3 Fällen, dem ersten der einen, dem zweiten der anderen Reihe schrieb er noch den Ton 2 (c^1) mit einem Fragezeichen hin, in zwei Fällen das Beiwort „voller“ (beide Male war es die Combination 1 3 4 5 6), in einem Falle „schwächer“ (es war 2 3 4 5 6).

Daraufhin ging ich zum umgekehrten Verfahren über, statt die Anzahl der vorkommenden Zusammenstellungen zu vermindern, sie zu vermehren und auch gelegentlich dissonante Combinationen einzuschalten, wie es in den Reihen der Tab. II geschehen ist. Denn ich vermuthete, daß die Fälle untereinander zu gleichartig gewesen waren; wie denn auch H. selbst

nach Beendigung der Reihe äufserte: „Es ist ja immer dasselbe“. In der That lieferten die nun (Tags darauf) folgenden vier Reihen H.'s die wohlunterschiedenen und übersichtlichen Ergebnisse, wie sie oben mitgetheilt wurden.

Dennoch kann dies nicht der einzige Grund gewesen sein. Denn 1. bleibt es unklar, warum schon der erste Fall in den beiden wunderlichen Reihen unanalysirt blieb, während bei Zusammenstellungen von 5 Tönen niemals in den Reihen der Tab. I und II nur Ein Ton von H. aufgezeichnet wurde; 2. habe ich nach den Versuchen der Tab. II wieder eine Reihe mit H. allein unternommen, bei welcher ich 6 Zusammenstellungen vorlegte, die aber auch sämmtlich aus mindestens 4 und höchstens 6 der harmonischen Töne bestanden (immer vom 1. oder 2. anfangend), die also ebenfalls sehr gleichförmig waren, aber dennoch wohlunterschiedene und der wirklichen Zusammensetzung entsprechende Ergebnisse lieferten.

In drei weiteren Reihen, die ich nun unternahm, um diesem seltsamen Verhalten näher auf die Spur zu kommen, legte ich zuerst wieder nur die 3 obigen Zusammenstellungen vor und erhielt wieder dasselbe Resultat wie in den zwei anormalen Reihen. Dann aber 12 verschiedene Fälle, die zwischen 1 Ton und allen 6 in mannigfachen Combinationen wechselten. Auch hier fand sich die nämliche Unfähigkeit: immer wurde der Ton 1 mit oder ohne 2 angegeben, einige Male auch, wo 1 wirklich fehlte, nur 2, und einmal 1 und 3 (statt 1 2 3). Eine letzte Reihe endlich enthielt 7 Fälle, die wiederum zwischen 1 und den volleren Zusammenklängen wechselten. Diesmal liefs ich auch Herrn F. theilnehmen, um zu sehen, ob nicht ein unbemerkter Versuchsumstand auf ihn in gleicher Weise nivellirend einwirkte. Aber wieder volle Unfähigkeit bei H., normale Leistungen bei F., der nur wieder öfters Töne hinzuhörte.

Vorgelegte Töne:	1 4 5 6	3 4 5	1 2	2 3 4 5 6	4 5 6	1	1 3 5
Urtheile von F.:	1 3 4 5 6	2 3 4 5	1	1 2 3 4 5	4 5 6	1	1 3 4 5
„ „ H.:	1	1 (?) 2	1	2	2	1	1 2 3

Diesmal machen die Urtheile H.'s sogar den Eindruck des rein Zufälligen.

Es bleibt also nur noch übrig, zu schliessen, dafs der intelligente Beobachter H. (trefflicher Mathematiker), der von

nervösen Stimmungen auch sonst sehr abhängig ist (er mußte später einmal wegen nervöser Störungen eine Heilanstalt aufsuchen), zeitweise zur Analyse überhaupt unfähig wurde. Er analysirte nicht das eine Mal besser, das andere Mal schlechter, sondern einmal analysirte er, und zwar besonders sicher und genau, das andere Mal analysirte er nicht, wenigstens nicht bei consonanten Zusammenklängen in der hier angewandten Lagerung. Es ist als wenn — um mich in einem physiologischen Bild auszudrücken — das durch Uebung erworbene gesonderte Functioniren der einzelnen Hörganglien oder Processe durch einen über die ganze Hörsphäre ausgebreiteten Hemmungsvorgang beeinträchtigt wäre. Erklärt ist mit physiologischen Bildern freilich nichts, da wir von solchen Mechanismen nichts wissen.

Es mag dabei noch eine Art Autosuggestion, anders gesagt eine Urtheils- oder Aufmerksamkeitsträgheit hinzukommen, die in der gleichen nervösen Disposition wurzelt. Wenn einmal im ersten oder in den ersten Fällen der Eindruck der Einheitlichkeit, vielleicht nur in Folge ungenügender Concentration der Aufmerksamkeit, entstanden war, so konnte schon dadurch die Richtung der folgenden Urtheile mit bestimmt werden, wenn dies auch in normaler Verfassung bei einem guten Beobachter nicht der Fall ist. Begünstigt mußte dieser Erfolg natürlich werden durch die in den 2 ersten abnormen Reihen angewandten geringen Unterschiede der Toncombinationen.

Ich erinnere noch an ein eigenes Erlebniss. Als es sich um feinste Abstimmungsverschiedenheiten der Terzen handelte, lag für mich, solange kleine Terzen ausschliesslich vorgelegt wurden, der subjective Reinheitspunkt unterhalb der physikalischen Reinheit. Als aber in einer späteren Untersuchung grofse Terzen vorgelegt wurden, bei denen er auf der Plusseite liegt, rückte er auch bei der kleinen Terz während dieser Zeit auf dieselbe Seite. Von Nervenstimmungen war hierbei nicht die Rede, die erkannten Unterschiede waren auch nicht geringer als vorher. Aber es war doch auch eine Art Autosuggestion entstanden, die sich auf ganze Urtheilsreihen erstreckte.¹

Ob nur irgend etwas von dem hier zuletzt Beobachteten und Vermutheten auch auf die Ergebnisse SCHULZE's Anwendung findet, will ich dahingestellt lassen, möchte es aber eher be-

¹ *Zeitschr. f. Psychol.* 18, 340f.

zweifeln, da die oben erwähnten Bedenken in Bezug auf seine Versuchseinrichtungen die Aufsuchung von Erklärungsgründen zunächst überflüssig machen. Es war ja in den abnormen Reihen H.'s auch nicht etwa eine zunehmende Zahl der Einheitsurtheile mit zunehmender Zahl der Töne und mit Annäherung an den harmonischen Obertonklang aufgetreten, sondern es waren fast nur Einheitsurtheile, es war Unfähigkeit zur Analyse überhaupt eingetreten. Doch ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß eine ähnliche Verfassung bei den Beobachtern SCHULZE's mitgewirkt habe; in welchem Falle aber die Ergebnisse, auch wenn die Versuchseinrichtung einwandfrei wäre, nicht als Ausdruck der normalen Urtheilsbeschaffenheit musikalischer Menschen gelten dürften.

(Eingegangen den 2. August 1901.)
