

Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie

mit Berücksichtigung der experimentellen Pharmakologie

Bearbeitet von etwa 315 Fachgelehrten

Herausgegeben von

Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Bethe
Direktor des Instituts f. animal. Physiol.,
Frankfurt a. M.

Prof. Dr. G. v. Bergmann
Direktor der Med. Univ.-Klinik
Frankfurt a. M.

Prof. Dr. G. Embden
Direktor des Instituts f. vegetat. Physiol.,
Frankfurt a. M.

Geh.-Rat Prof. Dr. A. Ellinger †
ehemal. Direktor des Pharmakolog. Instituts
Frankfurt a. M.

Auszug aus der Inhaltsübersicht des Gesamtwerkes:

A. Allgemeine Physiologie.

Band I: Definition des Lebens. J. v. Uexküll — Allgemeine Energetik. G. Ettisch, H. Freundlich, W. Lipschitz, P. Rona, H. Zwaardemaker — Erregungsgesetze. Ph. Broemser — Lebensbedingungen. A. Pütter — Stoffaustausch. R. Höber — Fördernde und hemmende Stoffe. H. H. Meyer, H. Reichel, P. Rona, K. Spiro — Protoplastenstrukturen. G. Hertwig — Symbiose usw. O. Stecho — Einpassung der Organismen. J. v. Uexküll — Kreislauf der Stoffe. K. Boresch.

B. Stoffaustausch und seine Organe.

Band II: B. I. Atmung. Normale Physiologie. G. Bayer, A. Bethe, W. Felix, G. Liljestrand, O. Renner, Fr. Rohrer, E. v. Skramlik — Pathophysiologie. K. Amersbach, A. Brunner, F. Flury, R. Geigel, W. Heubner, L. Hofbauer, F. Sauerbruch, R. Staehelin — Pharmakologie. G. Bayer.

Band III: B. II. Verdauung und Verdauungsapparat. 1. Vergleichendes. G. Hirsch, H. Jordan, E. Nirenstein, K. Süßenguth. — 2. Aufnahme und Beförderung der Nahrung. H. Bluntschli, Ph. Klee, J. Palugyay, A. Scheunert, P. Trendelenburg, R. Winkler — Pathologie. Ph. Klee, J. Palugyay, H. Westphal — Pharmakologie. P. Trendelenburg. — 3. Verdauungsdrüsen. B. Babkin, F. Groebbels, R. Rosemann, P. Rosenthal. — 4. Chemie u. fermentative Verdauung der Nahrungstoffe. M. Bergmann, R. Feulgen, P. Rona, E. Schmitz, H. Weber. — 5. Einfluß der Mikroorganismen. H. Hummel, E. Magnus-Alsen, H. Rietschel, A. Schönmart. — 6. Pathologie

der Verdauung. G. v. Bergmann, H. Eppinger, F. Full, O. Goetze, N. Guleke, J. Katsch, J. Marek — Zusammenfassung. O. Kestner. — 7. Ernährung im Kindesalter. E. Rominger, A. Eckstein — Pharmakologie. M. Köchmann.

Band IV: B. III. Resorption und Ablagerung. H. Jordan, S. Isaac, F. Luthlen, C. v. Noorden, K. Spiro, F. Verzar. — B. IV. Exkretion: Niere und Harn. A. Adler, Ph. Ellinger, O. Fürth, L. Lichtwitz, W. v. Müllendorf, E. Schmitz. — Leber. S. Isaac. — Darmtraktus. J. Strasburger. — Haut. A. Schwenkenbecher. — Konkrementbildung. L. Lichtwitz.

Band V: B. V. Gesamt-Stoff- und Energiewechsel bei verschiedener Ernährung. F. Bertram, A. Bornstein, W. Krzywanek — Ausnutzung, Einfluß der Körperarbeit, Temperatur und Oberfläche. M. Rubner — Einfluß des Lebensalters. P. Grosser — Pathologie. E. Grafe — Pharmakologie. A. Bornstein — Vergleichendes. K. Boresch, H. Lange. — B. VI. Physiologie und Pathologie des intermediären Stoffwechsels. Allgemeines. W. Lipschitz — Kohlehydratstoffwechsel. S. Isaac, H. Schroeder — Fettstoffwechsel. J. Baer — Eiweißstoffwechsel. Klein, O. Neubauer — Verhalten körperfremder Substanzen. K. Fromherz — Pharmakologie. W. Wiechowsky — Nucleinsäurestoffwechsel. J. Thannhauser — Cholesterin usw. E. Leupold, E. Schmitz — Vergleichendes. H. Lange — Avitaminosen. W. Stepp — Dio Degenerationen. P. Ernst. — B. VII. Salzstoffwechsel u. Mineralstoffgehalt. W. Heubner, M. B. Schmitt, W. Zielstorff.

Siehe auch 3. u. 4. Umschlagseite!

Psychologie der Gehörserscheinungen.

Von

ERICH M. v. HORNPOSTEL
Berlin.

Mit 1 Abbildung.

Zusammenfassende Darstellungen.

HELMHOLTZ, HERMANN v.: Die Lehre von den Tonempfindungen. 6. Aufl. 1913 (Tonempf.). — STUMPF, CARL: Tonpsychologie Bd. 1. 1883; Bd. 2. 1890 (Tps. I, II). — STUMPF, CARL: Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft 1898 ff. (bisher 9 Hefte) (Beitr.). — KÖHLER, WOLFGANG: Akustische Untersuchungen. I. (Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Bd. 54, S. 241 ff.; Beitr. H. 4, S. 134 ff.); II. (Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Bd. 58, S. 59 ff.; Beitr. H. 6, S. 1 ff.); III u. IV. Vorl. Mitt. (Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Bd. 64, S. 92 ff.); III. (Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Bd. 72, S. 1 ff.). — KÖHLER, WOLFGANG: Tonpsychologie. Handb. d. Neurol. d. Ohres, hrsg. von ALEXANDER u. MARBURG, S. 419 ff. 1923. — WARR, HENRY J.: The Psychology of Sound. Cambridge 1917.

Wahrnehmung und Empfindung. Gegenständlichkeit.

Zwei gegensätzliche Arten, wie uns Simliches gegeben ist, sind grundsätzlich zu unterscheiden: das Dasein und So-Sein von Dingen außer uns, und dagegen, daß uns soundso zumute ist. Die erste, objektive, gegenständliche Art des Gegenstandes wollen wir *Wahrnehmung*, die zweite, subjektive, ungegenständliche, *Empfindung* nennen, und, als beide Arten umfassend, von *Erscheinungen* reden. Bei diesem Gegensatz handelt es sich meist nicht um ein Entweder-Oder, sondern um ein Mehr oder Minder, das von dem Sinnesgebiet, den Reizbedingungen und unserem Verhalten abhängt. Die Sinnesgebiete bilden nach der Objektivität der Erscheinungen eine vom Gesichtssinn bis zu den Organsinnen absteigende Reihe. Das Gehör steht in dieser Reihe zwischen Gesicht und Tastsinn, diesem, wie auch in anderen Hinsichten, besonders nahe. Infolge seiner mittleren Stellung sind beim Tastsinn die beiden gegensätzlichen Erscheinungsweise ziemlich im Gleichgewicht und darum hier zuerst bemerkt worden¹⁾. (Man kann sie sich leicht deutlich machen, wenn man mit der einen Hand über die andere, ruhende streicht: die tastende Hand nimmt die andere wahr, die betastete empfindet.) Aber auch beim Gehör ist der Unterschied offenbar²⁾: bei natürlichem Verhalten nehmen wir einen vorbeifahrenden Lastwagen wahr, den Ton einer nah vor dem einen Ohr schwingenden Stimmgabel empfinden wir. In anderen Fällen kann

¹⁾ WEBER, E. H.: Tastsinn und Gemeingefühl. Wagners Hdwb. d. Physiol. 1846. (Ostwalds Klassiker Nr. 149.)

²⁾ WERNER, H.: Grundfragen der Intensitätspsychologie. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Erg.-Bd. 10, S. 68 f. 1922.



266606 - M. G. S

man die Erscheinungsweise leicht willkürlich umschlagen lassen: auf die Geige dort hinhören oder sich ganz den Tönen hingeben. Aber diese willkürliche Änderung geht, je nach der Art des Schalles, bald leichter; die Gegenständlichkeit wird nicht erst durch unser Zutun erzeugt, Schalle unterscheiden sich durch den natürlichen Grad ihrer Gegenständlichkeit, erscheinen von vornherein, bei neutralem Verhalten, mehr oder weniger dinghaft.

Die allgemeine Bedingung dafür, daß etwas dinghaft erscheine, ist, daß es sich von einem Grunde abhebt¹⁾. Hierauf lassen sich alle besonderen Bedingungen zurückführen. Zugleich ergibt sich die Notwendigkeit, nicht nur die Eigenschaften des Teiles der Gesamterscheinung zu berücksichtigen, der als Ding sich abhebt, sondern auch die Eigenschaften des Grundes, von dem er sich abhebt. Der Grad der Abhebung wächst nicht nur mit der Gegenständlichkeit des einen, sondern auch mit der Ungegenständlichkeit des anderen. So lassen sich zwei Eigenschaften daraufhin vergleichen, welche mehr als Ding (Figur) und welche mehr als Grund zu erscheinen neigt. Dieser für alle Sinnesgebiete und darüber hinaus²⁾ wesentliche Gegensatz ist auch biologisch bedeutsam: die Abhebung ermöglicht überhaupt erst die Wahrnehmung, und die Faktoren, die sie begünstigen, schaffen die Außenwelt.

An der Spitze der gestaltenden Faktoren steht die raumzeitliche Änderung, die *Bewegung*. Was sich verschiebt, erscheint eben dadurch zu einer Einheit zusammengeschlossen und gegen den — ruhenden — Grund abgehoben. Nicht nur die Stille, auch gleichförmig andauernder Schall, besonders wenn er weit ausgebreitet, von wenig ausgeprägter Gestalt und nicht zu laut ist, erscheint als Grund. Wild hört den nahenden Jäger, auch wenn der Wind in den Blättern rauscht.

Voraussetzung für die Bewegungswahrnehmung ist das *räumliche Hören*. Scharf, außerhalb des Kopfes lokalisierter und beidohrig gehörter Schall erscheint gegenständlich, diffus ausgebreiteter, interkranialer und einohrig gehörter Schall erscheint hintergründig³⁾.

Gegenständlicher erscheint von zwei Gegebenheiten die, die — ohne an Einheitlichkeit und Geschlossenheit zu verlieren — reicher gegliedert, „höher“ *gestaltet* [КОРКА⁴⁾] ist. Nicht die Einfachheit beim Abzählen von Teilen, die oft nur durch willkürliche Zerstückelung gewonnen werden, in der Erscheinung nicht unmittelbar gegeben sind, entscheidet. Die Melodie besteht nicht aus Tönen, die Sprache nicht aus Einzellauten, weder für den Sänger oder Sprecher noch für den Hörer; höchstens für den Akustiker oder Phonetiker. Der Gesamtverlauf, die Melodie-„Bewegung“ ist gegenständlicher und darum eindringlicher als ein Einzellaut oder selbst eine Folge von Einzellauten, so wie eine Profillinie ausgeprägter und einprägsamer ist als ein Punkt, eine Kurve anschaulicher als eine Zahlenreihe. Und wie die Gerade zum Niveau wird für die Kurve, so wird der einförmigere Verlauf zum Untergrund des schärfer gezeichneten: über dem regelmäßig wiederholten Trommelmotiv liegt die Gesangsmelodie des Orientalen wie ein Bild auf einer gemusterten Tapete.

Schall erscheint — im Gegensatz zu Optischem und Taktilen — fast immer in sich bewegt, lebendig (darum ist nichts schwerer musikalisch auszudrücken als Ruhe), mindestens als Vorgang und nicht eigentlich als Ding (z. B. Donner). Für gewöhnlich ist das, wo er herkommt, nicht dem Blick und der Hand ent-

¹⁾ RUBIN, E.: Visuell wahrgenommene Figuren. 1921.

²⁾ HORNOSTEL, E. M. v.: Über optische Inversion. Psychol. Forsch. Bd. 1, S. 155. 1922.

³⁾ HORNOSTEL, E. M. v.: Beobachtungen über ein- und zweiohriges Hören. Psychol. Forsch. Bd. 4, S. 68 f. 1923.

⁴⁾ Psychol. Forsch. Bd. 3, S. 363. 1923.

zogen, und so wird er uns zu einer eigentümlichen Verhaltensweise dessen, was wir schauen und greifen. Wie sehr das Gehör am Aufbau unserer Außenwelt beteiligt ist, merken wir beim Wechsel der Umgebung: in der neuen Wohnung klingen die Zimmer, Türen, Klinken, Schubladen und Lichtschalter fremd, und dem akustisch Veranlagten bleiben diese Stimmen als wesentlich, persönliche Züge von Dingen und Situationen jahrelang im Gedächtnis. Die Sprache, die immer das Wesentliche betont, ist reich an lautmalenden Namen, besonders bei Primitiven und Kindern (Kuckuck, Töff-töff; Klink; Knick). Und es gibt gute Gründe für die Annahme, daß alle Sprache ursprünglich der natürliche motorisch-akustische Ausdruck auch nichtakustischer Anschauungen und Zustände war, also durch Lautgebärden malte, was immer an äußerem oder innerem Geschehen den Menschen bewegte. So wird durch die Sprache auch Nichtwahrnehmbares hörbar, räumlich und zeitlich Fernes gegenwärtig, und so ist das Gehör vielleicht das lebenswichtigste Organ im Verkehr der Menschen miteinander. (Taubheit wird in der Regel schwerer ertragen als Blindheit.) Aber auch für die höheren Tiere sind Stimme und Gehör biologisch bedeutsamer, als man gemeinhin annimmt. Und selbst niedrigere Tiere dürften, wenn sie schon nicht im engeren Sinne „hören“, doch mechanische Schwingungen wahrnehmen und dadurch manches ihnen Nützliche erfahren.

Noch für den Menschen haben die „Vibrationsempfindungen“ nicht unerhebliche Bedeutung (z. B. für das Erkennen von Rauigkeit und Glätte von Tastdingen). Sie stehen phänomenal und funktionell dem Hören besonders nahe, und man kann in dem Vibrationsinn eine entwicklungsgeschichtliche Vorstufe des Gehörs vermuten¹⁾.

Geräusch und Ton.

Unmittelbar gegeben ist uns eine Erscheinung nur als „diese“ oder „eine solche“. Aber wir können sie von verschiedenen Seiten betrachten, in verschiedenen Hinsichten mit anderen vergleichen, und so verschiedene „Eigenschaften“ an ihr herausfinden. Das geht wieder hier leichter, dort schwerer: an der einen Erscheinung drängt sich diese, an der anderen jene Eigenschaft auch schon ungesucht auf und wird zum dinghaften Kern, der die übrigen trägt. Diese Gestaltung in Substanz und Attribut steht nicht einfach in unserem Belieben — in extremen Fällen ist sie uns aufgezwungen, in anderen nahegelegt —, ist aber auch nicht allein von den Reizbedingungen, sondern auch von individueller Anlage und der jeweiligen Verhaltensweise abhängig. Ihre allgemeine, natürliche Richtung deutet sich oft schon sprachlich durch die Scheidung in Substantiv und Adjektiv an: wir reden von einem hellen, scharfen, kurzen Geräusch, nicht von einer geräuschigen Helligkeit, Schärfe, Kürze.

So wesensverschieden kommen uns die Schallarten: Geräusch und Ton, vor, daß schon mehrfach für jede ein besonderes Aufnahmeorgan gefordert worden ist. (Wenn diese Annahme auch überflüssig ist, so konnte doch nur eine Gegensätzlichkeit der Erscheinungsweise auf sie führen, die der verschiedener Sinne nahekommte.) Und doch schließt die eine Eigenschaft die andere nicht aus, und die Extreme sind durch Übergänge kontinuierlich verbunden. Ja, es ist schwer, einen vollkommen geräuschfreien Ton herzustellen, und es gibt anscheinend kein Geräusch, das ein gewissenhafter „musikalischer“ Beobachter für gänzlich „tonfrei“ erklären würde. Als Reizbedingung ist die größere oder geringere Regelmäßigkeit des Schwingungsverlaufs erwiesen, wobei es auf die der

¹⁾ KATZ, D.: Der Aufbau d. Tastwelt. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg., Erg. Bd. 11, S. 187 ff. 1925; vgl. Jahresber. üb. d. ges. Physiol. 1922, S. 377.

Wellenlänge mehr ankommt als auf die der Amplitude¹). Also auch hier, im Physikalischen, kein Sprung, sondern ein allmählicher Übergang. Dieser führt von den reinsten Geräuschen über die Vokale und die (musikalischen) Klänge zu den reinen Tönen, die durch einfache Sinusschwingungen entstehen.

Ob der sinusförmige Verlauf der Luftschwingung im (peripheren) Gehörorgan erhalten bleibt oder die Form einer Klangwelle annimmt, ist neuerdings zweifelhaft geworden²). Aber auch wenn physiologisch zu jeder Grundschwingung Teilschwingungen hinzutreten, würden den Sinuswellen doch die Grenzfälle der Erscheinungsreihe entsprechen.

Man kann einen Vokal nicht längere Zeit aushalten, ohne daß das Sprechen in Singen übergeht. Andererseits kann man singen nur auf den Vokalen und Halb-vokalen. Wird ein Ton stark verkürzt, so verliert er seinen musikalischen Charakter fast ganz. [Doch vermögen hierzu Begabte die Tonhöhe bei einer einzigen Grundtonschwingung noch zu erkennen³)]. Will man also einen Einschnitt in die Reihe der Schallarten machen, der die Geräusche von den musikalischen Erscheinungen trennt, so müßte er dort liegen, wo die Schwingungsfrequenz konstant, der physikalische Vorgang stationär wird; nur ist diese Grenze nie ganz scharf. Selbst reine Sinusschwingungen sehr hoher Frequenz geben Erscheinungen von mehr geräuschartigem Charakter (*s, f*), und bei ganz prägnanten Geräuschen tritt das Tonale deutlich hervor, sobald man durch Interferenz Teilschwingungen vernichtet⁴). Auch lassen sich auf diese Weise (fast) alle Geräusche völlig zum Verschwinden bringen. Dadurch erweisen sich Geräusche als physikalisch wesensgleich mit musikalischen Klängen und der Unterschied beider Schallarten als ein solcher der Struktur: für tonartige Erscheinungen muß der Schwingungsverlauf einfacher, glatter sein, für geräuschartige reicher und schärfer gestaltet. Auch phänomenal sind Töne und Klänge ruhiger, Geräusche bewegter; jene subjektiver, diese gegenständlicher. Und biologisch von Bedeutung ist fast nur die Geräuschwahrnehmung, Klänge kommen in der Natur verhältnismäßig selten, reine Töne so gut wie nie vor.

Schallfarbe.

Allgemein kann man also sagen: Physikalisch ist es die Verlaufsart der Schwingungen, die Wellenform, was die Schallarten und die ungeheure Mannigfaltigkeit ihrer charakteristischen Eigenschaft, der *Schallfarbe* (im weiteren Sinne), bestimmt. Es liegt, was oft übersehen wird, schon physikalisch immer ein einziger, einheitlicher Gesamtverlauf vor, der erst bei der Analyse künstlich zerteilt wird. Dies kann in zweifacher Richtung geschehen: entweder durch Querschnitte, die zeitlich aufeinanderfolgende, in sich relativ konstante Verlaufsteile gegeneinander abgrenzen; so isoliert der Phonetiker Sprachlaute. Oder durch Längsschnitte, indem der „komplexe“ Verlauf in „Teilschwingungen“ aufgelöst wird. In beiden Fällen entsteht, physikalisch wie phänomenal, Neues. Im ersten fallen die sehr charakteristischen Übergänge und Zeitverhältnisse weg. (Der phonographierte Satz: „Neger mit Gazelle sagt im Regen“ klingt schon arg verändert, wenn man die Glyphe von hinten nach vorn abhört.) Im zweiten Fall erhält man — durch Resonanz oder Interferenz — einfache (Sinus-)Schwingungen,

¹) WEISS, O. u. R. SOKOLOWSKI: Die physikalischen Grundlagen der Geräuschwahrnehmung. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 180, S. 96—110. 1920.

²) WEGEL, R. L. u. C. E. LANE: The Auditory Masking etc. Physical review (2) Bd. 23, S. 266—285. 1924. — FLETCHER, H.: Physical Measurements of Audition. Journ. Franklin Inst. Bd. 196, S. 310 ff. 1923.

³) ABRAHAM, O.: Zur Akustik des Knalles. Ann. d. Physik (4) Bd. 60, S. 70 ff. 1919. — KUCHARSKI, P.: La sensation tonale usw. Année psychol. Bd. 24, S. 151. 1924.

⁴) KÖHLER, W.: Akustische Untersuchungen III, S. 85.

die überhaupt erst durch die Versuchseinrichtung entstehen¹) und sich zu der ursprünglichen Welle wieder vereinigen, wenn sie alle zusammen auf ein schwingungsfähiges Gebilde von starker Dämpfung (Luft, Ohr) treffen. Derselbe Reiz — eine Welle bestimmter Form — und dieselbe Erscheinung — eine bestimmte Schallfarbe — kann also *technisch* auf zweierlei Weise erzeugt werden: durch eine einzige, natürliche Schallquelle (Stimme, Instrument) oder durch künstliche Synthese aus Sinusschwingungen von bestimmten Frequenzen und Amplituden. Nur in diesem Sinn kann man von komplexen Wellen oder zusammengesetzten Klängen, von Komponenten oder Teiltönen reden. An sich aber ist jede Welle physikalisch, jede Schallfarbe phänomenal einfach, einheitlich und teillos; und von der Möglichkeit der Analyse und Synthese weiß unser Bewußtsein in der Regel so wenig wie die Luft.

Nicht alle Schallarten sind von derselben Einheitlichkeit. Aus einem Akkord, schwerer schon aus einem einzelnen Klang, kann man Teiltöne heraushören. Aber das Herausgehörte ist immer schwächer als die (technisch) isolierte Komponente. Physiologisch muß also ein Teil der „Komponenten“-Energie an den Gesamtprozeß, der die Schallfarbe (oder Akkordfärbung) bedingt, gebunden bleiben (s. u. S. 729 f.²).

Durch die künstliche Analyse und Synthese wird es möglich, die Schallfarben und ihre Reizbedingungen einander zuzuordnen. Dies ist namentlich für die Sprachlaute, aber auch für Instrumentalklänge in ausgedehnten Experimentaluntersuchungen der neueren Zeit geschehen³). Dabei hat sich gezeigt, daß die Farbe nicht bloß von den Eigenschaften (Frequenz und Amplitude) der Teilschwingungen abhängt, sondern von der besonderen Art ihres Zusammenseins, der Gesamtstruktur. So sind schon die für die Vokalcharakteristik unentbehrlichsten Teilschwingungen (Hauptformant) in ihrer Frequenz nicht starr festgelegt, sondern verschieben sich mit dem Stimmtone in einem gewissen Frequenzbereich. Je nach der Frequenz des Stimmtones ist dann auch das Intervall, das der Formant mit ihm bildet, verschieden. Übrigens wirkt als Formant fast immer eine ganze Reihe benachbarter Teiltöne mit bestimmter Stärkeverteilung. Bei Flüsterlauten erfüllen die charakteristischen Komponenten ein mehr oder minder breites Frequenzgebiet stetig, hier kann also auch die Synthese aus Teilwellen von sinusförmigem Verlauf und konstanter Wellenlänge nicht gelingen. Gewisse Laute, wie die Nasalen, sind durch eine Lücke in der Teiltonreihe gekennzeichnet, und eben diese Klänge erscheinen „hohl“. Kurz: die Strukturformel der verschiedenen Wellenformen ist durch die Energieverteilung über das Frequenzspektrum gegeben. Von ihr hängt die Schallfarbe ab.

Dabei ist noch zweierlei zu bedenken: *Erstens* bemerkt das Ohr Unterschiede der Schallfarbe, die der Strukturanalyse — wenigstens mit den bisher verfügbaren Hilfsmitteln — entgehen. Möglich, daß verfeinerte Methoden hier noch weiterführen werden. Aber man muß jedenfalls damit rechnen, daß auch die genaueste analytisch gewonnene Strukturformel den der Schallfarbe entsprechenden

¹) KÖHLER, W.: Tonpsychologie, S. 432.

²) EBBERHARDT, M.: Phänomenale Höhe und Stärke von Teiltönen. Psychol. Forsch. Bd. 2, S. 349 ff. 1922.

³) STUMPF, C.: Struktur der Vokale. Berlin. Ber. 1918, S. 333; Analyse geflüsterter Vokale, Passow-Schäfer Bd. 12, S. 234. 1919; Tonlage der Konsonanten usw. Berlin. Ber. 1921, S. 636; Analyse der Konsonanten. Passow-Schäfer Bd. 17, S. 151. 1921. — MILLER, D. C.: The Science of Musical Sounds. 1916. — TRENDELENBURG, F.: Objektive Klangaufzeichnung. Zeitschr. f. techn. Physik Bd. 5, S. 236. 1924; Zur Physik der Klänge. Naturwissenschaften Bd. 12, S. 661. 1924; Bd. 13, S. 772. 1925. — WAGNER, K. W.: Frequenzbereich von Sprache und Musik. Elektrotechn. Zeitschr. Bd. 45, S. 451. 1924. — CRANDALL, I. B. u. C. F. SACTA: Dynam. Study of Vowel Sounds. Bell syst. techn. Journ. Bd. 3, S. 232. 1924. — CRANDELL, I. B.: The Sounds of Speech. Ebenda Bd. 4, S. 586. 1925.

den physiologischen — und vielleicht schon den physikalischen — Verlauf nicht vollkommen adäquat darstellt. Denn diese Darstellung tut so, als ob die herausanalysierten „Elemente“ bei der Synthese zwar zu einer bestimmten *Konstellation* zusammenträten, im übrigen aber in ihren Elementareigenschaften unverändert blieben. Dies ist nun sicher nur in einem beschränkten Maße der Fall. Der synthetische Schall ist eher einer chemischen Verbindung vergleichbar als einer Anordnung von gegeneinander selbständigen Teilen. In manchen Fällen mag eine Schallfarbe anderen ähnlich erscheinen, die die Strukturformel als Elemente „enthält“ — Ä „hat etwas“ von O und A, wie Violett von Rot und Blau —, in anderen Fällen ist das Ganze etwas völlig Neues, den künstlich isolierbaren Teilen Unvergleichbares — im Hornklang sind für den unmittelbaren Eindruck die Teiltöne ebenso gänzlich untergegangen wie die Spektralfarben im Weiß. Noch in einem ganz zweieitlichen Zusammenklang eines sehr tiefen und eines sehr hohen Tones erscheint dieser von jenem nicht völlig losgelöst, sondern irgendwie in ihn eingebettet. Allgemein werden hohe Komponenten von tiefen mehr oder weniger verhüllt¹⁾. Einem Schwerhörigen, der hohe Töne aus dem Bereich des E-Formanten isoliert sehr gut hörte, erschien dennoch ein synthetisches E als OU²⁾.

Zweitens sind Strukturformeln bisher nur an Einzellauten ermittelt worden. Es ist allbekannt, daß Sätze besser verstanden werden als Wörter, Wörter besser als sinnlose Silben. Gewiß, wir ergänzen und verbessern subjektiv, erfassen im Sinne des Geläufigen, hören hinein; auch sind Einsatz und Abschluß, Dauer und Rhythmus, Folge und Verbindung der Laute mindestens ebenso charakteristisch wie diese selbst. So werden Instrumentalklangfarben oft selbst für Musiker unkenntlich, wenn Anfang und Ende fehlen. Gesungene Vokale werden sicherer erkannt, wenn ein Konsonant vorausgeht³⁾. Aber noch mehr: Vernichtung der hohen Formanten macht die isolierten Einzellaute S, T, I, L unkenntlich, nicht aber das Wort „still“⁴⁾, zerstört I, nicht aber MI⁵⁾. Der gesprochene Vokal, bei dem die Frequenzen gleiten, ist prägnanter als der auf einem konstanten Ton gesungene. Offenbar also ändern sich im Zusammenschluß auch die Laute selbst — und zwar schon objektiv, durch die Erzeugungsweise —, und der Gesamtverlauf ist nicht lediglich eine Abfolge derselben Teilverläufe, die durch die Strukturformeln gekennzeichnet werden.

Helligkeit⁶⁾.

Lassen wir eine Grammophonplatte schneller oder langsamer laufen, so ändert sich das Gehörte in einer bestimmten Hinsicht, gleichgültig, was wir aufgenommen haben, ob Musik, Sprache, Geräusche: es wird im einen Falle heller, im anderen dunkler. Die Änderung erscheint in der einen Richtung als Steigerung, und nach dem, was da zunimmt, benennt die Sprache — wie auch sonst — die ganze Eigenschaft „Helligkeit“ (und nicht: „Dunkelheit“).

Noch das Mittelhochdeutsche kennt das Wort „hell“ nur in seiner ursprünglichen, akustischen Bedeutung. Daß es später so vollständig aufs Optische übergegangen ist, spricht

¹⁾ WATT, H. J.: Psychol. of Sound, S. 62. — WEGEL, R. L. u. C. E. LANE: The Auditory Masking &c. Physical review (2) Bd. 23, S. 266—285. 1924.

²⁾ CLAUS, G.: Beitr. z. Anat., Physiol., Pathol. u. Therapie d. Ohres, d. Nase u. d. Halses Bd. 19, S. 294—304. 1923.

³⁾ STUMPF, C.: Berlin. Ber. 1918, S. 357, 343.

⁴⁾ STUMPF, C.: Beitr. z. Anat., Physiol., Pathol. u. Therapie d. Ohres, d. Nase u. d. Halses Bd. 17, S. 186 f. 1921.

⁵⁾ STEWART, G. W.: Physical review Bd. 21, S. 718. 1923.

⁶⁾ Literaturzusammenstellung bei STUMPF: Beitr. H. 8, S. 17 f., 21 f.

sehr für die Identität der gemeinten Erscheinung auf beiden Gebieten. Man kann in der Tat unschwer und sehr genau zu einem gegebenen Ton ein gleichhelles Grau finden, und verschiedene Beobachter gelangen hierbei zu denselben Gleichungen. (Protanomale — und Dunkeladaptierte — verlangen viel dunklere, Deuteranomale viel hellere Graus als die Normalen.) Auch lassen sich z. B. Gerüchen helligkeitsgleiche Töne oder Graus zuordnen.

Helligkeit kommt demnach den Erscheinungen mehrerer, wenn nicht aller Sinnesgebiete zu. Sie ist eine der entwicklungs-geschichtlich ältesten Seiten der Erscheinungen (und des physiologischen Geschehens) und daher auch am widerstandsfähigsten gegen Störungen des normalen Ablaufs. Bei starker Verkürzung der Schalldauer, zuweilen auch bei weitgehender Vernichtung der Teilschwingungen (und damit der Farbe) verbleibt der Erscheinung Helligkeit als einzige Qualität. An den äußersten Enden des hörbaren Frequenzbereiches lassen sich nur noch Helligkeiten erkennen, und in pathologischen Fällen kann der musikalische Charakter von Tönen und Klängen vollkommen verschwinden, die Schallfarben verblässen, aber daß die Helligkeit ausbleibe, scheint nicht vorzukommen.

Ähnlich wieder im Optischen: an den Enden des sichtbaren Spektrums sind nur noch Helligkeitsunterschiede, nicht mehr solche des Farbtons bemerkbar. Bei Verkürzung der Reizdauer werden bunte Farben farblos. Manche Blinde erkennen noch an einem „Schimmer“, ob sie gegen das Licht oder das Dunkel gewandt sind. Es gibt Farbenblinde, aber keine farbentüchtigen Helligkeitsblinden.

Bewegung. Höhe. Distanz.

Zunahme der akustischen Helligkeit wirkt nicht nur als Steigerung einer ruhenden Erscheinung, wie die Aufhellung einer gesehenen Farbfläche, sondern als Steigen, wie die Aufwärtsbewegung eines Schdings. Der Bewegungseindruck und seine Richtung sind so zwingend, daß die meisten Sprachen hier von „Steigen“ und „Fallen“, „Hoch“ und „Tief“ reden.

Die Beschränkung dieses Sprachgebrauchs auf Töne ist durch nichts gerechtfertigt, die Erscheinungen sind in dieser Hinsicht bei allen Schallarten gleich und gleich ausgeprägt. „Melodiebewegung“ meint beim Sprechen und bei Musik dasselbe. Das Auf und Ab entspricht dem unmittelbaren, natürlichen Eindruck, ist nicht erst assoziativ, durch „Raumsymbolik“ hinzugekommen. Die Handbewegungen, die den Gesang aller „Primitiven“ begleiten, die Bewegungen des Tänzers, Dirigenten — soweit sie nicht durch den Rhythmus und die Konvention eingeschränkt sind — folgen unwillkürlich [daher extrem in der Hypnose¹⁾] der Melodiebewegung. Der Bewegungsverlauf ist — nächst dem Rhythmus — entscheidend für die Melodiegestalt und ihre Ausdrucksbedeutung, wesentlicher Sinusträger für die Sprache. Dialektunterschiede liegen vor allem in der Sprachmelodie. Objektiv kontinuierliche Veränderung, wie sie in der Sprache schon innerhalb der Einzellaute, im Gesang beim Glissando statthat, entspricht der sichtbaren „wirklichen“ Bewegung. Aber auch die stroboskopische „Schein“-Bewegung hat ihr genaues Analogon in den sprunghaften Helligkeitsänderungen von Silbe zu Silbe, von Ton zu Ton. Hier wie dort ist sie sogar die stärkere Bewegung gegenüber dem ruhigeren Gleiten; und hier wie dort wird die Bewegung lebhafter, wenn (innerhalb bestimmter Grenzen) die Pause zwischen den Reizen länger wird — Legato, Staccato — und der Abstand weiter — Schritt, Sprung.

Die Spannweite der Bewegung (Schrittgröße, Distanz) ist ziemlich scharf bestimmt: man kann zu einem als Muster gegebenen Schritt einen gleich großen finden, der von einer anderen (dritten) Helligkeitsstufe ausgeht, besonders genau bei Tönen, im groben aber auch bei Geräuschen.

¹⁾ v. SCHRENCK-NOTZING: Die Traumtänzerin Magdeleine G., S. 132 f. 1904.

Bei Geräuschen läßt sich freilich die Genauigkeit nicht messen, da die Frequenzen, von denen die Helligkeiten abhängen, physikalisch nicht eindeutig bestimmbar sind. Bei Tönen wiederum wird das Gleichheitsurteil durch die Gesamtterscheinung (Intervall, s. u.) bestimmt, und es scheint nicht möglich, die Distanz rein zu isolieren.

Auch ein ruhender Mehrklang erscheint um so breiter, je weiter die Frequenzen der begrenzenden Töne auseinanderliegen. Die stark schwirrenden, geräuschartigen Klänge einer Anzahl von Zungen benachbarter Frequenz lassen sich außerordentlich genau hinsichtlich ihrer Breite vergleichen, obwohl die Ecktöne (und überhaupt Teiltöne) nicht herausgehört werden können. Dabei ist die phänomenale Breite allein abhängig vom Frequenzverhältnis der Ecktöne, nicht von der Zahl und Benachbarung der Komponenten¹⁾. Auch bei Geräuschen (z. B. Konsonanten) trägt die Klangbreite mit zur Charakteristik bei.

Ausdehnung. Gewicht. Dichte.

Zur Beschreibung der Änderung der Erscheinung mit der Reizfrequenz ist neben Hell-Dunkel und Hoch-Tief noch ein drittes Gegensatzpaar tauglich: Klein-Groß. Steigen wirkt zugleich als Zusammenziehung, Fallen als Ausdehnung. Auch dieser Eindruck ist unmittelbar akustisch gegeben, nicht erst durch Erfahrungen anderer Sinne vermittelt. Kleine Kinder sprechen spontan von kleinen Dingen in hoher, von großen in tiefer Stimmlage; die Bedeutung des phonetisch gleichen Wortes ändert sich, in Sudansprachen z. B., durch „Hochton“ oder „Tieftone“ in gleichen Sinne (klein — groß).

Die Ausdehnung der akustischen Erscheinungen wird von den Psychologen meist „Volumen“ genannt. Mit Räumlichem verglichen hat Schall in der Tat eher etwas Dreidimensionales als etwas Flächiges oder Lineares. Aber die Ausdehnung des Einzelschalles ist überhaupt nicht räumlich im eigentlichen Sinne, wie etwa der Lärm auf einem Großstadtplatz oder das Gesumme über einer Wiese. Und mit „Ausdehnung“ allein ist die gemeinte Seite der Erscheinungen nicht vollständig beschrieben. Die großen Schälle sind undicht, unfest, locker, diffus, weich, stumpf, ferner aber auch behäbig, dickflüssig, schwerbeweglich, schwer; die kleinen dagegen dicht, fest, kompakt, konzentriert, hart, spitz, dabei lebhaft, beweglich, leicht. (Die Griechen bezeichneten den Gegensatz durch βαρύς und εἰςύς.) Die Ausdrücke weisen auf eine Masse, die bei dunklerem Schall schwerer und träger erscheint (Gewicht), und auf ihre Verteilung innerhalb der Ausdehnung, die bei kleinerem Schall größere Dichte und Festigkeit ergibt. Welches von beiden Momenten mehr hervortritt, hängt zugleich von der Lautstärke ab: das Gewicht drängt sich auf bei lautem tiefen und leisem hohen, die Dichte bei lautem hohen und leisem tiefen Schall.

Dieselbe Zuordnung der Prädikate ergibt sich anschaulich z. B. für Sinuskurven. Daß diese Eigenschaften, in ihrem physikalischen Sinn genommen, auch den Schallquellen und den Wellen zukommen, ist gewiß nicht zufällig. Aber sie sind nicht von daher auf die Phänomene übertragen. Wir brauchen von dem Pfeifenvolum und der Wellenlänge nichts zu wissen und hören doch dem Ton seine Größe an.

Auch im Optischen erscheinen dunkle Farben schwer, helle leicht; dunkle raumhaft (tief, widerstandslos gegen Eintauchen), helle oberflächenhaft (fest). Diese Seiten der Erscheinungen sind offenbar eng an die Helligkeit gebunden, wie diese auf allen Sinnesgebieten zu finden; mit ihr bilden sie den — phylogenetisch ältesten und stabilsten — Kern der Erscheinungen, der über das Verhältnis Gegenstand—Grund (s. o. S. 702) wesentlich entscheidet²⁾.

¹⁾ ABRAHAM, O. u. E. M. v. HORNBOSTEL: Zur Psychologie der Tondistanz. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Bd. 98, S. 233, 1925.

²⁾ GELB, A.: Wegfall der Wahrnehmung von „Oberflächenfarben“. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Bd. 84, S. 193, 1920.

Die Frage, ob es neben der Helligkeit noch „Volumen“ gibt, hat, rein phänomenologisch, keinen Sinn; denn es ist kein Zweifel, daß wir etwas anderes meinen, wenn wir einen Ton hell oder klein oder dicht nennen. Erst durch die Beziehung zu den „Dimensionen“ der physiologischen und weiter der physikalischen Vorgänge, mit denen die Erscheinungsweise sich verändern, kann man festsetzen, daß die Möglichkeit irgendwie unabhängiger Veränderung für die Annahme einer besonderen Eigenschaft entscheiden soll. Die Empfindlichkeit für Frequenzunterschiede einfacher Töne ist größer, wenn die Helligkeitsänderung, als wenn die des „Volums“ beobachtet wird¹⁾. Und den frequenten Reizen kann eine geringere Ausbreitung der Erregung auf der Basilarmembran entsprechen, sei es, daß man eine schärfere Abstimmung der kürzeren Fasern²⁾, eine schmalere Ausbauchung der Membran³⁾ oder eine kürzere Erstreckung der Schwingungsvorgänge vom ovalen Fenster aufwärts⁴⁾ annimmt. Aber die willkürliche Isolierung der Momente könnte noch schwieriger sein — sie gelingt immer nur unvollkommen —, ihre Messung an den Reizgrößen keinen sicheren Unterschied ergeben, entsprechende Besonderheiten des physiologischen oder physikalischen Geschehens könnten noch nicht entdeckt sein — die Beschreibung hätte sich dennoch nicht hiernach zu richten, und die Mannigfaltigkeit der beobachteten Erscheinungsweisen wäre nicht minder tatsächlich. In einem gewissen Grade sind alle Momente ineinander gebunden: mit „hell“ ist „fest“, mit „fest“ ist „hell“ irgendwie mitgemeint. Sie auseinanderzulösen wird vermutlich durch die mit der Entwicklung fortschreitende Differenzierung der Sinne überhaupt erst möglich, indem an dem einheitlichen Ganzen („Hell-Fest“) hier die eine, dort die andere Seite spezifischer hervortritt (Hell für's Gehör, Fest für den Drucksinn).

Vokalität⁵⁾.

Gesprochene Vokale stehen phänomenal in der Mitte zwischen Geräuschen und musikalischen Klängen. Die Seite der Erscheinung, die an ihnen in kennzeichnender Ausprägtheit hervortritt, ist indes an allen Schallarten mehr oder minder deutlich zu bemerken, schon an Geräuschen und noch an einfachen Tönen. „Schon“ und „noch“ in einem entwicklungsgeschichtlichen Sinne, denn die Vokalität gehört zweifellos zum älteren, kernnahen Bestande der Schalleigenschaften, wenn auch nicht, wie die Helligkeit, zum Kern selbst. Die Vokalität kann bei sehr kurzer Schalldauer verschwinden, sie fehlt auch manchen Geräuschen; bei einfachen Tönen nimmt ihre Deutlichkeit von den Enden gegen die Mitte des Frequenzbereiches ab (Minimum bei etwa 2000 v. d.). Mit steigender Frequenz verändert sich die Ähnlichkeit der Töne mit den Vokalen stetig, und zwar durchläuft sie die Reihe von M (etwa 132 v. d.) — U — O — A — E — I — S (etwa 8200 v. d.) mit allen Zwischennuancen.

Nicht alle Vokalitäten kommen in der Sprache vor, manche — die zwischen M und U, I und S — können durch die menschlichen Stimmwerkzeuge gar nicht hervorgebracht werden. (Woraus folgt, daß die Vokalitäten nicht in die Töne hinein-, sondern aus ihnen herausgehört werden.) Andererseits fehlen bei einfachen Tönen die Vokalitäten, die stimmlich beim stetigen Übergang von O zu E über Ö entstehen — ähnlich wie im Farbenspektrum die Purpurtöne.

Innerhalb des Kontinuums sind die angegebenen Vokalitäten ausgezeichnet als Stellen eines Richtungswechsels der Ähnlichkeit, so wie in der getönten Farbensreihe die „Urfarben“: beim Übergang vom Ä zum \bar{A} verschwindet im reinen A die Ähnlichkeit mit O und beginnt die mit E, wie beim Übergang von Violett zu Orange im reinen Rot die Bläulichkeit in Gelblichkeit umschlägt.

Die reinen Vokalitäten liegen annähernd in Oktaven übereinander⁶⁾. Die Bestimmung der Umschlagpunkte begegnet indes, wie die der Urfarben⁷⁾, eigentümlichen Schwierigkeiten,

¹⁾ RICH, G. J.: Tonal Attributes. Americ. Journ. of Psychol. Bd. 30, S. 121, 1919.

²⁾ WARTZMANN, E.: Folia neuro-biologica Bd. 9, S. 24, 1912.

³⁾ WEGEL, R. L. u. C. E. LANE: The Auditory Masking &c. Physical Review (2) Bd. 23, S. 266—285, 1924.

⁴⁾ WATT, H.: Psychol. of Sound, S. 162 ff.

⁵⁾ KÖHLER, W.: Ak. U. II, III; Tps. — STUMPF, C.: VI. Kongr. f. exp. Psychol. 1914 (Beitr. H. 8, S. 17).

⁶⁾ So schon R. KÖNIG: Quelques expériences d'acoustique, S. 42 ff. 1882.

⁷⁾ WESTPHAL, H.: Zeitschr. f. Sinnesphysiol. Bd. 44, S. 182, 1910.

bemühen sie sich, die Helligkeit und Farbe des Musters möglichst getreu wiederzugeben, gänzlich unbekümmert um die Tonigkeit. Ebenso verhalten sich erwachsene Amusische¹⁾. (Daher ist die Aufgabe des Nachsingens ein gutes Prüfungsmittel der musikalischen Anlage.) Bei Tieren scheint die Oktavenähnlichkeit überhaupt zu fehlen. Wenn Hunde auf einen „Treffton“ dressiert werden, ist ihnen die Reaktion auf die Oktave des gewünschten Signaltons nicht irgendwie schwerer abzugewöhnen als die auf irgendeine andere Frequenz²⁾; für Unterschiede der Schallfarbe sind sie dagegen außerordentlich empfindlich — ebenso wieder Amusische —, so daß der „Treffton“, auf einem anderen, wenn auch sehr ähnlichen Instrument angegeben, wirkungslos bleibt.

Daß die Erscheinungen für Tiere überhaupt nichts Toniges haben, ist, wenn auch wahrscheinlich, doch nicht zwingend bewiesen. Denn was sie hören, hat für sie offenbar nur eine Gesamteigenschaft, nicht irgendwie trennbare Momente. Darum lernen Papageien und andere Vögel vorgepiffene Melodien in der Originaltonhöhe, die eben auch immer objektiv mitgegeben ist, und „transponieren“ nicht. Dies besagt aber wiederum nichts *dafür*, daß ihre Erscheinungen Tonigkeit haben. Denn sie ändern auch die Klangfarbe des Vorbildes so wenig, als ihnen möglich, und Spötter ahmen oft Geräusche täuschend nach. Beim Nachsprechen versuchen Papageien auch die Stimmlage (Helligkeit) wiederzugeben, verhalten sich also hierbei wie Unmusikalische gegenüber nachsingenden Tönen. Auch die „besten“ Sänger untermischen die Laute, die *was* ausgesprochen tonig erscheinen, mit vielerlei tonfreien Geräuschen, als ob für sie selbst kein wesentlicher Unterschied zwischen beiden bestünde.

Die Tonigkeit tritt bei sehr hohen, sehr tiefen und sehr kurzen Tönen auch für Musikalische stark zurück, wenn sie nicht völlig verschwindet³⁾. Sie ist als das labilste, biologisch unwichtigste, entwicklungsgeschichtlich jüngste Moment an den akustischen Erscheinungen anzusehen.

Dennoch ist sie für den Psychologen von besonderem Interesse — und nicht nur als Grundlage der Musik. Denn was ist das für eine seltsame Eigenschaft, die Oktavtöne so ähnlich erscheinen läßt, daß man sie in dieser Hinsicht geradezu für identisch halten möchte, die aber beim stetigen Übergang von einem Ton zu seiner Oktave sich nicht — wie die Helligkeit oder die Vokalität — ebenso stetig in bestimmter Richtung ändert? Vergleicht man einen Ton mit einem um wenige Schwingungen höheren und sieht von der Helligkeit usw. vollständig ab, so erscheinen beide (in Hinsicht der Tonigkeit) gleich; erhöht man den zweiten Ton weiter um ein paar Schwingungen, so erscheint er (immer abgesehen von der Helligkeit usw.) mit einemmal von dem ersten völlig verschieden. Und ebenso wenn sich der Vergleichston der Oktave nähert: er ist erst dem Ausgangston extrem gegensätzlich, dann plötzlich maximal ähnlich (oder gleich).

Bei Versuchen von RICHT⁴⁾, die Unterschiedsempfindlichkeit für die verschiedenen Momente der Tonerscheinungen zu messen, ergab sich für die Tonigkeit eine bezeichnende Schwierigkeit, die passende Fragestellung zu finden; eine musikalische Vp. kam schließlich selbst darauf, unter Nichtbeachtung der Helligkeit sich zu fragen, „ob die beiden Töne derselbe seien oder nicht“. Die so gefundenen Schwellen waren erheblich größer als die für Helligkeit, aber doch noch weit unter den engsten musikalisch gebräuchlichen Schritten (etwa $\frac{1}{10}$ Halbton).

Die Lage des Umschlagpunktes oder die Breite der Gleichheitszone hängt sehr von den Versuchsbedingungen, besonders von der Einstellung des Beobachters ab. Wird der Reizunterschied allmählich vergrößert, so kann man entweder die Auffassung „gleich“ möglichst lange festhalten, sich allemal fragen: „Geht's noch?“ und das geschieht auch unwillkürlich, wenn die Änderung in kleinen Stufen oder gar kontinuierlich erfolgt („einschleichender“ Reiz). Ebenso

¹⁾ KÖHLER, W.: Ak. Unt. III, S. 56.

²⁾ PRÜNGST, O. (mündliche Mitteilung); vgl. C. STUMPF: Beitr. H. 8, S. 55.

³⁾ KÖHLER, W.: Ak. Unt. III, S. 25, 42, 45.

⁴⁾ RICHT, G. J.: Americ. Journ. of psychol. Bd. 30, S. 159. 1919.

beim Absteigen mit der Auffassung „ungleich“. Oder man lauert auf die Ungleichheit und fragt sich allemal: „Geht's schon?“ Bei mittleren Reizunterschieden kann man die Auffassung willkürlich umschlagen lassen, aber auch die Zone, innerhalb welcher das geht, ist je nach dem Beobachter und seiner augenblicklichen Verfassung sehr verschieden breit. Ganz Analoges ergibt sich bei optischen Raumbildern, z. B. beim Übergang von M durch \bar{M} zu V.

Man kann eine gleichmäßige Folge von Lichtblitzen nicht sehen, eine gleichmäßige Klopfreihe nicht hören oder ausführen, ohne sie unwillkürlich und oft unwissentlich zu gliedern. Wodurch wir gliedern, manche Lichter oder Klopfereien „betonen“, andere zurücktreten lassen, ob durch (subjektive) Verlängerung, Aufhellung, Verstärkung, ist gleichgültig — meist stellen sich all solche Veränderungen zugleich ein. Wesentlich ist nur, daß die vielen Einzelnen sich zu Grüppchen, diese zu Gruppen zusammenschließen, das Ganze sich ordnet und gestaltet und so überschaubarer, faßbarer wird. Die einfachste, natürlichste Gliederung ist die nach $(2 \times 2) \times 2$ usw. (So auch bei natürlichen Vorgängen, z. B. der Eifurchung.) Wir wollen nun annehmen, *das Phänomen der Tonigkeit beruhe auf einer solchen gliedernden Gestaltung der an sich gleichmäßig periodischen zentral-physiologischen Vorgänge*.

Daß die zentralen Vorgänge periodisch sind und ihre Frequenz sehr genau mit der der Reize übereinstimmt, daß sie aber nicht wie Schwingungen superponierbar sind, geht aus den Tatsachen des zweijährigen Hörens hervor¹⁾.

Das „an sich“ bedarf eines Wortes der Erläuterung: Man kann sich entweder vorstellen, daß die Gliederung nicht sofort mit dem Beginn des Vorganges einsetzt — dann würde Tonigkeit erst nach einer kurzen, eventuell meßbaren Latenzzeit erscheinen; sie kommt ja auch bei stark verkürzter Reizdauer nur sehr schwach oder gar nicht zustande, und analoge „Gestaltzeiten“ sind ja auch auf anderen Gebieten, z. B. beim stereoskopischen Tiefensehen, schon gefunden worden²⁾.

Wie bei gehörten lassen sich auch bei getasteten Schwingungen unregelmäßige (geräuschartige) von gleichmäßig periodischen (tonartigen) unterscheiden, und auch hier haben die periodischen eine größere Latenzzeit³⁾.

Oder es könnte die Gliederung erst in höheren Zentren, etwa in der Rinde, erfolgen, während subcortical der Vorgang gleichmäßig bliebe. Hieraus würde vielleicht das Zurücktreten oder Fehlen der Tonigkeit bei Tieren und Amusischen verständlich. Jedenfalls wird man eine Veränderung schon im Physiologischen fordern müssen, die auch ohne unser aktives, willkürliches Zutun sich einstellt, so daß bei hinreichender individueller Disposition und unter sonst nicht zu ungünstigen Bedingungen Tonigkeiten ebenso unmittelbar gegeben sind wie andere Gestalten auch. Über die Art der Veränderungen ließen sich Annahmen erst machen, wenn genauere Vorstellungen über die Vorgänge im akustischen Sektor entwickelt sein werden.

Sofern überhaupt eine Gliederung statthat, erscheint nach unserer Annahme der Schall tonig. Voraussetzung ist eine Periodizität des Vorganges: je regelmäßiger die Periodizität — je „einfacher“ in diesem Sinne schon die Schwingungsform des Reizes —, desto leichter die Gliederung; darum tritt die Tonigkeit bei Geräuschen zurück. Bei „komplexen“ Wellenformen muß offenbar die Grundperiode die Gliederung und damit die Tonigkeit bestimmen; darum hören wir Klänge (wenn wir nicht „Teiltöne“ heraushören) in der Tonigkeit der Grundschwingung, auch wenn diese schwach ist oder fehlt⁴⁾ (s. u. S. 720). Darum auch

¹⁾ Psychol. Forsch. Bd. 4, S. 72 ff. 1923.

²⁾ KARPIŃSKA, L. v.: Zeitschr. f. Psychol. Bd. 57, S. 1. 1910.

³⁾ KATZ, D.: Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Erg.-Bd. 11, S. 208. 1925.

⁴⁾ KÖHLER, W.: Ak. Unt. III, S. 123 ff.

In der reinen Melodik der Völker, die keine Mehrstimmigkeit kennen, werden alle Intervalle, die merklich enger sind als die Quarte, unterschiedslos gebraucht. Sie sind die melodischen „Schritte“ *κατ' ἔξοχην*, nur noch durch ihre Weite (Distanz) unterschieden, die sich ihrerseits nach der Melodiegestalt richtet, aber meist, wie schon HELMHOLTZ¹⁾ bemerkt hat, in weiten Grenzen variabel ist. Tonal erscheinen sie alle, auch die „Terzen“, gleichermaßen als Übergang zu einem gegensätzlichen Nachbarn und dadurch als Fortschritt, nicht als Registerwechsel wie Oktaven, Quinten und Quartan. In der Tat sind die Verhältnisse 4 : 5, 5 : 6, 6 : 7 hinsichtlich der Umgliederung nicht bevorzugt vor 7 : 8, 8 : 9, 9 : 10 usw. Schon 5 und 7 sind offenbar als Ganzgruppen labil — im Rhythmischen auch phänomenal schwer faßbar —, und die Gliederung wird sich schwer einstellen und leicht in eine einfachere (namentlich die tonische, nach 2ⁿ) übergehen. (In gewissen Zusammenhängen könnte 8 : 9 näherliegen als die anderen Sekunden, z. B. in



Dazu kommt wieder die Schwellentatsache: Je komplizierter die Gliederungen und je ähnlicher die Distanzen werden, um so weniger unterschiedlich werden — schon physiologisch — die Intervalle.

Bei jeder Zweitfolge sind ein quantitatives Moment, die Schrittweite oder Distanz, und ein qualitatives, die „Intervallfarbe“, zugleich gegeben; beide hängen vom Frequenzverhältnis der Reize ab. Dieses bestimmt also die Gesamterscheinung „Intervall“ (s. o. S. 708). Die Distanz ändert sich mit dem Frequenzverhältnis kontinuierlich (wie die Helligkeit, Höhe usw.), die Intervallfarbe nicht (wie die Tonigkeit). Unter den Intervallqualitäten gibt es von vornherein ausgezeichnete, unter den Distanzen nicht. Die Unterschiedsempfindlichkeit für Distanzen ist erheblich feiner als die für Intervallfarben. Bei Verkürzung der Reizdauer tritt die Intervallfarbe²⁾ zurück oder verschwindet, die Distanz bleibt; jene bedarf also einer gewissen Zeit zu ihrer Ausbildung. Auch in dieser Beziehungen verhalten sich also Distanz und Intervallfarbe wie Helligkeit und Tonigkeit. Wie nun die Distanz auf einer Änderung des Helligkeitsniveaus, so beruht nach unserer Annahme die Intervallfarbe auf einer Änderung der Struktur, die das physiologische Korrelat der Tonigkeit bildet. Je nachdem diese Änderung sich glatter oder gewaltsamer vollzieht, nennen wir die Töne, zwischen denen sie stattfindet, verwandt oder fremd. Die *Verwandschaft* ist aber weder durch das Verhältnis der Schwingungszahlen allein noch durch das Verhältnis der Strukturen allein bestimmt: beide Verhältnisse müssen zueinander passen. Demselben Frequenzverhältnis können je nach Umständen verschiedene Strukturverhältnisse zukommen, wie oben an dem Beispiel 3 : 4 gezeigt wurde. Dasselbe Beispiel lehrte, daß selbst bei gleichbleibendem Strukturprinzip (2ⁿ) die Töne einander fremd erscheinen können. Verwandt dagegen nur dann, wenn die von dem Frequenzverhältnis verlangte Strukturänderung der bereits bestehenden (Feld-)Struktur angepaßt ist. Unter Voraussetzung solchen Zusammenpassens lassen sich einige Regeln zur Bestimmung des Verwandtschaftsgrades angeben:

1. Als nächstverwandt müssen Strukturen mit gleichem und einheitlichem Gliederungsprinzip gelten, also Gliederungen nach 2ⁿ oder 3ⁿ usw.

Innerhalb solcher „reinen Linien“ mag man noch nach dem Grad der Gliederung (n) abstufen und z. B. einen Ton seiner Oktave näher verwandt finden (wie Mutter und Kind) als seiner Doppeloktave (wie Großmutter und Enkel). Danach würden Oktaven, auch hinsichtlich der Tonigkeit, einander nur sehr ähnlich, aber nicht identisch. Diese Betrachtungs-

¹⁾ v. HELMHOLTZ: Tonempfindung, 6. Aufl., S. 422 f.

²⁾ Ebenso die Konsonanz von Zweiklängen. STUMPF, C.: Beitr. H. 4, S. 24.

weise ist sicher berechtigt, namentlich im Hinblick auf die Linie 3ⁿ : 3¹ : 3², aber praktisch kaum von Belang, da die rasch zunehmende Distanz ihrerseits die Ähnlichkeit der Töne und Intervalle abschwächt und ferner, weil der Grad der Gliederung beim einzelnen Ton ja nicht festgelegt ist (s. o.), also beim Übergang zur Oktave u. U. tatsächlich unverändert bleiben kann (z. B. 2 · 2² : 4 · 2² statt 2 · 2² : 2 · 2²).

2. Strukturen sind um so näher verwandt, je niedriger die die Gliederung bestimmenden Primzahlen. 2ⁿ : 3ⁿ > (näher verwandt als) 2ⁿ : 5ⁿ; 2 · 2ⁿ : 3 · 2ⁿ > 2 · 2ⁿ : 5 · 2ⁿ. Vermutlich gehen die gliedernden Primzahlen nicht über 7 hinaus.

3. Es kommt mehr auf die höhere als auf die Untergliederung an: 3 · 2¹ : 5 · 2¹ > 2 · 3¹ : 2 · 5¹; 3 · 2 · 2¹ : 2 · 3 · 2¹ > 2 · 3 · 2¹ : 2 · 2 · 3¹. (Dieser Satz ist besonders geeignet, das Wesen der Strukturtheorie gegenüber anderen, auf bloßen Zahlenverhältnissen aufgebauten, klarzumachen. Die Tonigkeit ist in dem letzten Beispiel „an sich“ immer dieselbe; welche der verschiedenen Strukturen eintritt, hängt lediglich vom Zusammenhang ab.)

Konsonanz.

Die Erscheinungen bei Zusammenklängen weisen gegenüber denen von Einzeltönen und Tonfolgen mancherlei neue Züge auf, unter denen das Phänomen der „Konsonanz“, das schon den Griechen ein Problem war, wegen seiner besonderen Bedeutung für die europäische Musik seit dem Ausgange des Mittelalters das größte Interesse und die eingehendsten theoretischen Erörterungen und experimentellen Untersuchungen hervorgerufen hat (s. u. S. 723). Die phänomenologische Grundfrage lautet: Welches ist das Moment, nach dem wir Zweiklänge in eine Reihe ordnen, die von der Oktave als dem einen Grenzfall zu „Sekunden“ und „Septimen“ als gegensätzlichen Grenzfällen abgestuft verläuft?

Unmittelbar gegeben ist ein Mehrklang als Gesamterscheinung. Erst die Vergleichung unter möglichst genauer Beobachtung der Vergleichungsgrundlage ergibt die verschiedenen „Seiten“ der Erscheinung; sie führen zu mehr oder weniger verschiedenen Reihenordnungen¹⁾. Welche Anordnung ist die „richtige“? Welche Seite ist die wesentliche für die Konsonanz?

Drei Momente scheiden zunächst aus: Erstens Wohlfälligkeit und andere Gefühlswirkungen, die von Zeitalter zu Zeitalter, von Kultur zu Kultur und von Person zu Person schwanken. Zweitens Rauhigkeit, die, durch Schwebungen bedingt, künstlich zugefügt oder (durch Verteilung der Töne an beide Ohren) beseitigt werden kann²⁾. Drittens Klangbreite (s. o. S. 708), die eine Reihenordnung ganz anderer Art bedingt und bei Zweiklängen von annähernd gleichem Konsonanzgrad (z. B. Oktave — Doppeloktave, Terzen — Sexten, Sekunden — Septimen) sehr stark variieren kann.

Was bleibt, läßt sich wohl am besten als Mehr oder Minder des Zusammenpassens der Töne beschreiben; extremes Nichtzusammenpassen auch positiv als Widerstreit. [Symphonie = Zusammenklingen, Diaphonie = Auseinanderklingen bei den Griechen; Harmonie, von ἀρμόδιον, zusammenpassen, schon bei Plato³⁾]. Phänomenal ist aber das Zusammenpassen nur dann als solches gegeben, sofern der Klang irgendwie als, wenn auch noch so einheitlicher, Komplex erscheint. Sonst zeigt sich an der Erscheinung nur die Wirkung eines Zu-

¹⁾ MALMBERG, C. F.: Perception of Consonance and Dissonance. Psychol. Mon. Bd. 25, Nr. 2, S. 93. 1918. — PRATT, C. C.: Some Qualitative Aspects of Bitonal Complexes. Americ. Journ. of psychol. Bd. 32, S. 490. 1921.

²⁾ STUMPF, C.: Konsonanz und Dissonanz. Beitr. H. I. 1898.

³⁾ STUMPF, C.: Geschichte des Konsonanzbegriffes. Abh. d. bayr. Akad. d. Wiss., I. Kl., Bd. 21, S. 13 f. 1897.



sammenpassens, die als Einheitlichkeit, Einfachheit, Ausgeglichenheit, Geschlossenheit oder deren Gegensätze charakterisiert werden kann. In vielen Fällen ist es möglich, bei gleichbleibender Reizgegebenheit die Verhaltensweise willkürlich zu wechseln und bald das Zusammenpassen der Komplexe, bald die Einheitlichkeit usw. der unanalysierten Gesamterscheinung zu beobachten; daß deren Grade unter beiden Umständen einander entsprechen, führt eben zu der Überzeugung, daß beide Erscheinungsweisen dieselbe Grundlage haben.

Analog läßt sich bei Tonfolgen entweder an dem einheitlichen Phänomen „Tonschritt“ die Glätte des Überganges oder an dem Phänomen „Tonpaar“ unmittelbar die Verwandtschaft der Töne, diese ebenfalls als ein Zusammenpassen, beobachten. Hier werden aber die Grade der beiden Erscheinungsweisen nicht immer übereinstimmen, da das zweite (arum oben nicht erwähnte) isolierende Verhalten u. U. andere Bedingungen setzt, den Einfluß des Vorangegangenen abschwächt oder aufhebt u. dgl. Beim (einzelnen) Zusammenklang fällt dieser Unterschied natürlich fort.

Die für die Tonigkeit und Tonverwandtschaft aufgestellte Hypothese läßt sich nun zwanglos auch auf die Zusammenklänge anwenden. Dem phänomenalen Zusammenpassen wird ein Zusammenpassen der Strukturen der zentral-physiologischen Prozesse¹⁾, der Einheitlichkeit der Gesamterscheinung die Einheitlichkeit der physiologischen Gesamtstruktur entsprechen.

Etwas der Konsonanz Analoges läßt sich auch bei Vibrationsempfindungen beobachten: die Zinken der schwingenden Gabeln 55 und 110, mit zwei benachbarten Fingerkuppen gleichzeitig leise berührt, geben einen ganz anderen Eindruck als die der Gabeln 55 und 60; jener läßt sich diesem gegenüber nicht anders denn als innigeres Zusammenpassen, größere Einheitlichkeit, Geschlossenheit, Sanftheit, kurz Konsonanz beschreiben und auch unwesentlich sicher erkennen. Im (möglichst pausenlosen) Nacheinander hat man bei der Oktave den Eindruck des reibungsloseren Überganges, aber dieser ist nicht mehr so deutlich wie der der Konsonanz. Eine Ähnlichkeit oder Unähnlichkeit (abgesehen vom Helligkeitsunterschied) bei isoliert — mit längerer Zwischenpause — gebotenen Reizen läßt sich überhaupt nicht beobachten. Freilich ist gegenüber Vibrationsempfindungen wohl jeder Mensch zunächst „unmusikalisch“.

Die Reihenfolge, in die sich die Zweiklänge nach ihrem Konsonanzgrade ordnen, muß zunächst empirisch bestimmt werden. Dabei ergeben sich allerhand Schwierigkeiten, besonders durch die Wirkung der obengenannten drei Faktoren, von denen abgesehen werden soll.

Nicht nur musikalisch begabte Beobachter müssen selbst im Laboratoriumsversuch vor den Einflüssen der musikalischen Erfahrung und der durch sie bedingten Gefühlswert auf der Hut sein; sie sind bei sogenannt Unmusikalischen oft noch gefährlicher, da sie sich unbemerkt einschleichen. Die Häufigkeit der Verwechslung mit dem Einklang gibt zwar ein objektives Maß der Einheitlichkeit, das gerade an unmusikalischen Versuchspersonen zu gewinnen ist (STUMPF), aber feinere Unterschiede sind auf diese Weise nicht zu erzielen. Die Rauigkeit von Schwebungen läßt — auch ohne theoretisches Wissen — Klänge uneinheitlich erscheinen, ebenso vermindert die getrennte Lokalisation rechts und links die Einheitlichkeit des unmittelbaren Eindruckes. (Systematische Versuche mit dichotischen Klängen fehlen noch.) Unzweifelhaft nimmt die Einheitlichkeit mit wachsender Klangbreite ab, und es ist daher in vielen Fällen schwer zu entscheiden, wodurch eine phänomenale Uneinheitlichkeit eigentlich bedingt ist; dies ist namentlich bei Zweiklängen über die Oktave hinaus der Fall²⁾. Zu diesen Schwierigkeiten kommen noch andere: die Einheitlichkeit nimmt zu mit der Abschwächung des einen Reizes — Mehrklänge gehen ja kontinuierlich in Klänge über —, sie ändert sich mit der Klangfarbe³⁾. Aus der Beobachtung der Einheitlichkeit allein wird sich daher nichts Sicheres über die Konsonanzgrade ermitteln lassen; unmittelbare Beobachtung des Zusammenpassens der Komplexe muß hinzukommen und das letzte Wort behalten.

Einigkeit herrscht unter den Experimentatoren und Theoretikern über die Reihe der Konsonanzgrade der Zweiklänge (innerhalb der Oktave) im oben: Oktave, Quinte, Quarte, Terzen und Sexten, Triton 5:7, Septimen und Sekunden.

¹⁾ Ähnlich schon KÖHLER: Ak. Unt. III, S. 131.

²⁾ STUMPF, C.: Neues über Tonverschmelzung. Beitr. H. 2, S. 14 ff. 1898.

³⁾ STUMPF, C.: Zum Einfluß der Klangfarbe auf die Analyse von Zusammenklängen. Beitr. H. 2, S. 168. 1898.

Auch darüber, daß in dieser Reihe die Konsonanz allmählich ab- und die Dissonanz allmählich zunimmt. Diese Ausdrücke bezeichnen Gegensätze wie Weiß und Schwarz, aber nicht zwei sich ausschließende Klassen. Die Gegensätze sind, wenn auch nicht stetig, wie die Enden der Graureihe, so doch durch Zwischenstufen verbunden, und ein Trennungsstrich ließe sich nicht ohne Willkür setzen.

Man mag die mittleren Stufen zu einer dritten (Übergangs-)Gruppe zusammenfassen, besonders benennen [KRÜGERS „neutrale Sonanzen“¹⁾, WATTS „Paraphonien“²⁾] und ihre Eigentümlichkeiten aufzeigen. Doch bleibt auch dabei die Teilung willkürlich: soll man die Quarte zu den Konsonanzen, den Triton 5:7 zu den Dissonanzen, oder beide zu den Neutralen rechnen? Andere könnten mit demselben Recht neutrale Zonen zwischen den 3 Gruppen verlangen usw., und der Grenzstreitigkeiten gäbe es kein Ende. Sicher ist die Kluft zwischen manchen Stufen (z. B. zwischen Oktave und Quinte) tiefer als zwischen anderen (z. B. großer und kleiner Sexte), aber ist schon die Abschätzung dieser deutlichen Unterschiede schwer, so wird sie vollends unmöglich z. B. bei den zahlreichen „Sekunden“ und „Terzen“, die sich allenfalls nach ihrem Konsonanzgrade unterscheiden und in die Reihe einordnen ließen. Allenfalls könnte man von der Gesamtheit der Zweiklänge, die sich überhaupt noch hinsichtlich ihres Konsonanzgrades (direkt) vergleichen und ordnen lassen, alle übrigen abheben. Die „weir“ige der ersten Gruppe wären dadurch gekennzeichnet, daß die Töne doch irgendwie „zusammenklingen“ — die Strukturen zusammenpassen — und müßten dann auch in dieser weiteren Sinne konsonant genannt werden. Die „Dissonanzen“ würden dann mit den — „musikalisch“, „nicht brauchbaren“ — „verstimmt“ Konsonanzen zusammenfallen. Diese Disjunktion wäre wenigstens in den Erscheinungen begründet, wenn sie auch nicht dem Sprachgebrauch entspricht.

Die feinere Ordnung der Terzen und Sexten, der Sekunden und Septimen und der zwischen diesen beiden Gruppen liegenden „Siebenerintervalle“ (Septime 4:7, Triton 6:7, Terz 6:7 und ihrer „Umkehrungen“) fällt je nach den Beobachtungsbedingungen und den theoretischen Annahmen verschieden aus. Die Strukturhypothese braucht daher zunächst nur der gesicherten Grobanordnung zu genügen. Diese ergibt sich aber ohne weiteres aus den oben für die Strukturverwandtschaft angegebenen Regeln, wenn man berücksichtigt, daß bei einem Mehrklang die Hauptgliederung durch die gemeinsame Grundperiode (im Sinne der 3. Regel) gegeben ist.

Die Grundperiode kann, aber muß nicht objektiv durch den tiefsten Ton des Mehrklanges oder einen Differenzton gegeben sein. Sofern solche Differenztöne vorhanden sind, betonen sie die Struktur und tragen dadurch zur Ausprägung der Konsonanz bei. Aber sie können fehlen, ohne daß sich dadurch die Art der Struktur und der durch diese bestimmte Konsonanzgrad ändern³⁾.

Ganz Entsprechendes gilt von den Obertönen von Klängen, die HELMHOLTZ für die Konsonanzerscheinungen verantwortlich machte. Wenn sie da sind und sofern sie zusammenfallen, also verstärkt da sind, erhöhen sie die Prägnanz der Gesamtstruktur und damit die Festigkeit, Geschlossenheit und Einheitlichkeit der Erscheinung, nicht aber den Konsonanzgrad. (Es ist so, als würden in unsern Figuren die Punkte mehr geschwärzt oder sonstwie stärker ausgezeichnet, aber dieselben Punkte, die schon ohnedies hervorgehoben sind.)

Ein analoges Verhältnis endlich besteht schon zwischen einfachen Tönen und Klängen, die ja physikalisch nichts anderes sind als Mehrklänge mit besonderer Energieverteilung: die Struktur ist bei Klängen schon objektiv vorgegeben, die Tonigkeit ist deutlicher bei scharfen und reichen Klängen als bei Sinustönen, noch deutlicher bei (unanalysierten) Oktavenzusammenklängen. Leute mit wenig sicherem „absoluten Tonbewußtsein“ erkennen leicht die

¹⁾ KRÜGER, F.: Wundts Psychol. Stud. Bd. 1, S. 305 ff.; Bd. 2, S. 205 ff.; Bd. 4, S. 201 ff. 1908; Bd. 5, S. 294 ff. 1910.

²⁾ WATT, H. J.: The Foundations of Music, S. 155 ff. 1919.

³⁾ KRÜGER, F.: Differenztöne und Konsonanz. Arch. f. d. ges. Psychol. Bd. 1, S. 205 ff.; Bd. 2, S. 1 ff. 1903; Theorie der Konsonanz. Wundts Psychol. Stud., s. Fußnote 1). — STUMPF, C.: Beitr. Bd. 4, S. 90 ff.; Bd. 5, S. 1 ff.; Bd. 6, S. 151 ff.

„Tonart“ eines Musikstücks, einer einstimmigen Melodie, eines Durdreiklangs, auch wenn sie gegenüber Einzelklängen, besonders obertonarmen, ratlos sind.

In Instrumentalklängen ist der Grundton oft physikalisch und, wenn es gelingt, ihn herauszuhören, auch phänomenal außerordentlich schwach. [Dabei erscheint die Tonigkeit öfters um Oktaven nach unten verschoben¹⁾]. Die Struktur der Klänge ruht eben auf der gemeinsamen Grundperiode, auch wenn diese — physikalisch und physiologisch — nur in ihren Vielfachen vorhanden ist.

Die feineren Unterschiede des Konsonanzgrades, wie sie aus den Regeln für die Strukturverwandtschaft folgen, sind zwar phänomenal nicht so deutlich, widersprechen aber wenigstens den bisherigen Beobachtungen nicht. Der Struktur nach ist z. B. die große Terz 4 : 5 konsonanter als ihre Umkehrung, die kleine Sext 5 : 8, weil dort die Hauptgliederung, hier eine Untergliederung (nach 2ⁿ) die einfachere ist (Regel 3). Aus demselben Grund ist dagegen die kleine Terz 5 : 6 weniger konsonant als die große Sext 3 : 5. Aus Regel 2 folgt ferner: 4 : 5 konsonanter als 3 : 5, und 5 : 8 konsonanter als 5 : 6. Endlich ist 3 : 5 konsonanter als 5 : 8 (Regel 3 und 2). Daraus ergibt sich die (absteigende) Reihe 4 : 5, 3 : 5, 5 : 8, 5 : 6, die mit den von PEAR²⁾ und MALMBERG³⁾ empirisch gefundenen übereinstimmt. (Die Fragestellung in der betreffenden Versuchsreihe MALMBERGS ging auf „blending“, dessen Definition — „a seeming to belong together, to agree“ — mit meiner Bestimmung der Konsonanz als Zusammenpassen übereinkommt.) Wenn die Septime 4 : 7 konsonanter gefunden wird als die kleine Sext 5 : 8⁴⁾, so wird das (aus Regel 3) ebenfalls begreiflich.)

Theoretisch (nach Regel 2) könnte die Sekunde 8 : 9 sehr wohl konsonanter sein als die Terz 4 : 5, ja sogar (nach Regel 3) konsonanter als die Quarte 3 : 4. Systematische Versuche — bei denen die oktavenverweiterten Zweiklänge verglichen werden müßten, um Schwebungen zu vermeiden — liegen noch nicht vor, gelegentliche Beobachtungen scheinen für die Annahme zu sprechen. So würden auch die Sekundenparallelen begreiflich, die neben Quinten- und Quartparallelen im Zwiesgesang bei manchen Völkern üblich sind.

Dieselbe Betrachtungsweise läßt sich wie auf Zweiklänge auch auf Drei- und Mehrklängen anwenden. Bei diesen wird nach dem oben Gesagten die Konsonanzerscheinung meist ausgeprägter sein. Der Konsonanzgrad ist aber durch das Zusammenpassen aller Beteiligten — phänomenal aller Töne, theoretisch aller Strukturen —, also immer durch die Gesamtstruktur bestimmt und läßt sich nicht aus den Konsonanzgraden der Zweiklänge ableiten. Die Dreiklänge 2 : 3 : 4 und 3 : 4 : 6 „enthalten“ beide die Oktave, Quinte, Quarte, und beide nur Gliederungen nach 2ⁿ und 3ⁿ. Dennoch ist der erste konsonanter, weil die Hauptgliederung (2ⁿ) die einfachere ist.

Hält man die Tonigkeit von Oktavtönen für identisch, nicht nur für nächstverwandt (S. 716 f.), so muß man folgerichtig den gleichen Konsonanzgrad annehmen für einen Zweiklang und seine Oktavenweiterungen. [Empirisch läßt sich dies indes schwer verifizieren⁵⁾]. Dann sind auch Oktavenverdopplungen in Mehrklängen für den Konsonanzgrad belanglos (nicht aber für die Prägnanz, noch für die Einheitlichkeit).

Der Durdreiklang 4 : 5 : 6 ist nach der Gesamtstruktur (theoretisch) konsonanter — in der Erscheinung mindestens stabiler — als seine Umkehrungen. Der Quartsextakkord 3 : 4 : 5 ist dem Sextakkord 5 : 6 : 8 zwar darin überlegen, daß die Gliederungszahlen mit der Frequenz regelmäßig steigen, die niedrigste

¹⁾ KÖHLER, W.: Ak. Stud. III, S. 128f.

²⁾ PEAR, T. H.: Differences between major and minor chords. Brit. Journ. of psychol. Bd. 4, S. 56. 1911.

³⁾ MALMBERG, C. F.: Perception of Consonance and Dissonance. Psychol. Mon. Bd. 25, Nr. 2, S. 93. 1918. — PRATT, C. C.: Some Qualitative Aspects of Bitonal Complexes. Americ. Journ. of psychol. Bd. 32, S. 490. 1921.

⁴⁾ PREYER, W.: Ak. Unt. 1879, S. 64. — KRÜGER, F.: Arch. f. d. ges. Psychol. Bd. 1, S. 219. 1903.

⁵⁾ STUMPF, C.: Beitr. H. 1, S. 78 ff.; H. 2, S. 14 ff. 1898.

Gliederung daher dem Grundton zukommt; andererseits ist bei ihm die einfachste Gliederung (2ⁿ) in der Mitte versteckt — weshalb er wohl besonders labil erscheint —, während sie im Sextakkord dem höchsten, exponierten Ton angehört. Eine Untergliederung nach 2 ist in der Grundform des Dreiklanges den beiden Außentönen, im Sextakkord den beiden oberen gemeinsam, im Quartsextakkord fehlt sie wahrscheinlich ganz (da die Gesamtstruktur dann einfacher wird). Auch diese Struktureinheiten werden sich in der Festigkeit der Gesamterscheinung geltend machen.

Durdreiklang.			Sextakkord.			Quartsextakkord.		
6	⊙ . . ○ . . ⊙	8	⊙ . ○ . ⊙ . ○ . ⊙	5	○ ○			
5	○ ○	6	⊙ . . ○ . . ⊙	4	○ ○			
4	⊙ . ○ . ⊙	5	○ ○	3	○ ○			

Beim Mollldreiklang 10 : 12 : 15 und seinen Umkehrungen werden die Verhältnisse schon bedeutend komplizierter. Hier soll nur noch eine Folgerung aus der Strukturtheorie erläutert werden. Wie bei Tonfolgen können auch bei Zusammenklängen bei gleichen Frequenzverhältnissen verschiedene Strukturverhältnisse bestehen. So kann der Grundton des Mollldreiklanges 10 nach 2 · 5¹ oder nach 5 · 2¹ gegliedert sein, 12 nach 2 · 2 · 3¹ oder 3 · 2² oder 2 · 3 · 2¹ usw. Welche Gliederungen eintreten, wird erstens abhängen von der Konstellation aller beteiligten Töne, einschließlich der Differenzöne, zweitens aber vom musikalischen Zusammenhang, also den vorangegangenen (und beim praktischen Musizieren auch den nachfolgenden, im Bewußtsein antezipierten) Strukturen. Innerhalb der G-Tonalität (z. B. beim Wechsel von Dur und Moll) wird für den Dreiklang e-g-h die Gliederung des e (5 · 2¹) und h (5 · 3¹) bestimmend sein, in der G-Tonalität die Gliederung des g (3 · 2²) und h (3 · 5¹). Die Struktur des dritten Tones wird sich, so gut sie kann, dem Ganzen anpassen.

15	⊙ ○ ⊙
12	⊙ ○ ⊙
10	⊙ ○ ⊙
15	⊙ . . ○ . . ○ . . ○ . . ⊙
12	⊙ . . ○ . . ○ . . ○ . . ⊙
10	⊙ . ○ . ○ . ○ . ○ . ○ . ⊙

Neben der Einpassung einer Teilstruktur in eine bereits vorgebildete (oder sonstwie herrschende) Feldstruktur gibt es aber auch Anpassung von Strukturen aneinander. Solche Angleichungen sind auf den verschiedensten Erscheinungsbereichen beobachtet und z. T. — namentlich im Optischen — schon genauer untersucht worden. Vielleicht führen sie einmal zu einer allgemeinen Theorie der Schwellentatsache. Sie machen jedenfalls verständlich, daß der Konsonanzgrad bei kleineren Abweichungen von den einfachen Frequenzverhältnissen erhalten bleibt, obwohl physikalisch gerade dabei die kompliziertesten Schwingungsverhältnisse entstehen. Bei den zentralen Vorgängen handelt es sich aber, wie schon betont wurde, nicht um Schwingungen und deren Überlagerungen, daher denn auch keine zentralen Schwebungen auftreten und Phasenverschiebungen für die Farbe von Klängen und die Konsonanz von Zusammenklängen belanglos bleiben, wie für die Verwandtschaft aufeinanderfolgender Töne (s. o. S. 715). Die Anpassung der Strukturen setzt auch keineswegs eine zentrale Änderung der Frequenzen voraus. Die Töne 200 und 401 geben eine gute Oktavenkonsonanz offenbar deshalb, weil die Strukturen 2ⁿ und 2ⁿ⁺¹ auch bei ihnen

noch gut zusammenpassen, ja, wie die Beobachtung lehrt, sogar besser als bei 200 und 400.

Oktaven (und auch andere Konsonanzen) müssen, um optimal zu erscheinen, im Zusammenklang ein wenig, in der Sukzession recht erheblich vergrößert werden. Die geforderte Verstimmung des einfachen Frequenzverhältnisses nimmt mit der Erweiterung des Intervalls und der Erhöhung der Frequenz zu¹⁾. Die bisher ganz unerklärte Tatsache hat vielleicht ihr Analogon in der „Überschätzung ausgefüllter Strecken“: eine Punktereihe erscheint länger als der Abstand der isolierten Endpunkte.

.....

Auch eine Klopfreihe erscheint, bei objektiv gleichem Tempo, langsamer in Sechzehnteln als in Vierteln und man hat bei der Ausführung die Tendenz, mit der Untergliederung auch das Tempo zunehmen zu lassen. So mag auch die stärkere Untergliederung der höheren Oktaven wie eine Verlängerung der Perioden wirken und eine scheinbare Vertiefung des Oktavtones und damit eine scheinbare Verengung des Intervalls zur Folge haben; und dies um so mehr, je fester der Zusammenhang der Töne, also je größer die Tonverwandtschaft oder die Konsonanz ist²⁾.

Wie kleine Verstimnungen eben merklich sind, hängt von der Festigkeit des Strukturzusammenhanges ab: die Schwelle ist höher, die Empfindlichkeit für Verstimnungen also geringer, bei Simultan- als bei Sukzessiv-Tonpaaren³⁾ (wie auf anderen Gebieten auch); höher bei obertonreichen Klängen als bei einfachen Tönen⁴⁾; höher bei vollkommenerer als bei geringerer Konsonanz⁵⁾; höher bei Drei- und Mehrklängen als bei Zweiklängen.

Wie bei Tonfolgen ist auch bei Zusammenklängen das auf der Helligkeit beruhende Moment (Klangbreite s. o. S. 708) von dem auf der Tonigkeit beruhenden (Konsonanz) schwer zu trennen. Daher sind die Schwellen immer von beiden zugleich bestimmt — eine Trennung war in den bisherigen Versuchen nicht angestrebt —, und man kann nur vermuten, daß die Breite — wie die Distanz bei Tonfolgen und die Helligkeit bei Einzeltönen — das feinere Kriterium ist und als solches unwillkürlich bevorzugt wird, wenn nach kleinsten Unterschieden gefragt ist, und daß die Breite um so reiner wirksam ist, je weniger ausgeprägt die Konsonanz ist. Hierauf dürften denn auch die erwähnten Unterschiede der Schwellen größtenteils beruhen. Es kommt aber noch ein dritter Faktor hinzu: die musikalische Erfahrung. Die Festlegung bestimmter Töne auf Musikinstrumenten, die hierdurch erst geschaffene praktische Bevorzugung bestimmter Intervalle (außer Oktaven, Quinten und Quartan) führt zu benannten Begriffen⁶⁾ („c“, „große Terz“). Um solche handelt es sich beim „absoluten Tonbewußtsein“ und beim „Intervallbewußtsein“. Man kann dann untersuchen, um wieviel ein „a“ von 435 Schwingungen erhöht werden darf, ohne als „ais“, um wieviel eine „kleine Terz“ in der Sukzession oder im Zusammenklang vergrößert werden kann, ohne als „große“ zu erscheinen. Solche „historische Qualitäten“ (STUMPF) erweisen sich nun als außerordentlich dehnbar, von der Versuchsanordnung, der Einstellung und natürlich den individuellen Bedingungen in hohem Maße abhängig. (Man kann z. B. einen objektiv großen u. U. noch als „kleinen Terzschrift“, einen Tritonus noch als „Quarte“ hören.)

Musikalische Beobachter werden auch bei Versuchen, die auf andere Probleme gerichtet sind, sich schwer von ihren Gewohnheiten ganz frei machen können. Für Geiger ist z. B. die reine Quinte 2 : 3 auch die beste⁷⁾.

¹⁾ STUMPF, C.: Beitr. H. 2, S. 125 ff. — MALTZEW, C. v.: Zeitschr. f. Psychol. Bd. 64, S. 213 ff. 1913. — KÖHLER, W.: Ak. Unt. III, S. 3 f.

²⁾ STUMPF, C. u. M. MEYER: Beitr. H. 2, S. 130.

³⁾ STUMPF, C.: Beitr. H. 1, S. 55; H. 2, S. 129.

⁴⁾ STUMPF, C. u. M. MEYER: Beitr. H. 2, S. 131.

⁵⁾ Damit sind hier selbstverständlich nicht logische Kategorien, sondern Bewußtseins-tatsachen gemeint, deren psychologische Analyse hier nicht gegeben werden kann.

⁶⁾ STUMPF, C.: Beitr. H. 2, S. 127.

Es ist natürlich möglich, die Zahl der durch Erfahrung und Übung festgelegten Begriffe zu vermehren. Wenn die jüngsten Bestrebungen, unser Ton-system zu einem 24-stufigen auszubilden, sich durchsetzen sollten, so werden neue Töne, wie „+c“, und neue Intervalle, wie die „neutrale Terz“, zum Bestande des musikalischen Bewußtseins gehören und die alten Begriffe ihren Umfang entsprechend einschränken.

Das Erkennen von Tönen und Intervallen wird durch ihre Namen zwar erleichtert, nicht aber erst ermöglicht. Es könnte jemand z. B. die Einrichtung einer Klaviatur ohne die Ton- und Intervallnamen kennen und an den Tasten zeigen, was ihm vorgesungen worden ist.

Noch eine andere Erscheinungsweise der Mehrklänge ist mit der musikalischen Praxis und daher mit dem wechselnden Schicksal und der Entwicklungsgeschichte der Kulturen verbunden. Die Reihenfolge der Konsonanzgrade zwar ist seit dem Altertum dieselbe geblieben und würde sich wahrscheinlich bei allen Menschen, soweit sie geprüft werden kann, als gleich herausstellen. Die relative Einfachheit der Strukturen ist eine rein naturwissenschaftliche Tatsache wie die Ordnung der Töne nach ihrer Helligkeit. Nicht so die absolute Einfachheit der Strukturen: was für besser Vorbereitete noch leicht faßlich und überschaubar, ist anderen verworren, chaotisch, unfaßbar; was diese reich, dünt jene schal. So ist dem jüngeren Europa die Oktave und Quinte leer, flach, dürtig und wesenlos geworden, für die Söhne schon ist eine Dissonanz milde, die den Vätern noch gepfeffert war. Diese Erscheinungsweisen sind nicht aufzulösen in die Gefühlswirkungen, die sie haben können. Auch die Jüngsten verteilen in ihrer Kunst Licht und Schatten, Weichheit und Härte, Süße und Bitterkeit. Nur brauchen sie einen anderen Ausschnitt der für alle gleichermaßen abgestuften Reihe. Unsere sanftesten Klänge würden einem unserer Vorfäter nicht munden, selbst wenn sein Geschmack mehr Schärfe verlangen würde als der unsere.

Historisch-Kritisches.

Eine ausführliche kritische Auseinandersetzung mit den Konsonanztheorien auch nur des letzten halben Jahrhunderts ist hier nicht möglich. Die Theorie, die vorläufig zu skizzieren versucht wurde, hat vieles Gemeinsame mit älteren Anschauungen, und indem wir dieses herausstellen, werden ihre wesentlichen Züge zugleich mit denen der Grundlagen, auf denen sie weiterbaut, schärfer hervortreten. Die einzige Hypothese, die sie aufstellt, hatte sich ergeben aus gestalttheoretischer¹⁾ Betrachtung der spezifisch musikalischen Eigenschaft akustischer Erscheinungen, der Tonigkeit. Hieraus folgte zwanglos eine Theorie der Tonfolgen und weiter der Zusammenklänge. Durch diesen Entwicklungsgang entfielen von selbst die Schwierigkeiten und Bedenken, die aus der Priorität der einstimmigen Musik den Theorien erwachsen, die von den Konsonanzerscheinungen ausgehen, und die selbst STUMPF²⁾ nicht beseitigt hat. Die Grundhypothese ordnet zugleich die akustischen Erscheinungen in den großen Kreis psychologischer, physiologischer und physikalischer Tatsachen ein, die durch die Anwendung des Strukturbegriffs in ihrem Wesen und ihren Gesetzmäßigkeiten verständlicher geworden sind. Dadurch können auch Probleme, die im Akustischen vielleicht schwer oder überhaupt nicht experimentell lösbar sind, durch Untersuchungen auf anderen Gebieten Aufklärung empfangen.

1. Den engsten Zusammenhang hat die Strukturtheorie der Konsonanz mit der *Verschmelzungstheorie* STUMPFs. Ja, der Begriff des „Zusammenpassens“

¹⁾ KÖHLER, W.: Die physischen Gestalten. 1920. — WERTHEIMER, M.: Psychol. Forsch. Bd. 1, S. 47 ff. 1922; Bd. 4, S. 301 ff. 1923; Drei Abhandlungen z. Gestalttheorie 1925. — KOFFKA, K.: Psychol. bull. Bd. 19, S. 531 ff. 1922; Psychologie im Lehrb. d. Philos., hrsg. von M. DESSON, 1925.

²⁾ STUMPF, C.: Beitr. H. 1, S. 55 ff.

scheint mir geradezu mit dem der „Verschmelzung“ zusammenzufallen, der freilich häufig mißverstanden worden ist. (Um die Verwirrung nicht zu steigern, habe ich den Ausdruck bisher vermieden.) STUMPF definiert einerseits Verschmelzung „als das Verknüpftsein zweier Empfindungsinhalte zu einem Ganzen oder als Einheitlichkeit, als Annäherung des Zweiklangs an den Einklang“¹⁾ und hält sie für die wesentliche Grundlage der Konsonanz, betont aber andererseits wiederholt, daß wir Konsonanz *nur* da (unmittelbar) feststellen, wo die konsonierenden, verschmolzenen Töne deutlich auseinandergehalten werden. Die Schwierigkeit oder — bei Unmusikalischen — die Unmöglichkeit der Unterscheidung ist eine *Wirkung* der Verschmelzung, nicht diese selbst; sie kann dazu dienen, die Konsonanzgrade mittelbar festzustellen (vgl. o. S. 718). Da aber die Unterscheidbarkeit, wie STUMPF ebenfalls öfters hervorhebt, noch von mehreren anderen Faktoren — dem Helligkeitsunterschied, dem Stärkeverhältnis usw. — abhängt, ist sie ein weniger eindeutiges Kriterium als das Zusammenpassen, und es ist begreiflich, daß dieses z. T. andere Ergebnisse liefert als jenes²⁾. Die Verschmelzung hängt nicht unmittelbar vom Frequenzverhältnis der Reize ab, sondern von den Parallelvorgängen der Erscheinungen im Gehirn³⁾. Die Zurückführung der (phänomenalen und funktionellen) Verschmelzung auf entsprechende Modifikationen des zentralphysiologischen Geschehens ist eine Forderung, für deren Erfüllung Analogien aus Nachbargebieten hilfreich sein können⁴⁾.

Hier oben setzt die Strukturhypothese ein. Die aus ihr fließenden Folgerungen führen in mehreren Richtungen über die Verschmelzungslehre hinaus, und zwar gerade da, wo sie Bedenken erregt hat (die z. T. freilich mit den Mißverständnissen, denen sie entsprungen waren, beseitigt werden konnten).

So ist die Konsonanzerscheinung nicht auf Zweiklänge beschränkt, denn auch drei oder mehr Töne können besser oder schlechter zusammenpassen, mehr zusammen- oder auseinanderklingen, ein mehr oder weniger einheitliches Ganze bilden. Ein Dreiklang ist nicht gleich der Summe dreier Zweiklänge mit denselben Konsonanzgraden, die sie isoliert hätten, vielmehr ein neues Gebilde mit seinem eigenen Konsonanzgrad und kann hinsichtlich dieses mit anderen Mehrklängen verglichen werden. Der Konsonanzgrad eines Dreiklanges ist auch nicht irgendwie das Ergebnis, etwa der Durchschnitt, der Konsonanzgrade jener Zweiklänge, die man bei analytischem Verhalten aus ihm heraushören (und dann bis zu einem gewissen Grad auf ihre eigene Konsonanz prüfen) kann: der Dreiklang *c—e—as* in temperierter Stimmung (*as = gis*) ist nicht nur bei Beziehung auf die musikalische Erfahrung, sondern als reine unmittelbare Erscheinung dissonanter als die große Terz (*c—e, e—gis*) und die kleine Sext (*c—as*)⁵⁾. Auch bleibt phänomenal der Konsonanzgrad von *c—e* nicht notwendig unverändert, wenn *gis* hinzutritt⁶⁾, denn es kann sich die Struktur von *c—e* — auch physiologisch — unter dem Einfluß der neuen Bedingung ändern, und sie wird sich um so leichter ändern, je günstiger die Umstände solehem Einfluß sind. Zu diesen Milieubedingungen gehört in erster Linie der musikalische Zusammenhang, und auch die frappanten Umschläge der Erscheinungsweise, die er bewirkt (z. B. bei „enharmonischen Verwechslungen“), müssen im Physiologischen ihre Grundlage haben.

Hinzutreten oder Wegfall von Tönen setzt strenggenommen in jedem Fall neue Bedingungen, und insofern haben auch Ober- und Kombinationstöne Einfluß auf den Kon-

sonanzgrad¹⁾. Man kann nicht eigentlich sagen, ein Zweiklang aus einfachen Tönen werde im Zusammensein mit anderen verändert, noch weniger, er bleibe unverändert; sondern aus dem Zweiklang wird eben ein Mehrklang, dessen Konsonanz durch alle beteiligten Strukturen und ihr Zusammenpassen zu *einem* Ganzen bestimmt ist.

In der Möglichkeit verschiedener Strukturbildungen bei gleicher physikalischer Gegebenheit wurzelt auch die Möglichkeit verschiedener „Auffassung“, auch schon im Melodischen. Der Zusammenhang und die musikalische Erfahrung begünstigen eine bestimmte Auffassung — können sie u. U. geradezu erzwingen —, und so begünstigt auch die Isolierung eine bestimmte Strukturbildung (bei Tönen z. B. die „tonische“ Gliederung nach 2ⁿ). Von der Änderung der Struktur der *Art* nach ist streng zu scheiden die der *Prägnanz*, die ebenfalls vom Zusammenhang, aber außerdem von einer Reihe von Faktoren abhängt, die die Strukturart (z. B. den Konsonanzgrad) nicht beeinflussen: so die absolute und relative Stärke und Dauer, (extreme) Frequenzlage, die Klangfarbe (s. o. S. 719), die Verteilung der Reize auf die beiden Ohren (dichotisches Hören), vor allem aber die Anlage des Hörers. Manche Einwände gegen die STUMPFsche Verschmelzungslehre²⁾ lösen sich von selbst auf, wenn man diese Verschiedenheit der „Dimensionen“ bedenkt³⁾.

2. Die Strukturhypothese steht ferner den sog. *Rhythmustheorien* der Konsonanz [LIPPS⁴⁾ u. a.⁵⁾] nahe. Sie würde sogar diesen Namen eher verdienen, insofern sie Zeitgestalten mit hierarchischer Gliederung zur Grundlage nimmt, während LIPPS (wie viele andere) schon die regelmäßige Periodizität von Schwingungen Rhythmus nennt. Nach seiner Lehre sind nur die Schwingungsmaxima physiologisch wirksam, die zentralen Vorgänge also diskontinuierlich, und die Konsonanz ist durch das periodische Zusammenfallen der Impulse bedingt. Rhythmus im engeren Sinne (Gestaltung durch Differenzierung der Reihenglieder in mehr und weniger betonte) würde also erst bei Mehrklängen zustande kommen, und die Betonungen würden durch Summation der zusammenfallenden Impulse, also durch Verstärkungen gegeben sein. Periodische Verstärkungen sind aber als Schwebungen oder Rauigkeit hörbar, wenn ihre Frequenz nicht zu hoch ist. Die Oktave aus (nicht allzu tiefen) einfachen Tönen ist aber vollkommen glatt. Soll es sich nur um unmerkliche, unbewußte Schwebungen handeln, so bleibt die Paradoxie, daß der Konsonanzgrad mit ihrer Frequenz zu- und abnimmt wie (nach HELMHOLTZ) der Dissonanzgrad mit der Rauigkeit der hörbaren Schwebungen — selbst die bloße Analogie mit den Erscheinungen versagt. Zudem fallen, wie STUMPF angewendet hat, die Impulse nur bei Phasengleichheit zusammen; bei jeder Phasenverschiebung verschwinden die Betonungen, und es ergibt sich eine ungliederte Reihe.

Indessen ist diese — auch physikalisch und physiologisch undurchführbare — Annahme einer Diskontinuität für die rhythmische Gliederung nicht nötig, und LIPPS selbst hat sie später aufgegeben. Mit ihr entfallen die hauptsächlichsten Bedenken, und es bleibt als Grundlage der Konsonanz das Zusammengehen von rhythmischen Teilstrukturen zu einheitlichen Gesamtstrukturen, das LIPPS

¹⁾ PETERSON, J.: A functional view of consonance. Psychol. review Bd. 32, S. 17. 1925.

²⁾ Z. B. gegen den Satz von der Irrelevanz der Stärke; Beitr. H. 2, S. 9.

³⁾ Wie mir Herr Geheimrat STUMPF mitteilt, ist er selbst seit 1917 zu einer veränderten Fassung seiner Tonlehre übergegangen, die sich in manchen Punkten mit der oben dargelegten berührt, besonders indem sie die Begründung der Konsonanz auf Verschmelzung aufgibt.

⁴⁾ LIPPS, TH.: Psychol. Stud. Bd. 1, S. 92 ff. 1885; Bd. 2, S. 115 ff. 1905; Zeitschr. f. Psychol. Bd. 27, S. 225. 1902.

⁵⁾ Vgl. STUMPF: Beitr. H. 1, S. 23 ff. — Die Theorien, die Konsonanz auf einfache Frequenzverhältnisse zurückführen, ohne den Zusammenhang tiefer zu begründen, können hier übergangen werden. Vgl. STUMPF: Beitr. H. 1, S. 19 ff. (LEIBNIZ, EULER); MAX MEYER: Psychol. review Bd. 7, S. 241. 1900; Univ. of Missouri Studies Bd. 1, S. 1. 1901; Americ. Journ. of psychol. Bd. 14, S. 192. 1903.

¹⁾ STUMPF, C.: Beitr. H. 1, S. 44.

²⁾ MALMBERG, C. F.: Perception of Consonance and Dissonance. Psychol. Mon. Bd. 25, Nr. 2, S. 93. 1918. — PRATT, C. C.: Some Qualitative Aspects of Bitonal Complexes. Americ. Journ. of psychol. Bd. 32, S. 490. 1921.

³⁾ STUMPF, C.: Beitr. H. 6, S. 120.

⁴⁾ STUMPF, C.: Beitr. H. 1, S. 50 ff.

⁵⁾ STUMPF, C.: Beitr. H. 6, S. 139 ff.

⁶⁾ STUMPF, C.: Beitr. H. 6, S. 123 passim.

offenbar als Kern seiner Lehre im Sinne hatte. Er gelangte denn auch z. T. zu ähnlichen Folgerungen, wie sie sich oben aus der Strukturtheorie ergaben, z. B. hinsichtlich der „Tonika“, der „Doppelbedeutung“ der Quart usw.

Die Einflußlosigkeit der Phasenverschiebung folgt daraus, daß die Glieder der (Teil-)Strukturen durch beliebige (gleiche) Phasen begrenzt sein können ohne Änderung des Strukturprinzips (S. 715). Die Konsonanz ist gegeben durch das Zusammenpassen der Teilstrukturen *als Ganze*. Daß die zentralen Verläufe ohne Superposition zusammen bestehen (S. 713), ist eine Tatsache, mit der man rechnen muß bei den Vorstellungen, die man sich von dem nervösen Geschehen bildet. Diese dürfen nicht einseitig vom Physikalischen — „von außen“ —, sondern müssen zugleich vom beobachtbaren Phänomenalen — „von innen“ — ausgehen. Dann, aber auch nur dann, wird der Vorwurf, dem Unbewußten könnten freilich beliebige Fähigkeiten zugeschrieben werden, ebenso unberechtigt wie der, es würden beliebig erfundene „physikalische Bilder“ an die Stelle kontrollierbarer psychischer Tatsachen gesetzt. Die Annahme physiologischer — also unbewußter — Strukturen, die den phänomenalen Rhythmen analog sind, schließt Unterschiede zwischen beiden Arten nicht aus. Sind doch schon die in Frage kommenden Zeiten von ganz verschiedener Größenordnung. Offenbar können die Mikrorhythmen *als solche* gar nicht wahrnehmbar sein; das besagt aber nicht, daß sie auch physiologisch nicht vorhanden sein und nicht in anderer Weise (eben als Tonigkeit) in die Erscheinung treten könnten. Wir hören ja auch nicht periodische Vorgänge und ihre Frequenz, sondern Schälle von bestimmter Helligkeit. Mag daher auch bei akustischen, optischen und motorischen Rhythmen das Zusammen von Duolen und Triolen schon schwer faßbar sein¹⁾, so können doch analog gebaute Mikrorhythmen eine sehr vollkommene Konsonanz ergeben, vielleicht gerade weil die in so kleine Zeiträume zusammengedrängten Glieder sich um so fester zusammenschließen²⁾.

Die Bestimmung der zeitlichen Konstanten der Nervenvorgänge dürfte hier noch weiter führen. Es ist zum mindesten auffällig, daß die Schwingungsdauer des tiefsten hörbaren Tones (etwa 16 p. s.) mit der Zeit (etwa 60 s) zusammenfällt, die — wie es scheint auf allen Sinnesgebieten — die untere Grenze des (deutlichen) phänomenalen Nacheinander bezeichnet (Sukzessionsschwelle).

3. Die HELMHOLTZsche Lehre, daß *Schwebungen* die Ursache der Dissonanzerscheinungen seien, hat STUMPF mit zwingenden Argumenten widerlegt: Es gibt (künstliche) Schwebungen ohne Dissonanz und schärfste Dissonanz ohne Schwebungen [bei passend zusammengestellten Mehrklängen aus einfachen Tönen, bei verteilten Gabeln, bei Diaplakusis, in der Vorstellung³⁾]. Bei geringer Verstimmung des Einklanges hört man nur *einen* Ton und kann die Tonmehrheit — eben aus den Schwebungen — nur erschließen. Aber das Ganze klingt doch nicht so einheitlich wie ein Einzelton, sondern verworren und in dieser Hinsicht einem, wenn auch schwebungsfreien, dissonanten Mehrklang ähnlich. So gibt der durch die Schwebungen bedingte Eindruck der Mehrheitlichkeit immerhin ein mittelbares Kriterium der Dissonanz — ähnlich wie die phänomenale Einheit ein solches der Konsonanz —, aber ein sehr unzuverlässiges und grobes.

Die Frage nach Glätte oder Rauigkeit führt infolgedessen zu einer anderen Rangordnung der Zweiklänge als die nach Zusammenpassen, Verschmelzung, Einfachheit oder Einsheit (Unanalysierbarkeit), einer Rangordnung, die überdies dem musikalischen Bewußtsein widerspricht. Nur die Extreme — Oktave, Halbton — behalten ihre Stellung, die Quinte

¹⁾ Einwand STUMPFs gegen LIPPS: Beitr. H. 1, S. 27. — KRÜGER, F.: Arch. . d. ges. Psychol. Bd. 1, S. 218 ff. 1903.

²⁾ Vgl. LIPPS: Psychol. Stud. Bd. 1, S. 96 f. 1885.

³⁾ STUMPF, C.: Beitr. H. 1, S. 4 ff.

aber erscheint u. U. rauher als die große Sext, die kleine Terz rückt vollends zu den Dissonanzen⁴⁾.

Eine verwandte Fragestellung, die auch eine ähnliche Reihe ergibt, ist die nach der Ähnlichkeit des Gesamteindruckes mit einem reinen Sinuston. Sie ist bei den vollkommensten Konsonanzen fraglos größer als bei den Dissonanzen. Die „Reinheit“ ist sozusagen das phänomenale Gegenstück (aber nicht ein Gegensatz!) zu der Mehrheitlichkeit schwebender Zusammenklänge, wie diese ein mittelbares Kriterium — sie ist eine Wirkung des Zusammenpassens, nicht dieses selbst — und zur Bestimmung der Konsonanz ebenso untauglich: ein obertonfreier Einzelton würde hier „ex definitione“ zur vollkommensten Konsonanz wie dort ein knatterndes Geräusch zur schärfsten Dissonanz. Die Grade der Konsonanz, nicht nur ihre Ausgeprägtheit, würden abhängig von Klangfarbe und Intensität.

Auf die Reinheit als phänomenales Merkmal führen alle Theorien, die das Wesen der Konsonanz — oder doch ihre wesentliche Bedingung — im *Zusammenfallen von Teiltönen* [HELMHOLTZ⁵⁾] oder *Differenztönen* [KRÜGER³⁾] und der damit verbundenen Freiheit von Schwebungen sehen. Der resultierende Gesamtklang ist um so ärmer, steht also schon physikalisch dem einfachen Ton um so näher, je mehr Komponenten den Einzelklängen gemeinsam sind. Auch dies ist schließlich eine Art von Zusammenpassen: die Hinzufügung des Oktavklanges, der im Grundklang schon vollständig „enthalten“ ist, stört nicht die vorhandene Ordnung. Nimmt man aber Klänge gedackter Rohre, die nur ungeradzahlige Teiltöne enthalten, so fallen alle Teiltöne des Oktavklanges in die Lücken zwischen den Teiltönen des Grundklanges; dagegen würde hier der Duodezimplklang nichts Neues zum Grundklang hinzubringen, also konsonanter sein als die Oktave, die ja — von der Schwebungsfreiheit abgesehen — zu den Dissonanzen rechnen müßte⁴⁾. Zu derselben Paradoxie gelangt man, wenn man die Ähnlichkeit von Oktavklängen im Sukzessivvergleich mit HELMHOLTZ auf gemeinsame gleiche Teilfrequenzen zurückführt („Klangverwandtschaft“). Auf Gleichheit der Elemente ist allenfalls (wenn auch nicht restlos und nur unter den oben S. 706 besprochenen Einschränkungen) die Ähnlichkeit von Klangfarben zurückzuführen, indem die Teiltöne mit ihren Helligkeits- und Vokalitätsvalenzen zur Gesamthelligkeit und -farbe beitragen. Mit diesen Momenten hat aber die Oktavähnlichkeit gerade nichts zu tun: die Helligkeiten der Oktavtöne sind sich sehr unähnlich, die Vokalitäten wesentlich verschieden. Die mit der Klangverwandtschaft gemeinte Ähnlichkeit aber betrifft die Tonigkeit. Diese Ähnlichkeit läßt sich offenbar ebensowenig wie die Konsonanz auf gleiche Teile begründen, und oben diese Unmöglichkeit weist nachdrücklich darauf hin, daß es sich nur um Ähnlichkeit von Strukturen handeln kann. Ein gleichseitiges Dreieck wird einem Quadrat dadurch nicht ähnlicher, daß beide gleich lange Seiten haben, also aus „denselben Elementen“ aufgebaut sind. Mit der HELMHOLTZschen Theorie der Konsonanz — und aus denselben Gründen — muß also auch seine Lehre von der Klangverwandtschaft fallen. Für die Ähnlichkeit von einfachen Oktavtönen kann man sich ebensowenig wie für ihre Konsonanz im Zusammenklang auf Erfahrungen an

⁴⁾ MALMBERG, C. F.: Perception of Consonance and Dissonance. Psychol. Mon. Bd. 25, Nr. 2, S. 93. 1918. — PRATT, C. C.: Some Qualitative Aspects of Bitonal Complexes. Americ. Journ. of psychol. Bd. 32, S. 490. 1921.

⁵⁾ v. HELMHOLTZ: Tonempf., 10. Abschn.

³⁾ KRÜGER, F.: Beobachtungen an Zweiklängen. Wundts Philos. Stud. Bd. 16, S. 307 ff. 1900; Theorie der Kombinationstöne. Ebenda Bd. 17, S. 186 ff. 1901; vgl. ferner F. KRÜGER: Differenztöne und Konsonanz. Arch. f. d. ges. Psychol. Bd. 1, S. 205 ff.; Bd. 2, S. 1 ff. 1903; Theorie der Konsonanz. Wundts Psychol. Stud. Bd. 1, S. 305 ff.; Bd. 2, S. 205 ff.; Bd. 4, S. 201 ff. 1908; Bd. 5, S. 294 ff. 1910.

¹⁾ Vgl. auch v. HELMHOLTZ: Tonempf., S. 346 f.

Klängen berufen, so sehr diese auch überwiegen, noch auf Übertragung solcher Erfahrungen auf die Wahrnehmungen an einfachen Tönen durch das „Gedächtnis“. Aber auch die Tonverwandtschaft bildet sich nicht erst sekundär durch Konsonanzwahrnehmungen an Mehrklängen heraus. Die Konsonanz ist nicht die Ursache der Verwandtschaft, diese nicht die Ursache jener, sondern beide wurzeln in demselben Mutterboden: den Strukturen, denen die Tonigkeit, die Eigentümlichkeiten von Tonfolgen und Mehrklängen, kurzum alle „musikalischen“ Erscheinungen des Gehörsinns ihr Dasein verdanken.

Lautheit.

Wird eine Stimmgabel durch ein fallendes Pendel angeschlagen, so wächst mit dessen Fallhöhe die Weite der Zinkenschwingung, und der Ton wird, bei (annähernd) gleichbleibender Farbe, Helligkeit, Vokalität und Tonigkeit, *lauter*. Läßt man die stark angeschlagene Gabel ausklingen, so wird der Ton mit abnehmender Schwingungsweite *leiser* und verschwindet endlich ganz. Die hier hervortretende Eigenschaft der Schallerscheinungen hat manches mit der Helligkeit gemein: sie bildet ein eindimensionales Kontinuum, das, in der einen Richtung durchlaufen, als Steigerung erscheint; sie geht einer Variablen des Reizes — der Amplitude, wie die Helligkeit der Frequenz — parallel; sie ist nicht dem Hören allein eigentümlich, sondern hat ihre Entsprechungen in der Veränderungsweise anderer sinnlicher Erscheinungen, die wir gemeinlich „Intensität“ nennen.

Was so zu nennen ist, ist bei den „niederen“ Sinnen, mit Ausnahme etwa des Temperatursinnes, kaum fraglich, ein um so schwierigeres Problem dagegen beim Gesichtssinn. Die immer noch verbreitete Gleichsetzung von optischer Stärke und Helligkeit ist phänomenologisch unhaltbar¹⁾. [Namentlich Physiker²⁾ neigen zu dem Schluß: „Gleiche Ursachen, gleiche Wirkungen“, ohne zu bedenken, daß Schall- und Lichtschwingungen, ihre Amplituden und Frequenzen, auf verschiedene Organe sehr verschieden wirken können und daß von der Peripherie zur Rinde noch ein langer Weg ist.] Schon die Vergleichbarkeit akustischer und optischer Helligkeit (S. 707) zwingt zu einer Scheidung von Helligkeit und Stärke auch bei den Seherscheinungen.

Mit der Lautheit steigt, wie mit der Helligkeit, Schärfe usw., die Tendenz eines Schalles, vor anderen hervorzutreten, sie in den Hintergrund zu drängen und selbst Figur zu werden (S. 702). Diese funktionelle Wirksamkeit — der „Wirkungsgrad“ — macht sich an der Erscheinung als „Eindringlichkeit“ bemerkbar. Da diese einerseits der Lautheit parallel geht, andererseits aber nicht von ihr allein abhängig ist, ist „reine“ Lautheit nie unmittelbar zu beobachten³⁾. So ist die absolute Schwelle, d. h. der Energiebetrag des Reizes, bei dem ein Schall eben hörbar oder unhörbar wird, nicht niedriger bei beidohrigem als bei einohrigem Hören⁴⁾. Bei geringsten Unterschieden ist es oft unmöglich zu entscheiden, ob sie der Lautheit, der Helligkeit oder der Schallfarbe zugehören. Daraus ergibt sich die technisch meist sehr schwer erfüllbare Forderung, bei Messung der Unterschiedsempfindlichkeit die nicht zur Untersuchung gestellten Faktoren konstant zu halten.

Zudem ist die Lautheit nicht von der Schwingungsamplitude allein abhängig: sie variiert bei gleichbleibender Amplitude mit der Frequenz. Die naheliegende

¹⁾ STUMPF, C.: Die Attribute der Gesichtsempfindungen. Berlin. Ber. 1917, phil.-hist. Kl., Nr. 8.

²⁾ AUERBACH, F.: Tonkunst und bildende Kunst. 1924.

³⁾ WERNER, H.: Grundfragen der Intensitätspsychologie. Zeitschr. f. Psychol., Erg.-Bd. 10, S. 18 ff. 1922.

⁴⁾ STUMPF, C.: Tps. II, S. 430 ff., bes. S. 439. — v. HORNBOSTEL: Psychol. Forsch. Bd. 4, S. 85 f. 1923 (Versuch 20; den vorhergehenden Versuch 19 bitte ich zu streichen, er beruht auf einer Täuschung, wie sie bei Vers. 21 erwähnt wird). — POHLMAN, A. G. u. F. W. KRANZ: Proc. of the soc. f. exp. biol. a. med. Bd. 21, S. 335. 1924.

Annahme, daß es nicht auf die Amplitude, sondern auf die Energie ankomme, läßt sich nicht durchführen, denn die Schwellenenergie hat ein Minimum bei etwa 3000 Schwingungen und steigt von da nach beiden Enden des hörbaren Frequenzbereiches¹⁾. Die gleiche Beziehung zwischen Reizenergie, Frequenz und Lautheit scheint auch für überschwellige Töne zu gelten.

Die Schwierigkeit, qualitativ verschiedene Töne hinsichtlich ihrer Lautheit zu vergleichen, hat neuerdings MCKENZIE²⁾ durch ein indirektes Verfahren überwunden, das der Flimmerphotometrie nachgebildet ist: Vergleichs- und Normalreiz werden in schnellem Wechsel gereiht geboten, und es wird auf Ebenmäßigkeit der Reihe eingestellt.

Gleiche Lautheit entspricht danach bei jeder Frequenz dem gleichen Vielfachen der Schwellenenergie bei eben dieser Frequenz. Dieser Satz folgt auch aus dem FEGNERSchen Gesetz, wonach die Lautheit eine logarithmische Funktion der Reizstärke ist; dieses Gesetz ist damit, trotz allem, was sich gegen seine theoretische Ableitung einwenden läßt, experimentell als tatsächlich gültig erwiesen.

Auch das WEBERSche Gesetz hat sich, wenigstens für mittlere Frequenzen und Intensitäten, bestätigt: für eine ebenmerkliche Änderung der Lautheit ist Änderung der Reizstärke um einen konstanten Bruchteil nötig³⁾. Hier tritt, wie bei Reizfolgen überhaupt, noch ein weiterer Faktor ins Spiel: die Zwischenzeit. Das Nacheinander zweier Lautheiten ist — wie das zweier Helligkeiten oder Tonigkeiten — ein Schritt: ein Steigen, Fallen oder Ebengehen. Der erste Schall setzt ein Niveau, von dem der zweite sich abhebt. Dieses Niveau nun — physiologisch: eine „stille Spur“ — sinkt während der ersten Sekunden seines Bestehens, und so erscheint z. B. ein aufsteigender Schritt — die Zunahme der Lautheit — größer bei längerer Zwischenpause. Bei wiederholtem Hören aber geht die Erscheinung zurück — die sich überlagernden Spuren wirken, auch noch nach Tagen, dem Absinken des Niveaus entgegen⁴⁾.

Nicht minder als durch die Vorgeschichte wird die Lautheit eines Schalles durch das Zusammensein mit anderen beeinflußt. Ein aus einem Klang oder Mehrklang herausgehörter Teilton erscheint immer leiser als der isoliert gegebene Ton von gleicher physikalischer Stärke⁵⁾. Offenbar wird ein Teil der Gesamtenergie — wo nichts „herausgehört“ wird, die ganze — für den physiologischen Gesamtprozeß verbraucht, der sich phänomenal als Schall- (oder Akkord-) Farbe kundgibt⁶⁾. Man hat auch den Eindruck, als ob ein zu einem anderen Ton, Klang oder Mehrklang hinzugefügter Ton in jenem untertauche und als ob ein herausgehörter Teilton nur zu einem Teil aus der Klangmasse hervorkomme. Wieviel — auch bei größter Anstrengung — herausgehört werden kann, hängt von den Intensitäts- und Frequenzverhältnissen, in hohem Grade aber auch vom Hörer ab. Im allgemeinen werden hohe von tiefen Tönen leichter und mehr verschluckt als umgekehrt⁷⁾. Konsonanz begünstigt die Verschmelzung. Beide Momente, zusammenwirkend, lassen leicht in einem Oktavenzweiklang den höheren Ton im Gesamtklang untergehen⁸⁾. Es ist anzunehmen, daß die Einheitlichkeit von Klängen ferner durch bestimmte Intensitätsverteilungen bedingt ist, die — schon im Physiologischen — die Gesamtstruktur festigen

¹⁾ WIEN, M.: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 97, S. 1. 1903. — FLETCHER u. WEGEL: Physical review (2) Bd. 19, S. 533. 1922 u. a. (Vgl. Jahresber. d. Physiol. 1921/22, S. 374.)

²⁾ MCKENZIE: Proc. of the nat. acad. of sciences (U. S. A.) Bd. 8, S. 188. 1922.

³⁾ ZULETZT GUERNSEY: Americ. Journ. of psychol. Bd. 33, S. 554. 1922.

⁴⁾ KÖHLER, W.: Zur Theorie des Sukzessivvergleichs. Psychol. Forsch. Bd. 4, S. 115 bis 175. 1923.

⁵⁾ STUMPF, C.: Tps. Bd. 2, S. 418 ff.

⁶⁾ EBERHARDT, M.: Psychol. Forsch. Bd. 2, S. 346–367. 1922.

⁷⁾ STUMPF, C.: Tps. Bd. 2, S. 227 ff., 421; Beitr. H. 5, S. 141 f. — WEGEL, R. L. u.

C. E. LANE: Physical review Bd. 23, S. 266–285. 1924.

⁸⁾ HELMHOLTZ, H. v.: Tonempfindg., S. 104. — STUMPF, C.: Tps. Bd. 2, S. 352 ff.

und das Heraushören von Teiltönen erschweren oder unmöglich machen. Bei gleichen objektiven Bedingungen (und maximaler Aufmerksamkeit) ist die Lautheit eines herausgehörten Tones für verschiedene Beobachter sehr verschieden, für denselben Beobachter aber konstant; sie ist aber nicht etwa durch die Fähigkeit zu analysieren bestimmt: unter sehr ungünstigen Bedingungen noch etwas herauszuhören, gelingt oft auch denen, denen das Herausgehörte immer sehr viel leiser erscheint als Anderen¹⁾.

Auch ein Mehrklang hat als Ganzes eine bestimmte Lautheit, die sich mit der eines Einzeltones vergleichen läßt. Läßt man auf dem Klavier bei möglichst gleicher Anschlagstärke einen Ton mit einem Vielklang wechseln, so erscheint letzterer zwar voller, aber kaum eigentlich stärker, jedenfalls nicht in dem Maße, als man der Energiezunahme entsprechend erwarten sollte²⁾.

Messende Versuche fehlen allerdings noch. Gleichzeitiger Druck auf mehrere Hautstellen erscheint, bei objektiv gleicher Stärke, stärker als Einzeldruck [der herausanalytisierte Einzeldruck dagegen, wie der Ton im Mehrklang, schwächer als der isoliert gehobene³⁾]. Es ist übrigens auch hier nicht leicht, von den immer mitgegebenen Unterschieden der Fülle und Ausdehnung abzusehen. Das Ohr könnte sich aber tatsächlich anders verhalten als der Drucksinn — klingt doch auch ein Schall zweiohrig nicht lauter als einohrig (s. o.). Unter der Annahme, daß in Mehrklängen ein Teil der Energie für die „Koppelung“ verbraucht wird, kann aus den Messungen von WEGEL und LANE⁴⁾ geschlossen werden, daß zwei gleich starke Töne sich im Zusammenklang gegenseitig um so mehr beeinträchtigen — der Zweiklang dem Einzelton an Lautheit um so weniger überlegen und um so stärker verschmolzen sein wird —, je stärker beide Töne, je niedriger und je weniger verschieden ihre Frequenzen sind, was ja, wenigstens hinsichtlich der Verschmelzung, auch sonstigen Erfahrungen entspricht.

Terminologie.

Die Uneinigkeit in der Benennung, die trotz vielfacher Erörterung dieser Frage⁵⁾ noch immer in der neueren Literatur herrscht, erschwert sehr das Verständnis und läßt Fernstehenden die theoretischen Gegensätze unversöhnlicher erscheinen als sie sind. In der vorstehenden Abhandlung ist Physikalisches (und Physiologisches) von Phänomenalem schon durch die Ausdrücke möglichst scharf geschieden. Daher ist z. B. nur von „Frequenz“, nicht von „Tonhöhe“ einer Schwingung, oder von „Lautheit“, nicht von „Stärke“ einer Erscheinung die Rede. Die Benennung der Erscheinungen und ihrer Eigenschaften wurde möglichst rein deskriptiv und theoriefrei zu halten versucht. Für das Moment, das bei musikalischen Schallarten am deutlichsten hervortritt, der Oktavenähnlichkeit, „Tonverwandtschaft“ und „Konsonanz“ zugrunde liegt, wurde der Ausdruck „Tonigkeit“ eingeführt, da „Tonhöhe“ (KÖHLER) eine andere Seite der Erscheinungen bezeichnet, „musikalische Qualität“ oder „Qualität“ schlechthin (STUMPF, RÉVÉSZ u. a.) theoretisch allzu belastet erschien. (Im Englischen ist „tonality“ bereits eingebürgert, „Tonalität“ ist aber in dem bei uns üblichen musikalischen Sinne auch der Psychologie unentbehrlich.) Phänomenal lassen sich Eigenschaften, die ein Mehr oder Minder — abgesehen von ihrer Ausprägtheit — zulassen, also irgendwie quantitativ abstufbar *erscheinen*, von rein qualitativen unterscheiden; zu jenen gehören Helligkeit, Höhe, Größe, Gewicht, Dichte, Lautheit, Distanz (Schrittweite) und Klangbreite; zu diesen Schallfarbe, Vokalität, Tonigkeit, Intervallfarbe, Akkordfarbe. Davon sind Distanz und Intervallfarbe Eigenschaften von Sukzessiv-, Klangbreite und Akkordfarbe Eigenschaften von Simultangestalten. (Es erscheint zweckmäßig, diese zunächst auch in der Benennung zu unterscheiden.) Wünscht man noch die Gesamteigenschaft der Erscheinung zu benennen, so würde hierfür „Charakter“ gut passen, also: „Schallcharakter“ („Geräusch-, Vokal-, Klang-, Toncharakter“), „Intervallecharakter“, „Akkordcharakter“.

¹⁾ EBERHARDT, M.: Psychol. Forsch. Bd. 2, S. 346—367. 1922.

²⁾ STUMPF, C.: Tps. Bd. 2, S. 423 ff.

³⁾ WERNER, H.: Intensitätspsychologie. Zeitschr. f. Psychol., Erg.-Bd. 10, S. 64. 1922.

⁴⁾ WEGEL, R. L. u. C. E. LANE: Physical review Bd. 23, S. 266—285. 1924.

⁵⁾ Namentlich W. KÖHLER: Ak. Unt. III, S. 181 ff. — STUMPF, Beitr. H. 8, S. 51.

C. Vermittlungssystem des Stoffaustausches.

Band VI: C. I. Blut. Blutkörperchen und Blutfarbstoffe. G. Barkan, H. Fischer, W. Lipschitz, P. Morawitz — Plasma und Serum. E. Adler, A. Fonio, P. Morawitz — Blutgase. J. Liljestrand — Physikalische und physikalisch-chemische Eigenschaften. A. Alder, R. Brinkmann, R. Hüber, Er. Meyer, L. Michaelis, S. Neuschlosz — Blutmenge. W. Griesbach — Blutbildung. M. Askanazy, F. Laquer — Blutkrankheiten. Er. Meyer — Pharmakologie. G. Barkan. — C. II. Lymphsystem. O. Naegeli, C. Oehme, O. Renner.

Band VII: C. III. Blutzirkulation. Vergleichendes. A. Bethé, E. Goeppert — Physiologie und Pathologie des Herzens. L. Asher, H. Dietlen, W. Frey, G. Ganter, E. Goldschmid, R. Hesse, J. G. Mönkeberg †, F. Moritz, J. Rühl, C. J. Rothberger, H. Straub, H. Winterberg, V. v. Weizsäcker — Pharmakologie. B. Kisch — Perikard. L. Brauer — Normale und patholog. Physiol. der Gefäße, des Blutdruckes usw. E. Atzler, A. Fleisch, W. Frey, E. Goldschmid, W. R. Hess, K. Hürthle, F. Kauffmann, B. Kisch, G. Lehmann, F. Noerr, J. Schleier — Pharmakologie. B. Kisch — Lokale Kreislaufstörungen, Gefäßkrankungen usw. B. Fischer, R. Jaffé, V. Schmieden, J. Tannenber.

D. Spezielle Organe und Einrichtungen des Energieumsatzes.

Band VIII: D. I. Mechanische Energie. Protoplasmabewegung usw. J. Spek — Flimmerbewegung. F. Alverdes, E. Gellhorn — Bewegungen bei Pflanzen. H. Sierp, K. Stern. — Muskelphysiologie, Mechanik usw. W. O. Fenn, H. Fühner, K. Hürthle, F. Kälz, S. M. Neuschlosz, O. Riesser, K. Wachholder — Pharmakologie. O. Riesser — Chemismus. G. Embden — Atmung. Thermodynamik und Theorie. O. Meyerhof — Pathologie. F. Jamin, F. Kramer — Allgemeine Gelenkmechanik. E. Fischer u. W. Steinhausen. — D. II. Elektrobiologie. M. Cremer, W. Einthoven, M. Gildemeister, P. Hoffmann, H. Rosenberg, K. Stern. — D. III. Lichtenergie. G. Klein, E. Mangold.

E. Auslösungseinrichtungen.

Band IX: E. I. Reizleitung bei Pflanzen. H. Fitting. — E. II. Nervensystem. Allgemeines. E. Brücke, E. Schmitz. — 1. Neurophysiologie. Ph. Brömser, M. Cremer, W. Fröhlich, R. Hüber, T. Peterfi, H. Winterstein — Degeneration und Regeneration. W. Spielmeier — Elektrodiagnostik. F. Kramer — Pharmakologie. O. Gros. — 2. Zentren. Allgemeine und

vergleichende Physiologie der Zentren. E. Brücke, W. v. Buddenbrock, H. G. Creutzfeldt, A. Fröhlich, A. Kreidl, E. A. Spiegel, W. Spielmeier, W. Steinhausen, J. v. Uexküll, H. Winterstein.

Band X: E. II 2b. Spezielle Physiologie und Pathologie der Zentren der Wirbeltiere. Blutversorgung. K. Hürthle — Bellisches Gesetz. E. Brücke — Reflexgesetze. V. v. Weizsäcker — Lähmung. O. Foerster — Commotio usw. M. Reichardt — Rückenmark. U. Ebbecke, R. Matthai — Medulla. F. H. Lewy — Vierhügel. O. Marburg — Kleinhirn. K. Goldstein — Stammganglien. H. Spatz — Großhirn. Graham Brown, K. Goldstein, W. Wirth — Leitungsbahnen. O. Veraguth — R-flexe. A. Boehme — Pharmakologie. E. P. Pick — Autonomes Nervensystem. A. Fröhlich, E. Spiegel — Trophische Funktionen. H. Fleischacker — Hirnhäute usw. F. Plant — Vergleichend pathologische Physiologie. H. Lecler.

Band XI: E. III. Rezeptoren. Einleitung. V. v. Weizsäcker — 1. Tange-rezeptoren. M. v. Frey, K. Hertel, P. Stark — 2. Thermorezeptoren. A. Goldscheider, K. Hertel, H. Sierp — 3. Problem des Schmerzes. A. Goldscheider — 4. Chemorezeptoren. K. v. Frisch, H. Henning, F. B. Hofmann, W. Magnus, E. v. Skramlik, C. Zaruiko — 5. Labyrinth. a) Akustische Funktion. M. Gildemeister, H. Held, E. M. v. Hornpostel, A. Kreidl, W. Kummel, E. Mangold, H. Rhesse, Teufer, E. Waetzmann — b) Statische Funktion. W. v. Buddenbrock, M. H. Fischer, K. Grahe, A. de Kleijn, W. Kollmer, R. Magnus, Fr. Rohrer — Anhang: Geotropismus. W. v. Buddenbrock, L. Jost — Galvanotropismus. O. Köhler.

Band XII: E. III. 6. Photorezeptoren. Allgemeines und Vergleichendes. R. Hesse, A. Kühn, H. Sierp — b) Linsenaugen. Dioptrischer Apparat. E. Grafe, E. Groothuysen, K. v. Hess †, A. Jess — Retina. R. Dittler, U. Ebbecke, A. Kohlrausch — Licht- und Farbensinn. A. Gelb, R. Hesse, A. Kohlrausch, H. Köllner †, J. v. Kries, A. Kühn, A. Tschermak, F. Weigert — Gesichtsfeld, Augenbewegungen und Sehraum. M. Bartels, A. Bielschowsky, A. Gelb, H. Guillery, K. Koffka, A. Tschermak, W. Uthoff — Anhang: Schutzrichtungen. O. Weiss — Kammerwasser usw. W. Dieter.

F. Schutz- und Angriffseinrichtungen.

Band XIII. E. Bresslau, H. Erhard, F. Flury, Goetzsch, H. Prziham.

G. Reaktionen auf Schädigungen.

Lokale Reaktionen. M. Askanazy, E. Starkenstein — Allgemeine Reaktionen. Immunitätvorgänge. R. Doerr, M. Jacoby,

Siehe auch umstehend.

H. Sachs, H. Schlossberger, P. Uhlenhuth.
— Zelluläre Schutzreaktionen. F. Neufeld.
— Gewöhnung an Gifte. F. Hildebrand,

H. Fortpflanzung, Entwicklung und Wachstum.

Band XIV: H. I. Fortpflanzung. Vergleichendes. U. Gerhardt, E. Korschelt — Befruchtung. E. Godlewsky — Chemisches. H. Stuedel — Kastration, Transplantation von Keimdrüsen, Geschlechtsbestimmung usw. A. Biedl, W. Harms, J. Meisenheimer, B. Romeis, Knud Sand. — Spezielle Verhältnisse der höheren Säuger. Menstruation usw. L. Fraenkel — Schwangerschaft. L. Seitz — Pharmakologie des Uterus. S. Loewe — Geburt. R. Th. v. Jaschke. — Milchdrüse und Säugen. R. Th. v. Jaschke, M. Pfandlner, J. Tillmanns — Menopause. O. Pankow. — Erektion und Ejakulation. A. Weil. — Psychologie des Sexuallebens, Pubertätserscheinungen u. Abweichungen von der Norm. Alfr. Adler, A. Kronfeld, Max Reis, J. Zappert. — H. II. Physiologie und Pathologie der Entwicklung, des Wachstums und der Regeneration. J. Broman, Rhoda Erdmann, B. Fischer, W. Gaza, G. Hertwig, E. Küster, L. Portheim, H. Przibram, R. Rössle.

J. Correlationen.

Band XV. Allgemeines. E. H. Starling — J. I. Bewegung und Gleichgewicht. R. du Bois-Reymond, W. v. Buddenbrock, M. H. Fischer, M. Flack, K. Goldstein, K. Grahe, A. de Kleijn, A. Kreidl, R. Magnus, W. Steinhäuser — J. II. Physiologie der körperlichen Arbeit. O. Riesser — J. III. Die Orientierung. W. v. Buddenbrock, O. Pfungst — J. IV. Der sensorische Apparat. K. Goldstein — J. V. Der motorische Apparat. K. Kleist — J. VI.

Die Plastizität des Zentralnervensystems. A. Bethe, K. Goldstein — J. VII. Stimme und Sprache. A. Kreidl, A. Pick†, R. Sokolowsky, W. Sulze, O. Weiss. Band XVI: J. VIII. Physiologie und Pathologie der Hormonorgane. J. Abelin, E. Adler, A. Biedl, O. Fürth, S. Isaac, R. Isenschmid, A. Kohn, O. Marburg, F. Pineles, J. Wiesel — J. IX. Regulation von Wachstum und Entwicklung. G. u. P. Hertwig, W. Schulze — J. X. Die korrelativen Funktionen des autonomen Nervensystems. G. v. Bergmann — J. XI. Der Verdauungsapparat als Ganzes. O. Kestner — J. XII. Die Ernährung des Menschen als Ganzes. O. Kestner — J. XIII. Gefäßapparat und Herz der höheren Säugetiere in Abhängigkeit vom Nervensystem und hormonalen Einflüssen. L. Asher, H. Eppinger, W. R. Hess, E. Schilf, W. H. v. Wyss — J. XIV. Regulation der OH. K. Gollwitzer-Meier, H. Straub — J. XV. Regulation des Stoffwechsels. S. Isaac.

Band XVII: J. XVI. Wärmeregulation. L. Adler †, H. Freund, R. Isenschmid — J. XVII. Wasserhaushalt. Erich Meyer, W. Nonnenbruch, J. Parnas, R. Siebeck — J. XVIII. Die direkten und indirekten physiologischen Wirkungen physikalischer Faktoren der Umwelt. W. Caspari, A. Jodlbauer, O. Kestner, Fr. Linke, H. Schade, J. Strasburger — J. XIX. Der Schlaf und schlafähnliche Zustände. U. Ebbecke, C. v. Economo, A. Hoche, R. W. Hoffmann, H. H. Meyer, E. P. Pick, J. H. Schultz, R. Stoppel — J. XX. Das Altern und Sterben. S. Hirsch, E. Korschelt — J. XXI. Konstitution und Vererbung. J. Bauer, K. Herbst, H. Hoffmann, F. Lenz.

Die einzelnen Bände erscheinen nicht der Reihe nach; vielmehr werden diejenigen Bände zuerst gedruckt, von denen alle Beiträge eingelaufen sind. Im Satz (Februar 1926) befindet sich Band XIV (Fortpflanzung) und Band VII (Blutzirkulation). Demnächst wird mit dem Satz von Band IX (erster Band des Nervensystem) und Band III (Verdauung und Verdauungsapparat) begonnen werden.

Band II: Mit 122 Abbildungen. (561 Seiten.) 1925.

39.— Reichsmark; gebunden 44.40 Reichsmark

Band VIII,1: Mit 136 Abbildungen. (664 Seiten.) 1925.

45.— Reichsmark; gebunden 49.50 Reichsmark

Band XVII: Mit 179 Abbildungen. (1215 Seiten.) 1926.

84.— Reichsmark; gebunden 90.60 Reichsmark