

bunden sind, der Procentsatz in der Dauer von 28 bis zu 36 Jahren auf 76,8 stellt, beträgt er bei Nichtstillenden 53,2 pCt.

Die längste Menstruationsdauer findet sich demnach bei Frauen, welche frühzeitig menstruirt werden, sich verheirathen, mehr als drei Kinder gebären, die Kinder selbst nähren und im Alter von 38—42 Jahren noch rechtzeitig niederkommen.

VII.

Physikalische Untersuchungen über den tympanitischen und nichttympanitischen Percussionsschall.

Von Dr. Ferdinand Klug,
Assistent der Physiologie zu Budapest.

Schon früh fiel den Forschern jener Unterschied des tympanitischen und nichttympanitischen Percussionsschalles auf, nach welchen der erstere, im akustischen Sinne, mehr dem musikalischen Klang entspricht, während der andere als Geräusch zu betrachten wäre. Bereits Skoda — der uns die Bedeutung des tympanitischen und nichttympanitischen Percussionsschalles zuerst gelehrt — ist dieser Meinung. Gerhard¹⁾ bezeichnet den tympanitischen Schall als klangähnlich, dem nichttympanitischen fehlt diese Eigenschaft. Guttmann²⁾ glaubt den tympanitischen Percussionsschall richtiger als Ton zu bezeichnen, indem dieser sich dem musikalischen Klang nähert, da seine Höhe oder Tiefe sich beinahe genau musikalisch bestimmen lässt.

Die eigenthümliche Klangfarbe des tympanitischen Percussionsschalles verleitete sowohl die genannten Autoren, als auch viele andere, dazu, dass sie denselben dem musikalischen Klange näher stehend betrachten als den nichttympanitischen, ohne jedoch bezüglich der physikalischen Verhältnisse dieser Percussionstöne auch genügend orientirt zu sein. Entscheidend kann in dieser Frage allein die Zerlegung der Percussionstöne in jene einfachen Töne.

¹⁾ Lehrbuch der Auscultation und Percussion. 1871.

²⁾ Lehrbuch der klinischen Untersuchungs-Methoden. 1872.

sein, aus welchen sie gebildet werden. Mein Streben war es daher, mit den durch die Physik gebotenen Mitteln, den akustischen Werth dieser Percussionstöne zu ergründen; im Laufe meiner Untersuchungen überzeugte ich mich jedoch nur bald auch davon, dass, trotz der zahlreichen Forschungen, selbst alle jene physikalischen Momente, von denen der tympanitische und nichttympanitische Percussionsschall abhängig sind, noch nicht genügend ergründet wurden.

So schliesst Skoda, nach seinen an Lebenden und Todten gemachten Versuchen, dass der Percussionsschall tympanitisch ist, wenn die Wandungen, welche die Luft einschliessen, nicht gespannt sind, dass aber bei grösserer Spannung dieser Wandungen der Percussionsschall weniger oder gar nicht tympanitisch erscheint.

Nach Mazonn¹⁾ giebt den Percussionsschall die Brustwand, während die Luft der Lunge denselben nur verstärkt; er wird tympanitisch bei erhöhter Schwingungsfähigkeit der Wandung und gesteigerter Consonanz.

Auch Hoppe²⁾ erklärt die Percussionstöne aus den Schwingungen der Brustwand; werden diese Schwingungen durch die gespannte Lunge gehindert, so ist der Percussionsschall nichttympanitisch, fehlt jedoch bei schlaffer Lunge dieses Hinderniss, dann erhalten wir einen tympanitischen Percussionsschall.

Am eingehendsten untersuchte den tympanitischen Percussionsschall Wintrich³⁾. Ein klangähnlicher (tympanitischer) Schall entsteht bei der Percussion eines Luftschallraumes, dessen Wände innen glatt genug sind; die Höhe oder Tiefe dieses Schalles kann unterschieden werden und ist von der Höhe der Luftsäule und allen jenen Umständen abhängig, welche die Höhe der Klänge gedeckter und offener Pfeifen bestimmen. Der tympanitische Percussionsschall der Lunge entsteht nicht in der in dieser eingeschlossenen Luft, hängt auch nicht von den Luftsäulen der Bronchien ab, sondern ist von dem Spannungsgrad des elastischen Lungengewebes abhängig, und entsteht, sobald dieses regelmässig schwingen kann. Die Höhe des tympanitischen Percussionsschalles, welcher ein geschlossener Luftraum giebt, bestimmt, nach Wintrich nicht

¹⁾ Die Theorie der Percussion. Prager Vierteljahresschrift 1852. IX. Bd. 4.

²⁾ Zur Theorie der Percussion. Dieses Archiv 1854. Bd. 6. Hft. 2.

³⁾ Virchow's Handbuch d. spec. Pathologie und Therapie. Bd. V. Th. 4. Hft. 1.

mehr die Tiefe der Luftsäule, sondern die Spannung der die Luft einschliessenden Wandung. Den nichttympantischen Percussionsschall des Thorax will Wintrich aus der Unregelmässigkeit der Thoraxschwingungen und aus dem Verhalten des Lungengewebes erklären; dieser Zustand ungleicher Schwingungsfähigkeit der Wandungen wäre durch den ungleichen Druck, unter welchem sich die Brustwand während der Inspiration und Expiration befindet, veranlasst. Es ist nemlich der Luftdruck auf die ganze äussere Oberfläche des Brustkastens ein grösserer als nach innen, denn innen ist dieser Druck gleich dem Druck der Luft weniger der Lungenelasticität.

Uebereinstimmend mit Wintrich erklärt auch Geigel ¹⁾ den tympanitischen Percussionsschall, schreibt jedoch der Spannung der Wand bei Luftschallräumen keinen solch absoluten Einfluss zu als jener, sondern erkennt den regelnden Einfluss der Luftsäule an. Geigel betrachtet den tympanitischen Percussionsschall der Brust gleich jenen, den wir in der Trachea, oder in mit Bronchien communicirenden Cavernen antreffen. Der Percussionsschall ist tympanitisch, wenn durch die Percussion die Wandungen mit der Atmosphäre communicirender Luftwege getroffen werden; nichttympantisch, wenn die zwischen der percutirten Brustwand und den Bronchien befindlichen Lungenbläschen durch Eigenschwingungen Interferenz bewirken.

Schweiger ²⁾ nimmt mit Körner an, dass die Luft der Lunge als Ganzes schwinde, indem sie eine Luftsäule repräsentirt, als wären die Scheidewände der Lungenbläschen gar nicht da. Während so der Lungensubstanz bei der Erzeugung des tympanitischen Percussionsschalles gar keine Rolle zukommt, würde der nichttympantische Percussionsschall durch Schwingungen der Alveolenscheidewände allein erzeugt.

S. Stern bespricht, in der allgemeinen Wiener medicinischen Zeitung Jahrgang 1869 und 1870, auch diesen Gegenstand, nur sind die von ihm entwickelten Ideen zum grössten Theil mit den Lehren der modernen Akustik nicht vereinbar. So trachtet Stern zu beweisen, dass die Luft nicht nur, wie von den Physikern auch heute gelehrt wird, im geschlossenen, sondern auch im freien un-

¹⁾ Ueber die physikalische Begründung der Percussionstöne. Deutsche Klinik 1856. No. 3.

²⁾ Zur Theorie der Percussion. Dieses Archiv Bd. XI.

begrenzten Raum resonanzfähig ist (!), und dass der gewöhnliche Schall fester Körper grösstentheils von der diese umgebenden Luft herrühre. Ein in der Brustwand percutorisch erzeugter Schall wird vor allem in der Brust, und zwar in deren Lungengewebe, einen localen Schall durch Resonanz erzeugen; dieser durch locale Resonanz entstandene Schall hängt in erster Reihe von dem primären Schall und dem primär schallenden Körper ab, und erst in zweiter Reihe von der Länge des resonirenden Lungengewebes. Neben dieser localen Resonanz kann der primäre Schall durch allseitigen totalen Reflex an der Brustwand noch einen neuen Schall erwecken, dies ist der tympanitische Percussionsschall und der Metallklang. Der tympanitische Percussionsschall kann dann entstehen, wenn durch das Lockerwerden des Lungengewebes das Hinderniss der Schalleitung bedeutend geschwächt ist.

Stern machte auch bezüglich der Klangfarbe Untersuchungen und stellt vier besondere Arten derselben auf, so wie:

1) hell und matt, hell sind die in geschlossenen Räumen entstehenden Töne, matt die Geräusche.

2) Die hellen und matten Tonarten können wieder weich und hart sein. Weich ist der Schall, welchen in Wasser gewechtes Holz giebt, die musikalischen Klänge der Flöte und Orgel, auch der tympanitische Percussionsschall; hart der Schall der Steine und Metalle, die musikalischen Klänge der meisten Saiteninstrumente.

3) Die Klangfarbe ist ferner localisirt und nicht localisirt; dahin gehört der klopfende Schall, hierher jeder musikalische Klang. Der Unterschied zwischen dem Klang der Geige und dem Geräusch der kratzenden Saite beruht auch nur in der Localisirung der einen Schallart.

4) Endlich kann die Klangfarbe gross und klein sein; gross ist der Schall einer Orgelpfeife neben dem einer Flöte.

All dies dürfte bereits zur Rechtfertigung meines oben ausgesprochenen Urtheils genügen.

Wenden wir uns nun zu Gerhardt, nach ihm entsteht der tympanitische Percussionsschall durch Schwingungen der Luft, welche ein glattwandiger Hohlraum einschliesst. Die Höhe desselben hängt allein von der Länge der Luftsäule und Weite der Oeffnung ab.

Den tympanitischen Percussionsschall der retrahirten Lunge erklärt er nach Schweiger. Der nichttympanitische Percussions-

schall aber findet seine Ursache in der starken Spannung der Blasenwand, bezüglich dem Lungengewebe, da dieselben bei solchem Spannungsgrad selbst schwingen und nun jene Regelmässigkeit stören, in der die eingeschlossene Luft schwingen muss, um einen tympanitischen Percussionsschall zu erzeugen.

Neuestens erklärt sich auch Guttman dahin, dass der „tympanitische Ton“ allein durch die Schwingungen der eingeschlossenen Luft erzeugt werde; bei dem nichttympanitischen Percussionsschall würden die Schwingungen des gespannten Lungengewebes jene der Luft stören, und daher könne nur ein Schall entstehen.

Es dürfte diese sehr flüchtige Betrachtung der Literatur bereits zur Rechtfertigung einer solchen neuen Untersuchung genügen, welche diese Fragen nach den gegenwärtigen Grundsätzen der Akustik zu lösen wünscht. Ehe ich jedoch zur Mittheilung meiner Versuche und der aus diesen folgenden Lehren übergehe, will ich in Kürze noch Einiges aus der Physik wiederholen.

Bei einem Schall, den wir vernehmen, ist wohl die erste Frage, die sich uns aufwirft, jene, ob wir es mit einem musikalischen Klang oder mit einem Geräusch zu thun haben. Unter Geräusch verstehen wir den regellos raschen Wechsel verschiedener Klänge, wie wir dies bei dem Rasseln eines Wagens hören können; hier wird die Empfindung verschiedener Klänge zu derselben Zeit regellos geweckt. Bei dem musikalischen Klang verlaufen die gegenwärtigen einfachen Töne gleichmässig und ungestört, daher ist auch die entsprechende Empfindung einfach und regelmässig. Die durch das Geräusch erzeugte Schallempfindung wird durch regellos wechselnde Schwingungen der Lufttheilchen hervorgerufen, während die Lufttheilchen bei einem musikalischen Klang in gleicher Weise regelmässig schwingen. Ein solch' regelmässiges Schwingen der Lufttheilchen wird durch sich in gleichen Zeiträumen wiederholende Schwingungen des tönenden Körpers erzeugt. Sobald die Luft durch mehrere musikalische Klänge auf einmal in Schwingungen versetzt wird, dann kann das Resultat ein zweifaches sein: Ist zwischen den Schwingungszahlen der die musikalischen Klänge gebenden Körper ein regelmässiges Verhältniss vorhanden, wenn nemlich die Schwingungszahlen der sich mischenden Klänge ganze vielfache ein und derselben Schwingungszahl sind, dann ist die erregte Empfindung eine angenehme Harmonie. Stehen jedoch die Schwingungszahlen

der zu gleicher Zeit tönenden Körper in keinem durch ganze Zahlen bestimmbar Verhältniss zu einander, dann entspricht die durch diese erzeugte Empfindung dem Geräusch; so können wir auch mit Hülfe musikalischer Klänge ein Geräusch erhalten, wenn wir zum Beispiel eine ganze Reihe der Klänge eines Instrumentes zu gleicher Zeit ertönen lassen.

Noch muss ich an dieser Stelle eine Eigenschaft des musikalischen Klanges erwähnen; wir besitzen nemlich die Fähigkeit aus dem gehörten Klang die Gattung des Instrumentes zu erkennen, von welchem er kommt, diese Eigenschaft des musikalischen Klanges nennt man seine Klangfarbe. Sobald wir auf einen musikalischen Klang mit genügender Aufmerksamkeit achten, dann hört unser Ohr nicht allein jenen Ton, nach dessen Höhe wir die Höhe des ganzen Schalles beurtheilen, sondern noch eine ganze Reihe höherer Töne, die wir — zur Unterscheidung von diesem ersten Ton, welcher von allen der tiefste und stärkste ist und Grundton genannt wird — als Obertöne des musikalischen Klanges bezeichnen. Die Reihenfolge dieser einfachen Töne ist bei allen musikalischen Klängen dieselbe. Den musikalischen Klang bildet demnach eine ganze Reihe einfacher Töne, welche Partialtöne heissen, der tiefste derselben ist der Grundton, die übrigen seine Obertöne. Die Klangfarbe findet nun ihren Grund in der Gegenwart dieser Obertöne, indem sich der Grundton, in den einzelnen Fällen, mit verschieden gruppirten und ungleich starken Obertönen zu einem musikalischen Klang vereinigt.

Die einfachen Töne eines Klanges sind bei genügender Aufmerksamkeit leicht zu erkennen, aus einem Geräusch jedoch gelingt es nur schwer, einen Ton heraus zu hören. Um einen einfachen Ton noch da zu vernehmen, wo bereits das geübte Ohr denselben zu erkennen unfähig ist, zu diesem Zweck dienen die von Helmholtz erfundenen Resonatoren. Die Resonatoren sind von Metall oder irgend einer anderen Substanz verfertigte, mit zwei Oeffnungen versehene Hohlräume. Die eine dieser Oeffnungen ist grösser und dient zur Aufnahme der Luftschwingungen, während die andere Oeffnung durch ein Kautschukrohr mit dem Ohr in Verbindung gebracht werden kann. Die Luft eines solchen Resonators repräsentirt, im Verein mit der Luft des Gehörganges, ein schwingungsfähiges elastisches System, das namentlich den Eigenton des

Resonators gut hören lässt, selbst dann, wenn derselbe in einem Gemisch von Klängen nur schwach enthalten wäre. Bei der Analyse des tympanitischen und nichttympanitischen Percussionsschalles standen mir 19 solche von König in Paris verfertigte Resonatoren zur Verfügung. Bei meinen Untersuchungen nahm ich auch noch einen zweiten, von König construirten Apparat in Gebrauch, mit dessen Hülfe die Luftschwingungen auf eine Gasflamme übertragen, in einem rotirten Spiegel sichtbar gemacht werden können. Das Gas wird nemlich in die eine Hälfte einer Trommel, welche von deren zweiten durch eine Kautschukmembran abgeschlossen ist, geleitet, und gelangt von hier in den sehr engen Brenner. Die zweite Hälfte der Trommel verbindet ein Kautschukrohr mit dem betreffenden Resonator. Sobald die Luft im Resonator in Schwingungen geräth, hebt und senkt sich auch die Flamme abwechselnd. Diesen Wechsel der Flamme können wir in einem rotirenden Spiegel beobachten, in welchem die ruhende Flamme eine gleichmässige Lichtlinie zeigt, während die schwingende Flamme durch einzelne Erhabenheiten und Vertiefungen gekennzeichnet ist.

Wir können jedoch die Schwingungen eines Schalles auch ohne Resonator beobachten, wir haben nichts anderes zu thun, als den Schall mit einem entsprechenden Schallrohr zur Trommel zu leiten.

I. Der tympanitische Percussionsschall.

Zur Untersuchung des tympanitischen Percussionsschalls benötigte ich vor Allem einen offenen Luftraum, der einen Percussionsschall von constanter Höhe giebt. Daher nahm ich zum Versuch ein Glasgefäß, welches bei der Percussion seiner freien Oeffnung einen tympanitischen Percussionsschall gab. Die Analyse eines solchen tympanitischen Percussionsschalls wird noch einfacher, wenn wir ein Gefäß wählen, dessen Rauminhalt dem Ton einer Stimmgabel entspricht. Wenn ein Glasgefäß beispielsweise den Ton einer auf ut_3 (\bar{c}) gestimmten Stimmgabel sehr verstärkt, und wir percutiren unmittelbar vor dessen Oeffnung, dann ist die Untersuchung des nun erhaltenen tympanitischen Percussionsschalles mit Hülfe der Resonatoren leicht ausführbar; indem wir, einmal durch die Resonatoren auf einen Ton aufmerksam gemacht, denselben, möge er auch nur schwach in dem Percussionsschall enthalten sein, auch mit unbewaffnetem Ohr erkennen. In diesem Beispiel ist natürlich

der Ton des auf ut_3 (\bar{c}) abgestimmten Resonators am besten zu hören, ferner hören wir schwache Resonanz mit den Resonatoren, welche sol_2 (g) mi_3 (\bar{e}) und sol_3 (\bar{g}) entsprechen, darüber hinaus sind die übrigen Töne nicht, sol_4 (\bar{g}) und mi_5 (\bar{e}) aber sehr gut zu vernehmen; diese letzten zwei einfachen Töne sind auch mit freiem Ohr neben dem Grundton ziemlich gut hörbar.

Zur richtigen Beurtheilung dieses und ähnlicher Resultate müssen wir die Reihe jener Resonatoren kennen, deren Luft durch einen bestimmten einfachen Ton in Mitschwingungen versetzt wird, denn sonst könnten wir leicht in dem betreffenden tympanitischen Percussionsschall einfache Töne als vorhanden annehmen, welche in demselben gar nicht enthalten sind. Nach meinen Beobachtungen kann die Luft der innerhalb einer Octave enthaltenen Resonatoren durch einen einfachen Ton in Schwingungen versetzt werden; der dem Grundton entsprechende Resonator resonirt am stärksten, die höheren und tieferen Tönen entsprechenden immer schwächer. So finden wir in dem genommenen Beispiel ut_3 (\bar{c}) als Grundton, während sol_2 (g) mi_3 (\bar{e}) und sol_3 (\bar{g}) hier nicht enthalten sind. Die Luft dieser Resonatoren brachte blos der stark schallende Grundton in Mitschwingung. Auffallend zeigte sol_4 (\bar{g}), mi_5 (\bar{e}) starke Resonanz, diese Töne waren auch mit freiem Ohr zu vernehmen, und sind hier die Obertöne des ut_3 (\bar{c}) Grundtones.

In einem anderen Fall erkannte ich in dem tympanitischen Percussionsschall eines auf sol_2 (\bar{g}) abgestimmten Schallraumes re_4 (\bar{d}) si_4 (\bar{h}) fa_5 (\bar{f}) als Obertöne.

Wir treffen demnach hier jene Obertöne, deren Schwingungen nach der Reihe der ungeraden Zahlen steigen, so wie dies bei einer an dem einen Ende geschlossenen Röhre auch nicht anders zu erwarten war.

Der tympanitische Percussionsschall welchen ein mit der äusseren Luft communicirender Schallraum giebt, ist also ein reiner musikalischer Klang. Dieser Percussionsschall hat seinen Grundton und Obertöne, sein reiner Klang wird durch die Gegenwart anderer Töne nicht gestört.

Gerhardt beobachtete das Flammenbild der Percussionstöne, indem er den Schall durch das Zuleitungsrohr in die König'sche Trommel leitete. Er sieht das Flammenbild des tympanitischen Per-

cussionsschalls aus gleichen Zacken gebildet, welche sich nach ihm nicht auf die ganze Länge des Lichtstreifens erstrecken, sondern bloß auf einen kurzen Theil desselben, von den Zacken sind die in der Mitte gelegenen die höchsten, die zur Seite fallenden immer kleiner. Diese Angaben konnten H. Eichhorst und H. Jacobson¹⁾ jedoch nicht bestätigen. Sie fanden wohl in dem rotirten Spiegel den oberen Rand des Lichtstreifens stellenweise gezähnt, allein es waren nur einzelne ungleiche Erhabenheiten, welche, wie sie plötzlich entstanden, auch rasch wieder unsichtbar wurden. Eichhorst und Jacobson bemerken ganz richtig, dass ein Flammenbild, wie es Gerhardt bei dem tympanitischen Percussionsschall beobachtete, von einem Geräusch nicht herrühren kann, da dasselbe sich in gleichen Zeiträumen wiederholende Schwingungen voraussetzt; allein, wie ich oben nachgewiesen, ist der tympanitische Percussionsschall, welchen ein nach aussen communicirender Schallraum giebt, ein musikalischer Klang und kein Geräusch, daher auch mit vollem Recht zu erwarten ist, dass er ein Flammenbild bieten wird, welches gleichmässige Zacken charakterisiren. Und in der That, wenn wir diesen Percussionsschall zur König'schen Trommel leiten, sehen wir ein aus vollkommen gleichen Erhabenheiten gebildetes Flammenbild. Die Zacken sind um so kleiner und in um so grösserer Anzahl vorhanden, je höher der Percussionsschall ist.

Seine Erklärung findet dieser tympanitische Percussionsschall allein darin, dass indem wir vor der Oeffnung eines Schallraumes percutiren, der Plessimeter in ungleiche Schwingungen versetzt wird. Aus den erzeugten Schwingungen wählt sich die Luft des Schallraumes die ihr entsprechenden aus und verstärkt dieselben zu einem musikalischen Klang. Dieser Vorgang stimmt ganz mit jenem, welchen wir bei den Resonatoren beobachten, überein. Auch diese suchen sich aus einer Klanggruppe den ihrer Höhe entsprechenden Ton aus, und mit diesen schwingt ihre Luft. Die Rolle des Plessimeters kann auch die Wandung des betreffenden Schallraumes übernehmen, percutiren wir den Boden eines Glasgefässes oder bei offenem Mund die Wange, dann erhalten wir ebenfalls einen solchen tympanitischen Percussionsschall.

Interessant ist noch jene Beobachtung, nach welcher die Luft in einem Glasgefäss einen höheren Percussionsschall giebt, wenn

¹⁾ Zur Analyse der Percussionstöne. Centralblatt 1873. No. 17.

wir dessen Boden percutiren, als durch die Percussion mit dem Plessimeter vor der Oeffnung des Gefässes unmittelbar zu erlangen ist; nur wenn wir mit dem Plessimeter etwas oberhalb der Oeffnung percutiren, dann stimmt der erhaltene Percussionsschall mit jenem überein, welchen die Percussion des Gefässbodens hervorruft. Mit der Entfernung des Plessimeters von der Oeffnung des Gefässes wird auch der erhaltene Percussionsschall immer höher.

Diese Erscheinungen finden ihre Erklärung in jener bekannten Thatsache, nach welcher hier die Höhe des tympanitischen Percussionsschalls nicht allein von der Tiefe der Luftsäule, sondern auch von der Weite der Oeffnung abhängig ist, durch welche die resonirende Luftsäule nach aussen communicirt. Der Percussionsschall ist am tiefsten, wenn der Plessimeter unmittelbar vor der Oeffnung gehalten wird, denn dadurch wird die Oeffnung wenigstens zum Theil gedeckt, und wird höher, sobald wir den Plessimeter von der Oeffnung langsam entfernen, weil auf diese Weise der communicirende Weg zwischen der äusseren Luft und der Luft des Gefässes geräumiger wird.

Indem Wintrich die freie Oeffnung eines Glasgefässes mit einer schwingungsfähigen Membran verschloss, kam er zu der Ueberzeugung, dass sich die Höhe des Percussionsschalls mit dem Spannungsgrad der Membran ändere, wie der Tiefe der Luftsäule entsprechend zu erwarten war. Daher, so schliesst Wintrich, bestimmt hier die Höhe und Tiefe des Percussionsschalls der Spannungsgrad der Membran und nicht die eingeschlossene Luftsäule. Geigel nahm diese Beobachtungen Wintrich's von Neuem auf und unterzog dieselben einer strengen Kritik. Nach seinen Erfahrungen wird der Percussionsschall wohl mit der grösseren Spannung der Membran höher, übersteigt jedoch nie jene Höhe, welche demselben bei beiderseitigem Offensein des Gefässes eigen ist, oder mit anderen Worten: Geigel konnte selbst bei starker Spannung der Membran einen höheren Percussionsschall als die Octave des früheren, ohne Membran gehörten, nicht vernehmen. Bedeckte ich bei meinen Versuchen die Oeffnung eines auf sol_3 (\bar{g}) gestimmten Gefässes locker mit einer elastischen Membran, dann war sol_2 (g), also ein um eine ganze Octave tiefer gelegener Percussionsschall hörbar, sobald ich nur den Boden des Gefässes percutirte. Derselbe stieg mit dem Zunehmen der Spannung der Membran auf sol_3 (\bar{g}) und

endlich bis $\text{sol}_4 (\bar{g})$. Bei stärkerer Spannung riss die Membran, ein höherer Percussionsschall war jedoch nicht zu erhalten.

Indem ich den tympanitischen Percussionsschall, welchen ein mit einer schwingungsfähigen Membran verschlossener Schallraum giebt, analysirte, fand ich hier keine Obertöne, jener einfache Ton, auf welchen derselbe gestimmt war, ertönte allein. Die Gegenwart der Membran stört also hier das Entstehen der Obertöne, und wir finden einen reinen einfachen Ton, ein Umstand, welcher zum Verständniss des tympanitischen Percussionsschalles nicht unwesentlich sein dürfte.

Wintrich untersuchte auch einen an beiden Enden offenen Glaszylinder, indem er das eine Ende desselben mit einer elastischen Membran verschloss. Nach seinen Versuchen wird der Percussionsschall entsprechend dem Spannungsgrad der Membran, höher oder tiefer sein als er wäre, wenn die Stelle der Membran ein starrer Boden einnehmen würde. Bei einem auf $\text{ut}_3 (\bar{c})$ gestimmten Glaszylinder fand ich, als ich das eine Ende desselben mit einer lockeren Membran verschlossen, gar keinen Percussionsschall — es kam also weder die Luft der Röhre noch die Membran in Schwingungen —, spannte ich nun die Membran mehr und mehr, trat auch bald der tympanitische Percussionsschall auf, dieser wurde jedoch bei der stärksten Spannung nicht tiefer als $\text{ut}_4 (\bar{c})$.

Was ist nun die Ursache der Höhe des tympanitischen Percussionsschalles solcher Räume, ist es, wie Wintrich meint, die Anspannung der Membran allein, oder bleibt die Luftsäule tonherrschend?

Wir wissen, dass genügend gespannte Membranen durch einen Ton sehr leicht in Mitschwingungen versetzt werden; aus diesem Grunde ist ja der tympanitische Percussionsschall selbst dann zu hören, wenn wir oberhalb der Membran, ohne dieselbe mit dem Plessimeter zu berühren, percutiren. Verschliessen wir die Oeffnung des Gefässes statt der Membran mit einem festen Körper, der also nicht schwingungsfähig ist, dann ist kein tympanitischer Percussionsschall mehr hörbar, sondern es entsteht der Schall des Plessimeters, oder, bei unmittelbarer Percussion nur der Schall der Gefässwandung für sich allein. Wenn wir zum Beispiel die Oeffnung des Gefässes mit einem Korkpfropf verschliessen, durch die Mitte des Korkpfropfes eine Glasröhre in das Innere des Gefässes leiten und

verbinden diese mit der König'schen Trommel, dann zeigt uns die Flamme — welche, bei freier Oeffnung des Gefässes, oder auch, wenn die Oeffnung mit einer schwingungsfähigen Membran verschlossen war, ein Bild von schönen gleichmässigen Zacken bot —, durch ihre vollkommene Ruhe, dass die so eingeschlossene Luft zur Bildung stehender Wellen unfähig ist.

Jener Ton, welcher eine Membran in Mitschwingungen versetzen kann, ist entweder der Grundton der Membran, oder ein von diesem nicht viel höherer oder tieferer Ton der Tonleiter. Es ist demnach von dem Grundton der Membran jener Ton abhängig, durch welchen dieselbe in Schwingungen gebracht werden kann. Der Grundton wird jedoch verschieden nach der Ausdehnung der Membran und nach deren Spannungsgrad sein, ist aber auch von der Grösse des Rauminhaltes des Schallraumes (Helmholtz)¹⁾ abhängig. Wenn wir also die Oeffnung eines Glasgefässes mit einer schwingungsfähigen Membran verschliessen, wird die Höhe des tympanitischen Percussionsschalles durch den Grundton der Membran bestimmt; nur ist dieser Grundton von der eingeschlossenen Luftmenge nicht unabhängig, sondern eben diese letzte ist einer der Hauptfactoren, welche seine Höhe bestimmen.

Von den bis jetzt beschriebenen tympanitischen Percussionstönen ist, bezüglich seiner akustischen Eigenschaften, jener ganz verschieden, welchen die Percussion des von weichen Gebilden ganz eingeschlossenen Luftraumes und das collabirte Lungengewebe geben. Die Analyse dieser tympanitischen Percussionstöne erweist, dass dieselben weder die Eigenschaften eines reinen musikalischen Klanges besitzen, noch aber einfache Töne sind. Ob wir unseren leeren Magen oder den Schaum geschlagenen Eiweisses percutiren, werden wir die Ueberzeugung gewinnen, dass die Partialtöne hier nicht in einem solchen Verhältniss zu einander stehen, wie der Grundton eines musikalischen Klanges zu seinen harmonischen Obertönen. Das Flammenbild dieses tympanitischen Percussionsschalles erscheint nur in kurzer Ausdehnung, durch ungleiche Zacken, wo auf eine grössere Zacke eine, auch mehr kleinere folgen, charakterisirt.

Der tympanitische Percussionsschall, welchen ein mit weichen Gebilden umschlossener Schallraum giebt, zeigt eine Klangfarbe,

¹⁾ Die Lehre von den Tonempfindungen. Helmholtz.

welche jener Klangfarbe gleicht, die dem Schall einer Trommel eigen ist.

Dieser tympanitische Percussionsschall wird nur zu erklären sein, wenn die akustischen Verhältnisse der Trommel gegeben sein werden. Nachdem ich jedoch in den physikalischen Lehrbüchern die gewünschten Daten nicht vorfand, war ich angewiesen, in dieser Beziehung eigene Versuche anzustellen. Zu diesem Zweck gebrauchte ich eine von meinem verehrten Lehrer Professor Jendrassik — der mir bei meinen Untersuchungen stets mit weisem Rath und That behülflich gewesen — construirte Trommel. Die Membranen der Trommel können nach Wunsch gespannt werden, und nachdem ihre Seitenwand aus zwei ineinander ein- und ausschließbaren Metallcylindern besteht, ist auch ihre Tiefe nach Bedarf zu verändern, endlich kann auch das Flammenbild der eingeschlossenen Luft und zwar in allen Schichten derselben beobachtet werden. Bei der Trommel schwingt die eingeschlossene Luft und beide Membranen. Bezüglich der Membran wissen wir nach Helmholtz, dass die unharmonischen Obertöne einer auf einen runden Rahmen gespannten Membran sich dem Grundton nahe befinden — wäre zum Beispiel c der Grundton, dann sind die Obertöne a c e s' d' g' b' —. Wenn nun bei einer Trommel zwei solche Membranen die beiden Enden eines Cylindergefäßes verschliessen, dann werden durch einen Schlag auf die eine der Membranen beide und die eingeschlossene Luft in Schwingungen gelangen. Die Luft der Trommel verstärkt durch ihre Eigenschwingungen den Grundton allein, während, wie bereits erwähnt, den Schwingungen der beiden Membranen neben dem Grundton noch unharmonische Obertöne entsprechen. Diese Thatsache wird nicht nur durch die auffallende Stärke, welche dem Grundton eigen ist, bewiesen, sondern sie findet auch ihre Rechtfertigung darin, dass hier keine harmonischen Obertöne zu erkennen sind, welche den Schwingungen des Luftraumes entsprechen dürften, und in dem verschiedenen Flammenbild, welches die Luft der Trommel und die Schwingungen der Membran zeigen. Die Luft der Trommel in Verbindung mit dem König'schen Apparat zeigt ein Flammenbild, welches vollkommen gleiche Zacken bilden, besonders wenn wir die Schwingungen der Luft aus der Mitte der Trommel beobachten; leiten wir dieselbe von einer der einen oder anderen Membran näher gelegenen Stelle zur König'-

sehen Trommel, in diesem Fall wird das Flammenbild schwächer und entspricht nicht mehr einer so gleichmässigen Wellenform. Wenn wir die Schwingungen der einen oder anderen Membran zur Trommel leiten, danu erhalten wir ein Flammenbild, welches eine total ungleichmässige Wellenform charakterisirt. Dieselbe Beobachtung beweist zugleich, dass die eingeschlossene Luft stehende Wellen bildet; bekräftigt wird diese letztere Erfahrung noch dadurch, dass die Höhe des Trommelschalles sinkt, sobald die Luftsäule der Trommel durch Ausziehen beider Cylinder tiefer wird.

Bei starker Spannung der Membranen bleibt der Trommelschall aus, die eingeschlossene Luft leitet wohl den Schall von der getroffenen Membran zur zweiten, verrichtet aber selbst keine klanggebenden Schwingungen. Die Schwingungen der zweiten Membran zeigt das anhaltende Spiel des auf dieselbe gestreuten feinen Sandes an; und dass die eingeschlossene Luft jetzt keine stehenden Wellen bildet, ersehen wir aus dem, dass das Flammenbild beinahe vollkommen ruhig ist und nur bei einem starken Schlag auf die Membran ein unregelmässiges Aufschnellen zeigt.

Einen Klang, bei welchem die einzelnen Obertöne zu dem Grundton in keinem harmonischen Verhältniss stehen, können wir auch nicht zu den musikalischen Klängen reihen, sondern werden denselben mit Helmholtz als einen von unharmonischen Obertönen begleiteten Klang bezeichnen.

Ich habe bereits der verschiedenen Ansichten über den Ursprung des tympanitischen Percussionsschalles einer Blase oder Lunge Erwähnung gethan, wir wissen, dass einige denselben allein durch Schwingungen der eingeschlossenen Luft erzeugt glauben — Skoda, Schweiger, Gerhardt, Guttmann —; nach Anderen ist dieser Percussionsschall wieder allein durch Schwingungen der Membran veranlasst, diese sollten die eingeschlossene Luft blos zur Schallverstärkung zwingen — Mazonn, Hoppe, Wintrich, Geigel —. Meine Versuche mit der Trommel zeigen bereits das Zusammenwirken der Membran und der eingeschlossenen Luft zur Erzeugung dieses tympanitischen Percussionsschalles, wir können uns jedoch auch noch auf anderen Wegen von der Wahrheit dieser Behauptung überzeugen.

Wenn wir das eine Ende eines Glasrohres mit der König'schen Trommel verbinden, das andere aber bei verschlossenen Nasenlöchern und Mund in die Mundhöhle führen und jetzt unsere Wangen

percutiren: dann wird die Flamme die Schwingungen der Luft in der Mundhöhle durch jene kleinen gleichen Zacken des Flammenbildes, die im rotirenden Spiegel auftauchen, andeuten. Ein ähnliches Resultat erlangen wir, wenn wir das Glasrohr, anstatt in den Mund zu nehmen, in die Oeffnung einer Blase befestigen und diese percutiren. Entsprechend einem jeden Percussionsschlag, welcher die Blasenwand trifft, zeigt der Lichtstreifen eine grosse Welle, auf welcher viele kleine Zacken die Eigenschwingungen der Luft anzeigen. Ein gleiches Resultat ergaben Versuche, welche ich mit der aus dem Thiere herausgenommenen Lunge gemacht. Nachdem ich nemlich die Lunge aus dem Thier gehoben, band ich das Glasrohr in die Trachea, bei dem Percutiren der Lunge deutete die Flamme auch hier die Schwingungen der Lungenluft an. Gegen eine solche Deutung dieser beobachteten Erscheinungen könnte die Einwendung möglich sein, dass ein Spiel der Flamme noch kein Beweis für stattfindende Eigenschwingungen der Luft sei, die Luft brauchte den Schall auch nur zu leiten, um ein solch gezacktes Flammenbild zu erzeugen. Hier darf aber wieder nicht vergessen werden, dass das Flammenbild, welches wir durch Einführen des Glasrohres erhalten, einer ganz gleichmässigen Wellenbewegung entspricht; während, wenn wir die Schwingungen der Lungensubstanz oder der Blasenwand zur König'schen Trommel mit einem Schallrohr leiten, das Flammenbild ganz unregelmässige Schwingungen andeutet. Dem letzteren müsste auch jenes Flammenbild gleich sein, welches die zur König'schen Trommel geleitete eingeschlossene Luft erzeugt, wenn dieselbe den durch die Wandungen* gegebenen Schall bloß leiten würde. Uebrigens ist es ja eine allgemein bekannte Thatsache, dass der tympanitische Percussionsschall um so tiefer ist, je grösser die Menge des geschlagenen Eiweisses, oder auch je mehr Luft eine Blase enthält, obgleich ihre Spannung so unbedeutend ist, dass eine Membran bei ähnlicher Spannung noch gar nicht fähig wäre, einen Schall zu geben. Würden jedoch wieder den Schall die stehenden Wellen der eingeschlossenen Luft allein geben, er wäre dann ein eben solcher musikalischer Klang, wie ihn die Percussion eines offenen Schallraumes giebt, oder richtiger gesagt, dieser Schall müsste ein einfacher Ton sein, dem gleich, der aus einem mit einer elastischen Membran verschlossenen Glasgefässe zu erhalten ist. Dem ist jedoch nicht so, es gesellen sich hier

den Eigenschwingungen der Luft noch die unregelmässigen Schwingungen der ganzen Wandung.

Davon, dass auch die Blasenwand mit ihren Schwingungen an dem tympanitischen Percussionsschall theilnimmt, kann man sich durch folgenden Versuch überzeugen: Wir hängen eine mit Luft genügend gefüllte Blase frei auf und binden auf Seidenfäden zwei Kügelchen von Elfenbein so, dass dieselben die Blasenwand an zwei Seiten eben nur berühren. Setzen wir nun an diese Blase den Plessimeter, verhindern aber dessen Bewegung während der Percussion durch festes Halten mit der Hand: dann werden wir sehen, wie die Kügelchen durch die schwingende Membran beständig hin und her gestossen werden.

Wintrich hat nachgewiesen, dass der Luftgehalt eines Lungenbläschens viel zu gering ist, als dass derselbe durch eigene Schwingungen einen Schall erzeugen könnte; daher, und weil nach der Menge des Eiweisschaumes, oder nach der Grösse des Lungenstücks die Höhe des tympanitischen Percussionsschalls variirt, kamen Körner und Schweiger zu der Annahme, dass die Luft des Lungenstückes als ein Ganzes schwinde, ebenso, als ob die Scheidewände der Lungenbläschen gar nicht vorhanden wären. Allein auch hier nimmt das Lungengewebe, so wie wir es bei der Blase gesehen, Theil an der Erzeugung des tympanitischen Percussionsschalls.

Wenn wir ein auf den Ton einer Stimmgabel abgestimmtes Glasgefäss nehmen und dasselbe mit Eiweisschaum anfüllen, werden wir die Beobachtung machen, dass der tympanitische Percussionsschall verschwindet, obgleich sowohl das Glasgefäss als auch der Eiweisschaum für sich percutirt, je einen tympanitischen Percussionsschall geben. Würde die in dem Gefäss enthaltene Luft so schwingen, als wäre der Eiweisschaum gar nicht gegenwärtig, so müssten wir einen tympanitischen Percussionsschall auch während das Glasgefäss mit Eiweisschaum angefüllt ist, erhalten, ganz so als damals wo das Gefäss noch leer gewesen. Dem ist jedoch nicht so, auch die Theilchen des Eiweisschaumes bedürfen Raum zum Schwingen, der aber bei der unnachgiebigen Glaswand fehlt. Eben durch das Hinzutreten der Blasenwand-Schwingungen, oder in einem anderen Fall jener des Eiweisschaumes oder des Lungengewebes, zu den Schwingungen der eingeschlossenen Luft, wird der erhaltene tympanitische Percussionsschall getrübt.

In all diesen Fällen ist das Mitschwingen der Membran nöthig, denn sonst kann die eingeschlossene Luft keine stehenden Wellen bilden. Diese Schwingungen heben aber nicht den tympanitischen Percussionsschall, sondern greifen mehr störend ein. Es ist übrigens gar nicht zu erwarten, dass die Theile einer ganzen Blasenwandung, oder das lockere Lungengewebe, regelmässiger Schwingungen fähig seien.

Es dürfte aus allen diesen Beobachtungen scheinen, als wären stehende Wellen der Luft zur Erzeugung des tympanitischen Percussionsschalls unumgänglich nothwendig, als würde ohne denselben ein tympanitischer Percussionsschall gar nicht entstehen können. Ich habe beobachtet, dass ein tympanitischer Percussionsschall ohne jeden gesperrten Luftraum, allein mit Hülfe einer entsprechenden Membran, erzeugt werden kann. Eine Membran aus Kautschuck, oder irgend eine andere thierische Membran, genügend ausgespannt, giebt bei der Percussion mit dem Finger einen tympanitischen Percussionsschall. Bei all dem bin ich jedoch weit entfernt der Blasenwand oder dem Lungengewebe, bei dem tympanitischen Percussionsschall, welchen die Percussion der Blase oder Lunge giebt, eine dieser ähnliche Rolle zuzumuthen.

Den tympanitischen Percussionsschall charakterisirt demnach keine Tongruppe. Wie wir gesehen, kann die Empfindung des tympanitischen Percussionsschalls geweckt werden:

- 1) durch einfache Töne,
- 2) durch reine musikalische Klänge, und endlich auch
- 3) durch Klänge mit unharmonischen Obertönen.

Unter einem Klang mit unharmonischen Obertönen ist eine Tongruppe zu verstehen, welche, wie der musikalische Klang, aus einem Grundton und Obertönen gebildet wird, nur stehen hier die Obertöne unter einander und mit dem Grundton in keinem regelmässigen Verhältniss (Helmholtz).

Der tympanitische Percussionsschall tritt plötzlich ein, um nach kurzem Anhalten langsam zu schwinden. Wenn wir eine Stimmgabel, in Begleitung eines kleinen Geräusches, rasch dem entsprechenden Resonator nähern und bald langsamer von demselben entfernen, dann wird das rhythmische Ertönen der Luft des Resonators, eine dem tympanitischen Percussionsschall ähnliche Empfindung in uns wachrufen.

Ehe ich die Besprechung meiner Untersuchungen über den tympanitischen Percussionsschall schliesse, will ich noch jene Umstände erwähnen, welche die Höhe desselben beeinflussen:

Bei der Percussion einer Caverne werden wir leicht eine solche Resonanzkugel finden, welche, vor den offenen Mund gehalten, den tympanitischen Percussionsschall in grossem Maasse verstärkt, welche demnach dem Grundton des betreffenden Percussionsschalls entspricht. Auf diese Erfahrung gestützt hält es Gerhard t für möglich, dass zwischen der Grösse der Caverne und des Resonator ein einfaches Verhältniss besteht, mit dessen Hülfe die Grösse eines solchen Hohlraumes bestimmbar wäre. Aus der Höhe des tympanitischen Percussionsschalls sollte also auf die Grösse der Caverne geurtheilt werden, was wohl nur dann möglich wäre, wenn wir alle auf die Höhe des tympanitischen Percussionsschalls Einfluss nehmenden Factoren in Rechnung ziehen könnten.

Nach den Lehrbüchern ist der tympanitische Percussionsschall um so höher, je kürzer die tönende Luftsäule, und je weiter jene Oeffnung ist, durch welche dieselbe nach aussen communicirt, ist aber der Schallraum nach aussen abgeschlossen, dann hat auch die Spannung der Wand Einfluss auf die Höhe des Percussionsschalls. Ausser diesen giebt es jedoch auch noch andere Verhältnisse, von welchen die Höhe des tympanitischen Percussionsschalls abhängig ist.

Ein solcher Umstand ist die Breite der Luftsäule. Zwei Glasgefässe geben bei gleicher Tiefe und gleich weiter Oeffnung einen verschieden hohen Percussionsschall, sobald die Breite der beiden Gefässe eine verschiedene ist, und zwar ist der Percussionsschall tiefer, wenn der Schallraum grösser ist, höher bei kleinerem Rauminhalt.

Auf die Höhe des Percussionsschalls ist ferner von auffallendem Einfluss die Temperatur der schallenden Luft. Nehmen wir zum Beispiel zwei in Allem gleiche Gefässe, dann wird der Percussionsschall nur bei gleicher Temperatur der eingeschlossenen Luft in beiden Gefässen ein gleicher sein; sobald aber die Temperatur der Luft des einen Gefässes nur um 1°C. steigt, wird auch der Percussionsschall hier sogleich höher werden. Diese Erscheinung findet auch in der Physik ihre Erklärung. Die Luft leitet bekanntlich den Schall nach ihren Temperaturgraden mit verschiedener Geschwindigkeit. Sobald die Temperatur der Luft um 1°C. steigt, nimmt die

Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls in derselben um 2 Fuss zu, um soviel ist also auch die den Schall leitende Luftwelle länger geworden (Tyndall)¹⁾. Bei der Percussion entspricht die Tiefe des Glasgefässes der halben Wellenlänge jenes Tones, mit welchem die in demselben enthaltene Luft mitschwingt. Bei erhöhter Temperatur kann die Luft des Glasgefässes mit dem früheren Ton nicht mehr resoniren, weil ja die Wellen jetzt länger sind, demnach auch die halbe Wellenlänge grösser ist als die Tiefe des Gefässes. Die in dem Gefäss enthaltene Luft wird daher nur mit einem Ton mitschwingen können, dem eine kürzere Wellenlänge entspricht, daher wird der nun erhaltene Percussionsschall auch höher sein.

Die Form des Schallraumes beeinflusst auch die Höhe des tympanitischen Percussionsschalls. Die Luft zweier Gefässe, welche gleichen Kubikinhalt, gleiche Tiefe und eine gleichweite Oeffnung haben, giebt bei verschiedener Form der Gefässe einen verschieden hohen Percussionsschall. So zeigten zwei Gefässe, von welchen das eine cylinderrförmig, während das andere unten breit und oben schmal ist, bei einem Rauminhalt von 496^o Cm. eine ganze Octave Höhendifferenz.

Der Klang einer Pflfe ändert seine Höhe, wenn ein Theil der Wandung aus Papier gemacht ist, auf ähnliche Weise ändert sich die Höhe des tympanitischen Percussionsschalls, wenn die Wandung der Höhle auch nur in einem kleinen Theil aus verschiedener Substanz gebildet wird. Wenn wir von zwei gleich breiten und mit gleicher Oeffnung versehenen Glasgefässen das tiefere mit Wasser anfüllen, solange bis dasselbe dem anderen gleich tief geworden, und nun die Luft der Gefässe mit dem Plessimeter percütiren, dann giebt jenes Gefäss, in welchem sich Wasser befindet, trotz dem gleichen Rauminhalt, einen tieferen Percussionsschall. Giessen wir noch in beide Gefässe eine gleiche Menge Wasser, wird auch der Percussionsschall ein gleicher. Es wird also der tympanitische Percussionsschall eines Schallraumes seine Höhe ändern können, wenn in denselben Wasser oder ein anderer Stoff gelangt, nicht nur weil dieser die Ausdehnung des Schallraumes verengt, sondern auch allein wegen seiner Gegenwart. Die Veränderung wird natürlicher Weise, da wo organische Gebilde die Wand bilden, nicht so bedeutend sein als in dem erwähnten Beispiele.

¹⁾ Der Schall von John Tyndall. Deutsche Ausgabe S. 81.

So hat die Höhe des tympanitischen Percussionsschalls viele Factoren, und wir dürfen aus dieser noch auf die Grösse des Schallraumes nicht schliessen, da wir allen Factoren nicht im Stande sind, Rechnung zu tragen.

II. Der nichttympanitische Percussionsschall.

Wenig habe ich noch über diesen Percussionsschall zu erwähnen, da ja ein grosser Theil des bereits Abgehandelten auch zu dessen Verständniss dient. Der nichttympanitische Percussionsschall, welcher bei der Percussion der gesunden Lunge oder der stark gespannten Blase entsteht, ist ein Geräusch, nicht durch Klangfarbe, sondern durch Dissonanz charakterisirt; die Partialtöne der zugleich erschallenden Klänge erzeugen Schwebungen, wodurch die Harmonie vollkommen gestört ist. Die genaue Analyse dieses Percussionsschalls ist unmöglich.

Das Flammenbild dieses Percussionsschalls fand ich, wie Gerhard, Eichhorst und Jacobson, aus ungleichen Zacken gebildet, welche sich nur auf eine kurze Strecke des Lichtstreifens ausdehnen.

Mit Recht betrachten Skoda, Geigel, Schweiger, den nichttympanitischen Percussionsschall nicht als Eigenschwingungen der eingeschlossenen Luft, zwischen welche die, wegen der starken Spannung hinzutretenden Schwingungen der Wandung, sich störend mischen würden, wie es unter Anderen auch Gerhard und Guttmann lehren, sondern sie leiten denselben ganz richtig aus selbständigen Schwingungen der Wandung ab, welche von keinen Eigenschwingungen der Luft begleitet sind. Als wir ein Glasgefäss mit einem Korkpfropf, durch welchen ein Glasrohr geführt war, verschlossen und das Glasrohr mit der König'schen Trommel in Verbindung brachten, ergab die Percussion des Gefässes keinen tympanitischen Percussionsschall, das Flammenbild zeigte bei jedem Schlag eine grosse Welle, änderte sich aber sonst nicht, ausgenommen, dass diese Welle nicht eben einen vollkommen glatten Rand zeigte. Binden wir dies Glasrohr in die Trachea eines Kaninchens, oder in eine genügend stark gespannte Blase, und das Flammenbild wird uns, bei der Percussion der Brust oder Blasenwand, auch zeigen, wie die Rolle der eingeschlossenen Luft nur eine passive ist, und dass diese, sobald sie mit einer sehr gespannten Wand umgeben

ist, stehende Wellen nicht bilden kann. Bereits bei der Untersuchung des tympanitischen Percussionsschalls haben wir gesehen, dass auch der Schall der zum Versuch gebrauchten Trommel nicht-tympanitisch wurde, sobald wir ihre Membranen genügend spannten. Der tönende Körper — Wandung, Lungengewebe — theilt seine Schwingungen der ihn umgebenden Luft mit, wird daher auch in der eingeschlossenen Luft Interferenz der Wellen (Geigel) erzeugen; ferner wird derselbe als Blase, nicht in allen seinen Theilen übereinstimmend gleichmässig schwingen können; in der Lunge aber, wo die Wandung der vielen Bläschen selbständig schwingt, werden wir Töne erhalten, von denen nicht zu erwarten ist, dass sie aus sich in gleichen Zeiträumen periodisch wiederholenden Schwingungen bestehen.

Der nichttympanitische Percussionsschall verstummt rascher als der tympanitische; er ist von kurzer Dauer, weil die schwingende Wandung wegen der starken Spannung ihre Schwingungen in kürzerer Zeit beschliesst.

Schliesslich noch einige Bemerkungen über die Auscultation der Herztöne mit den Resonatoren.

Gerhardt fand, indem er die Herztöne mit Resonatoren auscultirte, den ersten Ton an der Herzspitze einem tiefer gestimmten Resonator entsprechend, als den zweiten an der Herzbasis. Nach ihm wird der erste Herzton durch den Resonator, welcher ut_3 (\bar{c}), der zweite durch jenen, welcher sol_3 (g), mi_3 (\bar{e}) entspricht, verstärkt. Mit dem ersten Herzton soll constant derselbe Resonator mit-tönen, mit dem zweiten hingegen ein um so höher gestimmter, je heftiger das Herz schlägt. H. Eichhorst und H. Jacobson, aus deren Mittheilung ich ersehen habe, wie Gerhardt seine Versuche durchführte, konnten mit den Resonatoren nie mehr als ein schwaches Summen vernehmen. Wenn ich, wie Gerhardt, die Resonatoren an die Brustwand ansetze, kann ich mit allen, jenen ausgenommen, der ut_2 (c) entspricht, beide Herztöne hören, ja mit den kleineren Resonatoren am besten. Diese Beobachtung verdanken wir aber nicht der Resonanz. Die Resonatoren fungiren nicht als solche, sondern als genug schlechte Stethoskope. Die Herztöne werden durch die in dem Resonator enthaltene Luftsäule einfach zu unserem Ohr geleitet. Wir hören, mögen wir welchen Resonator immer

an die betreffende Brustwand setzen, keinen höheren oder tieferen Ton, als jener ist, den wir auch mit dem Stethoskop vernehmen. Wer übrigens die Herztöne mit Resonatoren auscultiren will, thut gut, diese nicht auf die Rippe, sondern den Zwischenrippenräumen entsprechend anzusetzen, denn sonst ist es wohl möglich, dass er dieselben gar nicht vernimmt.

Eichhorst und Jacobson auscultirten die Herztöne mit den Resonatoren auch auf diese Weise, dass sie dieselben dem Thorax näherten aber an denselben nicht ansetzten. Nach diesen Forschern sollen die sol_2 (g) ut_3 (\bar{c}) mi_3 (\bar{e}) sol_3 (\bar{g}) entsprechenden Resonatoren den diastolischen Herzton in vielen Fällen verstärken, den systolischen nur ausnahmsweise. Ich versuchte die Herztöne auch in dieser Weise zu auscultiren, und konnte beide Herztöne mit dem sol_2 (g) entsprechenden Resonator vernehmen, mit einem anderen aber nicht. —

VIII.

Kleinere Mittheilungen.

1.

Ueber das Vorkommen reichlicher Mengen von Hämatoidin- krystallen in den Sputis.

Von Dr. Friedrich Schultze,

Assistenzarzt der medicinischen Klinik in Heidelberg.

Das Auftreten von reichlichen Mengen krystallisirten Hämatoidins in den Sputis scheint ein so seltenes zu sein, soweit man wenigstens aus der geringen Anzahl der bis jetzt publicirten Fälle dieser Art zu schliessen berechtigt ist, dass es nicht unangemessen erscheinen dürfte, über weitere dahin gehörige Beobachtungen zu berichten und einige Bemerkungen an dieselben zu knüpfen.

Es sind im Laufe der letzten Jahre in der Heidelberger medicinischen Klinik zwei derartige Fälle beobachtet worden, von denen der eine auch in anderer Beziehung interessante Phänomene darbot, so dass ich ihn etwas ausführlicher schildern muss.

Er betraf ein 25jähriges Dienstmädchen, Sophie Schiek, welche am 6. Februar 1873 im akademischen Krankenhause von Heidelberg aufgenommen wurde. Sie