

XX.

Ueber die sogenannten consonirenden Geräusche.

Von Dr. C. Schweigger, Privat-Docent in Halle.

Jedem, der sich mit Auscultation und Percussion beschäftigen will, kann gewiss kein besseres Werk zu diesem Studium empfohlen werden, als Skoda's allgemein bekannte und verbreitete Abhandlung. Aber eben wegen der allgemeinen Verbreitung dieses vortrefflichen Werkes dürfte es wünschenswerth sein, gewisse Irrthümer, die es enthält und denen man dieselbe allgemeine Verbreitung nicht wünschen kann, zu besprechen, Irrthümer, deren verwirrender Einfluss sich schon vielfach geltend gemacht, und die, wenn sie auch die praktische Anwendung der Auscultation nicht hindern, dennoch im Stande sind, eine gerade auf dem Felde der physikalischen Diagnostik besonders schädliche theoretische Unklarheit zu veranlassen. Soll die physikalische Diagnostik etwas mehr sein als ein blosses mechanisches Aufsuchen gewisser empirisch festgestellter Symptome, so muss jeder, der sich ihrer bedienen will, über die physikalischen Ursachen der Erscheinungen, die wir zur Diagnose verwerthen, möglichst ins Klare zu kommen suchen — und es wird die Aufgabe dieser Zeilen sein, den Beweis zu liefern, dass dies für eine gewisse Reihe von Erscheinungen nicht möglich ist, wenn man sich streng an die von Skoda aufgestellten Grundsätze hält. Es ist vor Allem die Lehre von den sogenannten consonirenden Geräuschen, welcher man diesen Vorwurf machen muss und die wir daher einer ausführlichen Kritik zu unterwerfen haben.

Merkwürdiger Weise ist man, so oft man die Consonanztheorie angefochten hat, nicht darauf bedacht gewesen, die Gründe, welche Skoda gegen Laennec's Ansichten über die hierhergehörigen

Erscheinungen geltend gemacht hat, genauer zu prüfen, sondern ist einfach mehr oder weniger zu Laennec's Theorien zurückgekehrt, ohne die von Skoda dagegen vorgebrachten Zweifel vorerst gründlich zu beseitigen.

I. Lassen sich die sogenannten consonirenden Geräusche nach den Gesetzen der Schallleitung erklären?

Der Haupteinwurf, den Skoda gegen Laennec's Ansichten geltend macht, ist der, dass das Verschwinden und Wiedererscheinen der Bronchophonie, welches man im Verlaufe von Pneumonien häufig und in ziemlich schnellem Wechsel beobachtet, mit der Ansicht, dass die Bronchophonie in dem besseren Schallleitungsvermögen der infiltrirten Lunge seinen Grund habe, unverträglich sei. Aus allen übrigen Zeichen ergibt sich nämlich, was man von vorn herein auch gar nicht anders erwarten kann, dass an der Infiltration selbst keine Veränderung vorgeht, während die Bronchophonie verschwindet, um nach wenigen Minuten wiederzuerscheinen. Eine sehr einfache Erklärung für dieses Factum scheint darin zu liegen, dass die Bronchien der infiltrirten Lunge bald mit Secreten angefüllt und dadurch der Luft unzugänglich sind, bald nach Expectoration der Sputa der Luft wieder zugänglich werden. Uebereinstimmend damit zeigt auch die Beobachtung, dass die Bronchophonie, wenn sie verschwunden ist, nach einem stärkeren Athemzuge, noch leichter aber nach dem Husten wieder erscheint, und dass sie gerne wieder verschwindet, wenn der Kranke einige Zeit nicht gehustet und nicht ausgeworfen hat. Indess „beseitigt“, nach Skoda, „diese Erklärung des Verschwindens und Wiedererscheinens der Stimme bei Lungenhepatisation die Zweifel gegen das bessere Schallleitungsvermögen der hepatisirten Lunge keineswegs, denn wäre dieses wirklich vorhanden, so müsste es gleichgültig sein, ob die Bronchien Luft oder Flüssigkeit enthalten.“

Die Zweifel gegen die bessere Schallleitungsfähigkeit der hepatisirten Lunge beseitigen kann diese Erklärung freilich nicht; dazu ist sie aber auch gar nicht bestimmt; sie soll nur das Verschwinden und Wiedererscheinen der Bronchophonie erklären, und das thut sie trotz des Widerspruches Skoda's.

Die Sprachlaute können (abgesehen von der in der Glottis entstehenden und in den Wänden der Trachea, der Bronchien u. s. w. fortgepflanzten Wellenbewegung) nur auf zwei Wegen zu der infiltrirten Lungenpartie gelangen, entweder durch die Bronchien oder durch das noch gesunde Lungengewebe. Auf letzterem Wege werden die Schallwellen der infiltrirten Partie jedenfalls nicht regelmässiger als der Thoraxwand überliefert, und wenn sie sich durch die infiltrirte Lungenpartie hindurch bis zur Thoraxwand fortpflanzen, so können sie daselbst nie als Bronchophonie, sondern immer nur als undeutliches Summen gehört werden.

Von den Schallwellen dagegen, welche, in der Luft der Bronchien fortgeleitet, die hepatisirte Stelle erreichen, werden um so mehr in dieselbe übergehen, je grösser die Berührungsfläche zwischen der in den Bronchien enthaltenen Luft und der Hepatisation ist, d. h. je grössere und je mehr Bronchien die letztere enthält; je kleiner die Oberfläche ist, welche die Hepatisation den in den Bronchien herankommenden Schallwellen darbietet, desto weniger werden in dieselbe übergehen, desto schwächer und undeutlicher muss die Bronchophonie ausfallen. Das Letztere ist aber offenbar der Fall, wenn die Bronchien einer infiltrirten Lungenpartie keine Luft, sondern Flüssigkeit enthalten. Nehmen wir an, die hepatisirte Stelle enthielte blos einen Bronchialzweig, so wird, wenn derselbe lufthältig ist, der Uebergang der Schallwellen in die hepatisirte Stelle auf der ganzen inneren Oberfläche dieses Bronchialastes geschehen können; ist der Bronchialzweig aber, soweit als er in der Hepatisation verläuft, durch Flüssigkeit obstruirt, so können die Schallwellen nur an der Oberfläche der Flüssigkeit, also auf einer Fläche, die so gross ist wie der Querschnitt des Bronchialastes im Niveau der in demselben enthaltenen Flüssigkeit, in die Hepatisation übergehen. Die Menge der im ersteren Falle dem hepatisirten Lungentheil überlieferten Schallwellen wird sich demnach zu der im zweiten Fall in denselben Lungentheil übergehenden Menge verhalten, wie die Grösse der inneren Oberfläche des Bronchialastes zur Grösse seines Querschnittes, vorausgesetzt natürlich, dass die Schallwellen in die im Bronchialzweig enthaltene Flüssigkeit ebenso leicht wie in die Hepatisation übergehen. Und

da die Stärke der Bronchophonie abhängig ist von der Menge der unser Ohr gleichzeitig treffenden Schallwellen, so muss im ersten Falle die Bronchophonie stärker, im zweiten schwächer sein. Häufig aber liegen die Bedingungen noch ungünstiger. Die Bronchien sind, wie sich eben aus der durch den Husten eingeleiteten Entleerung ihres Inhaltes ergibt, nicht mit Flüssigkeit, sondern mit zähen Schleimmassen obstruirt, und diese befinden sich häufig nicht in den Bronchien der infiltrirten Partie, sondern haften höher oben an der Innenfläche der zur Hepatisation verlaufenden Bronchien an einer Stelle, unterhalb deren feinere Bronchialäste zu noch lufthältigen Lungentheilen abgehen, denn wie könnte sonst die Bronchophonie nach einem stärkeren Athemzuge wieder erscheinen? Dies kann offenbar nur dadurch geschehen, dass die Schleimmassen, welche die Communication der Luft in den Bronchien der infiltrirten Partie mit der Luft in der Trachea unterbrechen, durch eine tiefere Inspiration in die Bronchien einer noch lufthältigen Lungenpartie geführt werden. Derartige Schleimmassen, die überdem noch gewöhnlich mit feineren Luftbläschen innig gemengt sind, setzen aber dem Fortschreiten der Schallwellen aus der Trachea in die Bronchien der infiltrirten Lungenpartie deshalb ein beträchtliches Hinderniss entgegen, weil sie zu weich und zu ungleichmässig zusammengesetzt sind, um die Schallwellen regelmässig fortzuleiten, sie nehmen dieselben vielmehr vollständig in sich auf, und die Wellenbewegung, die ihrer Natur nach nur eine Molecularbewegung sein darf, geht in diesen Schleimmassen in einer Massenbewegung unter; der hepatisirte Lungentheil kann keine Schallwellen zur Thoraxwand fortleiten, weil ihm eben keine überliefert werden, und die Bronchophonie muss in Folge dessen verschwinden.

So wie bei hepatisirtem Lungengewebe glaubt Skoda auch bei Exsudation in der Brusthöhle das bessere Schallleitungsvermögen bezweifeln zu müssen, weil die Bronchophonie „mit der Zunahme des Exsudates immer schwächer wird, da doch gerade das Gegentheil erfolgen müsste, wenn das Exsudat den Schall besser zu leiten im Stande wäre.“

Auch gegen diesen Einwurf Skoda's gelten die eben erhobenen Bedenken. Je grösser das Exsudat wird, desto mehr Bron-

chien werden comprimirt, desto kleiner wird die Oberfläche, auf welcher die Schallwellen aus den lufthältigen Bronchien in die comprimirte Lunge übergehen können, desto schwächer die Bronchophonie.

Nach diesen den Beobachtungen am Krankenbett entnommenen Einwürfen bezweifelt Skoda überhaupt, dass soliden Körpern ein besseres Schallleitungsvermögen als der Luft zukomme. Dass man durch einen Stab das Ticken einer Uhr weiter hört als durch die Luft, beruht nach Skoda darin, „dass der Schall im Stabe concentrirt bleibt, während der Schall, der aus der Uhr in die freie Luft übergeht, sich in dieser nach allen Richtungen zerstreut, also auf eine viel grössere Masse wirkt. Der Versuch mit dem Stabe beweist somit noch gar nicht, dass das Holz den Schall besser leite als die atmosphärische Luft“ — was man unbedenklich zugeben kann, da noch kein Physiker aus dem erwähnten Versuch einen anderen Schluss, als Skoda selbst, gezogen hat. „Man muss“, fährt Skoda fort, „um über den Grad der Schallleitfähigkeit der Luft, des Holzes und anderer Körper ins Klare zu kommen, andere Versuche machen. Diese werden darin bestehen, dass man einen und denselben Schall auf zwei oder mehrere Medien, die sämmtlich dieselbe Form und dasselbe Volumen haben, wirken lässt, wobei die Medien in ein gleiches Verhältniss zu ihrer Umgebung gebracht werden müssen, und dann die Distanzen vergleicht, auf welche der Schall durch jedes der Medien gehört wird, oder die Stärke, mit welcher er sich in einer bestimmten Distanz vernehmen lässt.“

Ich glaube kaum, dass die Physiker Lust haben werden, eine derartige Versuchsreihe zu unternehmen, und bezweifle sehr, dass sie es nöthig finden werden, da gerade die Berechnungen über die Fortpflanzung des Schalles in verschiedenen Medien von den eminentesten mathematischen und physikalischen Genies, wie Newton, Laplace, Chladni, Savart u. A. angestellt worden sind. Merkwürdig ist nur, dass die Berechnungen der Physiker, die Skoda nicht gelten lassen will, sich hauptsächlich auf die Geschwindigkeit des Schalles in verschiedenen Medien beziehen, um die es sich bei der Auscultation nimmermehr handeln kann, denn die

Dimensionen der menschlichen Brust sind **verschwindend** klein gegenüber den mehr als 1000 Fuss, die der Schall in der Luft in einer Secunde zurücklegt. Die Frage kann also nicht die sein, wie sie Skoda aufwirft: hat die Luft ein besseres Schallleitungsvermögen als feste Körper? — sondern nur die: ist der Widerstand, der sich der Ausbreitung der Schallwellen in einer gesunden lufthältigen Lunge entgegensetzt, grösser als in einer durch Infiltration, Compression veränderten Lunge, oder als in den Bestandtheilen eines pleuritischen Exsudates?

Skoda vindicirt der gesunden Lunge eine bessere Schallleitungsfähigkeit; es soll „in der gesunden Lunge, wo die Luft bis in die Luftzellen ein Continuum bildet, die Stimme bis in die Luftzellen, also weiter geleitet werden, als in einer hepatisirten oder von Flüssigkeit comprimierten Lunge, in welcher die Bronchien keine Luft mehr enthalten.“ Wahrscheinlich ist diese Voraussetzung unrichtig; wenn die Stimme in einer gesunden Lunge wirklich bis in die Luftzellen geleitet wird, warum hört man sie dann gerade bei gesunder Lunge am Thorax nur als undeutliches Summen?

Jedenfalls sind die feineren Bronchien viel zu dünnwandig, als dass sich in der in ihnen enthaltenen Luft Verdünnungs- und Verdichtungswellen ungehindert fortpflanzen könnten. Die Schallwellen gehen also aus den Bronchien alsbald auf das Lungenparenchym und von diesem wieder auf die in der Lunge enthaltene Luft über und verlieren durch diesen tausendfältigen Uebergang von dichteren Medien auf dünnere und umgekehrt schliesslich mehr an Intensität und Regelmässigkeit, als bei dem einmaligen Uebergang aus der in den Bronchien enthaltenen Luft in ein verdichtetes Lungenparenchym. Wenn man also der verhärteten, infiltrirten Lunge, Flüssigkeiten im Thorax u. s. w. eine bessere Schallleitungsfähigkeit zuschreibt als dem schwammigen Gewebe einer gesunden Lunge, so thut man dies nicht, wie Skoda sagt, „im Einklang mit der gangbaren Meinung, dass feste Körper den Schall besser leiten als Luft“, sondern auf Grund der physikalisch leicht zu erklärenden Thatsache, dass Körper von ungleichmässiger Zusammensetzung und Dichtigkeit weniger geeignet sind, Schallwellen fortzuleiten, als Körper von gleichmässiger Consistenz.

Hoppe *) hat diese Verhältnisse für das Lungengewebe ausführlich auseinandergesetzt. Von der Richtigkeit der Angaben Hoppe's kann man sich experimentell leicht überzeugen. Bindet man in die Trachea einer aus der Brusthöhle herausgenommenen Lunge eine Röhre, in welche man hineinsprechen lässt, während man die Lunge auscultirt, so hört man auf der ganzen Oberfläche derselben nur ein undeutliches Summen, und nur in der Gegend der Bifurcation der Trachea hört man, wenn man das Stethoskop auf einen grossen und oberflächlich liegenden Bronchus aufsetzt, eine deutliche Bronchophonie. Die Deutlichkeit und Articulation der Laute verschwindet aber um so mehr, je weiter man sich mit dem Stethoskop von dem Bronchus entfernt, oder je dickere Schichten Lungenparenchym man zwischen denselben und das Stethoskop einschiebt. So finde ich wenigstens die Verhältnisse ganz im Gegensatz zu Wintrich **), der Hoppe's Ansichten deshalb bestreitet, weil er eine über die ganze Fläche der Lunge verbreitete Bronchophonie gehört haben will.

II. Skoda's Lehre von der Consonanz.

„Dass man einen Schall entfernt eben so stark hört als an seiner Entstehungsstelle, lässt sich nur daraus erklären, dass der Schall verhindert wird, sich zu verbreiten, dass er also im Fortschreiten concentrirt bleibt, oder aber daraus, dass sich der Schall auf dem Wege durch Consonanz wiedererzeugt und so verstärkt. Hört man einen Schall in der Entfernung stärker als an der Ursprungsstelle, so muss er sich durch Consonanz verstärkt haben.“ Der letzte Fall, dass man nämlich einen Schall in der Entfernung stärker hört, als an der Ursprungsstelle, kommt überhaupt nicht vor und ist eine physikalische Unmöglichkeit; es würde das voraussetzen, dass sich eine Kraft nicht nur durch sich selbst erhalte, sondern sogar durch sich selbst vermehre. Es kommen allerdings Fälle vor, in denen es den Anschein haben könnte, als ob man einen Schall in der Entfernung stärker als an der Ursprungsstelle hörte, und als Beispiel hierfür lässt sich anführen, dass man den

*) Virchow's Archiv. Bd. VI. Hft. 3.

**) Virchow's Handbuch der Pathologie. B. V. S. 120.

Ton einer Stimmgabel selbst auf weitere Entfernungen lauter hört, wenn man sie mit einem Resonanzapparat in Verbindung bringt, als wenn man sie in freier Luft schwingen lässt. Bringt man aber das Ohr der Ursprungsstelle des Tones möglichst nahe, d. h. hält man die Stimmgabel unmittelbar vor den äusseren Gehörgang, so hört man den Ton derselben ebenso laut, als wenn man sie z. B. auf den Tisch stellt, und doch hört man im letzteren Falle denselben Ton mit beiden Ohren, den man früher nur mit einem hörte. Hält man aber, um alle Verhältnisse möglichst gleichzusetzen, das eine Ohr zu, während man, um den durch Consonanz verstärkten Ton der Stimmgabel möglichst laut zu hören, das andere Ohr auf den Tisch auflegt, auf den man die Stimmgabel gestellt hat, so hört man dennoch den durch Consonanz verstärkten Ton nicht lauter als man den nicht consonirenden Ton der in freier Luft schwingenden Stimmgabel an seiner Ursprungsstelle hört.

Einen Vergleich mit den sogenannten consonirenden Erscheinungen, die wir bei der Auscultation wahrnehmen, lassen nur diejenigen Fälle zu, wo die Consonanz in begrenzten Lufträumen stattfindet. Es zeigt sich dabei durchgehends, dass eine merkliche Verstärkung des Tones durch Consonanz immer nur für den Grundton der consonirenden Luftmenge selbst erreicht werden kann, und dass schon bei den harmonischen Tönen die Verstärkung durch Consonanz viel geringer ausfällt. Aber auch hier wird durch die Consonanz im günstigsten Falle nicht mehr geleistet, als dass man den Ton in der Entfernung ebenso laut hört als an seiner Ursprungsstelle; die Oscillationsamplitude der einzelnen Schallwellen kann begreiflicher Weise nicht wachsen, und die grössere Deutlichkeit der sinnlichen Wahrnehmung des Tones ist nur darin begründet, dass im letzteren Fall eine grössere Menge von Schallwellen gleichzeitig unser Ohr erreichen und dass ein durch Schwingungen einer begrenzten Luftmenge angeregter Ton sich der umgebenden Luft leichter mittheilt, als der in der Stimmgabel selbst entstehende. Wie wenig man unter diesen Umständen von einer Consonanz der in den Bronchien eines luftleeren Lungentheiles enthaltenen Luft eine Verstärkung des Tones erwarten dürfe, hat Wintrich ausführlich entwickelt, um sofort eine ebenso unhaltbare Theorie auf-

zustellen. Da nämlich, wie auch Skoda ausdrücklich angiebt, die in einem bestimmten Raume eingeschlossene Luft nicht mit jedem Schalle consonirt, während die sogenannten consonirenden Geräusche die allerverschiedenste Schallhöhe zeigen, wobei eine Verschiedenheit der Intensität der verschiedenen Laute bei der Auscultation nicht zu constatiren ist, wie es der Fall sein müsste, wenn es sich wirklich um Consonanz handelte: so wird Wintrich dahin geführt, ein „gleichmässiger wirkendes Verstärkungsmittel“ zu suchen, und er findet dies in der durch die Verdichtung des Lungengewebes bedingten vermehrten Schallreflexion in den Bronchien *), wodurch die Sprachlaute besser concentrirt und dadurch verstärkter durch die anliegende oder nahe Thoraxwand zum Ohre des Beobachters fortgeleitet werden sollen.

Skoda selbst hat den Grund zu diesem Irrthume gelegt, denn nachdem er einige Beispiele von wirklicher Consonanz vorgebracht hat, werden nach und nach auch die Fälle, wo der Schall nur verhindert wird sich zu verbreiten, also im Fortschreiten concentrirt bleibt, zur Consequenz gezogen. Weil die Luft nur dann consoniren kann, wenn sie in einem abgeschlossenen Raume sich befindet, so wird es von Skoda mit zu den Consonanzerscheinungen gerechnet, dass im Freien die menschliche Stimme und jeder andere Schall viel schwächer gehört wird als in einem Zimmer. „Es scheint, dass der consonirende Schall des eingeschlossenen Luftraumes desto stärker wird, je vollständiger die begrenzende Wandung den in der Luft fortgehenden Schall reflectirt. Von Mauern begrenzte Lufträume geben die grösste Consonanz, indess unter einem Zelte von Leinwand der Schall nur wenig verstärkt wird. Bekannt ist die Ursache der Verstärkung des Schalles im Sprachrohr“ u. s. w.

Die hier von Skoda vorgebrachten Beispiele lassen gar keinen Vergleich mit den Verhältnissen der Brust zu. Um die in einem Zimmer durch Schallreflexion concentrirten Laute zu hören, ist es vor allem nöthig, dass man sich innerhalb des Zimmers befinde, nicht vor der Thür; beim Auscultiren befinden wir uns aber immer ausserhalb der Lufträume, innerhalb deren der Schall reflectirt

*) l. c. S. 142.

wird. Noch unglücklicher ist der Vergleich mit dem Sprachrohre. Es ist allerdings kein Grund vorhanden, warum die Wände eines Sprachrohres nicht auch unter Umständen in consonirende Schwingungen gerathen könnten, aber nicht darin beruht seine Wirkung, sondern darin, dass vermöge der conischen Gestalt desselben die in den verschiedensten divergirenden Richtungen in dasselbe eintretenden Schallwellen vermöge wiederholter Reflexion an der Innenwand des Sprachrohres eine der Axe desselben annähernd parallele Richtung annehmen, und also verhindert werden, sich im Fortschreiten nach allen anderen Richtungen zu verbreiten. Gerade umgekehrt wie ein Sprachrohr verhalten sich aber die Bronchien; während das Kaliber des Sprachrohres sich allmählig erweitert, werden die Lumina der Bronchien allmählig verjüngt, so dass durch fortgesetzte Reflexion die Schallwellen nicht wie im Sprachrohr in annähernd paralleler Richtung fortgeleitet werden, sondern schliesslich in annähernd rechtwinkliger Richtung auf die Innenfläche der Bronchien auffallen. Man sieht daraus, wie wenig die Bronchien, auch wenn sie durch Verdichtung des Lungenparenchyms schallreflexionsfähiger geworden sind, sich dazu eignen, den Schall nach der Thoraxwand fortzuleiten; überhaupt ist es unbegreiflich, wie man die sogenannten consonirenden Erscheinungen von einer Vermehrung der Schallreflexion in den Bronchien ableiten kann, da selbstverständlich nur die Schallwellen zur Thoraxwand gelangen und also gehört werden können, welche in den Bronchien nicht reflectirt werden, sondern trotz der vermehrten Schallreflexion die Wandungen der Bronchien durchsetzen und in das Lungenparenchym übergehen. Eben so wenig kann man Wintrich (l. c. S. 136.) darin beistimmen, wenn er behauptet, „es finde bei der Bronchophonie dasselbe statt, als wenn man die Stimme durch ein Communicationsrohr leitet, welches unten mit elastischen Häuten und einem Stück Thoraxwand verschlossen ist, durch welche Medien die in der Röhre vermöge der Reflexion verstärkten Sprachlaute gehört werden müssen.“ Schon bei einer einfachen Lungeninfiltration, um wie viel mehr aber bei Compression der Lunge durch ein pleuritisches Exsudat verlieren die Bronchien in nicht unbeträchtlicher Entfernung von der Thoraxwand ihr offenes Lumen,

und die Schallwellen müssen, um aus den Bronchien zur Thoraxwand gelangen zu können, immer eine mehr oder weniger dicke Infiltrations- oder Exsudatschicht passiren. Die Schallwellen theilen sich auch nicht wie bei einem Communicationsrohr am unteren Ende desselben der Brustwand mit, sondern sie gehen an der ganzen inneren Oberfläche der Bronchien in das umgebende lufthältige oder luftleere Lungenparenchym über, in letzteres allerdings etwas schwieriger.

Auch die von Wintrich vorgebrachten Beispiele aus der Pathologie sind für seine Ansicht nicht beweisend. Wenn es z. B. allerdings nicht gleichgültig ist, ob nicht allzu ferne hinter einer Exsudatschicht eine nur comprimirt oder eine infiltrirte Lunge sich befindet, so ist im letzteren Falle die grössere Deutlichkeit der Bronchophonie, des bronchialen Athmens u. s. w. nicht, wie Wintrich (S. 137.) aufstellt, darin zu suchen, dass ein indurirtes, infiltrirtes Lungenparenchym zur Schallreflexion geeigneter ist als ein bloß comprimirtes, sondern darin, dass in einer infiltrirten Lunge viele Bronchien der Luft und somit auch den Schallwellen zugänglich bleiben und denselben eine Uebergangsfläche zur Fortpflanzung nach der Thoraxwand darbieten, welche in einer comprimirtten Lunge zusammengedrückt und gegen die Luft verschlossen werden.

Geigel *) geht sogar noch einen Schritt weiter. Er betrachtet nämlich „die Verstärkung der Stimme, z. B. durch ein Sprach- oder Communicationsrohr, nicht bloß als eine relative, nur durch einfaches Zusammenhalten der Schallwellen gebildete, sondern als eine absolute, durch Bildung einer Summe von consonirenden stehenden Wellen erzeugte,“ und zwar weil die in das Sprach- oder Communicationsrohr eintretenden Schallwellen an der Innenwand desselben reflectirt werden, wodurch „in jedem Augenblick in der Nähe der Wandung eine Durchkreuzung der bereits reflectirten mit den directen Wellen, Interferenz und Verstärkung derselben“ stattfinden müsse. Ganz abgesehen davon, dass wir uns gleich von vorn herein gegen die Möglichkeit einer absoluten

*) Grundzüge der medicinischen Akustik S. 70, 71.

Verstärkung des Schalles erklären mussten, weil jede Kraft, so lange sie wirkt, sich selbst aufreiben muss, sich aber niemals durch sich selbst und aus eigenen Mitteln verstärken kann, so ist alles, was wir über die Interferenz der Schallwellen wissen, nur aus Analogie mit den Interferenzphänomenen des Lichtes erschlossen, und hier ist es leicht, sich zu überzeugen, dass eine Verstärkung in der Intensität des Lichtes durch Interferenz der Lichtwellen nicht erzielt werden kann, ebenso wenig wie eine absolute Verstärkung der Intensität durch Reflexion. Wenn z. B. eine parabolische Blendlaterne eine bedeutende Intensität der Beleuchtung entwickelt, so beruht dies, wie jeder weiss, nicht darin, dass etwa im parabolischen Spiegel eine neue Lichtquelle verborgen wäre, sondern einfach darin, dass wir unter diesen Umständen eine Menge Lichtstrahlen sehen, die sonst unser Auge gar nicht erreichen würden; die Verstärkung beruht nur darin, dass die Lichtstrahlen zusammengehalten und im Fortschreiten sich auszubreiten verhindert werden. Es wäre gewiss trivial, diese allgemein bekannten Dinge hier zur Sprache zu bringen, wenn sich nicht durch diese jedenfalls gerechtfertigte Analogie am deutlichsten zeigen liesse, was man von einer absoluten Verstärkung der Schallintensität durch Reflexion und Interferenz zu halten hat.

Wenn also durch eine Consonanz in den Bronchien die Sprachlaute im günstigsten Falle nur mit derselben Schallhöhe und Intensität, welche sie an ihrer Ursprungsstelle besaßen, wiedererzeugt werden können, was noch dazu unmöglich für alle Laute von der differentesten Schallhöhe in gleichem Maasse geschehen kann, wenn ferner eine vermehrte Schallreflexion in den Bronchien nothwendig eine Erschwerung des Ueberganges der Schallwellen in die Lunge und zur Brustwand einschliesst, also eine Verstärkung der am Thorax hörbaren Stimme nicht verursachen kann, und wenn endlich die Bronchien vermöge der allmäligen Verjüngung ihres Calibers nicht als Sprachrohr wirken können, so müssen wir nothwendigerweise darauf zurückkommen, die Verstärkung der Stimme am Thorax daraus zu erklären, dass das luftleere verdichtete Lungenparenchym ein besseres Schalleitungsvermögen besitzt als die lufthältige gesunde Lunge.

Wachsmuth *), der für die Bronchophonie Skoda's Consonanztheorie vertheidigt, kann die von ihm angenommene Consonanz auch nur durch die Annahme verwerthen, dass die stehenden Schwingungen der eingeschlossenen Luft sich leichter der begrenzenden Wand mittheilen, während Hoppe **) geradezu behauptet, die von festen Körpern eingeschlossene Luft mache nur dann stehende Schwingungen, wenn die umgebenden Wandungen in stehende Schwingungen gerathen, wenigstens erhalte man auf keine andere Weise eine bemerkbare Intensitätsvermehrung der Schallwellen.

Durch den Versuch kann man sich leicht überzeugen, dass 1) eine deutliche Verstärkung des Schalles durch Consonanz in einer begrenzten Luftmasse sehr wohl erhalten werden kann ohne gleichzeitige Schwingungen der Wandungen, und 2) dass die consonirenden Schwingungen der Luftmenge sich den begrenzenden Wandungen nicht leichter als einfach fortschreitende Wellen mittheilen.

Hält man eine Stimmgabel über die Oeffnung eines Glases, dessen Grundton mit dem der Stimmgabel consonirt, so erhält man eine deutliche Verstärkung des Tones, ohne dass sich die Wandungen an der Wellenbewegung betheiligten, während man ein deutliches Erzittern der Wandungen fühlt, aber nur eine geringe Verstärkung des Tones erhält, wenn man die Stimmgabel auf das Glas selbst aufsetzt.

Um sich nun zu überzeugen, dass sich der consonirende Ton einer Luftsäule den Wandungen derselben keineswegs so leicht mittheilt, kann man auf folgende Weise verfahren. Man stellt das Glas, dessen Luftsäule mit der Stimmgabel consonirt, auf den Tisch, während man das eine Ohr unmittelbar auf denselben auflegt und das andere Ohr verstopft. Hält man jetzt die Stimmgabel über die Oeffnung des Glases, so hört man den Ton derselben nur sehr undeutlich und schwach, während man ihn laut und deutlich, so als ob er im Tische selbst entstände, hört, sobald man die Stimmgabel auf das Glas selbst oder den Tisch aufsetzt.

Nach Hoppe sollen bei Laennec's „Pectoriloquie“ conso-

*) Virchow's Archiv. Bd. VII. S. 145.

**) Virchow's Archiv. Bd. VI. S. 344.

nirende Schwingungen der Thoraxwandung dadurch zu Stande kommen, dass die in eine Lungenexcavation fortgeleiteten Schallwellen bei ihrem Durchgange durch die Thoraxwand dieselbe in Schwingungen versetzen. Für die in der Glottis selbst gebildeten Wellen könnte man, ohne gerade an Consonanz denken zu müssen, eine noch directere Uebertragung annehmen, indem nämlich die Schwingungen der Glottis sich leicht den Wandungen des Larynx, der Trachea, der Bronchien und der mit letzteren zusammenhängenden Innenwand der Excavation mittheilen und die Brustwand um so leichter erreichen, als diese selbst, wie schon Laennec hervorhebt, gerade in diesen Fällen häufig fast unmittelbar einen Theil der Cavernenwandung ausmacht. In der That fühlt man über grossen Lungenexcavationen häufig einen *Fremitus pectoralis*, der sich durch seine ausgezeichnete Intensität unverkennbar von den Stimmvibrationen unterscheidet, wie man sie bei einfacher Infiltration der Lunge ohne Cavernenbildung wahrnimmt, und wenn man diese ausgezeichnete Intensität der Thoraxvibrationen zur Unterscheidung der *Pectoriloquie* und *Bronchophonie* benutzt, so braucht man sich nicht daran zu stossen, dass die *Pectoriloquie* ebenso allmählig in die *Bronchophonie*, wie diese selbst in das blosse undeutliche Summen übergeht. Es wird niemand aus dem Mangel der *Pectoriloquie* auf das Nichtvorhandensein von Lungenexcavationen schliessen wollen, wohl aber ist der umgekehrte Schluss gestattet; denn wenn es auch, wie Skoda ausführlich nachweist, viele Umstände giebt, welche bei vorhandenen Excavationen die Deutlichkeit der *Pectoriloquie* vermindern können, so giebt es umgekehrt keine Verhältnisse, durch welche beim Mangel von Lungenexcavationen ein so exquisiter *Fremitus pectoralis* hervorgebracht werden könnte, wie er über grossen der Brustwand nahe liegenden Excavationen gewöhnlich ist.

Es würde auf blosse Wiederholungen herauslaufen, wenn wir auch für das bronchiale Athmen dieselben Ansichten durchführen wollten. Wir brauchen uns nur zu erinnern, dass die Bronchien vermöge ihres sich allmählig verjüngenden Kalibers sehr

wenig geeignet sind, als Sprachrohr zu wirken, und dass durch verstärkte Schallreflexionsfähigkeit ihrer Innenwand der Uebergang der Schallwellen in das Lungenparenchym und zur Brustwand nur erschwert, nicht erleichtert werden kann. Mag nun also das bronchiale Athmungsgeräusch einfach in die Bronchien fortgeleitet sein, oder in denselben auf was immer für eine Weise selbst entstehen, entweder dadurch, dass, wie Wintrich für viele Fälle wahrscheinlich findet, in den von luftleerem Parenchym umgebenen Bronchien noch ein hinreichender Luftwechsel stattfindet, oder dass, wie Wachsmuth annimmt, die in diesen Bronchien enthaltene Luftsäule durch die bei der In- und Expiration vorbeistreifende Luft zum Tönen gebracht wird: immer werden wir darauf zurückkommen müssen, dass diese Geräusche durch das luftleere Lungenparenchym besser als durch die gesunde lufthältige Lunge zur Thoraxwand geleitet werden.

Das consonirende Rasseln erkennt man nach Skoda (S. 136.) daran, dass es „hell, hoch, ungleichblasig ist und von Resonanz begleitet wird, die jedoch nicht metallisch oder amphorisch klingend sein darf.“ Welcher Art die Resonanz sein soll, und woran man sie erkennen soll, wird von Skoda nicht hervorgehoben, und wir können daher um so mehr darüber hinweggehen, da sich aus anderen Stellen ergibt, dass Skoda selbst auf diese Resonanz keinen Werth legt, sondern nur darauf, dass das Rasseln hell, hoch und ungleichblasig ist. Ein in den grösseren Bronchien erzeugtes Rasseln verliert nämlich nach Skoda (S. 125.) bei seiner Fortpflanzung nach der Brustwand um so mehr an Höhe, je entfernter davon es entsteht, und je schwächer es ursprünglich ist, den Fall ausgenommen, wenn es durch Consonanz verstärkt wird.

„Ein hohes Rasseln in den grossen Bronchien erscheint somit, wenn es consonirt, auch am Thorax hoch, während es, wenn es sich durch blosse Schallleitung zur Brustwand verbreitet, tiefer gehört wird.“

Nach unserer früheren Auseinandersetzung kann ein irgend-

wo in den Bronchien entstehendes Geräusch durch Consonanz in einem dazu geeigneten Bronchus nur mit der Intensität, d. h. mit der Oscillationsamplitude der Schallwellen wieder erzeugt werden, die es an seiner Ursprungsstelle besass, und die auch nur dann, wenn das consonirende Geräusch dieselbe Schallhöhe hat wie das ursprüngliche, die Consonanz anregende, irgendwo in den Bronchien entstehende Rasseln.

Letzteres, welches sich durch ein relativ gesundes Lungenparenchym und „durch blosse Schallleitung zur Brustwand verbreitet“, verliert dabei nach Skoda um so mehr an Höhe, je entfernter davon es entsteht; bei dem consonirenden Rasseln soll dies nicht der Fall sein.

Bedenken wir aber, dass auch ein in den Bronchien consonirendes Rasselgeräusch sich durchaus auf keine andere Weise als durch blosse Schallleitung zur Brustwand verbreiten kann, und dass ein luftleeres Lungenparenchym nach Skoda eine geringere Schallleitungsfähigkeit besitzen soll als ein lufthältiges, so ist durchaus nicht einzusehen, warum das consonirende Rasseln, welches sich in den Bronchien, in denen es consonirt, im günstigsten Falle nur mit derselben Schallhöhe und Intensität wiedererzeugen kann, welche das ursprüngliche Geräusch an seiner Entstehungsstelle besass — bei seiner Fortpflanzung zur Brustwand nicht ebenso gut an Höhe und Intensität verlieren soll, wie ein nicht consonirendes.

Der Widerspruch löst sich sogleich durch die keineswegs gewagte Annahme, dass ein luftleeres Lungengewebe ein besseres Schallleitungsvermögen besitze als ein lufthältiges. Wir hören dann das durch gute Schallleitung zur Brustwand fortgepflanzte Rasselgeräusch mit nahezu derselben Intensität und Schallhöhe, mit der es in den Bronchien entsteht, während das durch lufthältiges Lungenparenchym zur Thoraxwand fortgeleitete Rasseln an Höhe und Intensität verliert.

Ich will hiermit natürlich nicht in Abrede stellen, dass das hohe, grossblasige oder ungleichblasige Rasseln am Thorax in Bezug auf die Beschaffenheit des Lungenparenchyms gleichbedeutend mit der Bronchophonie und mit der bronchialen Respiration ist,

sondern nur die Behauptung durchführen, dass es ebenso gut wie dieselben nach den Gesetzen der Schalleitung erklärt werden kann, während man auf Widersprüche stösst, wenn man diese Erscheinungen nach den Gesetzen der Consonanz zu erklären sucht.

Wenn übrigens durch Verdichtung der Bronchialwandungen die in dieselben eingeschlossenen Luftsäulen die Fähigkeit erhalten, in selbsttönende Schwingungen versetzt zu werden, so können dieselben gerade durch die in diesen entstehenden oder dahin fortgepflanzten Rasselgeräusche leicht angeregt, und der Klang des Rassels dadurch eigenthümlich modificirt werden.

Wenn wir also auch den Sieg, den Skoda über viele von Laennec's Ansichten davongetragen hat, nicht gerade in allen Stücken einen glücklichen nennen können, so müssen wir doch die Ursache desselben darin suchen, dass Skoda das grosse Verdienst hat, gegenüber der vorwiegend symptomatischen Auffassung Laennec's eine physikalische Methode in die Auscultation und Percussion eingeführt zu haben; aber gerade im Interesse der physikalischen Auffassung dieser Wissenschaft hielt ich es für wünschenswerth, einige theoretische Irrthümer, die in derselben Geltung gewonnen haben, zu besprechen.
