

XIV.

Theoretische Betrachtungen über die sogenannten consonirenden auscultatorischen Erscheinungen, insbesondere die Bronchophonie.

Von Dr. F. Hoppe.

(Nach einem Vortrag, gehalten in der Gesellschaft für wissenschaftliche Medicin in Berlin.)

Skoda hat in seiner vorzüglichen Abhandlung über die Percussion und Auscultation gerade der Auscultation der Stimme am Thorax ein ziemlich ausführliches Capitel gewidmet und rücksichtlich der Theorie derselben besonders nachzuweisen gesucht, einmal das die Erscheinungen, welche Länneec in Bronchophonie, Pectoriloquie und Egophonia getrennt hat, zusammenfallen müfsten und dann, dass diese Erscheinungen durchaus nicht aus den Gesetzen der Schallleitung, sondern nur nach den Gesetzen der Consonanz erklärt werden könnten. Diese sogenannte Consonanz ist von Skoda zuerst zur Erklärung von auscultatorischen Erscheinungen zu Hülfe genommen und seine Lehren hierüber haben sich wenigstens bei deutschen Aerzten eines fast ungetheilten Beifalls zu erfreuen gehabt. Nichtsdestoweniger lässt sich mit ziemlicher Bestimmtheit nachweisen, 1) dass in jener Allgemeinheit Länneec's Unterscheidung und Erklärung richtiger ist als Skoda's, wenn auch die von Länneec gegebene Erklärung bedeutende Irrthümer in sich enthält; 2) dass weder die Leitung noch die Consonanz hin-

reichen, jede für sich allein, zur Erklärung obiger Erscheinungen, und ferner zeigt der jetzige Zustand der Akustik, dass von Gesetzen der Consonanz noch wenig die Rede sein kann. Es kommt bei der Entscheidung dieser Sätze zunächst natürlich darauf an, festzuhalten, was Skoda mit dem Begriffe „Consonanz“ umschließt; und es ist daher um so unangenehmer, dass keine Definition dieses Begriffs in seiner Abhandlung gegeben ist. Er sagt: „Das Consoniren — Mittönen — ist eine bekannte Erscheinung“ und geht dann dazu über, Beispiele zu geben und aus Analogie mit diesen Beispielen die eigenthümlichen auscultatorischen Erscheinungen am Thorax zu erklären. Er beginnt ferner das Capitel, in dem er zuerst von der Consonanz spricht, mit den Worten: „Dass man einen Schall in der Entfernung eben so stark hört als an der Entstehungsstelle, lässt sich nur daraus begreifen, 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.“ Skoda betrachtet hier also nur die Intensität der Schallwellen; es ist dies wichtig für später zu erörternde Verhältnisse. Aus diesen Betrachtungen aber, den gegebenen Beispielen und den Sätzen, welche er aus dem Lehrbuche der Naturlehre von Baumgartner und Ettingshausen citirt, ergeben sich die Umrissse seines Begriffs für Consonanz; indem er jedoch nur diese Umrissse und Analogien anführt, giebt er durchaus noch nicht das, was die Ueberschrift des Capitels verheisst, nämlich: „eine Erklärung der verschiedenen Stärke und Helligkeit der Stimme am Thorax nach den Gesetzen der Consonanz.“ Ich will nun zunächst versuchen, eine Erklärung obiger Erscheinungen nach den bekannten Gesetzen der Leitung und des Uebergangs des Schalles aus einem Körper in den andern zu geben, und es werden sich, wie ich hoffe, ungezwungen und deutlich die streitigen Punkte zwischen Lännec und Skoda und das Verhältniss der Consonanz bei denselben von selbst ergeben.

Wenn beim Sprechen, Singen, Husten u. s. w. eine Hinderung oder vollkommener Abschluss abwechselnd mit Freilassung und Oeffnung der Communication der Luft in der Trachea und im Munde eintritt, und aus diesem Wechsel tönende oder durch Bewegung der Sprachorgane zugleich lautirende Schwingungen (über deren Entstehen zu sprechen hier überflüssig wäre) hervorgehen, so sind diese Schwingungen nicht auf die aus der Trachea ausströmende Luft allein beschränkt, sondern die Luft in der Trachea, den Bronchien u. s. w. muss gleichfalls an ihnen theilnehmen und da wir gewöhnlich mit exspirirter Luft sprechen und singen, so müssen die als Wellen sich fortpflanzenden Dichtigkeitsschwingungen stromauf- wie stromabwärts sich gleichzeitig ausbreiten. Der Beweis dafür, dass dies wirklich der Fall ist, ist leicht zu führen, da einfache Experimente sowie die Theorie ihn vollkommen übereinstimmend geben.

Allerdings benutzen wir zum Sprechen fast ausschliesslich exspirierte Luft, wir können jedoch auch vollkommen verständlich, besonders leise mit inspirirter Luft sprechen, auch Töne können wir mit inspirirter Luft hervorbringen, und wenn auch die Reinheit und Intensität der Töne und der Sprache nicht so vollkommen ist, als wenn man mit exspirirter Luft spricht oder singt, welche wir in der Lunge einer beliebigen Compression unterwerfen können, so sind doch die mit inspirirter Luft gesprochenen Worte und gesungenen Töne recht wohl verständlich und besitzen Intensität genug, um auch in weiterer Entfernung deutlich gehört zu werden. Will man nun nicht die an sich leicht zu widerlegende Annahme machen, dass diese Sprache und Töne mit inspirirter Luft hervorgebracht nur durch die menschlichen Körpertheile an die umgebende Luft mitgetheilt würden, ein Vorgang, der mit ungeheurem Intensitätsverlust für die Schallwellen verknüpft sein muss, so würde ein solches Beispiel bereits den vollen experimentellen Beweis für die Richtigkeit der Behauptung, dass die Wellen sich stromauf- und stromabwärts gleichzeitig ausbreiten, liefern. Aber wenn auch nicht solche directe experimentelle Beweise zu Gebote ständen, liesse sich schon aus einer genaueren Betrachtung der

Verhältnisse, unter welchen die Schwingungen entstehen, sowie aus den Verhältnissen der angrenzenden Theile darthun, daß eine Fortleitung der entstandenen Schwingungen in der Luft der Luftröhre hinab in die Lungen statthaben müsse, auch wenn mit exspirirter Luft diese Schwingungen erzeugt waren.

Das Singen von Tönen entsteht bekanntlich durch Schwingungen der Glottis, durch welche der comprimire Exspirationsstrom hindurchstreicht. Durch das Hin- und Herschwingen der Stimmbänder wird der Exspirationsstrom in je 2 nach der Tonhöhe langsamer oder schneller wechselnden, gleichen, auf einander folgenden Zeiträumen aufgehalten und wieder freigelassen, wieder aufgehalten, freigelassen u. s. w. Es wird durch dies Aufhalten der gleichmäsig heraufströmenden Luft eine Compression der den Stimmbändern zunächst liegenden Lufttheilchen hervorgebracht, durch das darauf folgende Freilassen eine derselben entsprechende Expansion der jetzt zunächst liegenden Theilchen. Da nun während beider Momente die Luft über und unter der Glottis mit diesen comprimirten und expandirten Lufttheilchen in fortwährendem Zusammenhange bleibt, so ist kein Hinderniss vorhanden, daß diese Ungleichheit der Dichtigkeit in benachbarten Theilen derselben Lüftart sich ausgleichen könne und dies geschieht durch die entsprechenden Compressions- und Expansionswellen, welche nach beiden Seiten hin die angrenzende Luft ergreifen und sich in ihr nach bekannten Gesetzen ausbreiten, und die natürlich nur unter der Bedingung nicht stromaufwärts gehen würde, wenn die Geschwindigkeit des Stromes und der Wellen mindestens gleich wäre. Es braucht aber nicht erst bewiesen zu werden, daß durch die Expiration auch unter den günstigsten Bedingungen dem Luftstrome in der Glottis nicht eine Geschwindigkeit von 1000 Fuß in der Secunde gegeben werden kann. Somit erhalten wir also beim Singen eines Tones Schallwellen, die von der Glottis abwärts durch die Trachea und Bronchien bis in das Parenchym der Lunge sich in der Luft verbreiten. Natürlich verhält es sich beim Sprechen ganz ebenso.

Wegen des cylindrischen Baues der Luftröhre und großen

Bronchien, der durch außen anliegende feste und tropfbarflüssige Körper theilweise benommenen Schwingbarkeit ihrer Wandungen, sowie wegen der Rückwirkung der Schwingungen der Theile, welche noch schwingbar sind, auf die Schwingungen der enthaltenen Luft können die Schallwellen bei ihrer Verbreitung durch jene Röhren nur wenig Verlust an Intensität erleiden, um so weniger, als die Wandungen durch ihre feste directe Verbindung mit den Stimmändern schon in dieselben gleichzeitigen Schwingungen versetzt werden. Kommen nun die Schallwellen, die sich in der Luft ausbreiten, in die kleinen Bronchien und Lungenbläschen, so erreichen sie hier wegen der Krümmung der ersteren und der allseitigen Begrenzung der letzteren durch Membranen die Grenzen der Luft und werden hier in 2 Theile gespalten, von denen der eine in die Luft reflectirt wird, während der andere zur Erregung von Schwingungen der begrenzenden Wandung verbraucht wird. Der reflectirte Theil trifft auf andere Punkte der Wandung und wird wiederum zum Theil reflectirt und geht anderntheils in Schwingungen der Wandung auf. Da diese begrenzenden Wandungen eine ziemlich bedeutende Grösse der Elasticität besitzen, d. h. durch einen verhältnismässig geringen Stoss weit ausgebeugt werden, so wird der bei Weitem grössere Theil der Intensität der herankommenden Dichtigkeitswelle für Transversalschwingungen dieser Wandung verbraucht und nur ein geringer Theil reflectirt und es wird somit die gesammte aus der Luströhre hinabgeleitete Welle sehr schnell in Schwingungen der Wandung der Bronchien und Lungenbläschen aufgehen. Diese Wandungen versetzen durch ihre Schwingung auch die anliegenden äussern Theile in Bewegung, ohne dadurch jedoch die ganze Intensität ihrer Schwingungen verlieren und sogleich zur Ruhe kommen zu müssen. Folgen nun mehrere Wellen aufeinander, so müssen sowohl die reflectirten Theile der früheren Wellen, sowie etwanige stehende Schwingungen der Bronchialwandung mit den späteren Wellen interferieren und die außen an den Bronchialwandungen anliegenden Theile des Lungenparenchyms erhalten durch dieselben nur solche Interferenzen

statt der ursprünglichen reinen Schwingungen. Die hier anliegenden Theile sind aber selbst Lungenbläschen zum grössten Theile, welche einmal direct Schwingungen durch ihre Luft erhielten und zwar je nach ihrer verschiedenen grossen Entfernung von der Lufröhre zu verschiedener Zeit und dann stellen sie ein Maschenwerk von kleinen Membranen dar, welche grosse Schwingungen der anliegenden Bronchien nicht unverändert aufnehmen und fortleiten können, sondern dieselben in eine grosse Menge kleiner Schwingungen von verschiedener Richtung, Intensität und Regelmässigkeit auflösen müssen. Diese beiden Eigenschaften des Lungengewebes führen natürlich zu einer häufigen Durchkreuzung von Theilen ursprünglich derselben Schallwelle und verschiedener auf einander folgender Wellen, und es ist hieraus erklärlich, dass die regelmässigen aus der Lufröhre kommenden Dichtigkeitswellen der Luft, sobald sie in Schwingungen des Lungenparenchyms übergegangen sind, der Richtung und der Zeit nach in so viele Theile getheilt werden, die einander durchkreuzen, dass das Ganze nur noch ein Chaos zahlloser Interferenzen darstellt, als solches vom Lungengewebe der Thoraxwandung übergeben und vom anliegenden Ohr des Beobachters gehört wird, während der grösste Theil der Intensität der Wellen, die aus der Trachea hinabkommen, schon in dem Parenchym der Lunge in dieser Zerstreuung zu Grunde geht, ohne je die Wandung des Thorax zu erreichen.

Ich habe nur einige der Quellen dieser Diffusion hervorheben wollen, ohne alle in ihrer Bedeutung zu würdigen, da dies Letztere doch unmöglich sein möchte. Sehr wesentlich möchte noch die stete Veränderung der Gestalt und Spannung beim Athmen und Exspiriren hier insbesondere sein, sowie der ewige Wechsel der Uebertragung der Wellen von Membran auf Luft, wieder Membran u. s. w., wobei stets ein Theil reflectirt werden muss und die Mängel hinsichtlich der Vollkommenheit der Elasticität des Gewebes sich unendlich summiren müssen beim Durchgang der Welle durch das Lungengewebe. Diese letzteren Verhältnisse beeinträchtigen natürlich besonders die

Intensität. Da nun also das normale Lungengewebe sich somit als die Ursache der Verwirrung und des Intensitätsverlustes darstellt, so müssen mit der Zunahme der Dicke der Lungen- schicht, welche die Wellen zu passiren haben, ehe sie in die Thoraxwandung übergehen, die Regelmäfsigkeit und Intensität der Wellen, die das Ohr am Thorax vernimmt, abnehmen und umgekehrt, wie es auch die Erfahrung hinreichend bestätigt.

Die pathologischen Veränderungen, welche in diesen Erscheinungen eine Aenderung hervorrufen, sind nun eintheils solche, welche geringere oder gröfsere Theile der Lunge undurchgängig für Luft machen, ohne gleichzeitige Vergröfserung der Lufträume in der Lunge selbst, oder solche, welche grosse Höhlen bilden, die Luft enthalten, welche mit der Luft der Trachea communicirt, und deren Wandungen aus infiltrirter, nicht lufthältiger, mehr oder weniger dünner Lungensubstanz bestehen, oder die fast unmittelbar dünnen Stellen der Thorax- wandung anliegen.

Ich will den ersten Fall, da er der einfachere ist, zuerst betrachten. Es war hier an die Stelle des normalen Lungengewebes und der in den Bläschen enthaltenen Luft ein solider, fester oder tropfbar flüssiger Körper getreten. Das Lungengewebe ist entweder durch Compression oder Infiltration luftleer bis zu einer gewissen Höhe in den gröfsen Bronchialverästelungen hinan; ein Theil der Bronchien ist noch lufthaltig, außen an der Wandung des lufthaltigen grossen Bronchialzweiges liegt aber unmittelbar luftleeres Gewebe an, und zwischen der innern Oberfläche dieser Wandung und der äussern Oberfläche des Thorax befindet sich eine beliebig dicke Schicht fester oder auch theilweise tropfbarflüssiger Körper.

Die Schallwellen, welche aus der Trachea in diese Bronchien kommen, können hier nicht weiter in der Luft fortschreiten, sie schlagen an die Wandung der Bronchien und gehen eines- theils in dieselbe über und wandern anderntheils in einer beliebigen Richtung reflectirt in der Luft weiter. Da aber die Wandungen der Bronchien jetzt nur die innere Grenze dicker solider Massen ohne Lufträume darstellen und nicht mehr, wie

in der normalen Lunge, leicht schwingbare Membranen, so können sie jetzt nicht mehr in stehende Schwingungen gerathen, sondern der Theil der Welle, welcher aus der Luft in sie aufgenommen ist, breitet sich von hier aus in dem festen oder tropfbarflüssigen Körper aus und gelangt so an die äufsere Oberfläche des Thorax. Da die Compressibilitäten fester Körper und tropfbarer Flüssigkeiten einander sehr nahe stehen, so kann die Fortleitung des Schalles in diesen Massen sehr regelmässig von Statten gehen und wir erhalten daher an der Oberfläche des Thorax die Schallwellen fast mit derselben Regelmässigkeit, mit welcher die Schwingungen der Luft der Bronchien in die Wandungen derselben übergegangen waren.

Da in der normalen Lunge einmal die Zahl der Punkte, in welchen der Schall aus der Luft der Wandung mitgetheilt wurde, grösser war, als in dem jetzigen Falle, außerdem auch die Wandung der Bronchien wegen ihrer membranösen Natur sehr geeignet zu dieser Aufnahme war, und diese Eigenschaft, wie oben erwähnt ist, durch die jetzt betrachtete Veränderung aufgehoben worden ist, so ergiebt sich, dass durch diese pathologische Veränderung eine Verringerung der Intensität der den Wandungen mitgetheilten Schallwellen hervorgerufen wird. Wäre nun die Leistungsfähigkeit des normalen Lungengewebes und die des infiltrirten u. s. w. einander gleich, so würde diese pathologische Veränderung auch Verringerung der am Thorax gehörten Schallwellen bedingen. Es ist aber oben nachgewiesen und man kann sich durch das Experiment leicht überzeugen, dass das normale Lungengewebe nicht die Fähigkeit besitzt, Schallwellen unverändert fortzuleiten, und es lässt sich also ein solcher Vergleich gar nicht anstellen, da im Gegentheile das luftleere comprimirte oder infiltrirte Gewebe und pleuritische Exsudat als fast ganz homogene Körper diese Fähigkeit in ziemlich hohem Grade besitzen und die Schallwellen, welche an ihre Grenzen schlagen, zwar wegen der bedeutenden Differenz der Compressibilität nur zum kleinen Theil in sich aufnehmen, den aufgenommenen Theil aber auch in regelmässiger Folge und ohne bedeutenden Intensitätsverlust durch sich hin-

durchwandern lassen. Der Thorax selbst, welcher in diesem Falle mit dem pleuritischen Exsudate und lustleeren Gewebe ein solides Ganze bildet, ändert beim Durchgange der Wellen durch ihn nichts an ihren Eigenschaften, und so geschieht es, daß wir bei pleuritischen Exsudaten oder bedeutenderen und vollständigen Infiltrationen des Lungengewebes, wenn der Kranke spricht oder singt u. s. w., beim Auscultiren am Thorax Schallwellen mit der Regelmäßigkeit erhalten, mit welcher sie die Glottis verlassen hatten. Die Intensität muß mit der Dicke der durchwanderten Schicht, alles übrige gleich gesetzt, im Verhältnis stehen.

Es ist dies der Vorgang, welchen Länne c zuerst beobachtet, nur nicht gut erklärt, aber mit vollem Rechte Bronchophonie genannt hat. Skoda hat einige Fehler in der von Länne c gegebenen Erklärung recht deutlich hervorgehoben, hat aber die Möglichkeit der Erklärung dieses Phänomens durch Fortleitung (und Mittheilung) des Schalles mit Unrecht geleugnet und durch die dazu herbeigezogene Consonanz eine beklagenswerthe Confusion hervorgerufen. Aus der von mir gegebenen Erklärung des Phänomens aus der Fortleitung und Mittheilung der Schallwellen geht allerdings keine sehr bedeutende Vermehrung der Intensität der über infiltrirten Partien gehörten Stimme hervor, aber die praktische Prüfung ergiebt auch, daß diese grösse Intensität durchaus nicht constant und also jedenfalls für die Bronchophonie nicht charakteristisch ist. Allerdings finden wir die Stimme, die wir durch ein pleuritisches Exsudat hindurch hören, oft ziemlich laut, wir würden die Intensität derselben jedoch gar nicht ertragen können, wenn wir ohne alle Consonanz dieselbe an der Glottis, an der geöffneten Trachea oder einem offenen Bronchialzweig auscultiren könnten. Außerdem hat aber Skoda gar nicht darauf hingewiesen, daß das Wesen der Bronchophonie eben einzige und allein in der hörbaren Articulation der Laute, d. h. der Regelmäßigkeit der mitgetheilten und zum Ohr fortgeleiteten Schallwellen liegt, und wenn Skoda neben derselben noch die Helligkeit der Bronchophonie unterschieden von der Articulation der Laute als

charakteristische Eigenschaft aufstellt, so muß ich offen gestehen, daß ich nicht weiß, was er damit meinen kann. Besondere Eigenthümlichkeiten des Timbres kann man nicht wohl mehr hier annehmen, da ja die Reinheit des Tones und Regelmäßigkeit der Schallwellen, so wie die begleitenden etwaigen Interferenzen (Unreinheiten des Tones) bereits dem Timbre zu gehören, und eine von diesen wieder verschiedene Eigenthümlichkeit zu hören oder nachzuweisen, möchte keine unbedeutende Sache sein. Ueber die Beziehungen der Regelmäßigkeit der Schwingungen zum Timbre habe ich bereits in einer kleinen Abhandlung „zur Theorie der Percussion“ (dies. Archiv Bd. VI. Hft. 2. VII. §. 2.) gesprochen.

Die oben zur Erklärung der Bronchophonie betrachteten Verhältnisse erfahren noch eine wesentliche Änderung, wenn Höhlen im Lungenparenchym entstehen, welche, von einer dünnen Schicht vollkommen infiltrirten Gewebes umgeben, mit derselben der Thoraxwandung anliegen und die in der Höhle enthaltene Luft mit der Luft der Trachea continuirlich im Zusammenhange steht. Je dünner bei solchen Verhältnissen die Schicht der infiltrirten umgebenden Lungenpartie und der angrenzenden Thoraxwandung ist, je gleichmäßiger die Schicht construit ist der Gestalt und mechanischen Zusammensetzung nach, desto leichter kann sie transversale Schwingungen machen. Sie kann als schwingbare Platte, welche am Rande befestigt ist und beiderseits zwischen beweglichen Luftsichten steht, betrachtet werden. Die Leichtigkeit, mit welcher an einer solchen Platte transversale Schwingungen angeregt werden, steigt natürlich mit der Gröfse ihrer Flächenausbreitung im Verhältniss zur Dicke. Werden nun Schallwellen durch die Luft der Bronchien oder vielmehr der Caverne einer solchen dünnen großen Platte zugeführt, so werden diese die Platte je nach ihrer Intensität, Schallhöhe und je nach der Schwingbarkeit der Platte selbst in mehr oder weniger starke Schwingungen versetzen, welche, wenn die Verhältnisse nicht sehr ungünstig sind, eine solche Intensität erreichen, daß sie nicht allein dem Gehöre als Schall mitgetheilt werden, sondern auch dem Ge-

fühle als Erzittern dieses Theiles der Thoraxwand perceptibel sind. Dafs die Intensität dieser Schwingungen mit der Intensität der ursprünglichen Luftwellen steigt, ist einleuchtend, ebenso ist bereits erwähnt, dass sie mit der Elasticitätsgröfse der Platte im Verhältnis stehe; ich erwähnte nun auch, dass die Schallhöhe der von der Glottis kommenden Wellen einen Einfluss auf die Intensität dieser stehenden Schwingungen habe und es ist dies leicht zu erweisen. Werden durch Stofs u. s. w. transversale Schwingungen hervorgerufen, so wird die Platte in einer gewissen Zeiteinheit eine bestimmte Zahl von Schwingungen machen, und diese Zahl der Ausdruck für die Schallhöhe dieser Schwingungen sein; treffen also Luftwellen derselben Geschwindigkeit auf die Platte, so häufen sich die Effecte und es entstehen sehr intensive Schwingungen, wenn auch die ursprünglichen anschlagenden Wellen keine grosse Intensität besaßen. Es lässt sich eine solche Caverne mit einer solchen dünnen Wandung als Resonanzboden betrachten, insofern die begrenzende Wandung, wenn auch stets in mässigem Grade (da die Dicke der Wandung im Verhältnis zur Länge und Breite nie sehr gering wird) dieselbe Bedeutung hat als die Wandungen des Resonanzbodens und der Unterschied nur darin liegt, dass ein Resonanzboden Oeffnungen haben muss, durch welche die eingeschlossene Luft mit der äusseren communicirt, um seine volle Wirksamkeit zu entfalten, d. h. die Schwingungen eines festen Körpers der Luft möglichst stark mitzutheilen.

Ganz auf dieselbe Weise lassen sich die Schwingungen, in welche der Thorax beim Sprechen, Singen u. s. w. geräth, wenn er und die Lunge normal sind, erklären, Schwingungen, die von dem Gehöre und Gefühle empfunden werden, und deren Mangel wir zur Erkennung des pleuritischen Exsudates benutzen. Bekanntlich sind diese Schwingungen nur beim Sprechen und Singen tiefer Töne besonders deutlich und werden daher auch an Männern meist deutlicher gefunden als bei Frauen. Der Vorgang möchte sich wohl auf folgende Art verhalten: Das Lungenparenchym übergiebt dem Thorax die Schallwellen diffundirt und auf das Mannigfaltigste interferirend; diejenigen

Schwingungen, welche gleiche Geschwindigkeit mit solchen haben, welche grössere Theile des Thorax selbst geben, wenn sie unmittelbar durch Anstoss in Schwingung versetzt werden, versetzen in ihrer Aufeinanderfolge durch die Häufung der kleinen Effekte die Thoraxwandung in grosse Schwingungen, um so mehr, als das angrenzende Lungenparenchym, indem es zum Theil gleichgerichtete Schwingungen macht, die grossen Schwingungen der Thoraxwandung weniger behindert, als bei der Percussion der letzteren. Auf diese Art erhalten wir also beim Sprechen und Singen tiefer Töne sehr intensive und ziemlich regelmässige Schwingungen der Thoraxwandung, obschon die Wellen, die dieselben hervorbrachten, nur geringe Intensität besaßen und mit vielen andern gemischt waren, ebenso wie eine gespannte Membran oder Platte stärkere Töne giebt als sie empfängt, wenn Wellen derselben Schwingungsgeschwindigkeit, welche sie selbst besitzt, mehrfach an sie anschlagen.

Ist die Thoraxwandung durch reichliche Fettablagerung, pleuritische Exsudate u. s. w. verdickt, so giebt sie, entsprechend der hierdurch bedingten verminderten Schwingbarkeit, Schwingungen von geringerer Intensität in dem besprochenen Falle. Bei grossem pleuritischem Exsudate hört die Thoraxwandung, welcher das Exsudat anliegt, auf, eine leicht schwingbare Platte zu sein und hiermit verschwindet die Fähigkeit, transversale Schwingungen zu machen, wie es ja auch die Percussion der Wandung, die eine solche Nachbarschaft hat, zur Genüge zeigt.

Um nun auf die obigen Erscheinungen an Cavernen, die dicht unter der Brustwand liegen, zurückzukommen, so finden wir bei diesen 1) Articulation der durch die Brustwand dem Ohre mitgetheilten Laute, d. h. Regelmässigkeit der Schwingungen; 2) ausgezeichnete Intensität der beim lauten Sprechen in der Glottis erzeugten Töne. Das 2te kann man trennen, wenn man den Kranken leise, tonlos sprechen lässt; man hört dann das Gesprochene ebenso deutlich oder deutlicher als beim lauten Sprechen, da die intensiven Schwingungen der Brustwandung, die durch die Tonwellen erregt werden, durch ihr Interferiren mit den Lauten die Deutlichkeit der Articulation

stören. Nie findet man diese bedeutende Intensität des Tones oder fühlbare Schwingungen der Thoraxwandung bei pleurischen Exsudaten oder Infiltration des Parenchys ohne Cavernenbildung.

Aus diesem Grunde war Lännec vollkommen berechtigt, die Erscheinungen nach dieser Intensität der Schwingungen zu scheiden, die eine Bronchophonie, die andere Pectoriloquie zu nennen. Skoda sucht hierin etwas Haltloses, nennt beides Bronchophonie, kann aber begreiflicher Weise nicht umhin, eine starke und eine schwache Bronchophonie von einander zu trennen, und somit dasselbe zu thun, was Lännec schon vor ihm gethan, indem er nur andere Namen giebt. Skoda war jedoch durch seine Theorie gezwungen, beides unter einen Namen zu bringen, da er beide Erscheinungen nur für verschiedene Grade eines und desselben Vorganges ansah, indem beide nur auf Consonanz beruhen sollten.

Bereits am Anfange habe ich erwähnt, welche allgemeinen Erscheinungen Skoda unter diesem Namen begreift, soweit sich dies aus seinen Beispielen und Citaten feststellen lässt: es sind die Erscheinungen, die in ihren Wirkungen so manche technische Nutzanwendung finden und die soviel Confusion, z. B. das Tischrücken, verursacht haben und welche ich bereits oben zur Erklärung der Stärke der Stimme, die man über dünnwandigen Cavernen hört, und dem Erzittern des normalen Thorax beim Sprechen erwähnen musste. Da die ganze Genesis dieser Erscheinungen vollkommen bekannt ist, so können wir auch über die Bedingungen urtheilen, welche zu ihrem Zustandekommen erforderlich sind. Diese sind gleichfalls theilweise bereits erwähnt, und da wir es hier primär nur mit Luftschwingungen, nämlich den Wellen, die in der Luft der Trachea und Bronchien sich ausbreiten, zu thun haben, so braucht man hier auch nur auf die Bedingungen Rücksicht zu nehmen, die für Luftschwingungen eine Consonanz erzeugen. Die unbegrenzte Luft kann keine stehenden Schwingungen machen; die von festen Körpern umschlossene Luft macht allerdings stehende Schwingungen, aber nur dann, wenn die umschließenden Wan-

dungen selbst in stehende Schwingungen gerathen; wenigstens erhält man auf keine andere Weise eine bemerkbare Intensitätsvermehrung der Schallwellen. Es ergiebt sich hiernach, dass es immer auf die begrenzenden Wandungen ankommt und Skoda hat selbst angeführt, dass nur Saiten, Platten, Membranen u. s. w., also feste Körper, deren eine oder zwei Dimensionen im Verhältnisse zur dritten sehr gross sind, dazu geeignet sind, Consonanz zu erzeugen, und dennoch behauptet er, dass die Bronchophonie bei pleuritischem Exsudate, wo diese Bedingungen gerade aufgehoben sind, durch Consonanz erklärt werden müsse. In der normalen Lunge finden wir viele Verhältnisse, die eine Consonanz in geringem Grade recht wohl bedingen könnten. Die Trachea und Bronchien sind dünnwandige elastische Röhren und theilweise beiderseits von Luft umgeben, sie sind daher recht wohl fähig transversale Schwingungen zu machen und bei einer entsprechenden Schallhöhe in gröfseren oder kleineren Theilen mit den Schallwellen zu consoniren und ihre Intensität so zu erhöhen; allerdings ist ihr cylindrischer Bau dabei etwas hinderlich. In noch höherem Grade wären die Wandungen der Lungenbläschen als gespannte beiderseits von Luft umgebene Membranen im Stande zu consoniren, obwohl wegen ihrer Kleinheit und unregelmäfsigen Stellung diese Consonanz derselben noch mehr zur Diffusion der gesammten der Lunge mitgetheilten Schallwellen beitragen müfste. Sind diese Lungenbläschen durch Infiltration luftleer, oder sind sie comprimirt und liegt neben dem comprimirten Ge webe ein massiges Exsudat, so ist kein Körper mehr vorhanden, welcher transversale Schwingungen machen könnte, und das Ganze wird ebenso wenig durch Consonanz wirken können, als wenn man einen grossen Steinblock, in dem ein kleines Loch gebohrt ist, als Resonanzboden für ein Saiteninstrument nehmen wollte.

Abgesehen aber von der Unmöglichkeit der Consonanz unter solchen Verhältnissen, würde dieselbe, auch wenn sie vorhanden wäre, nicht einmal eine Erklärung für die Bronchophonie geben können, da ja das eigentliche Charakteristische

der letzteren, wie Skoda durch seine Eintheilung in schwache und starke Bronchophonie selbst stillschweigend zugiebt, nicht in der Intensität, sondern der Regelmässigkeit der Schwingungen liegt, die Consonanz aber nur die Intensität verstärkt und nur dann eine gröfsere Regelmässigkeit hervorbringt, wenn ein Ton, welcher mit andern vermischt auf eine Platte oder dergleichen stösst, welche beim Anschlagen denselben Ton giebt, durch das Mitschwingen derselben eine viel bedeutendere Intensität erlangt und so vor den übrigen begleitenden Tönen hervorgehoben wird. Natürlich kann eine Aenderung der Verhältnisse auch gerade das Gegentheil davon bewirken, wie dies auch häufig bei der Pectoriloquie beobachtet wird, da hier oft die starken Schwingungen der dünnen Cavernendecke die Deutlichkeit der Articulation stören.

Es ergiebt sich also:

- 1) dass die Consonanz nicht hinreicht, die Erscheinungen der Bronchophonie zu erklären;
- 2) dass Consonanz unter den Verhältnissen, welche bei der Bronchophonie gegeben sind, nicht entstehen kann;
- 3) dass durch die Leitung und Mittheilung der Schallwellen die Erscheinungen der Bronchophonie sich recht wohl erklären lassen;
- 4) dass nur die Intensität der Pectoriloquie aus Consonanz sich erklären lässt, während die übrigen Eigenschaften derselben gleichfalls durch die Art der Leitung und Mittheilung zu erklären sind.

Ein anderes Moment zur Erklärung der Intensität der Pectoriloquie, die man zuweilen über Cavernen hört, wurde von G. Weber *) versucht. Er meint, dass eine Caverne durch Reflexion der Schallwellen nach einem bestimmten Punkte, in dem sich gerade das Ohr befände, dem Schalle die Intensität verleihen könne, welche uns beim Auscultiren von Cavernen oft in Erstaunen setzt. Der Schall, welcher so reflectirt werden

*) G. Weber, Theorie und Methodik der physikal. Untersuchungsmethode etc. Nordhausen 1849. p. 30 u. 31.

soll, kommt aus einem einmündenden Bronchialzweige, wird von der Wandung der Caverne, die möglichst resistent sein müfste, reflectirt und je nach der verschiedenen Gestalt der Caverne werden die Wellen sich wieder in einem Punkte treffen können oder nicht; jedenfalls fällt aber dieser Punkt, der durchaus nicht der Focus ist, in die Caverne hinein, da ja der Schall von allen Seiten reflectirt wird. Auch wenn die Caverne so gestaltet wäre, dass dieser Sammelpunkt weiter von der reflectirenden Fläche entfernt wäre, als die Einmündungsstelle des Bronchialzweiges, müfste die Caverne an einer Seite offen sein oder man müfste in der Caverne auscultiren können, um das Ohr in diesen Punkt kommen zu lassen. Eine zufällige Sammlung von Wellen kann durch die Reflexion wohl entstehen, die als solche zur Thoraxwand und zum Ohre gelangt, diese würde jedoch in jedem Falle sich sehr schwer aus den physikalischen Verhältnissen der meist ziemlich unebenen innern Oberfläche der Cavernen erklären lassen. Die reflectirten und wieder reflectirten und dann doch zum Theile zum Ohre gelangenden Wellen hören wir als sogenannten amphorischen Wiederhall der Stimme oder cavernöse Stimme, ein Name, der sehr glücklich gewählt ist, da wir bekanntlich in Höhlen, Gewölben u. s. w. auch die reflectirten Wellen des Schalles als einen solchen Nachhall vernehmen.

Skoda hat die von Lännec gegebenen Deutungen: „die Stimme geht bei Bronchophonie nicht durch das Stethoscop“ und für Pectoriloquie „sie geht durch das Stethoscop“ d. h. durch die Luft im Stethoscope, einer ausführlichen Experimentalkritik unterworfen. Es ist nicht nöthig, hier auf eine Kritik der Experimente Skoda's und der daraus gezogenen Folgerungen einzugehen, da es auch ohne dies leicht ist, Lännec's Meinung zu verstehen, sowie den Weg aufzufinden, der ihn zu dieser Auffassung der Erscheinungen geführt hat. Die Bronchophonie giebt durchaus keine sehr intensiven, aber sehr reine, regelmäfsige Schallwellen ohne Erschütterung des Thorax und des anliegenden Ohres. Wir finden also an ihnen die Eigenthümlichkeiten der Longitudinal- oder Dichtigkeitsschwingungen

fester Körper. Diese Schallwellen gehen allerdings in Holz über und sie gehen verhältnismässig schwerer in Luft über als Transversalschwingungen, wenn es auch sehr fraglich erscheint, ob diese Longitudinalschwingungen von Fleisch leichter auf Holz als auf Luft übertragen werden, da jene beiden Körper einander so heterogen sind. Jedenfalls geht aus Lännec's Worten hervor, dass er den Unterschied der Bronchophonie und Pectoriloquie, d. h. den Unterschied longitudinaler und transversaler Schwingungen bei diesen Erscheinungen richtig geahnt habe. Im Uebrigen sind die Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit der Substanzen für den Schall hier sehr müssige, da es gar nicht auf diese Leistungsfähigkeit ankommt; man hat über dieselbe nur deswegen so viel fruchtlos gestritten, weil man sie so häufig mit der Mittheilung der Schallwellen von einem Körper an den andern verwechselt oder zusammengeworfen hat, bei welcher es nicht auf den Leitungswiderstand in den Körpern selbst, sondern auf den Widerstand ankommt, den die Schallwellen an den Grenzen der Körper finden.

Lännec hatte außer der Pectoriloquie noch die Egophonie von der Bronchophonie unterschieden. Er will dieselbe nur bei pleuritischen Exsudaten, welche noch nicht lange bestanden, gehört haben; Skoda dagegen auch bei andern Erkrankungen der Lunge. Bei der grossen Zahl von Untersuchungen, dem Schatz von Erfahrungen, welchen Skoda gesammelt hat und der von ihm bekannten Genauigkeit der Beobachtung, kann ich nicht zweifeln, dass seine Angaben richtig sind, obwohl ich selbst nie so glücklich war, Egophonie bei constatirter Abwesenheit eines pleuritischen Exsudates zu hören. Daher ist es mir aber auch nicht möglich, die Bedingungen und Verhältnisse anzugeben, unter welchen diese Erscheinung auftritt. Beim pleuritischen Exsudate scheint mir jedoch dies Phänomen auf der Interferenz von Schallwellen zu beruhen, welche abwechselnd und unregelmässig bald starke Wellen, bald schwache oder keine Wellen zum Ohr gelangen lässt, hierdurch die Laute der Sprache verzerrt und das Meckernde und Stammelnde der Worte veranlasst. Da nun bei einer

mäfsigen Schlaffheit der das Exsudat umgebenden Wandungen (welche so lange mindestens anhalten muss, als das Exsudat noch wächst, wenn keine alten Adhäsionen da sind) durch die Herz- und Arterienbewegungen, sowie durch die stehenden Schwingungen des vom Exsudate nicht bespülten Thoraxtheils beim Sprechen die Flüssigkeit des Exsudates fortwährend in Schwingung bleiben muss, so könnte hierdurch recht wohl diese Interferenz bedingt sein. Sehr schwierig möchte sich jedoch eine passende Erklärung dieser Erscheinung über Cavernen ohne pleuritisches Exsudat oder bei Infiltrationen auffinden lassen.

Mit grösstem Rechte hebt Skoda noch hervor, dass zur Entstehung der Bronchophonie (und also auch der Pectoriloquie) nothwendig erforderlich ist, dass die Luft in der Trachea und den Bronchien, soweit sie überhaupt noch Luft enthalten, continuirlich und nicht von angesammelten Schleimmassen unterbrochen sei. Ist die in einem Bronchialzweig angesammelte Luft durch einen Schleimpfropf von der Luft der Trachea getrennt, so muss natürlich die aus der Trachea herab kommende Schallwelle zuerst den Schleimpfropf treffen. Dieser giebt der Welle weder entschiedenen Widerstand, noch ist er so beweglich, dass er ihrem Stosse als Ganzes folgen könnte, vielmehr wird durch sein allmähliges Weichen, welches seine Zähigkeit veranlaßt, fast die ganze Kraft der Welle in Anspruch genommen und der übrige Theil wird gewifs oft gänzlich durch die enthaltenen Luftblasen und sonstige Eigenthümlichkeiten seiner Zusammensetzung aufgehoben.

Wenn nun, wie ich oben erklärt zu haben glaube, eine Consonanz in Lufträumen, die von dicken, festen oder tropfbar-flüssigen Wandungen begrenzt sind, so wenig als in den letzteren selbst stattfinden kann, so können ebensowenig die consonirenden Rasselgeräusche Skoda's aus Consonanz erklärt werden, als die Bronchophonie. Da diese Rasselgeräusche in den Bronchien selbst entstehen, so ist hier die Entstehung und Verbreitung der Wellen, die sich einestheils in der Luft verstreuen und von dieser den begrenzenden Wandungen übergeben werden und anderntheils direct diesen überliefert werden, noch

einfacher. Auch an ihnen ist nicht die Intensität der gehörten Wellen, sondern die Regelmässigkeit derselben und die Schärfe und Bestimmtheit der einzelnen Theile des Rasselns und der Mangel anderer Schwingungen, welche sie beim unbestimmten Rasseln als Summen begleiten, charakteristisch. Diese Regelmässigkeit der Wellen bleibt aber erhalten, weil bei ihrem Gange nach dem Ohr sie durch die Exsudate oder infiltrirte Lungenpartien gehen, also durch homogener Körper als das normale Lungengewebe.

Es würde also überhaupt der Name „consonirendes Rasseln“ ganz zu streichen sein, da er nur zur Verwirrung Anlaß geben kann, und dafür wieder nach Andral die Bezeichnung bronchiales Rasseln eingeführt werden können, denn wenn auch eigentlich jedes Rasseln in den Bronchien entstehen muß, so wird doch das in den Bronchien entstandene Geräusch bei nicht vollkommen infiltrirtem oder comprimirtem Lungenparenchym auf dem Wege nach dem Thorax der Gestalt verändert, daß wir etwas ganz Anderes hören, als was in den Bronchien entstanden war. Wir würden dann dieselben Verhältnisse für bronchiales Athmen, bronchiales Rasseln und Bronchophonie haben, ebenso bei Wiederhall in den Cavernen: cavernöses Athmen, (amphorisches) cavernöses Rasseln, cavernöse Stimme unter denselben Verhältnissen finden, und die letzte, die cavernöse Stimme, würde zur Pectoriloquie werden können, wenn die Caverne sehr nahe an der nicht zu dicken Thoraxwandung liegt.
