XVI.

Luft- und Knochenleitung.

Von

Dr. Leiser, Ohrenarzt in Hamburg.

Es ist eine bekannte physikalische Thatsache, dass feste Gegenstände die Schallwellen besser leiten, als die Luft. Immerhin ist es vielleicht nicht überflüssig, einige Versuche, die mit ganz einfachen Mitteln herzustellen sind, zum Beweise des obigen Gesetzes anzuführen.

Man nehme die tiefe Stimmgabel a oder c und stelle zunächst fest, in welcher Entfernung man diese bei stärkstem Anschlage durch die Luftleitung hört. Es werden etwa 20–25 cm sein. Nun nehme man einen Holzstab von 1 oder mehr Metern Länge, halte das eine Ende an die Ohrmuschel, während man den Stiel der stark angeschlagenen Stimmgabel an das andere Ende des Holzstabes halten lässt. Man wird den Ton deutlich hören. Statt des Stabes kann man auch einen mehrere Meter langen Bindfaden nehmen, dessen eines Ende man um den Stimmgabelstiel schlingen lässt, dessen anderes Ende man um eine Fingerspitze gewickelt fest in den Gehörgang presst, wobei man den Faden straff anspannt. Wird jetzt die Stimmgabel angeschlagen, so hört man den Ton auf viele Meter weit. In dieselbe Kategorie gehört die Erfahrung, dass wir das Geräusch der im Winde schwirrenden Telegraphendrähte oft nicht mit blossem Ohre vernehmen, dagegen es stark hören, wenn wir das Ohr an den Telegraphenpfahl legen. Hierher gehört auch das besonders von wilden Völkern ausgeführte Experiment, das Ohr auf den Boden zu legen, um mit Hilfe der Erdleitung Geräusche wahrzunehmen, die man mit blossem Ohre nicht hören würde. Auch Shakespeare kennt diese Naturerscheinung. In Romeo und Julia, letzter Act 3. Scene, sagt Paris zu seinem Pagen:

„Dort unter jenen Ulmen streck' dich hin,
 Und leg dein Ohr dicht an den hohlen Grund:
 So kann kein Fuss auf diesen Kirchhof treten,
 Der locker aufgewühlt von vielen Gräbern,
 Dass du's nicht hörst; pfeife dann mir zu,
 Zum Zeichen, dass du etwas nahen hörst.

Wenn man nun von der Knochenleitung bei dem menschlichen Ohre noch nichts wissen würde, so müsste man auf Grund des oben erwähnten, bekannten Naturgesetzes a priori annehmen, dass der feste Knochen den Ton der Stimmgabel besser zum Labyrinth leitet, als die Luft. Und thatsächlich ist auch, wie die nachfolgenden einfachen Versuche klar beweisen werden, die Knochenleitung der Luftleitung weit überlegen und nicht umgekehrt, wie man es in den Lehrbüchern liest.

Wenn ich nach starkem Anschlage die tiefe Stimmgabel senkrecht und dicht über dem Scheitel halte, ohne ihn jedoch zu berühren, so werde ich den Ton durch die Luftleitung nur kurze Zeit vernehmen. Die Tonquelle, das offene, schwingende Ende der Stimmgabel, befindet sich dabei in einer Entfernung von ca. 35 cm von der Ohrmuschel entfernt. Setze ich nun das Stielende auf den Scheitel, nachdem der Ton durch die Luftleitung verklungen ist, so höre ich den Ton verstärkt wieder. Die Schallwellen machen den Weg vom offenen Stimmgabelende durch Stimmgabelstiel und Schädelknochen zur Labyrinthkapsel.¹⁾

Wenn ich die Stimmgabel, noch bevor der Ton vom Scheitel aus verklungen ist, vor die Ohrmuschel in eine Entfernung von 35 cm bringe, so höre ich den Ton nicht mehr. Wenn wir, wie Weber es vorschreibt, nach Verklängen des durch die Kopfknochenleitung vernommenen Tones die Zinken der Stimmgabel dicht vor die Ohrmuschel bringen, um den Ton wieder zu vernehmen, so haben wir die Tonquelle, die sich vorher 35 cm von der Ohrmuschel entfernt befunden hatte, um diese Strecke dem Ohre genähert. Wir haben somit einen Fehler begangen, indem wir für einen Vergleich zwischen Knochen- und Luftleitung ganz verschiedene Bedingungen zu Grunde gelegt haben. Wollen wir gleiche Bedingungen schaffen, so müssen

1) Dass der stählerne Stimmgabelstiel auch ein vorzüglicher Leiter ist, beweist die Thatsache, dass man c vom Scheitel fast ebenso deutlich hört, wenn man zwischen Stimmgabelstiel und Schädel eine andere Stimmgabel zwischenschaltet, z. B. das hohe c.

wir nach dem Verklingen des vom Scheitel percipirten Tones die Stimmgabel, wie oben erwähnt, 35 cm von der Ohrmuschel entfernt halten; dann aber hören wir nichts mehr.

Ebenso geht auch aus dem Rinne'schen Versuche die Ueberlegenheit der Knochenleitung über die Luftleitung hervor, sobald wir auch hier gleiche Bedingungen zu Grunde legen. Halten wir nach starkem Anschlage den Stiel der tiefen Stimmgabel dicht vor den Warzenfortsatz, ohne jedoch ihn oder die Ohrmuschel zu berühren, so hören wir den Ton durch die Luftleitung in einer Entfernung von ca. 20 cm, soviel wie die Länge der Stimmgabel beträgt. Setzen wir nach Verklingen des Tones den Stiel der Stimmgabel auf den Warzenfortsatz, so hören wir den Ton noch lange durch die Knochenleitung, oder genau genommen, Stiel- und Knochenleitung. Wenn ich nach Verklingen desselben die Stimmgabel nach Rinne dicht vor die Ohrmuschel halte, so habe ich wiederum einen Fehler begangen, indem ich die Tonquelle um die ganze Länge der Stimmgabel dem Ohre genähert habe. Bleibe ich dagegen, um gleiche Bedingungen für den Vergleich der Knochen- und Luftleitung zu schaffen, um ca. 20 cm von der Ohrmuschel entfernt, so höre ich nichts mehr.

Wir wissen, dass bei acuter Otitis media, bei chronischen einseitigen Processen im Mittelohr, so lange das Cortische Organ noch intact ist, bei Cerumen obturans C vom Scheitel im erkrankten Ohre verstärkt gehört wird. Ich habe nun die Erfahrung gemacht, um dies gleich voran zu schicken, dass dieses Phänomen auch eintritt, wenn man den Stiel der tiefen Stimmgabel auf andere Knochenpunkte des menschlichen Körpers setzt, wie z. B. Dornfortsätze der ganzen Wirbelsäule, Kreuzbein, Brustbein, äusseren Patellarrand, bei gebeugtem Knie, Malleolen, Olecranon, überhaupt von allen Knochenpunkten aus, wo der Knochen nur eine dünne Bedeckung hat. Es ist sehr frappant, wenn der Patient, der z. B. an einer linksseitigen Mittelohrentzündung leidet, auf der kranken Seite den Ton der tiefen Stimmgabel vernimmt, sobald man den Stiel auf den Malleolus externus der entgegengesetzten Seite fest aufsetzt.

Ehe wir in die Erklärung dieser Erscheinung eintreten, halte ich es für richtig, an das physikalische Gesetz der Resonanz zu erinnern. Wenn ich nämlich den Stimmgabelstiel auf einen leicht mitschwingenden Körper, wie z. B. Tisch und Stuhl aufsetze, wird der Ton objectiv ganz bedeutend verstärkt. Diese Resonanz tritt nicht oder nur in schwachem Maassstabe ein,

wenn es sich um einen schwingungsunfähigen Körper handelt z. B. eine Steinmauer. Folgender einfacher Versuch macht die Sache klar. Man setze den Stimmgabelstiel bei einem Normalhörenden auf den äusseren Patellarrand bei rechtwinklig gebeugtem Knie, und man wird sofort die Stimmgabel laut ertönen hören. Dagegen tritt diese Verstärkung des Tones nicht ein, wenn ich die Stimmgabel auf die Muskelmasse des Quadriceps setze. Aber der, bei dem ich die Stimmgabel aufgesetzt habe, vernimmt den Ton nicht nur durch die Luftleitung, sondern auch durch die Knochenleitung und zwar verstärkt, wenn er sich die Ohren zuhält.

Der hohe diagnostische Werth des Weber'schen und Rinne'schen Versuches wird durch meine Versuche nicht berührt. Nur glaube ich nicht, dass die Tonverstärkung auf der erkrankten Seite nur „durch den verhinderten Abfluss der Schallwellen aus dem kranken Ohre“ hervorgerufen wird. Die Ursachen hierfür sind jeweilig verschiedene. Bei Mittelohrentzündungen handelt es sich nach meiner Ansicht um eine Reizung des Corti'schen Organs. Ebenso wie bei gewissen Augenerkrankungen die Retina, ohne selbst erkrankt zu sein, lichtempfindlicher wird, so wird auch bei Entzündungen im Mittelohr das Labyrinth hyperämisch und sensibler werden. Nur so ist es erklärlich, dass sogar vom Malleolus aus der tiefe Stimmgabelton im erkrankten Ohre mit grosser Deutlichkeit vernommen wird, während ihn ein normal Hörender von diesem Punkte aus nach meinen Versuchen nicht vernimmt. Dass diese Hypersensibilität nicht auch durch die Luftleitung zur Erscheinung gelangt, dafür geben die Hindernisse im Mittelohr, verdicktes Trommelfell, Exsudat, gequollene Schleimhaut, eine genügende Erklärung. — Die Verstärkung des vom Scheitel percipirten Tones nach derjenigen Seite, auf der ich den Meatus mit dem Finger schliesse, kann bei dem normal Hörenden ebenfalls nicht auf behindertem Schallabfluss beruhen, sondern beruht darauf, dass ich durch das Schliessen des Gehörgangs diesen zu einer allseitig geschlossenen, resonanzfähigen zweiten „Trommelhöhle“ umgestalte. Man setze z. B. den Stiel der Stimmgabel auf denjenigen Punkt, von wo aus man den Ton durch die Knochenleitung am stärksten vernimmt, das ist dicht vor und etwas über den Tragus, ohne jedoch zunächst den Tragus in den Meatus hineinzudrücken. Sobald der Ton hier am Verklingen ist, verschliesse man durch einen kleinen Druck nach hinten mit dem Tragus und Stielende die Ohröffnung. Man höre

den Ton jetzt in bedeutend verstärktem Maasse, so wie man ihn durch die Knochenleitung überhaupt nicht mehr hören würde. Auf demselben Gesetze der Resonanz geschlossener Höhlen beruht es auch, wenn der Patient bei Cerumen obturans C vom Scheitel nach der erkrankten Seite lateralisirt.

Ich glaube durch meine Versuche bewiesen zu haben,

1. dass die Knochenleitung der Luftleitung überlegen ist;
 2. dass die Lateralisation bei dem Weber'schen Versuche nicht auf behindertem Abflusse der Schallwellen beruht, sondern einerseits auf erhöhter Sensibilität, andererseits auf erhöhter Resonanz;
 3. dass bei dem Rinne'schen Versuche die verlängerte Knochenleitung in derselben Weise zu erklären ist.
-