

Mit dem Manometer kann man auch sehr gut die Höhen der Berge messen.

Vom Schalle.

Wieder ein Abschnitt, der nicht ganz am rechten Orte steht. *)

nicht die Rede seyn, eben so wenig, als vom *Saussure - Bertholletschen*, das zugleich die Veränderungen in der Elasticität und in der Zusammensetzung einer gegebenen Luftmenge zeigt. Siehe über das erstere *Hindenburgs Archiv* der reinen und angewandten Mathematik, 2 Bde. 8tes und 10tes Heft; und über das letztere *Gilberts Annalen*, B. 27, p. 121.

*) *Chladni* sagt: „Es sollte nämlich die Klanglehre nicht, wie gewöhnlich, bey der Lehre von der Luft abgehandelt werden; denn jeder andere elastische Körper kann ebenfalls klingen, oder einen Klang fortleiten; es würde also schicklicher seyn, sie bey der Lehre von der Elasticität, oder von den Pendelschwingungen, oder bey der Lehre

Er gehört nur in so ferne in das Kapitel von der Luft, in wieferne diese, theils selbst ein schallender Körper, theils ein so vorzüglich schallfortpflanzender Körper ist.

§. 264.

Begriff vom Schalle.

Wenn man zwey Körper an einander schlägt, so gerathen sie dadurch in eine gewisse zitternde oder schwingende Bewegung. Diese Bewegung veranlaßt in unserm Gehörorgan eine Empfindung, und diese Empfindung nennt man den Schall. Die zitternde Bewegung bemerkt man am besten,

von der Bewegung überhaupt, vorzutragen, indem jede mögliche Bewegung entweder fortschreitend, oder drehend, oder schwingend (*motus progressivus, rotatorius, vibratorius*) ist, unter welche letztere Art der Bewegung jeder Schall und Klang gehört." Hindenburg Archiv. des Pest, 1794. Seite 125.

3. B. bey einer mit Wasser gefüllten Schale, an welche man schlägt; bey einer an einem Ende befestigten Stahlfeder, deren anderes Ende man zur Seite legt, und wieder los läßt; bey einer gespannten Saite, die man in der Mitte angreift, und loslassend — in die Höhe zieht.

Schall, das Genus von allem, ist also jede hörbare Bewegung zweyer Gegenstände gegen einander. — Diese Bewegung kann entweder unregelmäßig oder regelmäßig seyn. Jene nennt man ein Geräusch (Getöse, Gemurmel, u. s. w.) Diese aber, bey welcher immer in gleichen Zeiten gleich viele Schwingungen erfolgen, einen Klang.

Geräusch ist also jede Art von Schall, der durch unregelmäßige Erschütterung entsteht; Klang hingegen ist derjenige Schall, der durch regelmäßige Erschütterung hervorgebracht wird. — Ton ist Klang in Rücksicht auf Höhe und Tiefe, also in Abficht auf Spannung.

Da das Wesen des Schalles in einer hörbaren Bewegung zweyer Gegenstände gegen einander besteht, so ergiebt sich daraus von selbst, daß er nur unter folgenden Bedingungen möglich sey :

1tenz, daß zwey Körper gegen einander beweget werden, und daß

2tenz, diese Bewegung auf irgend eine Art bis zu unserm Ohr fortgepflanzt werde.

§. 265.

Fortpflanzungsmittel des Schalles.

Daß die Luft, da sie ein so äußerst elastischer Körper ist, ein ganz vorzügliches Fortpflanzungsmittel des Schalles sey, ist wohl über allen Zweifel gewiß. Aber nur muß man nicht glauben, daß sie das einzige Fortpflanzungsmittel desselben sey, und daher das Wesen des Schalles nicht schlecht.

weg, wie Erleben thut, in der Bewegung der Luft suchen.

Nahmentlich pflanzt das Wasser den Schall außerordentlich fort. Franklin ließ eine englische Meile = 5280 englische Fuß, lang, unter der See Kiesel zusammenschlagen, und hörte den Schall sehr nahe. Man braucht ja nicht den Kopf unter das Wasser zu stecken, sondern kann Instrumente dazu brauchen. — So pflanzt auch das Holz den Schall fort. Wenn man mit einer Nadel an einen Mastbaum kratzt, und das Ohr an die entgegengesetzte Seite hält: so hört man den Schall. Hier kann doch wohl nicht die Luft die Ursache davon seyn. — Eben so ist auch das Eis ein vorzügliches Fortpflanzungsmittel des Schalls. Es ging einmahl Jemand auf der Newa bey Petersburg auf dem Eise spazieren. In Kronstadt wurden Kanonen gelöst. Er hörte dies vermittelst des Eises, zuerst in einem wilden, zischenden Geräusche. Später erst kam

der ordentliche Schall durch die Luft nach. Hätte man nun die Kanone können abseuern sehen: so hätte man recht schön berechnen können, um wie viel der Schall durch das Eis schneller fortgepflanzt wurde, als durch die Luft. — Die Nachricht hievon findet sich im 3ten Bande der Edinburger Transactions, unter dem Titel: Guthrie's Abhandlung über das Klima von Rußland.

Franklin glaubt sogar, daß der Schall auch im luftleeren Raume fortgepflanzt werden könne. „Der Versuch unter der Luftpumpe — sagt er — beweist nichts. Ihr wißt ja nicht, ob darinnen kein Schall war; ihr habt ihn nur nicht gehört. Vorhin drückte oben und unten die Atmosphäre die Luft. Jetzt fällt das weg. Es ist gerade so, als wenn man eine Glocke mit der Hand ansaßt. Wenn man die Luft stark verdichtet, so schallt es ja eben so wenig. Hier sollte es doch stärker schallen; allein

gerade umgekehrt.“ — Man hat diesem Einwurf — über welchen man ja nicht spotten muß — mühsam vorzubringen gesucht, und deshalb einen eigenen Apparat für die Luftpumpe erfunden, um ihn zu widerlegen. Aus der großen Glocke A (Fig. 44.) wird die Luft weggenommen; in der kleinen B befindet sich Luft, und ein metallenes Glöckchen C, das vermittelst des Stiftes D, in Bewegung gesetzt werden kann.

Man hört nichts von einem Schall. — Allein Franklin antwortete: Dieß hebt meinen Einwurf gar nicht; die Sache ist ja noch immer wie vorhin; die Glocken sind noch immer genirt.

§. 266.

Schallende Körper.

Die Körper, welche durch ihre Bewegung gegen einander Schall erregen, wer-

den schallende Körper genannt. Die Luft, als ein so ausnehmend elastischer Körper, behauptet auch unter diesen einen vorzüglichen Rang. Aber da alle Körper Elasticität, mehr oder weniger besitzen, so sind auch alle, mehr oder weniger schallende Körper.

§. 267.

Wie die zitternde Bewegung der Körper zu unserm Ohr gelangt.

Um die Fortpflanzung der zitternden Bewegung eines schallenden Körpers durch die Luft zu erklären, nimmt man an, daß durch die Schwingungen desselben die umgebenden Lufttheilchen u. s. w. abwechselnd zusammengedrückt werden, und sich vermöge ihrer Elasticität wieder ausdehnen; bis sie endlich unser Ohr erreichen. — Uebrigens findet dieß nach allen Seiten und

Richtungen Statt, so, daß man sich den schallenden Körper immer in einem Mittelpunkte denken muß, von welchem aus, der Schall sich in eine Kugel verbreitet. — Da eine Bewegung, wie die bey dem abwechselnden Zusammendrücken und Ausdehnen der Lufttheilchen, eine wellenförmige heißt: so werden die Lufttheilchen, wo sie immer am dichtesten sind, Schallwellen genannt, deren Ähnlichkeit mit den Wasserwellen man übrigens nicht sehr urgiren muß. — Wie die übrigen Körper den Schall fortpflanzen, weiß man nicht.

Die Bewegung des schallenden Körpers besteht nicht in einem Zittern der kleinsten Theilchen desselben. Diese Entdeckung verdankt man Herrn Ehladui. Er hat auf das deutlichste bewiesen, daß nicht nur bey klingenden Saiten, sondern auch bey klingenden Ringen, Glocken und Stäben, während ihres Klanges gewisse Stellen dieser

Körper ganz unbewegt bleiben, und daß um diese herum die übrigen Theile so oscilliren oder schwingen, daß diese Schwingungen auf beyden Seiten der festen Stellen oder Schwingungsknoten nach entgegengesetzter Richtung gehen. — Wenn man also eine Glocke anschlägt, muß man ja nicht glauben, daß der ganze Cirkel schwinde; es schwingen nur gewisse Stellen. — Ohladni hat auch gezeigt, wie man die Schwingungsknoten sichtbar machen kann, Es wird auf lange Glasplatten feiner Sand gestreuet, und dann werden die Platten mit einem Violinbogen, nach gewissen Regeln, bestrichen. — Wenn man mit einem solchen Bogen ein mit Glas gefülltes Wasser nach gewissen Regeln bestreicht, kann man nicht nur am besten die zitternde Bewegung des Glases am Wasser sehen, sondern sich auch von den Schwingungsknoten, bey einem schallenden Glase, Glocke, u. s. w. überzeugen.

Aus Chladnis Versuchen widerlegen sich auch am besten die Beweise, welche man für die zitternde Bewegung der kleinsten Theilchen gibt. Man sagt z. B. wenn man eine Zange aufschlägt, so sieht man die Schwingung, hört aber nichts; hält man hingegen etwas daran, so hört man gleich den Schall. — Allein jest entstehen ja viel schnellere Schwingungen, da die Schwingungsknoten durch diese Berührung verändert, und dadurch die schwingenden Theile verkürzt werden.

Ueberhaupt ist Chladnits Buch: „Entdeckungen über die Theorie des Klanges, Leipzig 1787, 4.“ ein Meisterstück, und verdiente besser bekannt zu werden. *) Hätte

*) Ein neueres Werk von eben dem Verfasser ist: Die Akustik, bearbeitet von E. Fl. Fr. Chladni, der Philosophie und Rechte Doktor, Leipz. 1802, 32, und 310 S. 4, mit 12 Kupfertaf. Siehe N. L. Z. 1803, 195. — Etwas älter ist eine schätzba-

ein Engländer oder ein Franzose solche Entdeckungen gemacht: wie würde man da gejubelt haben! — Dieser Chladni ist derselbe, der auch der Erfinder des Euphons ist, und der Behaupter, daß die großen Klumpen von Eisen, die in Siberien und Südamerika gefunden wurden, Sternschuppen wären.

§. 268.

Zeit zur Fortpflanzung des Schalls.

Der Schall pflanzt sich in einer Sekunde 1038 Pariser Fuß weit fort. Dieß ist eine der wichtigsten Angaben. Wie man zu

re Abhandlung in den Gilbertschen Annalen, Jahrg. 1806. 3. und 4. Stück: Untersuchungen über Schall und Licht, von Th. Young; bearbeitet vom Direktor Viet h in Dessau.

solchen Angaben kommt, läßt sich leicht begreifen — mittelst Kanonen und Tertien-Uhren. Je weiter die Entfernung, desto besser. — Die Lichtenbergische Tertien-Uhr war vom jungen Ahm s in Hanover, und kostete 8 Louisd'or. Wer sich so kostbare Instrumente nicht anschaffen kann, der muß sich auf andere Art, z. B. mit Zählen helfen.

Franklin hat dazu den Vaterunser vorgeschlagen. Zu so einem profanen Gebrauch wollte Lichtenberg denn doch nicht rathen. Er schlug deßhalb vor, sich anzuewöhnen, in einer Sekunde so schnell als möglich, bis auf 10 zu zählen. Hat man bis auf 5 gezählt, so hat man gerade eine halbe Sekunde oder 30 Tertien.

Lichtenberg überzeugte sich auf verschiedene Art von der Richtigkeit der obigen Angabe, über die Fortpflanzung des Schalls in einer Sekunde. Vor seinem Gartenhause außer dem Wehnder Thore (in Söttingen),

Konnte er recht gut mit einem guten Telescop, den Hammer von der Uhr auf dem Jakobithurm sehen. Wie sich der Hammer hub, hielt er den Finger auf die Tertien-Uhr, und sobald er den Schall hörte, nahm er ihn wieder weg, und erwarb sich durch mehrere solcher Beobachtungen eine große Fertigkeit. Vom Jakobithurm bis zu seinem Gartenhause sind 2933 Calenberger Fuß = $2648\frac{2}{3}$ Pariser Fuß, und die Zwischenzeit betrug immer 2 Sekunden und 36 Tertien. Es kamen folglich auf die Sekunde 1118 Fuß.

Eben so ist vor seinem Gartenhause eine freye Aussicht nach Federruhe — wie man in Göttingen das Gartenhaus des Hofraths Feder auf dem Hainberge nannte. Da ließ er Kanonenschläge anzünden, beobachtete mit einem guten dahin gerichteten Telescop die Flamme derselben bey ihrer Entzündung, und zählte die Zeit, welche von dem Moment, in welchem er die

Flamme erblickte, bis zu dem Momente verstrich, in welchem er den Knall hörte. Wendavid aus Berlin, war seyn Mitbeobachter. Beym ersten Versuche zählten sie 4 Sekunden 14 Tertien; beym zweyten 4 Sekunden 15 Tertien. Nach einiger Zeit maß die Distanz zwischen den beyden Gartenhäusern Hogreve mit dem königl. Prinzen, und fand die horizontale Fläche 4880 Kalenberger Fuß, = 4392 Pariser Fuß. Wenn sich nun der Schall in einer Sekunde 1038 Fuß weit fortpflanzt: so kommen 4 Sekunden und $14\frac{1}{2}$ Tertien heraus. Dieß ist doch sehr genau! Immerhin mag auch der Zufall etwas dabey gethan haben.

Eine andere Probe stellte der Ingenieur-Major Müller zu Göttingen an. Er maß eine Strecke vom Hainberg bis zur Dreckwarte, einmahl mit einem Kanonenschlag, und der Tertien-Uhr, und dann mit der Klasten. Das erste Mahl brachte er

7 Sekunden 54 Tertien heraus; das zweyte
Mahl 8222 Fuß. Also pflanzt sich nach die-
ser Beobachtung der Schall in einer Se-
kunde 1040 Fuß weit fort.

Von welchem ausgebreitetem Nut-
zen die beobachtete Fortpflanzung des
Schalls in einer Sekunde sey, und welche
angenehme Anwendungen sich davon ma-
chen lassen, ist kaum nöthig anzuführen.

Die Weltumsegler können da-
durch bestimmter die Größe einer Insel an-
geben. Bisher geschahen alle diese Angaben
nur nach dem Augenmaße.

Ein Bataillon Soldaten kann
man unmöglich zu gleicher Zeit abfeuern
hören, wenn sie gleich nach der besten Tak-
til exercirt worden sind; ja was noch mehr
ist, wenn sie auch wirklich zu gleicher Zeit
abfeuern. Sie werden ja mit der Stimme
kommandirt, und diese können sie ja nicht
zu gleicher Zeit hören, weil sie nicht in ei-
nem Kreishogen stehen, und der komman-

dirende Offizier sich nicht im Mittelpunkte desselben befindet. Aber ständen sie auch in einem Kreisbogen, und würden sie z. B. mit einer Fahne kommandirt: so befinden sich ja die Zuhörer nicht in dem Mittelpunkte des Kreises. Will man also die Soldaten zu gleicher Zeit abfeuern hören: so müssen sie in einem Kreisbogen, und die Zuhörer in dem Mittelpunkte desselben stehen. Uebrigens versteht sich von selbst, daß dann auch noch die Abfeuerung wirklich zu gleicher Zeit erfolgen müsse.

Von vielfachem Nutzen ist die beobachtete Fortpflanzung des Schalls auch bey einem Gewitter. Jedermann weiß, wie viel eine Sekunde beträgt. Er darf nur seinen Puls fühlen, welcher in jeder Sekunde ungefähr einmahl schlägt. Nun wenn man nach dem Blitz nur 1 Sekunde zählen kann: so ist das Gewitter schon über 1000 Fuß entfernt, und man weiß also gewiß, daß man sich in keiner Gefahr befindet. Bey 2,

3 oder 4 Sekunden, weiß man, daß das Gewitter auch gar den Ort nicht treffen wird, in welchem man wohnt. — Wenn man aber den Blitz sieht, muß man ja nicht sagen: Eins, sondern: Null.

Auch lassen sich Entfernungen, zwischen welchen ein Berg ist, oder wo ein Nebelwetter, oder sonst ein Umstand das Sehen der Flamme nicht gestattet, mittelst des Schalles recht gut messen; nur daß man freylich bey einem Berge nicht weiß, ob der Schall mehr durch die Luft oder durch den Berg hindurch fortgepflanzt wird, welches wirklich verdiente ausgemacht zu werden. — Man geht so zu Werke. Die zwey Partheyen, die zu einer solchen Messung erforderlich sind, und deren jede mit einer guten Tertien-Uhr versehen seyn muß, vergleichen sich, ehe sie an ihre Standpunkte A und B gehen, und bestimmen genau die Zeit, zu welcher sie die Schall = Messung anfangen wollen. Nun

wird also in A die Kanone losgebrannt, und es drückt jemand an die Tertien-Uhr. Nun wird in B eine Kanone gelöst, und sogleich der Finger von der Tertien-Uhr genommen. Sobald man den Schall hiervon in A hört, wird auch der Finger von der Tertien-Uhr genommen, und nun vergleicht man sich. Auf jeden Fall ist es gut, den Versuch mehrere Male anzustellen.

Auf eben diese Weise kann man auch die mittlere Geschwindigkeit einer Kugel gegen die Scheibe berechnen. In dem Augenblicke, da man den Schall vom Schusse hört, oder die Flamme auf der Zündpfanne sieht, drückt man an die Tertien-Uhr; in dem Augenblicke, da man den Schall vom Scheibenschlage hört, nimmt man den Finger wieder weg. Fehlt man um eine Tertie, so fehlt man freylich um 17 Fuß. Aber ein Trost ist, daß, wo es auf Meilen ankommt, der Fehler auch nicht mehr beträgt. — Man hat gefragt, ob es

bey Schützenhöfen und dergleichen, nicht eine Stelle gibt, wo der Schall vom Schusse und der Schall vom Scheibenschlage zugleich gehört werden kann! Die Antwort darauf ist: Nein. Der Schall vom Schusse ist nämlich dann schon weit voraus, wann die Kugel in die Scheibe schlägt, und der Schall davon kann den ersten Schall nicht mehr einholen.

Selbst noch kleinere Distanzen lassen sich mittelst des Schalles messen. — In der Musik kann man kleine Räume außerordentlich leicht behalten. Eben so auch bey dem Schalle überhaupt. Man nimmt 20 zusammen, und dividirt dann mit 20 so hat man 1, z. B. wenn die Zimmerleute Nägel auf den Dächern einschlagen.

Auch kann man die Tiefe eines Brunnens, nach dem Schalle eines hineingeworfenen Steins berechnen. Die Aufgabe ist die: Wenn man einen Stein in einen Brunnen fallen läßt, aus dem

Zeit, zwischen dem Momente, da man den Stein fallen läßt, und dem, da man den Schall hört, die Tiefe des Brunnens zu berechnen. Es sey die beobachtete Zeit = 10 Sekunden: so ist dieselbe natürlich aus folgenden zwey Zeitmomenten zusammengesetzt: erstens aus der Zeit, welche der Stein zum Hinabfallen in den Brunnen, und zweytens aus der Zeit, welche der Schall zum Herauskommen aus dem Brunnen braucht. Da sich die Höhen des Falls, wie die Quadrate der Zeiten verhalten, und also die Zeiten, wie die Quadratwurzeln der Höhen: so ist die erste Zeit = $\sqrt{\frac{x}{15,095}}$ und eben so die zweyte = $\frac{x}{1038}$. Beyde Formeln zusammen addirt, geben also für die Tiefe des Brunnens = x , folgende Gleichung:

$$\sqrt{\frac{x}{15,095}} \mp \frac{x}{1038} = 10. *)$$

*) Um diese Gleichung aufzulösen, setze man 15,095 oder die Fallhöhe eines Körpers in einer Sekunde, in Pariser Fuß = g, 1038 = c und 10 =

$$m: \text{ so erhält man } \sqrt{\frac{x}{g}} \mp \frac{x}{c}$$

$$= m; \text{ oder } \sqrt{\frac{x}{g}} = m - \frac{x}{c}$$

durch Versetzung; oder $\frac{x}{g} = m^2 -$

$$\frac{2 m x}{c} \mp \left(\frac{x}{c}\right)^2, \text{ wenn man auf}$$

beiden Seiten quadriert; oder $\frac{x}{g} =$

$$m^2 \mp \frac{2 m x}{c} = \left(\frac{x}{c}\right)^2, \text{ durch Ver-}$$

setzung; also $\left(\frac{x}{c}\right)^2 = \frac{x}{g} - m$

$$\mp \frac{2 m x}{c}; \text{ oder } = \frac{x}{g} \mp \frac{2 m x}{c} -$$

§. 269.

Modificirung der Fortpflanzung
des Schalles.

Der Schall wird durch Wärme und
Kälte, und durch den Wind sehr modi-

$$m^2; \text{ oder } = \frac{c x}{g c} \mp \frac{2 m x}{c} - m^2,$$

wenn man die beyden ersten Brüche
auf einerley Benennung bringt; oder

$$= \frac{c}{g} \cdot \frac{x}{c} \mp 2 m \frac{x}{c} - m^2; \text{ oder}$$

$$= \left(\frac{c}{g} \mp 2 m \right) \cdot \frac{x}{c} - m^2; \text{ also}$$

$$\left(\frac{x}{c} \right)^2 = \left(2 m \mp \frac{c}{g} \right) \cdot \frac{x}{c} - m^2;$$

folglich

$$\left(\frac{x}{c} \right)^2 - \left(2 m \mp \frac{c}{g} \right) \frac{x}{c} = -$$

m^2 ; durch Verſetzung; oder

feirt. Allein das erste ist sehr unbeträchtlich. Bianconi fand bey Bologna, daß

$$\left(\frac{x}{c}\right)^2 - \left(2m + \frac{c}{g}\right) \cdot \frac{x}{c} +$$

$$\left(m + \frac{c}{2g}\right)^2 = -m^2 +$$

$$\left(m + \frac{c}{2g}\right)^2,$$

Wenn man das Quadrat completirt,
und auf beyden Seiten addirt; oder

$$\left(\frac{x}{c}\right)^2 - \left(2m + \frac{c}{g}\right) \cdot \frac{x}{c} +$$

$$\left(m + \frac{c}{2g}\right)^2 = \frac{mc}{g} + \frac{c^2}{4g^2},$$

Wenn man auf der rechten Seite das
Addirte wirklich ausdrückt; oder

$$\frac{x}{c} - \left(m + \frac{c}{2g}\right) = -\sqrt{\left(\frac{mc}{g} + \frac{c^2}{4g^2}\right)};$$

wenn man auf
beyden Seiten die Quadratwurzel aus-

Der Schall bey 28° Reaum. in einer Strecke von 30 Meilen, 76 Sekunden brauchte. — Beträchtlicher ist die Modifikation durch den Wind. Allein man muß sich dadurch nicht abschrecken lassen. Bey andern Versu-

zieht, und bedenkt, das $\frac{x}{c}$ kleiner als m ist; oder

$$\frac{x}{c} = \left(m \mp \frac{c}{2g} \right) - \sqrt{\left(\frac{m c}{g} \mp \frac{c^2}{4g^2} \right)}, \text{ durch Verlegung; also}$$

$$x = \left(\left(m \mp \frac{c}{2g} \right) - \sqrt{\left(\frac{c^2}{4g^2} \mp \frac{m c}{g} \right)} \right) \cdot c; \text{ oder in obigen Zahlen ausgedrückt.}$$

$$\frac{x}{1038} = 10 \mp \frac{1038}{2 \cdot 15,095} - \sqrt{\left(\frac{1038^2}{4 \cdot 15,095^2} \mp \frac{10 \cdot 1038}{15,095} \right)}$$

hen hat man noch viel größere Schwierigkeiten zu überwinden. Und diese Modification findet nur dann Statt, wenn der Wind dem Schalle geradeweges entgegen ist.

Aber wenn beym stärksten Westwind der Schall in die Quere kömmt, so thut dieß nichts. De la Caille fand, daß wenn der Schall sich bey ruhiger Luft $82\frac{1}{2}$ Sekunde verbreite, er bey starkem Winde,

$$= 10 + 34,382 - \sqrt{(1182,138 + 687,645)}$$

$$= 44,382 - \sqrt{1869,783}$$

$$= 44,382 - 43,240$$

$$= 1,142; \text{ also}$$

$x = 1,142 \cdot 1038 = 1185,396$ Pariser Fuß. So tief würde also der Brunnen seyn; der Schall brauchte zum Heraufkommen 1,142 Sekunden; und der Stein zum Hinabfallen 8,858 Sekunden. Siehe math. Abhandl. vermisch. Inhalts, von Abrah. Gottb. Kästner, Erfurt 1794, 4.

der ihm entgegen war 85 Sekunden dazu brauchte. Auf 35000 Fuß macht es gerade 2500 Fuß, oder in einem kürzern Verhältniß auf 24 Fuß, 1 Fuß.

§. 270.

Intensität des Schalles.

Der Schall nimmt ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt. Man denkt sich deshalb die Schallstrahlen, wie die Lichtstrahlen. Auch spricht man nach der Analogie, von Schallwellen (§. 267), von einem Schallkreise, und vergleicht denselben mit dem Wellentreise eines ins Wasser geworfenen Steins. — Wenn A B (Fig. 45.) ein Damm z. B. in einem großen Teich wäre, und in der Mitte bey C eine Oeffnung hätte: so würden sich, wenn man bey D einen Stein ins Wasser würde, die Wellen desselben so bilden, wie die Figur darstellt. Stünde aber

in C ein Pfahl, so würden sie sich so bilden, wie Fig. 46. zeigt. — Und eben so verhält sich's nun auch mit dem Schalle. Aber sonst ist ein großer Unterschied zwischen den Schallkreisen und den Wellenkreisen eines ins Wasser geworfenen Steins. Bey den Steinen verhalten sich die Geschwindigkeiten, wie die Quadratwurzeln aus der Breite der Steine. Aber nicht so bey dem Schalle. Schlägt man mit einem großen oder kleinen Hammer irgendwo auf, so hört man den Schall immer zu gleicher Zeit. Dieß ist auch ein großes Glück für die Musik. Sonst würde man z. B. in einem Garten den Bass immer eher ankommen hören, als den Diskant. Und es wäre dann eine fatale Sache mit dem Noten setzen.

S. 271.

V o m S c h a l l e.

Der Schall befolgt genau die Gesetze der Reflexion des Lichts. Man kann also

die Wand, von welcher er zurückgeworfen wird, einen akustischen Spiegel nennen. Aber sonst gibt es viele Schwierigkeiten. So geben neue Gebäude ein viel schlechteres Echo, als alte Mauern. Dieß läßt sich indeß aus verschiedenen Ursachen begreifen; vorzüglich aus der Holprigkeit der alten Mauern. Büsch rechnet auch viel auf die Luft, die zwischen den Höhlungen derselben enthalten ist. Zu Leipzig vor den Kamstädter Thor ist ein berühmtes wiederhohlendes Echo. Dieß läßt sich aus dem nahe stehenden Häusern erklären, von welchen die Schalllinien zurück geworfen werden. In Altdorf, dem Observatorio gegenüber, ist auch ein sehr berühmtes Echo. Auf 150 Schritte wirft es das Wort omnia; auf 230 responde mihi, auf 340 responde mihi cito, und auf 380 responde mihi cisissime zurück.

Ein Irländer, vielleicht derselbe, der bey der Paulskirche in London fragte, ob die

se Kirche wohl in England verfertigt worden sey — sagte einmahl in einer Gesellschaft, in welcher von berühmten Echos gesprochen wurde: O! bey mir gibt es wohl viel bessere Echos; wenn man da in ein Haus kommt, und frägt: Wie befinden Sie sich? so antwortet es: Ich danke für das gütige Andenken — recht wohl.

Hieher gehört auch die *Bauchrednerey* — die bey allen Marionettenspielen Statt findet. Lichtenberg hatte im Jahr 1789 einen Bauchredner (Ventriloquus) auf seiner Stube. Er war ein Gärtner seiner Profession nach, verstand sich aber auf das Bauchreden so gut, daß er ihn betrog, ungeachtet er von ihm betrogen seyn wollte. Er machte seine Versuche mit einer kleinen Puppe. Beym Lachen umarmte er dieselbe, damit man ihm nichts an dem Gesichte kennen möchte. —

Das menschliche Ohr kann sehr schlecht von Lagen urtheilen. Wenn A statt B sprä-

che, rührte aber den Mund nicht, B hingegen bewegte den Mund: so würde Jedermann glauben, B sprechen. So sieht man sich auch, wenn man einen dicken Mann, fein sprechen hört, um, und meint, es spräche Jemand anderer, weil man von ihm eine Bassstimme erwartet. Es ist fast gerade so, als wenn man des Abends in ein Spiegelzimmer ginge, in welchem eine Person säße. Man glaubt eine ganze Gesellschaft zu erblicken. Käme nun diese Person rückwärts zurück: so würde man gewiß jemand Andern für die rechte Person halten, weil es doch nicht Sitte ist, daß man Jemanden auf eine so negative Art in Empfang nimmt.

S. 272.

Sprachgewölbe.

Auf die Eigenschaften der Ellipse und auf die Gesetze der Reflexion der Schall-

strahlen, gründen sich die Sprachgewölbe. — Eine Ellipse entsteht, wenn man einen Kegel schräg durchschneidet, so wie der parallele Durchschnitt desselben mit einer seiner Seiten, die Parabel, und mit seiner Axe die Hyperbel gibt. Sie besitzt die Eigenschaft, daß alle Schallstrahlen, die aus einem Brennpunkte derselben herkommen, so reflektirt werden, daß sie wieder in dem andern Brennpunkte derselben zusammen kommen. Kann man nun einem Gewölbe eine elliptische Form geben, so muß es auch in demselben zwey Punkte, A und B geben, von welchem alle Schallstrahlen nach dem Andern reflektirt werden müssen. Wenn nun Jemand in A sehr leise spricht: so kann man ihn bey B doch gut verstehen. Wer aber an einem andern Orte stünde, würde nichts hören.

§. 273—276.

Sprachrohr (Tuba Stentorea).

Der Schall nimmt ab, wie das Qua-
drat der Entfernung zunimmt (§. 270.),
aber in cylindrischen Röhren kann
man ihn sehr weit fortpflanzen, wie aus
Fig. 47. deutlich genug erhellet. Wenn man
daher eine Taschenuhr in die Mündung ei-
ner Kanone legt, und das Ohr an das
Zündloch hält: so hört man sie sehr deut-
lich schlagen, so deutlich, als wenn man
sie dicht an dem Ohr hätte. — Lichtenberg
rieth einmahl einem seiner Zuhörer, mit
den Röhren von Weissenstein (jetzt Na-
poleonshöhle) bey Kassel, ähnliche Ver-
suche anzustellen; — und er fand es bestä-
tigt.

Man könnte solche Röhren in den Be-
dientenstuben anlegen, und sich dersel-

ben statt der Glocken bedienen, auch in den Gefängnissen. —

Die Kerls, die mit den Cicerosköpfen, u. s. w. herumziehen, hängen ganz von diesen Röhren ab. Es ist unglaublich, welche Revolutionen sie deßhalb mit dem Fußboden der Zimmer anfangen, in welchen sie ihr Gaukelspiel treiben wollen.

Die Fortpflanzung des Schalls durch solche Röhren erstreckt sich natürlich nur so weit, als die Länge der Röhren beträgt, wie ebenfalls aus Fig. 47. deutlich erhellt. So wie die Schallstrahlen nach D reflektirt werden, gehen sie nach der Richtung DE und DF auseinander, und ein Ohr in G würde nichts von ihnen vernehmen. Könnte man nun eine Röhre so einrichten, daß die Schallstrahlen bey D parallel reflektirt werden müßten, so würde sich der Schall auch unabhängig von der Länge der Röhre, noch viel weiter fortpflanzen. Dieß ist nun das Sprachrohr.

Man hat sich viel um das Alter der Erfindung der Sprachröhre gestritten. Einige wollen schon die Alten davon Gebrauch machen lassen. Sie berufen sich auf die *Tuba*, mit welcher die Alten ihre Truppen kommandirten. Doch dieß war wohl nur eine Trompete. Denn bekanntlich kommandirte man Landtruppen nicht mit dem Sprachrohr. — Der Erfinder ist vielmehr *Morland* in England, von dem auch ein *Barometer* den Namen führt. Er machte die Erfindung um das Jahr 1670.

Sobald die Erfindung gemacht war, gab man den Mathematikern das Problem auf, die beste Form anzugeben. Da kamen denn viele Vorschläge zum Vorschein. Die *parabolische Form* ist theoretisch unstreitig die richtigste. Die *Parabel* — welche entsteht, wenn man einen *Kege*l parallel mit einer seiner Seiten durchschneidet — hat nämlich die Eigenschaft, daß alle *Strahlen*, die mit der *Axe* derselben

parallel einfallen, in einem Punkte in der Mitte des Halbmessers reflektirt werden, welcher der Brennpunkt heißt; und wieder, daß alle Strahlen, welche aus diesem Brennpunkte auf die Parabel fallen, parallel zurück geworfen werden. Da man nun die Parabel so spitz machen kann, als man will, so scheint sie sich wirklich am besten zu einem Sprachrohr zu qualifiziren. Allein man hat doch gefunden; daß kein merklicher Unterschied heraus kommt. Einmahl sind solche Sprachröhre schon sehr schwer zu verfertigen. Dann setzt die Parabel voraus, daß alle Schallstrahlen aus einem Punkte kommen, welches natürlich in der Praxi nicht der Fall ist. Man hat wohl ein elliptisches Mundstück angebracht: allein dem Uebel wurde dadurch nicht abgeholfen. Da kam denn endlich Lambert, und zeigte, daß, wenn man dem Kegel ein ordentliches Verhältniß seiner Höhe zur Basis gäbe, derselbe noch immer das beste Sprachrohr wäre.

Man kann ohne Sprachrohr auf 400 Fuß hören. Nach dieser Bemerkung richtete er seine Angabe ein.

Um doch ein Verhältniß zu kennen, mag man sich folgendes von Chladni merken. Oben, nach subjektivem Bedürfniß weit, ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll, unten 14 Zoll im Durchmesser, und 4 Fuß hoch. Ferner von gut geleimten Pappdeckel und innen so glatt als möglich. Das Blech hat selbst wieder viele Schwingungen.

Von welchem wichtigem Gebrauche übrigens die Sprachröhre seyen, besonders auf der See, bey einem Sturme, bedarf wohl keiner Erwähnung.

S. 277.

Hörrohr (Tuba acustica.)

Das Hörrohr gründet sich ganz auf die Parabel. In gewisser Entfernung, wäre wohl die Ellipse besser. Bey

Thomson, Lichtenbergs Sprachlehrer im Englischen, sah er ein Hörrohr, von der Gestalt, wie Fig. 48. es darstellt. Es war von Silber. Allein es ereignete sich damit der traurige Umstand, daß sich das Ohr, blos durch das leise Anhalten zu entzünden anfing, so daß er das Rohr ganz weglegen mußte. Er verfiel hernach auf die Vergrößerung der Ohren, durch das Flache beyder Hände. Und dieß mag wohl das beste Hörrohr für solche seyn, die nicht ganz taub sind. Freylich sieht es nicht gut aus, und erinnert an den Freund Langohr. Aber Noth hat kein Geboth. — Man hat auch von dünnem Pergament solche Ohren geformet. — Den Versuch kann man am besten mit einer Taschenuhr anstellen, die man auf einen Tisch legt, und sich immer weiter davon entfernt.

§. 278.

Audere Fortpflanzungsmittel des Schalles.

Es war davon schon oben (§. 265.)
die Rede.

Gründe der Musik.

§. 279.

Saiten.

Um regelmäßige Schwingungen oder
einen Klang (§. 264.) hervorzubringen, be-
dient man sich unter andern der Saiten.
Die Schwingungen derselben haben viele
Ähnlichkeit mit den Schwingungen des
Pendels. Deswegen haben auch die Mathe-
matiker ihre Schwingungen eben so berech-
net, wie die Schwingungen des Pendels.