

## Fünftes Kapitel.

### Der Hebel.

#### §. 45.

Jeder unbiegsame Stab, jeder feste Körper überhaupt heißt, wenn er in irgend einem Punkte unterstützt und an zwei andern Punkten mit Gewichten versehen wird, die ihn um den Unterstützungspunkt nach der entgegengesetzten Richtung zu drehen streben, ein physischer oder zusammengesetzter Hebel. Unter dem mathematischen oder einfachen Hebel hat man sich dagegen nur eine unbiegsame Linie ohne Schwere zu denken, an welcher statt der Gewichte überhaupt Kräfte wirksam sind.

#### §. 46. Fortsetzung.

Man benützt den Hebel, um durch gewisse Kräfte gewisse Lasten mit Vortheil zu überwäligen. Die beiden Punkte jedes Hebels, an denen Kraft und Last wirken, so wie der ihm gegebene Unterstützungspunkt (Hypomochlium) sind deshalb auch besonders wichtig.

#### §. 47. Fortsetzung. (Fig. 8. und 9.)

Nach der Lage der drei Punkte werden die Hebel in einarmige, bei welchen beide Angriffspunkte der Kraft und Last auf einer Seite des Unterstützungspunktes, und in zweiarmige eingetheilt, bei welchen sie auf entgegengesetzten Seiten des Unterstützungspunktes liegen. Bei den einarmigen Hebeln liegt entweder die Kraft oder die Last dem Unterstützungspunkte näher, und daher sind sie doppelter Art. Deshalb theilt man die Hebel auch lieber ein in

- 1) Hebel der ersten Art, bei welchen der Unterstützungspunkt zwischen den beiden Angriffspunkten sich befindet;
- 2) Hebel der zweiten Art, bei welchem sich die Last zwischen dem Angriffspunkte der Kraft und dem Unterstützungspunkte befindet;
- 3) Hebel der dritten Art; die Kraft wirkt hier zwischen der Last und dem Unterstützungspunkte.

Anmerk. Die Arme eines Hebels können gerad- oder trumm-  
linig sein, oder auch einen Winkel bilden, weshalb man auch von  
geradlinigen, trumm-  
linigen und Winkelhebeln spricht.

#### §. 48. Fortsetzung. (S. vor. Fig.)

Die Hebel der ersten Art sind entweder gleicharmige oder ungleicharmige. Bei jenen befindet sich der Unterstützungspunkt genau in der Mitte der beiden Arme, und es tritt der Hebel dann allemal in's Gleichgewicht, sobald Last und Kraft einander völlig gleich sind. Oder nimmt man an, daß dieser Hebel sich um seinen Unterstützungspunkt drehe, so wird der Weg, den sowohl die Last als die Kraft beschreibe, jedesmal gleich groß sein. Außer dem Gleichgewichte kann dieser Hebel daher bloß dann bleiben, wenn Kraft und Last in ungleichem Verhältnisse zu einander stehen.

Anmerk. Die gemeine Wage oder Krämerwage.

#### §. 49. Fortsetzung.

Bei den ungleicharmigen Hebeln der ersten Art treten zwischen der Kraft und Last andere Verhältnisse ein, wenn er in's Gleichgewicht gebracht werden soll. Die beiden Hebelarme beschreiben hier verschiedene Wege, und zwar der eine stets einen um so viel mal größeren, als er länger ist wie jener. Denkt man sich nun die Last an dem kürzeren, die Kraft an dem längeren Arme wirkend, so wird die Kraft z. B. einen zweimal größeren Weg

machen, wenn der lange Arm zweimal so lang ist, als der der Last. Es ist aber auch nur eine Kraft nöthig, die Last im Gleichgewichte zu erhalten, die zweimal so klein ist, als die Last. Daraus ergiebt sich das Gesetz: der ungleicharmige Hebel kommt in's Gleichgewicht, wenn sich die Kraft zur Last verhält, wie der Hebelarm der Last zum Hebelarm der Kraft. Wirkt aber die Last an dem längeren, die Kraft an dem kürzeren Arme, so tritt das umgekehrte Verhältniß ein.

Anmerk. 1. Mit Vortheil in Bezug auf das Bewegen größerer Lasten sind diese Hebel natürlich bloß dann zu gebrauchen, wenn die Kraft am längeren Arme wirkt. Man erspart dann allemal desto mehr Kraft, je mehrmals die Länge des Hebelarmes der Last von jener der Kraft übertroffen wird. Doch tritt dabei auch der Nachtheil ein, daß die Last nur sehr langsam fortbewegt werden kann, weil sie einen zu kleinen Weg beschreibt.

Anmerk. 2. Die Schnellwage oder römische Wage — Scheren, Brecheisen, Hebeäme, Struerruder, Sagen, Klappen an Blasinstrumenten, Claves beim Pianoforte — Tragen einer Last mittels eines über die Schultern gelegten Stodes.

#### §. 50. Fortsetzung.

Bei den Hebeln der zweiten Art, bei welchen die Last zwischen dem Unterstützungspunkte und dem Angriffspunkte der Kraft angebracht ist, treten für das Gleichgewicht dieselben Gesetze ein, wie bei den vorher genannten Hebeln. Man denke sich dann den Hebel als einen ungleicharmigen Hebel der ersten Art. Es verhält sich daher die Kraft zur Last, umgekehrt wie der kürzere Theil des Hebelarmes zum längeren Theile desselben. Auch diese Art von Hebel gewährt bedeutende Kraftersparniß und findet deshalb im Leben häufige Anwendung.

Anmerk. Der Schubladen — die in der Kugel bewegte Thüre — Schlüssel — Schiffe, welche an der Spitze des Mastbaumes gezogen werden — die großen Sämmel in Papiermüllern, Walkmüllern &c.

#### §. 51. Fortsetzung.

Die Hebel der dritten Art, bei welchen die Kraft zwischen dem Unterstützungspunkte und dem Angriffspunkte der Last wirkt, gewähren niemals einen Vortheil an Kraftersparniß und finden ihre Anwendung deshalb nur da, wo Kraft genug vorhanden ist und eine schnelle Bewegung der Last, die hier den größeren Weg beschreibt, hervorgebracht werden soll. Das Gesetz des Gleichgewichtes erfordert hier stets, daß die Wirkung der Kraft eine stärkere sei, als die der Last, und zwar um so viel mal stärker, als der längere Theil des Hebelarmes den kürzeren übertrifft.

Anmerk. Diese Art von Hebel kommt im gewöhnlichen Leben nur selten vor; desto häufiger gebraucht ihn die Natur in der Gestalt von Armen und Beinen.

Warum ist es schwerer, mit horizontal ausgestrecktem Arm eine Last zu halten, als mit gebogenem?

## Sechstes Kapitel.

### Vom Schalle.

#### §. 52. Verschiedene Arten des Schalles.

Als eine besondere Art von Bewegung erscheint der Schall. Alle elastischen Körper, sowohl feste, als flüssige, haben nämlich die Eigenthümlichkeit, daß sie, sobald sie auf irgend eine Weise erschüttert wurden, diese Erschütterung auch den sie zunächst umgebenden Körpern mittheilen. Durch diese Erschütterung eben werden die Theile dieser Körper in eine schwingende Bewegung versetzt, die nach

der Beschaffenheit der Körper bald geschwinder, bald langsamer, bald regelmäßig oder unregelmäßig geschieht, und welche man eben den Schall nennt.

Anmerk. Je elastischer ein Körper ist, desto besser eignet er sich zum Schalle. Ganz unelastische Körper giebt es nicht.

Die Schwingungen eines schallenden Körpers gehen oft so schnell, daß sie kaum mehr zählbar sind.

### §. 53. Fortsetzung.

Die Empfindungen, welche wir von einem schallenden Körper haben, sind eben so verschieden als diese selbst, hängen aber auch von der Schnelligkeit und Regelmäßigkeit der Schwingungen des schallenden Körpers ab. Sind die letzteren regelmäßig, wie bei Glocken, musikalischen Instrumenten *cc.*, so wird der Schall Klang genannt. Sieht man bei dem Klange auf den Unterschied, der durch die größere oder geringere Schnelligkeit seiner Schwingungen hervorgebracht wird, so nennt man den Klang einen Ton. Ein Schall, dessen Schwingungen unregelmäßig sind und bald wieder aufhören, heißt Geräusch. Man nennt man endlich denjenigen Schall, dessen Schwingungen ebenfalls unregelmäßig sind, aber sehr heftig hervorgebracht wurden und nur kurze Zeit anhielten.

Anmerk. Für die unregelmäßigen Schwingungen hat unsere Sprache eine Menge verschiedener Ausdrücke: Säusen Brausen, Klatschen, Prasseln, Krachen, Rauschen, Klappern, Anarren, Knistern, Murren, Brummen, Brüllen, Zischen, Pfeifen *cc.*

Die ganze Lehre vom Schalle heißt Akustik.

### §. 54. Fortsetzung.

Die Verschiedenheit des Tones bei den musikalischen Instrumenten rührt von den schnelleren oder langsameren regelmäßigen Schwingungen her, welche die schallenden Theile jener machen. Zwei Instrumente stehen daher dann

im Einklange, wenn sie in einerlei Zeit gleich viel Schallschwingungen machen. Bringt der eine Körper aber in derselben Zeit eine größere Anzahl regelmäßiger Schwingungen hervor, so ist sein Ton höher, im Gegentheil tiefer. Hierbei hat man folgende Verhältnisse beobachtet. Verhält sich die Anzahl der Schwingungen zweier Töne wie

1 : 2,	so machen sie eine	Octave	aus;
2 : 3,	= = = =	Quinte	=
3 : 4,	= = = =	Quarte	=
4 : 5,	= = = =	große Terz	=
5 : 6,	= = = =	kleine Terz	=
3 : 5,	= = = =	große Sexte	=
5 : 8,	= = = =	kleine Sexte	=
8 : 15,	= = = =	gt. Septime	=
9 : 16,	= = = =	kl. Septime	=

Zwischen diesen Verhältnissen giebt es indessen noch eine Menge Mittelverhältnisse. Zu große Höhe oder Tiefe der Töne bewirkt Undeutlichkeit.

Anmerk. Der tiefste hörbare Ton wird durch etwa 30, der höchste durch 7552 Schwingungen in 1 Sekunde hervergebracht.

### §. 55. Fortsetzung.

Der Ton einer Saite hängt theils von ihrer Länge, theils von ihrer Dicke oder Schwere, theils auch von dem Grade ihrer Spannung ab. Man hat hierbei folgende Regeln festgestellt:

- 1) Saiten von gleicher Länge, gleicher Dicke und gleicher Spannung haben einerlei Ton.
- 2) Bei Saiten von ungleicher Länge, aber gleicher Dicke und Spannung, macht die längere weniger, die kürzere mehr Schwingungen in derselben Zeit.

- 3) Bei Saiten von gleicher Länge und Spannung, aber ungleicher Dicke, macht die dünnste die meisten Schwingungen.
- 4) Bei Saiten von gleicher Länge und Dicke, aber verschiedener Spannung macht die die meisten Schwingungen, welche die größte Spannung hat.

#### §. 56. Fortsetzung.

Bei manchen Saiteninstrumenten und zwar bei denen, welche eine große Anzahl von Saiten gestatten, z. B. Harfen, Claviere etc., ist nicht bloß Dicke, sondern auch Länge der Saiten für alle erforderlichen Töne schon da. Bei anderen und zwar bei denen, welche nur wenig Saiten haben, z. B. Violine, Guitarre, müssen die verschiedenen Töne durch abwechselnde Verlängerung oder Verkürzung der Saiten mittels der Finger erzeugt werden.

Anmerk. Bei den Blasinstrumenten hilft man sich meist durch Klappen oder durch die Öffnung der Lippen oder durch die Stärke des Anblasens, um die schwingende Luftsäule zu verkürzen oder zu verlängern. Die Orgeln gelten hier als den Clavieren entsprechend.

#### §. 57. Fortsetzung.

Manche Töne bringen einen angenehmen Eindruck in unserm Ohre hervor, und dann bilden sie eine sogenannte Consonanz. Ist ihr Eindruck aber ein unangenehmer, so bilden sie eine Dissonanz. Das Consoniren der Töne ist um so angenehmer, je einfacher das Schwingungsverhältniß gefunden wird, daher ist die Octave die vollkommenste Consonanz.

#### §. 58. Fortsetzung.

In allen klingenden Körpern sind es nur gewisse Stellen, welche erschüttert werden und den Klang erzeugen,

während andere Stellen gar nicht mit schwingen und also auch nicht klingen. Die letzteren nennt man Ruhestellen. Berührt man diese, so wird der Klang dadurch nicht im Geringsten gestört; berührt man aber schwingende Stellen, so wird dadurch der Klang oft merklich unterbrochen.

Anmerk. 1. Berührung einer tönenden Glocke — der Hammer bei Schlaguhren — die mit Schnee bedeckte Thurmglocke.

Anmerk. 2. Die Eplabnischen Klangfiguren.

#### §. 59. Die menschliche Stimme.

Die Hervorbringung der menschlichen und thierischen Stimme hat mit der Hervorbringung der Töne in Blasinstrumenten viele Ähnlichkeit. Das menschliche Stimmorgan gleicht einem Orgelwerk; die Lunge ist der Blasebalg, die Luftröhre das Windrohr oder die Pfeife, der Kehlkopf mit der Stimmröhre das feine Mundstück, und der Mund selbst dient zum Ausströmen der Luft. Wenn nun die Stimmröhre, zwei häutige Muskeln über der oberen Mündung des Kehlkopfes, nicht angespannt sind, die Stimmröhre daher weit offen steht und die Luft ohne besondere Kraft aus den Lungen gepreßt wird, so bläht die Luft frei durch die Stimmröhre ohne einen Schall zu erregen und der Mensch athmet bloß. Wenn ferner bei weit offener Stimmröhre die Luft mit großer Gewalt herausgestoßen wird, wie beim Husten und Schlucken, so entsteht wohl ein hörbarer aber unregelmäßiger Schall. Sind aber die Stimmröhre gespannt, die Stimmröhre daher verengt, so bringt die nur wenig stark aus den Lungen gestoßene Luft die Stimmröhre in zitternde Bewegungen. Der dadurch hervorgebrachte Schall wird mit Hilfe der Zunge, Zähne und Lippen im Munde zu wirklichen Sprachlauten weiter ausgebildet. Je enger die Stimmröhre ist, desto schneller die Schwingungen und desto höher

Schweiz, Naturlehre.

der Ton. Zu Hervorbringung ungewöhnlich hoher und tiefer Töne ist eine nicht unbedeutende Anstrengung nöthig.

#### §. 59. Fortsetzung.

Die Stärke der Stimmbänder, des Kehlkopfes, die Vollkommenheit und Stärke der Lungen bedingen auch die Stärke der menschlichen Stimme. Die Resonanz bildet gleichsam der Brustkasten mit seinen benachbarten festen Theilen. In dem Baue dieser Theile liegt zum großen Theil der Unterschied zwischen den männlichen und weiblichen Stimmen. Die Größe, Biegsamkeit, Beweglichkeit, Schlüpfrigkeit u. aller Stimmwerkzeuge bedingt die Annehmlichkeit der Stimme.

Anmerk. Die Versuche des Herrn v. Kempeln, die menschliche Sprache künstlich nachzuahmen, gelangen nur sehr unvollkommen. Die Bauchrednerkunst.

#### §. 60. Die thierischen Stimmen.

Nur bei den mit wirklichen Lungen versehenen Thieren wird durch ähnliche Werkzeuge und auf ähnliche Art, wie bei den Menschen, eine Stimme hervorgebracht. Die Stimmwerkzeuge der Vögel weichen jedoch in einigen Theilen, namentlich in der Bildung der Luftröhre und der Stimmröhre wesentlich von denen der Säugethiere ab. Das bloße Geräusch, welches manche Insecten hervorbringen, kann natürlich nicht zu den thierischen Stimmen gezählt werden.

#### §. 61. Die Fortpflanzung des Schalles.

Die Schwingungen eines schallenden Körpers sollen von unserm Ohr empfunden werden. Dazu bedarf es eines Zwischenmittels, welches jene fortpflanzt, und da uns nun die atmosphärische Luft überall umgiebt und zugleich eine große Elasticität besitzt, so ist sie auch das

nächste und allgemeinste Fortpflanzungsmittel des Schalles. Die Schwingungen des schallenden Körpers theilen sich ihr mit und verbreiten sich in ihr wie Strahlen oder Wellen nach allen Seiten hin, daher spricht man auch von den fortgesetzten Schwingungen als von Schallstrahlen oder Schallwellen, deren Ausbreitung man sich nicht bloß in gerader, horizontaler Richtung, sondern nach allen Seiten des schallenden Körpers hin zu denken hat.

Anmerk. Ein in ruhig stehendes oder auch stehendes Wasser geworfener Stein veranlaßt sehr gut obige Annahme.

#### §. 62. Fortsetzung.

Gleich den kreisförmigen Wasserwellen, welche im Wasser durch Hineinwerfen mehrerer Steine entstehen, sich durchkreuzen und ohne gegenseitige Störung wie Ringe in einander gehen, wenn sie sich treffen, scheinen auch die Schallwellen ohne Störung sich zu durchkreuzen, wenn sie, von mehreren zugleich schallenden Körpern entstanden, auf einander stoßen. Wäre dieß nicht der Fall, wie könnte man bei einem vollstimmigen Concert die Töne der Violine, Flöte, Clarinette u. unterscheiden?

Anmerk. Die Schallwellen dringen sogar durch Thüren, Fenster u. in verschlossene Räume und breiten sich dann wieder aus. Wir hören im Zimmer, was auf den Straßen vorgeht, vor einem Berge, den Knall eines Gewehres hinter ihm u.

#### §. 63. Fortsetzung.

Die Stärke eines Schalles, den wir hören, wird desto größer sein, je mehr schwingende Lufttheilchen unser Ohr treffen. In der Nähe des schallenden Körpers sind die Schallstrahlen am dichtesten; mit der zunehmenden Entfernung von ihm werden sie aber immer lockerer und dünner. Je weiter daher unser Ohr vom schallenden Kör-

per entfernt ist, desto weniger schwingende Lufttheilchen können dasselbe treffen, und die Stärke des Schalles muß daher mit der weiteren Entfernung vom schallenden Körper abnehmen. Das Quadrat der Entfernung vom schallenden Körper giebt das Verhältniß der Abnahme des Schalles, z. B. von zwei Menschen hört derjenige den Schall z. B. einer Glocke, einer Flinte *ic.* viermal, neunmal *ic.* schwächer, welcher zwei, dreimal weiter entfernt ist vom schallenden Körper, als der andere.

#### §. 64. Fortsetzung.

Die Weite eines Schalles oder die Entfernung, bis zu welcher man den Schall hören kann, läßt sich nicht genau bestimmen, da sie nicht nur von der Stärke des Schalles, sondern auch von verschiedenen Nebenumständen abhängt, welche nicht überall dieselben sind.

Anmerk. Der Schall z. B. einer Glocke am Tage und während der Nacht — auf hohen Bergen in dünner Luft und im Thale in dicker Luft — der Schall beim Wind, beim Regen.

#### §. 65. Fortsetzung.

Die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Schall in ein und derselben Materie fortbewegt, ist stets eine gleichförmige d. h. es legt derselbe, gleichviel ob er stark oder schwach war, in gleichen Zeiten auch gleiche Räume zurück. Ist wiederholte Versuche ergeben nun, daß der Schall in 1 Sekunde Zeit etwa 1040 Fuß zurücklegt. Kennt man nun die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft, so ist es leicht, die Entfernung eines schallenden Körpers zu bestimmen.

Anmerk. Wie weit ist eine Kanone, deren Knall erst 6 Sekunden nach dem Blitze hörbar ward?

Wie weit ist ein Gewitter, dessen Donner 10 Sekunden nach dem Blitze erfolgt?

Wie weit ein Holzhacker, dessen Schall man erst nach 4 Sekunden hörte von dem Augenblicke an, wo man seine Art niederfallen sah?

#### §. 66. Fortsetzung.

Bringt man einen schallenden Körper außer aller Gemeinschaft mit der Luft oder einem andern elastischen Körper, so hört man gar keinen Schall mehr, wie z. B. unter der Glasglocke einer Luftpumpe. Indes ist die Luft nicht das einzige Fortpflanzungsmittel des Schalles, nicht einmal das beste, da sie die Stärke des Schalles schwächt; vielmehr taugt hierzu jeder andere elastische, besonders feste Körper.

Anmerk. Am Ende eines langen Balkens hört man ganz deutlich die Stecknabelschläge am andern Ende, wenn man das Ohr daran hält — den meilenweit entfernten Kanonendonner, Fußschlag der Pferde, das Klaffen der Wagen *ic.* hört man deutlich, wenn man sich mit dem Ohre auf die Erde legt.

Das Wasser ist als ein schlechtes Fortpflanzungsmittel des Schalles bekannt, und doch kommen die Fische auf die Oberfläche auf durch Pfeifen, Blasen *ic.* gegebene Zeichen.

#### §. 67. Die Zurückwerfung des Schalles.

(Fig. 10. und 11.)

Das Gesetz, nach welchem ein elastischer Körper in demselben Winkel zurückprallt, in welchem er nach einem harten Körper geworfen wurde, läßt sich auch auf die Schallstrahlen anwenden. Dieselben bestehen aus einer Menge elastischer, sich schwingender Lufttheilchen; sobald diese nun an irgend einen festen Körper antreffen, werden sie zurückgeworfen, und dann ist der Zurückprallwinkel der schwingenden und auf die Fläche stoßenden Lufttheilchen stets dem Einfallswinkel gleich.

## §. 68. Fortsetzung.

Auch auf dieses Gesetz gründet sich die Einrichtung mancher Geräthschaften, Gebäude, Plätze ic., durch deren eigenthümliche Form und Gestalt es möglich gemacht wird, theils die Ausbreitung der Schallstrahlen zu verhindern und sie gleichförmig und parallel fortgehen zu lassen, theils auch sie zu zwingen, daß sie nur nach gewissen Stellen, und zwar sehr verdichtet, sich hinbegeben.

Anmerk. Besonders gehört hierher das Sprachrohr und Hörrohr. Ersters ist 1670 von Samuel Morland erfunden und sehr nützlich.

Das cylindrische Sprachrohr (a) — das kegelförmige. (b) Das umgekehrte Sprachrohr wird zum Hörrohr, wenn man die enge Mündung ins Ohr legt, so daß die in die weite Mündung fallenden Schallstrahlen dem Ohre zugeführt werden.

Die Sprachgewölbe oder Sprachsäle.

Das sogenannte Ohr des Dionysius oder die Grotta della Favella — die Kuppel der Paulskirche in London.

Säle, in denen sich der Schall von allen Punkten nach allen Punkten gleichförmig verbreiten soll, dürfen nicht, oder nur wenig gewölbt sein, am besten mit parabolischer Hinterwand und geraden parallelen Seitenwänden.

## §. 69. Der Widerhall oder das Echo.

Hört man in Folge der Zurückwerfung der Schallstrahlen den Schall 2, 3, 4, vielmal wieder, so nennt man diese Erscheinung einen Widerhall oder ein Echo. Alles, was den gleichmäßigen Fortgang der Schallwellen hindert, kann ein Echo hervorbringen, gleichviel, ob die zurückwerfende Fläche die eines festen und glatten Körpers ist oder nicht. Die gewöhnlichste Art von Echo findet man in der Natur, besonders in Waldungen, Thälern ic.

## §. 70. Fortsetzung.

Die besonderen Bedingungen zu einem Echo trifft man jedoch nur selten an, daher auch die Echos selten

sind. Die den Schall zurückwerfenden Körper, z. B. Mauern, Wände, Felsen, Bäume ic. müssen eine solche Lage gegen einander haben, daß sie nach dem Orte, wo das Ohr den Widerhall vernehmen soll, eine hinreichende Menge Schallstrahlen schicken, daß sie diese Strahlen eher verdichten, als auseinander führen, und daß sie in gehöriger Entfernung von dem Ohre liegen (zwischen 50 — 60 Fuß), damit dieses die Eindrücke von Schall und Echo unterscheiden kann.

Anmerk. Warum kann im Zimmer kein Echo sein?

## §. 71. Fortsetzung.

Man unterscheidet ein- und vielsilbige, einfache und vielfache Echos. Das einsilbige wiederholt nur die letzte Silbe eines gesprochenen Wortes; das vielsilbige giebt die letzte Silbe mehrmals, oder auch mehrere Silben an. Die vielfachen Echos werfen den Schall 2, 4, 6 und mehrmal zurück.

Anmerk. Ein sehr schönes Echo gewährt der große, kreisrunde Königsplatz in Cassel von seiner Mitte aus; ebenso in der Nähe von Mailand auf einem Landhause, wo sich die letzte Silbe einer Rede 40, ein Pistolenschuß 60mal wiederholt, und zwar so schnell, daß man kaum nachzählen kann.

## §. 72. Die Gehörwerkzeuge. \*)

Da die Schallstrahlen nichts anderes als Schwingungen sind, die sich durch die Luft oder andere elastische Körper fortpflanzen, so besteht der Eindruck, der dadurch auf unser Ohr hergebracht wird, natürlich auch in ähnlichen Schwingungen. Die Organe des Gehörs sind auch

\*) Eine specielle Beschreibung der äußeren und inneren Theile des menschlichen Ohres ist aus dem gleichzeitigen Unterrichte in der Naturgeschichte repetitionsweise zu entlehnen.

so eingerichtet, daß sie diese leicht aufnehmen. Die Gehörgänge, welche von den festesten Knochen gebildet werden, sind zum Theil mit Luft gefüllt. Es können also sowohl die innere Luft, als die festen Theile selbst, die theilweise sehr zart und elastisch sind, durch die Schwingungen der äußeren Luft erschüttert werden. Das äußere Ohr dient dazu, mehr Schallstrahlen aufzufangen und in den Gehörgang zu bringen, als dieser bei seiner engen Oeffnung sonst bekommen würde. Doch kann das Gehör auch durch den Mund, insbesondere aber durch die Zähne unterstützt werden.

## Siebentes Kapitel.

### Gleichgewicht und Bewegung tropfbar flüssiger Körper.

#### §. 73. Gleichgewicht und Druck der tropfbaren Flüssigkeiten im Allgemeinen.

Die schwere und die leichte Verschiebbarkeit der flüssigen Körper ist die Ursache aller ihrer Erscheinungen. Eben dieser Eigenschaften wegen zerfließt das Wasser, wie jede andere tropfbare Flüssigkeit, wenn es auf eine horizontale Ebene ausgegossen wird, und fließt herab, wenn es auf eine schiefe Ebene kommt. Die oberen Theile drücken nämlich vermöge ihrer Schwere auf die unteren, und diese weichen vermöge ihrer leichten Verschiebbarkeit jenen aus. Solche Flüssigkeiten lassen sich daher nur in Gefäßen anhäufen, in denen ihre Oberfläche, abgesehen von der Attraction, dann immer horizontal sein wird, sobald

sie selbst in Ruhe gekommen sind. Man nennt diese horizontale Oberfläche den Spiegel der Flüssigkeit, Wasserspiegel, Niveau oder Libelle.

#### §. 74. Fortsetzung.

Vermöge seiner Schwere drückt jedes Wassertheilchen der Oberfläche auf das unter ihm liegende, dieses drückt aber theils wegen seiner eigenen Schwere, theils wegen des von oben herab ausgeübten Druckes nicht nur herabwärts, sondern auch, weil es gewaltsam zwischen die Wassertheile derselben Horizontalebene eingepreßt wird, seitwärts. Daraus folgt, daß das in einem Gefäße eingeschlossene Wasser sowohl auf den Boden, als auch auf die Seitenwände einen Druck ausübt, welcher mit der Tiefe unter dem Spiegel wachsen muß.

#### §. 75. Fortsetzung.

Bei der Bestimmung des Druckes, welchen das Wasser auf den Boden des Gefäßes ausübt, nimmt man nicht sowohl auf die Menge des Wassers, sondern vielmehr auf die Größe des Bodens und auf die Höhe Rücksicht, bis zu welcher das Wasser im Gefäße steht. Der Bodendruck gleicht nämlich dem Gewichte einer Wasserssäule, deren Grundfläche der Boden des Gefäßes und deren Höhe die Entfernung des Wasserspiegels vom Boden ist. Jedoch findet dieß bloß bei solchen Gefäßen statt, welche überall gleich weit sind; in sich verengenden Gefäßen ist der Druck größer als das Gewicht der Wassermenge, in sich erweiternden ist er kleiner. Warum?

Numerk. Ein Pariser Cubikfuß Wasser wiegt = 70 Pfund. Wie schwer drückt nun eine Wassermasse in den verschiedensten Gefäßen, deren Grundfläche aber bei allen = 4 Quadrat-Fuß wäre, und in welchen das Wasser immer 10 Fuß hoch stünde?

$$4 \times 10 \times 70 = 2800 \text{ Pfund.}$$

## §. 76. Fortsetzung.

Eben so wenig als der Bodenruck, hängt auch der Seitenruck von der im Gefäße enthaltenen Wassermenge ab, sondern von der Größe und Entfernung der gedrückten Stelle vom Wasserspiegel. Dieser Seitenruck ist gleich dem Gewichte einer Wassersäule, deren Grundfläche die betrachtete Stelle der Seitenwand und deren Höhe die Entfernung des Schwerpunktes dieser Stelle vom Wasserspiegel ist.

Anmerk. Gleich hohe Gefäße zur Aufbewahrung verschiedener Flüssigkeiten müssen verschieden starke Wände haben — die Röhren bei Wasserleitungen müssen desto stärker sein, je tiefer sie zu liegen kommen — Druck des Wassers gegen Dämme, Schleusen.

## §. 77. Fortsetzung. (Fig. 12.)

In zwei Röhren oder Gefäßen, welche so mit einander verbunden sind, daß Flüssigkeiten aus der einen in die andere fließen können (in communicirenden Röhren), stehen gleichartige Flüssigkeiten (Wasser und Wasser, Quecksilber und Quecksilber) zur Zeit der Ruhe oder des Gleichgewichtes in gleichen Höhen, gleichviel ob die Weite der Röhren gleich oder ungleich ist, so also, daß die Flüssigkeitsoberflächen in einerlei Horizontalebene liegen.

Anmerk. Wasserleitungen — Studirlampen — Standbrunnen.

## §. 78. Besondere, auf den Druck der Flüssigkeiten sich gründende Vorrichtungen und Erscheinungen.

Wenn man von zwei ungleich langen, communicirenden Röhren die kürzere verstopft und in die längere so lange Wasser gießt, als bis sie voll erscheint, so muß,

wenn die erstere alsdann geöffnet wird, das Wasser aus derselben so lange herausfließen, bis es in der längeren bis zur Höhe in der kürzeren herabgesunken ist. Hierauf gründet sich die Einrichtung der Springbrunnen.

Anmerk. Natürliche und künstliche Springbrunnen — Quellen am Fuße von Bergen — hervorsprudelnde Quellen.

Warum erreicht der Wasserstrahl eines Springbrunnens nicht seine ganze Fallhöhe?

## §. 79. Fortsetzung.

Die artesischen Brunnen, welche ihren Namen von der Provinz Artois haben, in welcher sie häufig angelegt sind, sind oft mehre hundert Fuß tief in die Erde gebohrte Löcher, die mit Röhren angefüllt werden, durch welche das Wasser aus dieser großen Tiefe über die Oberfläche der Erde kräftig herausströmt. Stehen nämlich höher und tiefer liegende, mit Wasser gefüllte Höhen mit einander in Verbindung, so muß das Wasser durch ein in den tiefer gelegenen Wasserbehälter gebohrtes Loch hervorsquellen. In Kalkgebirgen scheinen solche Höhlungen nicht selten zu sein.

Anmerk. Die Wissenschaft vom Gleichgewichte und Drucke tropfbarer Flüssigkeiten heißt Hydrostatik.

## §. 80. Das eigenthümliche oder specifische Gewicht der Körper.

Den Druck, welchen ein Körper vermöge seiner Schwere auszuüben im Stande ist, nennen wir sein Gewicht. Nimmt man bei der Bestimmung dieses Gewichtes Rücksicht auf das Verhältniß der Masse zweier oder mehrerer Körper, so erhält man deren absolutes Gewicht; betrachtet man aber das Gewicht der Körper unter einem bestimmten Rauminhalte (von einerlei Größe oder Volumen), so bestimmt man das sogenannte eigenthümliche oder specifische Gewicht.

Anmerk. Bei der Bestimmung des absoluten Gewichtes nehmen wir den Druck gewisser Massen unter den Namen Centner, Pfund, Loth u. als Einheit an. So können 2 Körper von der verschiedensten Dichtigkeit (Holz und Metall) doch beide ein Pfund wiegen; der eine aber wird ungleich größer sein, als der andere. (Ungleichheit dieser Gewichte).

Haben die beiden zu wiegenden Körper bei verschiedener Dichtigkeit einerlei Volumen oder Größe (2 Kugeln von einerlei Durchmesser), so wird der dichtere mehr absolutes Gewicht haben, als der andere. Soviel mal dieß nun das Gewicht des andern übertrifft, um so viel mal größer ist sein specifisches Gewicht.

Kügelne und kleinere Kugeln von einerlei Größe.

#### §. 81. Fortsetzung.

Bringt man einen festen mit einem flüssigen Körper in Verbindung, so kann die Erscheinung dreifacher Art sein, je nachdem sein specifisches Gewicht entweder dem der Flüssigkeit gleicht, oder größer oder kleiner als dasselbe ist.

1) Ein fester Körper verliert sein ganzes absolutes Gewicht, wenn er in eine Flüssigkeit von gleichem specifischen Gewichte gebracht wird.

Denkt man sich mitten in das Wasser eine Kugel von einer andern Materie geschoben, und diese Kugel bleibt an jeder Stelle schweben, so zeigt dieß an, daß sie von einer Gewalt gehalten wird, die ihrem eigenen Gewichte gleich ist. Außerdem müßte sie entweder niedersinken oder in die Höhe gehoben werden. Dasselbe gilt nun auch von einer gleich großen Wasserkugel, welche doch jene andere Kugel aus ihrer Stelle getrieben hatte, und es ist daher leicht einzusehen, daß beide Körper gleiches Gewicht haben müssen, da die Wassersäule, auf der sie ruheten, ihr ganzes Gewicht trug, und deßhalb ist auch in Bezug auf eine haltende Kraft das Gewicht des festen Körpers als gar nicht vorhanden zu denken.

#### §. 82. Fortsetzung.

2) Jeder feste Körper verliert, wenn er in der Flüssigkeit untersinkt, soviel von seinem absoluten Gewichte, als die durch ihn verdrängte Flüssigkeitsmenge beträgt.

In diesem Falle ist der feste Körper allemal specifisch schwerer als die Flüssigkeit; er sinkt jedoch nicht mit seinem ganzen Gewichte, sondern nur mit einem Theile desselben. Denn die unter ihm sich befindende Flüssigkeitssäule trägt ihn so viel, als die durch ihn verdrängte Flüssigkeit wog. Er sinkt daher mit dem Unterschiede dieses Gewichtes und des Gewichtes, das er in freier Luft hat, in der Flüssigkeit zu Boden.

Anmerk. 1. Ein großer Körper verliert in einer und derselben Flüssigkeit mehr von seinem Gewichte als ein kleiner. Ein und derselbe Körper in verschiedenen schweren Flüssigkeiten gethan, erleidet verschieden große Gewichtsverluste und zwar einen desto größeren, je schwerer die Flüssigkeit ist.

Ein Mensch kann im Wasser eine größere Last tragen, als in der Luft. Schwere Steine lassen sich im Wasser oft bis an, aber nicht über die Oberfläche heben.

Ein Hund kann einen ins Wasser gefallenen Menschen retten, indem er ihn bis ans Ufer zieht.

Anmerk. 2. Das Untersinken fester Körper in flüssigen befolgt die Gesetze des Falles in der Luft, nur daß die flüssigen einen größeren Widerdruck äußern; daher fallen die Körper in ihnen langsamer.

#### §. 83. Fortsetzung.

3) Jeder feste Körper verliert sein ganzes absolutes Gewicht und muß noch in die Höhe steigen, d. h. schwimmen, wenn er in eine Flüssigkeit gebracht wird, die specifisch schwerer ist als er.

Ein solcher Körper taucht allemal nur zum Theil in die Flüssigkeit ein, und zwar desto weniger, je schwerer leg-

tere ist. Die durch den eingetauchten Theil verdrängte Flüssigkeit wiegt allemal so viel, als das ganze Gewicht des Körpers beträgt. Sollen dennoch solche Körper zum Untersinken gebracht werden, so muß man sie mit Körpern, die specifisch schwerer als die Flüssigkeit sind, so lange verbinden, bis das Ganze mehr wiegt als die Flüssigkeit von demselben Raummumfang.

Anmerk. 1. Das schnelle oder langsame Sinken oder Steigen fester Körper in flüssigen richtet sich nach der Größe des specifischen Gewichtes.

Anmerk. 2. Durch die hydrostatische Wage, die an der untern Fläche einer Wagschale ein Hälchen zum Aufhängen fester Körper mittels Fäden hat, läßt sich diese 3fache Erscheinung (sub 1, 2, 3,) zeigen. Man wiegt die Körper erst in freier Luft und dann im Wasser ab; mit dem Gewichtsverlust im Wasser das Gewicht in freier Luft dividirt, giebt das specifische Gewicht des Körpers, wobei das specifische Gewicht des Wassers = 1 angenommen ist.

Die Art, den Gewichtsverlust des Körpers im Wasser zu bestimmen, kann auch dazu dienen, edle Metalle von falschen z. B. echtes Gold von falschem zu unterscheiden.

#### §. 84. Fortsetzung.

Ist ein Körper specifisch leichter, als das Wasser, so schwimmt er auf diesem von selbst. Indeß können auch specifisch schwerere zum Schwimmen gebracht werden, wenn man ihnen eine solche Form giebt, daß sie weniger wiegen als die Menge von Wasser desselben Volumens; oder auch, wenn man sie mit so bedeutend specifisch leichteren Körpern verbindet, daß die verbundenen Körper weniger, als die durch sie verdrängten Wassermengen wiegen.

Anmerk. Hohle blecherne oder gläserne zugestropfte Kugeln schwimmen; Schiffe; Rähne; kupferne Pontons — Seeschiffe werden entlastet, wenn sie in einen Fluß einfahren — in Häulniß übergehende Leichname schwimmen — ein Ei sinkt in reinem, schwimmt im Salzwasser.

#### §. 85. Fortsetzung.

Zur leichteren Bestimmung des specifischen Gewichtes fester und flüssiger Körper bedient man sich der Senkwagen oder Kräometer. Ihre Einrichtung gründet sich auf den Satz, daß ein schwimmender Körper in einer Flüssigkeit desto tiefer einsinkt, je specifisch leichter sie ist. Man unterscheidet übrigens Kräometer mit Scalen und Kräometer mit Gewichten.

#### §. 86. Fortsetzung. (Fig. 13.)

Die Kräometer mit Scalen sind nur bei flüssigen Körpern anwendbar und so eingerichtet, daß sie entweder blos bei Flüssigkeiten, die schwerer, oder blos bei Flüssigkeiten, die leichter als Wasser sind, gebraucht werden. Die ersteren haben eine herabwärts gehende Scala. Sie sinken im reinen Wasser fast ganz ein, daher oben der Nullpunkt der Scala, und tauchen desto weniger ein, je schwerer die Flüssigkeit ist. Mit dem specifischen Gewichte nimmt daher die Güte der Flüssigkeit zu.

Anmerk. Bierwagen, Laugenwagen, Essolwagen (Salzspindel) —

#### §. 87. Fortsetzung. (Fig. 14. und 15.)

Die Kräometer der zweiten Classe haben eine aufwärts gehende Scala und sinken in reinem Wasser am wenigsten tief ein, daher der Nullpunkt unten; je leichter nun die zu wiegende Flüssigkeit ist, desto tiefer tauchen sie ein, und es nimmt mit dem specifischen Gewichte die Güte der Flüssigkeit ab.

Anmerk. 1. Branntweinwagen, Delwagen, Alkoholwagen. —

Anmerk. 2. Die allgemeine Senkwage von Baumé vereinigt beide Scalen.

## §. 88. Fortsetzung.

Die Aräometer mit Gewichten \*) endlich dienen dazu, das absolute Gewicht kleiner, fester Körper zu bestimmen, oder das specifische Gewicht fester Körper, oder endlich das specifische Gewicht flüssiger Körper.

## §. 89. Tabelle über das specifische Gewicht einiger oft vorkommenden Körper.

Platin =  $19\frac{1}{2}$ .  
 Gold =  $19\frac{1}{4}$ .  
 Quecksilber =  $13\frac{1}{2}$ .  
 Blei =  $11\frac{1}{2}$ .  
 Silber =  $10\frac{1}{2}$ .  
 Kupfer =  $8\frac{1}{2}$ .  
 Eisen =  $7\frac{1}{2}$ .  
 Zinn =  $7\frac{1}{2}$ .  
 Zink =  $7\frac{1}{2}$ .  
 Spiesglanz =  $6\frac{1}{10}$ .  
 Braunkstein = 7.  
 Diamant =  $3\frac{1}{2}$ .  
 Sapphir =  $4\frac{1}{2}$ .  
 Hyazinth =  $4\frac{1}{2}$ .  
 Smaragd =  $2\frac{1}{2}$ .  
 Quarz =  $2\frac{1}{10}$ .

Maderawein =  $1\frac{1}{2}$ .  
 Weißer Franzwein =  $1\frac{1}{10}$ .  
 Champagner =  $\frac{1}{10}$ .  
 Rheinwein =  $\frac{1}{10}$ .  
 Alkohol =  $\frac{1}{10}$ .

Feuerstein =  $1\frac{1}{2}$ .  
 Basalt =  $2\frac{1}{2}$ .  
 Lösserthon =  $1\frac{1}{10}$ .  
 Eisenstein =  $1\frac{1}{2}$ .  
 Ebenholz =  $1\frac{1}{2}$ .  
 Eichenholz =  $1\frac{1}{10}$ .  
 Buchenholz =  $\frac{1}{10}$ .  
 Lindenholz =  $\frac{1}{2}$ .  
 Tannenholz =  $\frac{1}{2}$ .  
 Pappelholz =  $\frac{1}{10}$ .  
 Weidenholz =  $\frac{1}{2}$ .  
 Birnbaumholz =  $\frac{1}{2}$ .  
 Pflaumenholz =  $\frac{1}{2}$ .  
 Erleholz =  $\frac{1}{2}$ .  
 Kork =  $\frac{1}{2}$ .  
 Federharz =  $\frac{1}{10}$ .

Baumöl =  $\frac{1}{10}$ .  
 Schwefelsäure =  $1\frac{1}{10}$ .  
 Salpetersäure =  $1\frac{1}{10}$ .  
 Salzsäure =  $1\frac{1}{2}$ .  
 Essigsäure =  $1\frac{1}{10}$  —  $1\frac{1}{10}$ .

\*) Das im gewöhnlichen Leben nicht häufige Vorkommen dieser Instrumente ist der Grund, warum sie nicht weiter beschrieben sind.

Nimmt man das specifische Gewicht der Atmosphäre als Einheit an, so ist das des

Sauerstoffgases =  $1\frac{1}{10}$ .  
 Wasserstoffgases =  $\frac{1}{10}$ .  
 Stickgases =  $\frac{1}{10}$ .  
 Kohlenaur.Gases =  $1\frac{1}{10}$ .  
 Wasserdampfes =  $\frac{1}{10}$ .

## Achstes Kapitel.

## Die atmosphärische Luft.

## §. 90. Das Dasein der Luft.

Allenthalben umgiebt uns eine feine, unsichtbare Flüssigkeit, die wir Luft nennen und welche wir beständig einathmen und dadurch unser Leben erhalten. Ohne sie würde kein Thier sein, kein Vogel fliegen, keine Pflanze wachsen und gedeihen, kein Feuer brennen können. Sie befindet sich an allen Stellen unserer Erde und bildet daher eine kugelförmige Hülle, die sich bis zu einer gewissen Höhe über die Erdoberfläche erstreckt. Davon hat sie auch den Namen Atmosphäre, d. h. Dunstkuugel.

Anmerk. 1. Die Bewegungen der flachen Hand, des Papiersblattes, der Winde, die Blasebälge, Windbüchsen etc. geben die deutlichsten Beweise von dem Dasein der Luft.

Anmerk. 2. Wärme-Atmosphäre, elektrische Atmosphäre, magnetische Atmosphäre, bedeuten eine Hülle von irgend einem feinen Flüssigkeitsstoffe.

## §. 91. Druck und Schwere der Luft.

Obgleich wir der Luft gewöhnlich die Eigenschaft großer Leichtigkeit beilegen, so ist doch andererseits nicht abzuleugnen, daß sie auch eine ziemliche Schwere besitzt

und deshalb auch auf alle Erdkörper einen gewissen Druck ausüben muß. Denkt man sich die ganze Atmosphäre ihrer Höhe nach in mehre Schichten abgetheilt, welche übereinander liegen, so ist leicht einzusehen, daß die unteren von den jedesmal darüber liegenden gedrückt werden müssen, und da die Luft die Eigenschaft der Zusammendrückbarkeit hat, so müssen daher auch die unteren, der Erdoberfläche am nächsten liegenden Luftschichten dichter sein und stärker drücken, als die oberen.

Anmerk. Die Luft in Thälern im Gegensatz zu der auf hohen Bergen.

#### §. 92. Fortsetzung.

In einer etwa 36 Zoll langen Röhre, von der Form und der Weite der Barometerrohren, welche an einem Ende zugeschmolzen, vermöge eines papiernen Trichters bis oben mit Quecksilber gefüllt ist, sinkt das Quecksilber herab, sobald man die Röhre umkehrt und die Mündung unter Quecksilber bringt, welches in einem besonderen gläsernen Gefäße sich befindet. Jedoch sinkt das Quecksilber nicht ganz herab, sondern nur so weit, daß es immer noch eine Höhe von 27 bis 28 Zoll in der Röhre behält. Der Grund dieser Erscheinung liegt in dem einseitigen Drucke der Luft. Die Luft drückt nämlich unten auf das Quecksilber im offenen Gefäße und erhält dadurch, weil über dem Quecksilber in der Röhre keine drückende Materie, sondern ein völlig luftleerer Raum ist, die Quecksilbersäule auf der Höhe von 27 — 28 Zoll. Die Atmosphäre drückt gerade so stark, daß sie sich mit einer Quecksilbersäule von dieser Höhe das Gleichgewicht hält. Wollte man die Röhre aber öffnen, so würde die Luft auch von oben drücken, der Druck wäre nicht mehr einseitig, und alles Quecksilber würde aus der Röhre herauslaufen.

Anmerk. Dieser Versuch gab die Veranlassung zur Erfindung des Barometer 1643 (Siehe weiter unten).

#### §. 93. Fortsetzung.

Da der Druck der Luft die Ursache von dem Stehenbleiben des Quecksilbers in der Röhre ist, so muß derselbe auch einer so vielmal höheren Wassersäule das Gleichgewicht halten, als das Wasser specifisch leichter als Quecksilber ist =  $13\frac{1}{2}$  mal. Dies macht eine Wassersäule von 31 — 32 Fuß. Der Druck der Luft ist daher gleich dem Gewicht einer Quecksilbersäule von 27 — 28 Zoll, oder einer Wassersäule von 31 — 32 Fuß.

Anmerk. In demselben Drucke der Luft finden eine Menge Erscheinungen ihre Erklärung:

Eine mit Wasser gefüllte Beutelle unter dem Wasser umgekehrt — ein mit Wasser gefülltes und mit einem Papierstreifen zugedecktes geschliffenes Trinkglas — der Strohheber — die magischen Wintensässer und Schreibfedern — der Zaubertrichter — die Zauberfaune oder der Dettweg der Witwe — das Sieb der Befalin — das Spundloch in Fässern — die klauen Löcher in Kasser- und Milchkannen — die Saug- und Druckpumpen — die Feuerpfeifen — das Trinken und Rauchen.

#### §. 94. Das Barometer.

Die Luft, welche an allen in ihr vorgehenden Erscheinungen einen mehr oder minder großen Antheil nimmt, erleidet dadurch verschiedene Veränderungen. Da sie gegen die Einwirkungen der Wärme und Kälte sehr empfindlich ist, und viele Luftercheinungen mit einer Veränderung der Temperatur verbunden sind, so wird sie dadurch bald ausgedehnt, bald zusammengezogen. Dasselbe geschieht auch, wenn fremdartige Stoffe von ihr aufgenommen oder aus ihr niedergeschlagen werden. In allen diesen Fällen ändert sich meist auch der Grad der Elasticität, und folglich der Druck, den sie vermöge derselben auf die Körper ausübt.

## §. 95. Fortsetzung.

Um die Veränderungen des Druckes der Luft wahrzunehmen, bedienen wir uns des Barometers. Nicht lange, nachdem Toricelli, der Erfinder desselben, an der nach ihm benannten Röhre den Druck der Luft zu bestimmen versucht hatte, bemerkte man Veränderungen in dem Stande des Quecksilbers dieser Röhre an ein und demselben Orte, die ein Beweis von Veränderungen in dem Luftkreise waren. Man gab also dieser Röhre eine zur Bezeichnung dieser Veränderungen schickliche Einrichtung, und so entstand das Barometer, welches jedoch nur die Veränderungen in dem Drucke der Luft bemerkt macht, ohne deren Ursachen anzuzeigen.

## §. 96. Fortsetzung. (Fig. 16.)

Man unterscheidet zwei Hauptarten vom Barometer: die Gefäßbarometer (Kapselbarometer) und die Heberbarometer. Erstere sind die gebräuchlichsten und bestehen aus einer etwa 30 Zoll langen, oben zugeschmolzenen, unten aber krumm gebogenen Röhre, an deren kurzem Ende gewöhnlich ein birnenförmiges, oben offenes Gefäß angebracht ist, damit die Atmosphäre ihren Druck auf das in der Röhre befindliche Quecksilber ausüben könne. Die Heberbarometer haben anstatt dieses Gefäßes eine bloße Röhre, die mit der längeren gleiche Weite hat und mit ihr parallel geht. Zur leichteren Wahrnehmung des vorhandenen Druckes der Luft ist an der Glasröhre gewöhnlich eine in Zoll und Linien abgetheilte Scala angebracht. Da jedoch das Quecksilber bei uns die Höhe von 29 Zoll nicht übersteigt, und eben so wenig unter 26 Zoll herabsinkt, so findet man häufig die Scala auch bloß in dieser Entfernung angedeutet.

Anmerk. Man hat übrigens auch bequeme Reisebarometer; außerdem unterscheidet man noch einfache und doppelte. Statt des Quecksilbers sind sie bisweilen mit Weingeist gefüllt. Warum nicht auch mit andern Flüssigkeiten?

## §. 97. Fortsetzung.

Seine Hauptanwendung findet das Barometer bei Höhenmessungen. Es ist schon erwähnt, daß auf hohen Bergen die Luft weniger dicht sei und daher minder stark drücke, als im Thale. Aus diesem Grunde muß das Quecksilber im Barometer auf Bergen immer tiefer sinken, je höher diese sind, weil der Druck der Atmosphäre immer geringer wird. Wirklich bestätigt die Erfahrung, daß bei einer Höhe von 73 Fuß das Quecksilber ungefähr um 1 Linie ( $\frac{1}{2}$  Zoll) sinke. Man hat alsdenn bei derartigen Unternehmungen nur die Zahl der Linien, um welche das Quecksilber gesunken, mit 73 zu multipliciren, um die Höhe des bestiegenen Berges zu erfahren.

## §. 98. Fortsetzung.

Im gewöhnlichen Leben wird das Barometer auch Wetterglas genannt, weil man aus dem Stande der Quecksilbersäule auf die Veränderung der Witterung schließt. Indes ist sich auf diesen Wetterpropheten mit Sicherheit nicht zu verlassen, da mancherlei Umstände (vorüberziehende Wolken, Winde etc.) den Druck der Luft bald vergrößern, bald vermindern, und daher auch ein häufigeres Steigen und Fallen des Quecksilbers herbeiführen. Uebrigens aber erklärt sich diese Anwendung aus Folgendem. Sobald sich die in der Luft vorhandenen wässerigen Dünste so innig mit der Luft verbinden, daß sie für uns unsichtbar werden, so wird die Luft dadurch natürlich dichter; sie drückt schwerer auf das Quecksilber im Barometer und dieses steigt, woraus wir nun auf einen blauen Himmel, auf

schönes Wetter schließen. Fangen aber die wässerigen Dünste an, sich von der Luft auszuschleiden, sich zu eigenen Körpern, also zu Wolken zu verbinden, so wird die Luft natürlich reiner, also weniger dicht, und übt nun auch einen minder großen Druck aus; das Quecksilber fällt in der Röhre und wir schließen auf baldigen Regen.

### §. 99. Größe des Luftdruckes auf bestimmte Flächen.

Alle Körper der Erde stehen von der atmosphärischen Luft stets einen starken Druck aus. Da dieser aber von allen Seiten gleichförmig ist und ihn von allen Seiten ein Gleichgewicht gehalten wird, so ist er nicht bemerkbar und schadet nicht. Würde er an einem Körper einmal einseitig, so könnte derselbe jämmerlich zerdrückt werden. Man hat diesen Druck auf folgende Art berechnet.

Der Druck der Atmosphäre auf eine Fläche ist dem Gewichte einer Quecksilbersäule gleich, welche die Fläche zur Grundfläche, zur Höhe 28 Zoll hat. Wäre die Grundfläche 1 Quadrat Zoll, so ist der Luftdruck gleich einer Säule von 28 Cubitzoll; ein Cubitzoll Quecksilber =  $\frac{1}{14}$  Pfund, die ganze Säule also  $28 \times \frac{1}{14} = 15\frac{1}{2}$  Pfund. Die Luft drückt demnach mit einem Gewichte von  $15\frac{1}{2}$  Pf. auf eine Grundfläche von 1 Quadrat Zoll.

Anmerk. Der Druck der Luft auf eine Grundfläche von 1 Quadratfuß =  $28 \times 144$  Quadr. Zoll = 4032 Cubitzoll = 2217 $\frac{1}{2}$  Pfund.

Der Druck der Luft auf die Erdoberfläche = 96400 Billionen Centner; auf einen erwachsenen Menschen mittler Größe = 31064 Pf.

### §. 100. Der Heber. (Fig. 17.)

Der Heber ist eine blecherne oder gläserne, zu zwei Schenkeln gekrümmte Röhre, mittels welcher man Wein, Bier u. aus Fässern schnell heraus und in andere Gefäße

hinein zieht. Er besteht gewöhnlich aus einem langen und einem kurzen Schenkel be und ac, obgleich beide auch gleich lang sein könnten. Der kurze wird mit seiner Mündung a unter die Flüssigkeit gebracht, den langen läßt man außerhalb des Gefäßes herabhängen. Die Oeffnung b dieses Schenkels nimmt man alsdann in den Mund und saugt, bis dadurch der Heber mit der Flüssigkeit angefüllt wird, und bei b zu laufen anfängt. Alsdann läuft die ganze in dem Gefäße enthaltene Flüssigkeit durch den Heber ab.

### §. 101. Fortsetzung.

Die Bedingungen, unter welchen überhaupt ein Heber läuft, wenn er ganz voll ist, sind folgende drei.

a) Die Mündung des kurzen Schenkels a muß unter der Flüssigkeit sein, die man mit dem Heber aus dem Gefäße herausziehen will.

b) Die Mündung des längeren Schenkels b muß tiefer liegen als die Oberfläche der Flüssigkeit im Gefäße.

c) Die Entfernung des höchsten Heberpunktes c von der Oberfläche der Flüssigkeit cd darf nicht größer sein, als 31 — 32 Fuß, wenn die Flüssigkeit Wasser oder eine solche ist, deren spezifisches Gewicht von dem des Wassers nicht sehr verschieden ist.

### §. 102. Fortsetzung.

Die Ursache dieser merkwürdigen Erscheinung bei dem Heber ist ebenfalls in dem einseitigen Drucke der Luft zu suchen. In dem Augenblicke nämlich, in welchem durch das Ausaugen der Luft bei b aus dem Heber in demselben ein luftleerer Raum entstand, bestrebt sich die Atmosphäre, denselben durch die Mündung a wieder zu füllen. Dies ist jedoch durch die Flüssigkeit verhindert, und es erleidet diese daher einen Druck von der Luft auf ihre Ober-

fläche, welchem sie nicht widerstehen kann und in Folge dessen den luftleeren Raum in ihrer Röhre ausfüllt. An der unteren Mündung b endlich findet sich kein Gegenruck, welcher dem auf die Oberfläche der Flüssigkeit ausgeübten Druck das Gleichgewicht halten kann, und es muß daher die letztere aus der Röhre so lange fließen, als jener Luftdruck überhaupt stattfinden kann.

Anmerk. 1. Es giebt auch sogenannte Doppelheber, oder solche, welche an dem langen Scheitel noch ein aufwärts gehendes Saugrohr haben und daher bequemer zu gebrauchen sind.

Anmerk. 2. Das Austrocknen des Cirkniers und Meromsee's, welche bei gutem oder mäßigem Regenwetter mit Wasser versehen sind, bei starkem Regen aber bald bis auf den Grund leer werden, erklärt sich ebensfalls durch die Gesetze des Hebers.

### §. 103. Verdünnung der Luft durch Wärme.

Dem allgemeinen Naturgesetz zufolge, nach welchem durch die Wärme alle Körper ausgedehnt werden, geschieht dieß auch mit der Luft, und zwar in einem ungleich höheren Grade, als bei andern Körpern, so daß die durch Wärme ausgedehnte Luft einen viel größeren Raum einnimmt, als sie vordem innehatte. Natürlich ist sie dann auch viel lockerer und spezifisch leichter geworden. Man kann daher auch recht gut sagen: durch Wärme werde die Luft verdünnt. Dieß geschieht oft so stark, daß der Raum, worin sie sich befindet, beinahe als luftleer angesehen werden kann.

Anmerk. Hierauf gründen sich folgende Erscheinungen.

Eine schlaffe, zugebundene Blase bläht sich auf, wenn man sie auf den warmen Ofen legt — die Füllung der Thermometerröhren — das Einblasen in Zimmern — die von Montgolfier erfundene Art des Luftballons — die bei Feuersbrünsten ausgedehnte Luft nimmt oft schwere Körper mit empor.

### §. 104. Die Verdünnung der Luft durch die Luftpumpen.

#### a) Die Luftpumpe selbst.

Die Luftpumpe ist unstreitig das wichtigste Instrument bei den verschiedenen Versuchen über die Luft, und mit großem Danke erinnern wir uns ihres Erfinders, Otto v. Guericke, der als Rathsherr in Magdeburg lebte (1602 — 1686). Ihre Hauptbestimmung ist, die Luft zu verdünnen, obgleich sie auch zu dem Entgegengesetzten, dem Verdichten der Luft, benutzt werden kann. Man unterscheidet zwei Hauptarten, die Hahnlustpumpen und die Ventillustpumpen.

#### 1) Die Hahnlustpumpe. (Fig. 18.)

Ihre wesentlichen Bestandtheile sind folgende.

- 1) Der Stiefel, ein meist metallener, hohler Cylinder.
- 2) Der Stempel oder Kolben, welcher genau in den Stiefel paßt und mittels eines an der Kolbenstange befestigten Handgriffes herauf- und herabbewegt werden kann; bei größeren Maschinen geschieht dieß durch Kurbeln.
- 3) Die Röhre,
- 4) der Teller, welche beide so mit einander in Verbindung stehen, daß erstere bis zur entgegengesetzten Seite des letzteren reicht, und ihm also in seiner Mitte eine Oeffnung giebt.
- 5) Der Recipient, gewöhnlich eine gläserne Glocke, die auf den Teller gesetzt, die Oeffnung bedeckt, und aus welcher die Luft ausgepumpt wird.
- 6) Der Hahn in der Röhre, welcher eine doppelte Bohrung haben muß und durch seine dreifache Drehung die einzelnen Theile verschieden mit einander verbindet: a) den Recipienten und den Stiefel, b) den Stiefel mit der äußeren Luft, c) den Recipienten mit der äußeren Luft.

## §. 105. Fortsetzung.

Damit nun wirklich die unter der Glocke befindliche Luft verdünnt werde, verfährt man, wie folgt. Man zieht den Kolben in die Höhe, nachdem man den Hahn so gedreht hat, daß der Stiefel und der Recipient in Verbindung kommen; darauf bringe man durch neues Umbrehen des Hahnes den Stiefel mit der äußeren Luft in Verbindung und stoße nun den Kolben wieder herab. Um ihn zum zweiten Male heraufzuziehen, bringe man vorher wieder den Recipienten mit dem Stiefel in Verbindung, drehe dann den Hahn wieder so, daß der Stiefel mit der äußeren Luft verbunden wird, stoße den Kolben herab und fahre damit überhaupt so lange fort, bis sich die im Recipienten befindliche Luft nicht mehr verdünnen läßt. Daß solches aber wirklich stattgefunden hat, erklärt sich leicht aus dem Bestreben der äußeren Luft, jeden luftleeren Raum wieder auszufüllen. Die dritte Wendung des Hahnes, durch welche der Recipient mit der äußeren Luft in Verbindung tritt, gebraucht man erst dann, wenn man zu experimentiren aufhören will.

## §. 106. Fortsetzung.

## 2) Die Ventilluftpumpe. (Fig. 19.)

Sie ist von der vorigen nur dadurch unterschieden, daß sie, außer den schon angegebenen Haupttheilen noch zwei Ventile hat, von welchen das eine am Boden des Stiefels (7), das andere im Kolben (8) befindlich ist. Jenes nennt man das Bodenventil, welches sich bei übermäßigem Luftdrucke aus dem Recipienten nach dem Stiefel öffnet; dieses heißt das Kolbenventil, welches durch den Luftdruck aus dem Stiefel nach der Atmosphäre geöffnet wird. Beide aber schließen sich in den entgegengesetzten Fällen. Der Hahn dient bei dieser Luftpumpe nur allein dazu, den Re-

ipienten entweder mit der äußeren Luft oder mit dem Stiefel zu verbinden, je nachdem das eine oder das andere Erforderniß vorhanden ist. Um mittels dieser Luftpumpe Luftverdünnung unter dem Recipienten zu erzeugen, hat man nur nöthig, nachdem durch den Hahn der Zutritt der Atmosphäre in die Glocke verschlossen ist, den Kolben herauf- und herabzubewegen. Diese Maschine ist daher auch zweckmäßiger als jene.

Weil übrigens die Verdünnung der Luft nur beim Heraufgehen, das Herausstreiben eines Theiles dieser Luft nur beim Herabgehen des Kolbens stattfindet, so kam man auf den Gedanken, zwei Stiefel neben einander anzubringen und deren Kolben so einzurichten, daß, während der eine heraufgeht, der andere herabgedrückt wird. Man unterscheidet daher auch ein- und zweistiefelige Luftpumpen.

## §. 107. Fortsetzung.

Es lassen sich mit der Luftpumpe eine große Zahl lehrreicher und überraschender Versuche anstellen, unter denen etwa folgende die bekanntesten sind.

1) Der Recipient hängt fest an dem Teller, wenn die Luft in ihm verdünnt worden ist, kann aber mit Leichtigkeit abgenommen werden, sobald wieder Luft hineingelassen worden ist.

2) Die Magdeburgischen Kugeln lassen sich, wenn die Luft aus ihnen möglichst ausgepumpt worden ist, oft nicht mit der größten Gewalt auseinander reißen.

3) Glasplatten und Blasen können durch den Druck der Luft gesprengt werden.

4) Quecksilber kann mittels des Luftdruckes durch Holz getrieben werden.

5) Wird ein an beiden Enden offener Cylinder auf

den Keller gesetzt und das obere Ende mit der flachen Hand zugebedt, so wird die Hand fest angebrückt.

6) Eine schlaff gebundene Blase dehnt sich unter dem Recipienten, wenn die Luft verdünnt wird, völlig aus, und wird wieder zusammenfallen, sobald Luft hineingelassen ist. Eben dieß ist bei einem Stück Sauerteig der der Fall.

7) Ein genau verschlossenes Glas springt unter dem Recipienten bei hinlänglicher Verdünnung der Luft.

8) Der Heber fließt nicht im luftleeren Raume.

9) Aus Wasser, Bier, Milch etc. sieht man im luftleeren Raume Blasen aufsteigen; eben so heimt Holz, welches außerdem noch, wenn wieder Luft in den Recipienten eingelassen wird, tiefer einsinkt.

10) Ein Ducaten und eine Flaumfeder sinken im luftleeren Raume gleich schnell.

11) Eine Glocke giebt im luftleeren Raume keinen Schall.

12) Ein Feuerzeug giebt in verdünnter Luft keinen Funken; ein Licht erlischt; ein Thier kommt um.

13) Selterwasser, Bier, Champagner verlieren unter dem Recipienten ihren Geschmack.

14) Ein Hühnerei mit dem spizigen Ende, in welches man vorher mit einer Nadel Löchelchen sticht, auf ein Kieselglas gestellt, verliert sein ganzes Dotter, wenn man es unter den Recipienten bringt.

#### §. 108. Das Abwägen der Luft.

Sowie man das Gewicht einer bestimmten Wassermenge zu erfahren suchte und dabei fand, daß z. B. ein Pariser Cubikfuß Wasser 70 Pfund wog, so suchte man auch durch verschiedene Versuche das Gewicht eines solchen Luftkörpers zu bestimmen. Das Resultat dieser Unter-

suchungen ergab, daß die Luft im Durchschnitt etwa 800mal leichter war, als das Wasser, und daß also ein Cubikfuß Luft  $\frac{70}{800}$  oder  $\frac{7}{80}$  Pfund oder 2 $\frac{1}{2}$  Loth wiege. Freilich ist das Gewicht der Luft sehr veränderlich, da ihre Dichtigkeit bald größer, bald kleiner ist.

#### §. 109. Zusammenpressung und Verdichtung der Luft.

Die atmosphärische Luft läßt sich nicht nur verdünnen, sondern durch künstliche Mittel auch verdichten. Diese Verdichtung geschieht entweder dadurch, daß man Luft, welche sich in einem gewissen Raume befindet, in einem engeren zusammenpreßt, oder daß man in einen gewissen Raum so viel Luft, als nur möglich hineinschafft. Je mehr dieß geschieht, desto zusammengepreßter (compressirter) und desto dichter wird die Luft. Ist aber die Luft zusammengepreßt oder verdichtet, so drückt sie wegen ihrer ausdehnenden Kraft die angränzenden Körper, welche diesem Druck ausweichen, wenn sie können, und zwar nicht selten mit bedeutender Festigkeit. Die zur Verdichtung gebräuchlichen Maschinen heißen die Compressionsmaschinen und sind beinahe ganz wie die Luftpumpen eingerichtet.

Anmerk. Die Gewalt, mit welcher die verdichtete Luft auf die angränzenden Körper drückt, wußte man zu benutzen

- a) im Peronsbrunnen (Sera, ein griechischer Weltweiser in Alexandria);
- b) in B11's Wasserhebmachine, mit welcher die Grubenwasser entfernt wurden (in Schemnis in Ungarn);
- c) in den Feuer spritzen (der Windfessel);
- d) in den Windbüchsen;
- e) bei den Cartesianischen Zeusefchen.