



Das 8. Capitel,
Von dem Schalle.

§. 326.

Worauf
man bey
dem Schalle
zu sehen
habe.

Bei dem Schalle kömmt viererley zu betrachten vor. Erstlich müssen wir sehen, was in dem Körper vorgehe, welcher den Schall hervorbringt: zum andern, was die Luft dazu beynrage; zum dritten, was er in unsern Ohren für eine Wirkung thue; und endlich, wie in der Seele ein Begriff von dem Schalle erregt werde. Das erstere und andere wird gegenwärtig zu betrachten seyn, das dritte habe ich in dem andern Theile der Naturlehre untersucht, das letztere aber kan man so lange nicht zu der Naturlehre rechnen, so lange man die Gesetze der Bewegung bey der Seele nicht anbringen kan, welches noch von niemanden hat können erhalten werden.

Was in
der Luft
mit dem
Schalle
vorgehet.

§. 327. Niemals wird ein Schall in der Luft entstehen, ohne daß ein anderer Körper vorhanden seyn solte. Wir werden nun zu untersuchen haben, wie es dieser Körper machen müsse, daß er einen Schall erzeuge. Wir wollen zu dem Ende zuerst einen solchen Fall untersuchen, welcher am wenigsten zusammengesetzt ist, und aus welchem wir hernach das übrige leichter werden beurtheilen können. Jederman ist bekannt, daß man mit einer

einer Peitsche einen Schall in der Luft erregen könne. Überlegen wir nun, wie dieses Klatschen hervorgebracht werde: so werden wir finden, daß sich die Peitsche dergestalt herumschlinget, als wenn sie einen Knoten machen wolte, welcher sehr geschwinde zugezogen wird. Wenn sich die Peitsche herumschlinget: so ist zwischen ihr Luft enthalten. Diese Luft wird demnach in einen engern Raum zusammengebracht, und folglich zusammengedrückt. Da sie sich nun ausdehnet, sobald der Widerstand gehoben ist (§. 309.), so muß dieses auch hier erfolgen, sobald sie wieder ihre Freyheit bekommt; sie muß sich aber, indem sie sich ausdehnet, durch einen größern Raum bewegen, als derjenige gewesen, welchen sie erfüllte, ehe sie zusammengedrückt ward. Denn es hat in diesem Falle mit der Luft keine andere Beschaffenheit, als mit einer stählernen Feder. Wird diese zusammengedrückt, und man läßt sie auf einmahl fahren: so springt sie nicht nur in ihre vorige Lage zurück, sondern sie springt noch höher, und dehnt sich auf der andern Seite wieder aus, welches nicht geschiehet, wenn man allmählig zu drücken aufhöret. Eben so läßt sich die Luft zusammendrücken, und sucht sich sodann wieder auszudehnen. Läßt man nun allmählig mit dem Zusammendrücken nach: so dehnet sie sich vollkommen in denselben Raum wieder aus, den sie erfüllte, ehe sie zusammengedrückt

gedrückt ward; giebt man ihr aber die Freiheit sich auszudehnen auf einmal: so dehnet sie sich in einen grössern Raum aus, als derjenige ist, welchen sie erfüllte, ehe sie zusammengedrückt ward. Indem sich die zusammengedrückte Luft wieder ausdehnet; so kan es nicht anders seyn, sie muß die umstehende Luft, welche ihr so geschwind nicht weichen kan, gleichfalls zusammendrücken, und indem sich diese wieder ausdehnet: so wird aus neue die folgende zusammengedrückt. Solchergestalt entsteht in der Luft eine Bewegung, welche mit der circulförmigen Bewegung des Wassers, die da entsteht, wenn man einen Stein hineinwirft, eine Aehnlichkeit hat (S. 157.). Nur dieser Unterscheid ist dazwischen, daß bey der Luft diese Bewegung von einem Puncte gegen alle Gegenden gleich stark fortgesetzt wird, und so bewegt sich die Luft bey dem Schalle wie eine Oberfläche einer Kugel, welche immer grösser wird, da hingegen die Bewegung bey dem Wasser blos in einer geradlinichten Fläche erfolgt. Ferner, so bewegt sich das Wasser vermittelst seiner Schwere; diejenige Bewegung aber, dadurch der Schall hervorgebracht wird, rühret von der Elasticität der Luft her.

Kein
Schall
kan ohne
Luft entstehen.

§. 328. Entsteht nun ein Schall durch die Bewegung der Luft: so ist es eine ausgemachte Sache, daß kein Schall entstehen könne, wenn keine Luft vorhanden ist. Und dieses

dieses läßt sich durch die Erfahrung folgendergestalt erweisen. Man hänget eine Glocke unter einem gläsernen Recipienten dergestalt auf daß sie so wenig, als nur möglich ist, den Zeller der Luftpumpe oder den gläsernen Recipienten berühre, denn da es nicht möglich ist es völlig zu verhüten, daß die Glocke mit dem Zeller der Luftpumpe Gemeinschaft haben sollte: so legt man zum wenigsten etwas weiches dazwischen, damit die Maschine, woran die Glocke befestigt ist, und der Zeller der Luftpumpe einander nicht unmittelbar berühren. Wenn dieses geschehen ist: so setzt man vermittelst einer mehrgeneten Stange, die man in dem Recipienten auf und nieder bewegen kan, ohne daß dadurch die Luft hineinkömmt, die Glocke in Bewegung. Thut man dieses, so lange noch Luft unter dem Recipienten befindlich ist, so kan man den Schall der Glocke ziemlich laut hören, obgleich die unter dem Recipienten befindliche Luft mit der äußern keine Gemeinschaft hat; wenn man aber anfängt die Luft aus dem Recipienten herauszupumpen: so wird man befinden, daß der Schall immer schwächer werde, je reiner man die Luft ausgepumpet hat, und daß man, wenn sich keine Luft mehr auspumpen läßt, auch nichts mehr von dem Schalle der Glocken vernehmen könne.

S. 329. Weil die zu dem Schalle nöthige In zu Bewegung von der Elasticität der Luft her, samment rühret gedrückt.

ter Luft
wird der
Schall
stärker.

rühret (§. 327.): weil ferner die Elasticität der Luft desto grösser ist, je stärker sie zusammengeschrückt wird (§. 309.): so muß auch der Schall desto stärker werden, je stärker man die Luft zusammenschrückt. Auch dieses bestätigt die Erfahrung, wenn man in einem Recipienten eine kleine Glocke aufhängt, und die Luft vermittelst der Luftpumpe zusammenschrückt. Ein Täufer hat einmahl in seiner Täuferglocke im Grunde des Meeres mit einem Horne geblasen, und es ist der Schall davon in der zusammengeschrückten Luft so stark gewesen, daß er ganz schwindlich davon geworden.

Wie ein
Schall
und Wind
von ein-
ander un-
terschie-
den sind.

§. 330. Aus dem, was gesagt worden, erhellet zur Gnüge, daß ein Schall und ein Wind weit von einander unterschieden sind. Beydes ist zwar eine Bewegung der Luft; allein bey dem Schalle besteht diese Bewegung blos in einer wechselseitigen Zusammenschrückung und Ausdehnung der kleinen Lufttheilgen; bey dem Winde hingegen muß sich eine ganze Menge Luft von dem einen Orte gegen den andern bewegen.

Wie ein
fortdau-
render
Schall
hervorge-
bracht
wird.

§. 331. Wenn der Schall fortdauern soll: so muß diese Bewegung in der Luft beständig erneuert werden. Denn wenn dieses nicht geschähe: so würde der Schall nur einen Augenblick dauern. Wenn nun solchergestalt die Lufttheilgen alle Augenblicke zusammengeschrückt werden, und sich sogleich wieder ausdehnen:

Dehnen: so muß die Luft so lange in einer zitternden Bewegung bleiben, so lange der Schall dauern soll. Wenn also ein Körper einen fortdauernden Schall in der Luft erregen soll: so muß dieser Körper vermögend seyn, die Luft in einer zitternden Bewegung zu erhalten. Soll aber dieses geschehen: so muß der gedachte Körper sich selbst in einer zitternden Bewegung befinden. Derowegen kan kein Körper einen fortdauernden Schall in der Luft hervorbringen, wenn nicht seine Structur so beschaffen ist, das er geschickt ist in eine zitternde Bewegung zu gerathen. Kein Körper kan zittern, wenn sich nicht seine Theile bald von einander entfernen, bald aber wieder einander nähern. Wenn sich die Theile eines Körpers von einander entfernen: so verändert er seine Figur; nähern sie sich aber wieder einander: so wird er in seine vorige Gestalt versetzt. Ein Körper, der seine Figur ändern und sich von selbst wieder in die vorige versetzen kan, ist ein elastischer Körper (§. 67.). Solchergestalt kan kein Körper einen fortdauernden Schall in der Luft hervorbringen, wenn er nicht elastisch ist. Wir haben hier wieder die Erfahrung auf unserer Seite. Die Glocken, Gläser, der Stahl und gespannte Saiten geben einen hellen Klang von sich, welcher eine Zeitlang dauert; niemand zweifelt aber auch, daß diese Körper elastisch sind. Das Bley ist ein Körper, des-

sen

sen Elasticität sonder Zweifel sehr geringe seyn muß, indem es sich nicht merklich in seine vorige Figur versetzet, wenn dieselbe verändert worden ist. Wie schlecht ist aber auch der Schall, den dieses Metall von sich giebt? Ja, er ist nicht nur sehr schwach, sondern er dauert auch nur einen Augenblick. Da nun die härtesten Körper zugleich auch die größte Elasticität besitzen; so ist es nicht zu bewundern, daß die Körper desto geschickter sind, einen Schall hervorzubringen, je größer der Grad der Härte ist, welchen sie besitzen. Man nehme nur einen hölzern Hammer, und schlage damit an eine Glocke: so wird der Schall gar wohl zu vernehmen seyn, denn das Holz so wohl als die Glocke sind elastisch, man versuche es aber, und bediene sich an statt das hölzernen eines eisernen Hammers: so wird der Schall viel heller und lebhafter seyn. Und dieses aus keiner andern Ursache, als weil der eiserne Hammer härter und elastischer ist, als der hölzerne. Daher kömmt es ferner, daß der Schnee den Schall der Glocke dämpft und schwächer macht, wenn er darauf liegt. Er benimmt, als ein weicher Körper, der Glocke viel von ihrer zitternden Bewegung, dazu er doch selbst nicht geschickt ist (§. 67.). Weil endlich auch das Wasser keine merkliche Elasticität besitzt, wie hernach soll erwiesen werden: so ist auch dieses nicht geschickt, einen starken oder fortdaurenden Schall

Schall in der Luft zu erregen. Doch ist dieses ausser Zweifel, daß es in andern Körpern, welche elastisch sind, dergleichen Schall erregen könne, wie aus folgendem Versuche erhellet. Ich habe ein grosses cylindrisches Glas mit Wasser erfüllet, und zwey elfenbeinerne Kugeln, deren jede an einen Faden gebunden war, hineingehängt, daß sie ganz mit Wasser bedeckt waren. Wenn diese elfenbeinerne Kugeln unter dem Wasser an einander stießen; so gab jederzeit das Glas einen ziemlich hellen Klang von sich, ohnerachtet die Kugeln das Glas nicht berührten. Wie wolte dieses möglich gewesen seyn, wenn nicht die Kugeln das Wasser, das Wasser aber das Glas angestossen, und solchergestalt den Schall verursachet hätte?

§. 332. Damit wir aber die Beschaffenheit dieser zitternden Bewegung etwas genauer bestimmen können: so wollen wir dasjenige, was bey einer gespannten Saite vorgeht, wenn sie einen Schall von sich giebt, deutlich aus einander zu setzen suchen. Wenn an eine solche Saite angestossen wird: so wird dadurch ihre Figur verändert. Da sie aber elastisch ist: so springt sie nicht nur in ihre vorige Figur zurück, sondern sie schweift auch so gar auf die andere Seite in ihrer Bewegung aus. Solchergestalt geräth sie in eine zitternde Bewegung, welche auch mit blossen Augen wahrzunehmen ist. Indem dieses ge-

Was in einem klingenden Körper vor eine Bewegung anzutreffen sey.

Krüg. Naturl. I. Th. E e Schie.

schiehet: so bekömmt die Saite beständig eine
 andere Figur, sie wird aber zugleich bald länger
 bald kürzer gemacht. Hieraus aber folgt,
 daß ihre Theile, daraus sie zusammengesetzt
 ist, bald nahe bey einander seyn, bald aber
 sich wiederum von einander entfernen müssen.
 Ohnerachtet sich nun eine doppelte Bewe-
 gung in der Saite bemerken läßt, wenn sich
 nicht nur die Saite auf und nieder bewegt,
 sondern wenn sich zugleich ihre Theile einan-
 der bald nähern, bald aber sich wiederum von
 einander entfernen: so ist doch keine von die-
 sen beyden Bewegungen geschickt, in der Luft
 ein solches Zittern zu erregen, dergleichen zu
 Hervorbringung des Schalles erfordert wird.
 Man halte nur ein weiches Tuch an eine sol-
 che zitternde Saite: so wird sich im Augen-
 blick aller Schall verlieren, die Bewegung
 der Saite aber wird beständig fortdauern.
 Wenn sich nun die Saite nicht auf und nie-
 der bewegen kann, ohne daß ihre Theile sich
 einander bald nähern, bald wieder von einan-
 der entfernen: so ist klar, daß diese doppelte
 zitternde Bewegung in der Saite seyn könne,
 ohne daß dadurch ein Schall in der Luft her-
 vorgebracht werde. Verlangen wir nun zu
 wissen, was es denn für eine Bewegung sey,
 die in der Saite seyn müsse, wenn man einen
 Schall hören soll: so dürffen wir nur einen
 harten Körper an eine solche zitternde Saite
 halten. Durch die Berührung dieses Kör-
 pers

pers wird zwar die Bewegung der Saite etwas vermindert werden; allein es wird ein Schall hervorgebracht werden, der vorhin nicht vorhanden war. Kan nun aber wohl dieser harte Körper eine andere Veränderung in der Saite hervorbringen, ohne daß er eine Erschütterung ihrer Theile verursacht? Es ist also die Erschütterung der kleinen Theile eines harten Körpers, keinesweges aber die zitternde Bewegung des ganzen Körpers die Ursache des Schalles. Man begreift im übrigen leicht, daß die Theile eines Körpers, diejenige zitternde Bewegung, die sie haben, der Luft gleichfalls mittheilen können. Und also haben wir gesehen, was so wohl in dem klingenden Körper, als in der Luft für eine Veränderung vorgehen müsse, wenn ein Schall entstehen soll.

§. 333. Wenn wir bedenken, daß dadurch Die Geschwindigkeit des Schalles wird bestimmt. ein Schall entstehe, wenn immer ein Lufttheil an das andere anstößt, und es in eine zitternde Bewegung setzt: so werden wir daraus schließen können, daß eine Zeit verfließen müsse, ehe er von einem Orte zu dem andern gelangt. Hat es nicht mit dem Schalle eben die Beschaffenheit wie mit den Circuln auf dem Wasser (S. 327.)? Diese aber werden nach und nach grösser, und es fließt eine Zeit vorbey, ehe sie an einen bestimmten Ort hingelangen. Solchergestalt ist leicht zu schließen, daß man den Schall eher empfinden

E e 2

müsse,

müsse, wenn man sich nahe bey dem klingenden Körper befindet, als wenn man weit von demselben entferneth ist. Damit man aber die Geschwindigkeit des Schalles bestimmen könne: so hat man zu dem Ende nicht nur zu Florenz in Italien, sondern auch in Engelland Experimente angestellt. Man hat nemlich in kleinen Weiten Pistolen los geschossen, in größern Weiten aber Canonen lösen lassen, und nach einem accuraten Perpendicul die Zeit angemerkt, welche vorbey gegangen, bis man den Schall vernommen. Denn weil sich das Licht mit solcher ungemeinen Geschwindigkeit bewege (S. 251): so kan man, ohne den geringsten Irrthum zu besorgen, annehmen, daß die Canone in dem Augenblicke gelöst werde, wenn man das Feuer sieht. Zählt man nun, wie viel Secunden vorbey fließen, ehe man den Knall höret: so kan man die Zeit finden, welche der Schall zu seiner Bewegung gebraucht hat. Flammested, Halley und Derham haben durch oftmal wiederholte Versuche ausgemacht, daß sich der Schall binnen einer Secunde durch einen Raum von 1142. Englischen Schuhen bewege. Solchergestalt durchläuft der Schall eine grosse Deutsche Meile bey nahe innerhalb 21. Secunden *

S. 334

* f. des Freyherrn von Wolffs Versuche T. III. p. 43

§. 334. Die Bemühung, welche man sich gemacht hat, die Geschwindigkeit des Schalles zu bestimmen, verdient desto mehr gelobet zu werden, je gewisser es ist, daß man in vielen Fällen einen Vortheil davon haben könnte, wenn man sich desselben nur bedienen wolte. Wenn man weiß, wie geschwinde sich der Schall bewege: so wird man keine unzeitige Furcht für dem Donnerwetter haben. Man zähle nur die Secunden, welche vorbey fließen, ehe man nach gesehenem Blitze den Knall höret: so wird man aus der Anzahl dieser leicht finden können, wie weit das Gewitter entfernt seyn müsse. Es ist aber überhaupt ganz und gar nicht nöthig, daß man sich für dem Donner entsetzet. Denn so bald man diesen höret: so ist man außser aller Gefahr. Solte der blitzende Strahl einem Schaden, so müste er sehr nahe seyn: als denn aber würde der Donner nicht erst nach dem Blitze, sondern mit ihm zugleich empfunden werden. Der Nutzen, welchen man auf der See von der Bewegung des Schalles haben könnte, wird dem vorigen nichts nachgeben. Man sieht es sehr weit, wenn ein Schiff auf der See die Canonen löset. Bemerkte man nun nach einem richtigen Perpendicul die Secunden, welche zwischen dem gesehenen Lichte, bis man den Schall gehöret, vorbeigestrichen: so würde man ziemlich genau wissen können, wie weit noch ein nothleidendes

Worzu man die Geschwindigkeit des Schalles nutzen könne.

des oder feindliches Schiff entfernt wäre. Endlich kan man auch durch dieses Mittel die Entfernung eines Ortes von dem andern bestimmen, welches in der Geographie seinen Nutzen hat.

Die Geschwindigkeit des Schalles ist gleichförmig.

§. 335. Die Bewegung des Schalles ist, wie die circulförmige Bewegung des Wassers (§. 157.) gleichförmig, und solchergestalt durchläuft der Schall in gleicher Zeit gleich grosse Theile des Raums. Bewegt er sich nun binnen 21 Secunden durch eine deutsche Meile: so braucht er 42. Secunden, ehe er zwey Meilen durchläuft. Diese Art der Bewegung hat Derham durch seine Versuche ausser Zweifel gesetzt. Dadurch er auch ausgemacht hat, daß der Wind die Geschwindigkeit des Schalles ein wenig vermehret. Denn er hat von 6. Uhr des Abends bis gegen Mitternacht alle halbe Stunden Stücke lösen lassen, und bemerkt, daß der Schall in einer Weite von 10 bis 12 tausend Schritten fast immer in einer Zeit von 120 bis 122 halben Secunden angekommen, wenn der Wind entgegen war. Bließ aber der Wind entgegen der mit dem Schalle nach einer Gegend, oder nur quer durch: so erreichte er in xxx , bis xxvii halben Secunden den Ort, da er observirte. Und freylich müssen die zitternden Lufttheilgen ein wenig geschwinder an einen Ort gebracht werden, wenn sich die Luft ohne dem

dem aus einer andern Ursache dahin bewege-
get. Daß aber dieser Unterscheid eben nicht
groß ist, kömmt daher, weil sich der Schall
viel geschwinder als der Wind bewegt.

§. 336. Derham hat ferner gefunden, ^{Ein star-}
daß sich ein stärker Schall eben so geschwinde ^{ker}
als ein schwacher bewege. Denn er hat be- ^{Schall}
merkt, daß der Schlag eines Hammers und ^{bewegt}
der Knall einer Pistole in einer Weite einer ^{sich eben}
Englischen Meile immer zugleich angekommen ^{so ge-}
sind. Wir nennen aber einen Schall stark, ^{schwind}
wenn er eine große Gewalt hat (§. 55.), und ^{als ein}
schwach, wenn seine Gewalt geringe ist. ^{schwacher}
Wenn die Gewalt eines Körpers groß seyn
soll: so muß er entweder viel Masse oder eine
große Geschwindigkeit besitzen (§. 56.). Da
sich nun aber die Luft bey einem starken
Schalle nicht geschwinder, als bey einem
schwachen bewegt: so muß der Unterscheid
bloß in der Menge der Luft, welche in Bewe-
gung gesetzt wird, zu suchen seyn. Es ist
dennach ein Schall stark, wenn sich viele,
und schwach, wenn sich wenige Lufttheilgen in
einer zitternden Bewegung befinden (§. 327.).
Eine Canone erregt einen stärkern Schall
als eine Pistole; man wird aber auch nicht
zweifeln, daß durch die erstere mehr Luft in
Bewegung gesetzt werde, als durch die
letztere.

Was ein
hoher und
tieffer
Ton ist.

§. 337. Es ist noch ein Unterscheid unter dem Schalle, welcher nicht von der Stärke und Schwäche herrühret. Und dieses ist die Höhe und Tiefe eines Schalles. Daß man dabey nicht auf die Menge der bewegten Luft zu sehen habe, ist daraus abzunehmen, weil ein tieffer und hoher Schall eben so wohl stark als schwach seyn kan (§. 336.). Solte man darauf verfallen, daß ein Unterscheid in der circulförmigen Bewegung der Luft zu suchen sey; so würde man sich gleichfalls betrügen, indem ein hoher Schall eben so bald von einem Orte zum andern gelangt, als ein tieffer. Solchergestalt bleibt uns nichts übrig, als die Geschwindigkeit der zitternden Bewegung, welche die kleinen Lufttheilgen haben. Wenn man nun in dieser Absicht einen Schall mit dem andern vergleicht: so nennet man ihn einen Ton. Ein solcher Ton ist hoch, wenn die zitternde Bewegung geschwind geschiehet, und tief, wenn sie langsam verrichtet wird.

Die Beschaffenheit der Zone wird genauer untersucht.

§. 338. Damit man aber etwas genauer von der Beschaffenheit der Zone urtheilen könne: so ist zu merken, daß, obgleich der Schall nicht von der zitternden Bewegung des ganzen Körpers, sondern vielmehr von der Erschütterung seiner kleinen Theilgen herrühret (§. 312.), dennoch beide Bewegungen fast immer in einer Uebereinstimmung unter einander

einander sind, dergestalt, daß wenn die zitternde Bewegung des ganzen Körpers geschwinder geschieht, auch seine kleine Theilgen ihr Zittern mit grösserer Geschwindigkeit verrichten. Nun hat man angemerkt, daß eine Saite, welche 96. Schuh lang gewesen, und durch ein Gewicht gedehnet worden, sich einmal in einer Secunde auf und nieder bewegt. Wenn man in die Mitte einen Steg gesteckt hat, daß die Saite nur halb so lang gewesen: so hat sie 2 mal in einer Secunde gezittert. Sie hat diese Bewegung 4 mal verrichtet, wenn sie 4 mal kürzer gewesen, und 8 mal, als ihre Länge nur der 8te Theil von der ganzen Saite gewesen. Es verhält sich demnach die Geschwindigkeit der zitternden Bewegung in zweyen Saiten, wenn sie gleich dicke sind, und gleich stark gedehnet werden, umgekehrt, wie die Länge der Saiten.

§. 339. Wenn sich die Geschwindigkeit, mit welcher die Saiten zittern, umgekehrt verhält, wie die Länge der Saiten: so muß eine kurze Saite geschwinder zittern, als eine lange, und desto geschwinder, je kürzer sie ist. Je geschwinder eine Saite zittert, desto geschwinder ist die zitternde Bewegung, welche sie den Lusttheilgen mittheilt. Da nun ein Ton desto höher ist, je grösser die Geschwindigkeit ist, mit welcher die Lusttheilgen zittern: so muß eine kurze Saite einen höhern Ton

Der Körper zittert geschwind wenn er einen hohen, und langsam, wenn er einen tiefen Ton von sich giebt.

von sich geben als ein längere, wenn nemlich beyde gleich dicke (und gleich gedehnt sind). Und weil hier die Saite nicht anders betrachtet wird, als in so ferne sie ein elastischer Körper ist, welcher in der Luft einen Schall hervorzubringen vermag (§. 331.): so muß auch von andern Körpern gelten, was von ihr erwiesen worden. Es muß also jederzeit die zitternde Bewegung eines Körpers geschwinder geschehen, wenn er einen hohen und langsam, wenn er einen tieffen Ton von sich geben soll. Finden wir nicht in der That, daß eine kleine Glocke, welche einen höhern Ton giebt, als eine grössere, ihre zitternde Bewegung auch geschwinder, als jene verrichtet?

Was die
Tone vor
eine Ver-
hältniß
haben.

§. 340. Wenn eine Saite nur halb so lang ist, als die andere: so zittert sie noch einmal so geschwinde. Weil sie nun aber einen Ton von sich giebt, welcher um eine Octave höher ist als der vorige: so verhält sich ein Ton zu seiner Octave wie 1 zu 2; oder, eigentlich zu sagen, die zitternde Bewegung der Lufttheilgen muß noch einmal so geschwinde geschehen, wenn ein Ton um eine Octave höher klingen soll als ein anderer. Solcher gestalt läßt sich aus der Länge der Saiten die Geschwindigkeit der zitternden Bewegung, und also auch die Verhältniß der Tone gegen einander bestimmen. Alle Musicverständige sind darinnen einig, daß die Ver-

Ver-

Verhältniß der Zone, wenn man sie in Kleinen Zahlen ausdrucket, folgende sey:

Verhältniß der Saiten	Nahmen der Zone
1 : 1	Unifonus
2 : 1	Octave
3 : 2	Quinte
4 : 3	Quarte
5 : 4	grosse Tertie
6 : 5	Kleine Tertie
5 : 3	grosse Sexte
8 : 5	Kleine Sexte
15 : 8	grosse Septime
9 : 5	Kleine Septime
64 : 45	falsche Quinte
9 : 8	grosse Secunde
10 : 9	Kleine Secunde

§. 341. Aus der angegebenen Verhältniß der Zone läßt sich die Verhältniß anderer durch Rechnung bestimmen. Denn wenn
z. E.

§. E. die Octave ist 2 : 1, und die Quinte 3 : 2; so ist

die Octave von der Quinte	$3 \times 2 : 2 \times 1 \quad \quad 6 : 2 \quad \quad 3 : 1$
die doppelte Octave	$2 \times 2 : 1 \times 1 \quad \quad 4 : 1$
der doppelten Octav Quarte	$4 \times 4 : 3 \times 1 \quad \quad 16 : 3$
grosse Terte	$5 \times 4 : 4 \times 1 \quad \quad 20 : 4 \quad \quad 5 : 1$
Kleine Terte	$6 \times 4 : 5 \times 1 \quad \quad 24 : 5$
grosse Sexte	$5 \times 4 : 3 \times 1 \quad \quad 20 : 3$
Kleine Sexte	$8 \times 4 : 5 \times 1 \quad \quad 32 : 5$
grosse Septime	$15 \times 4 : 8 \times 1 \quad \quad 60 : 8 \quad \quad 15 : 2$
falsche Quinte	$64 \times 4 : 45 \times 1 \quad \quad 256 : 45$

Warum einige Tone wohl, und andere übel klingen.

§. 342. Die Erfahrung lehret, daß einige Tone einen angenehmen Klang, andere aber einen unangenehmen von sich geben, wenn sie zugleich empfunden werden. Die ersteren pflegt man Consonantien, die andern aber Dissonantien zu nennen. Die Anzahl der Consonantien beläuft sich nur auf 4. Denn man rechnet dahin, ausser dem Unifono, die Terte, die Quinte, die Sexte und Octav. Die Quarte wird von einigen für eine Consonanz von andern aber für eine Dissonanz gehalten. Alle

Alle übrige sind Dissonantien. Dieses ist merkwürdig, daß sich alle Consonantien mit kleinen Zahlen ausdrücken lassen, welches mit den Dissonantien so nicht angehet. Bey dem Unifono, welches die vollkommenste Consonanz ist, ist die Verhältniß 1 zu 1; bey der Octave 2: 1, bey der Quinte 3: 2 u. s. w. Die Dissonantien hingegen kan man nicht in kleinen Zahlen angeben, besonders, wenn sie sehr übel klingen. Ein Exempel giebt die Septime und die falsche Quinte. Denn bey der ersteren ist die Verhältniß 15: 8, bey der letztern aber gar 64: 45. Man sieht also, daß kein Ton mit einem andern übereinstimmen und angenehm klingen könne, wenn nicht die zitternde Bewegung des einen mit der zitternden Bewegung des andern oft zusammen kömmt. Geschiehet dieses nicht: so ist man nicht im Stande die zitternde Bewegungen von einander zu unterscheiden; es ist also die Vorstellung in der Seele viel dunkler und erregt ein Mißvergnügen bey ihr. Scheint es also nicht, daß sich unsere Seele bey ihrer Empfindung nach gewissen Maximen richte, nach welchen sie von der Annehmlichkeit einer Sache urtheilet? Warum sollte ihr eben die Verhältniß 1: 2 besser gefallen als 8: 15. Man wird mir hierinnen desto eher beypflichten, wenn man bedenkt, daß sich dieses auch bey dem Gesichte wieder anbringen lasse, und daß gute symmetrische Verhältnisse eben die-

jemi,

jenigen sind, welche die Consonantien in der Music haben. Es ist also auch hier alles abgemessen und bestimmt, und daher hat der Herr von Leibniz ganz recht, wenn er die Music eine unvermerkte Ausübung der Rechenkunst, dabey die Seele selbst nicht weiß, daß sie zählet (*exercitium arithmeticae occultum nescientis se numerare animi*) nennet. * Denn wie will ich einen Ton von den andern unterscheiden, als durch die Anzahl der zitternden Bewegungen, welche in gleicher Zeit in der Luft hervorgebracht werden?

§. 343. Nicht allein die Länge einer Saite, sondern auch die Dicke derselben verursacht, daß sie ihre zitternde Bewegung langsamer oder geschwinder verrichtet. Ist die Saite dicke: so hat sie viel Materie, und weil sie, vermöge derselben, der Bewegung widersteht (§. 14.): so muß sich eine dicke Saite, welche mit einer andern gleiche Länge hat, und eben so stark gespannt ist, langsamer bewegen als eine dünne. Da nun eine Saite einen tieffen Ton von sich giebt, wenn die zitternde Bewegung langsam geschieht (§. 338.): so muß eine dicke Saite einen tieffern Ton geben können, als eine dünne. Man hat aber gefunden, daß sich die Geschwindigkeit der zitternden Bewegung umgekehrt verhalte, wie der Diameter der Saite. Da nun die Höhe der Tone mit der

* Leibnitii epistola ad Goldbachium.

Geschwindigkeit der zitternden Bewegung wächst (S. 139.): so muß sich auch diese umgekehrt wie der Diameter der Saite verhalten.

§. 344. Endlich so wird der Ton in einer Saite auch durch das Dehnen derselben verändert. Und die Anzahl der zitternden Bewegungen ist der Quadratwurzel der Kraft, durch die Saite gedehnt wird, proportional. Denn gesetzt, es werde die Saite A durch ein Gewicht = 4, die Saite B aber durch ein Gewicht = 1, gedehnt. Weil sie nun, indem sie zittern, sich wirklich bewegen: so besitzen sie eine lebendige Kraft. Und da sich die lebendigen Kräfte der Körper wie die Quadrate ihrer Geschwindigkeit verhalten (S. 85.) da es ferner außer Zweifel ist, daß die Kräfte, damit die Saiten zittern, denen angehängten Gewichten proportional sind: so müssen sich die Quadrate ihrer Geschwindigkeit wie die angehängten Gewichte, und also ihre Geschwindigkeiten selbst wie die Quadratwurzeln dieser Gewichte, oder welches gleich viel ist, wie die Quadratwurzeln der Kräfte, dadurch die Saiten gedehnt werden, verhalten. Wenn sich also die Kräfte, welche die Saiten dehnen, verhalten wie 1 zu 4: so verhalten sich die Geschwindigkeiten der zitternden Saiten wie $\sqrt{1}$ zu $\sqrt{4}$, das ist, wie 1 zu 2, und also würden diese beyden Saiten, die gleiche Länge und Dicke haben, eine

Octas

Octave geben, wenn die eine 4 mal stärker gedehnt würde, als die andere. Man kan demnach einer Saite durch stärkeres Spannen immer einen höhern Ton geben. Und hieraus ist also überhaupt klar, warum man auf einem Clavecympel Saiten von verschiedener Länge und Dicke gebrauchet, und warum man ihnen durch Dehnen einen gewissen Ton geben könne. Man begreift nemlich wohl, daß diejenigen Saiten die längsten und zugleich die dickesten seyn müssen, welche den tiefsten Ton von sich geben sollen.

Warum eine Saite mit Klingt, wenn eine andere gerührt wird.

S. 345. Wenn zwey Saiten A und B, welche einerley Ton haben, nicht allzuweit von einander entfernet sind, und man stößt an die eine A, so wird sie der Luft eine solche zitternde Bewegung mittheilen, wie sie selbst beführt. Nun wird man nicht zweifeln, daß die bewegte Luft an die umstehende Körper beständig anstößt. Sie stößt demnach auch an die andere Saite B an, und weil diese Saite geschickt ist, eben dergleichen Bewegung zu haben: so wird ihr dieselbe durch das öftere Anstossen der bewegten Luft wirklich mitgetheilt. So bald die Saite B in dergleichen zitternde Bewegung geräth: so giebt sie einen Schall von sich. Wenn also zwey Saiten beyammen und auf gleiche Art gestimmt sind: so muß die andere mitklingen, wenn die erstere einen Klang von sich gibt. Und dieses geht auch an, wenn der eine Ton eine Octa-

Octa-

Octave oder Quinte höher ist als der Ton der andern Saite. Denn in diesem Falle kömmt die Art der Bewegung in der Luft mit der Bewegung, deren die andere Saite fähig ist, sehr überein, indem sich die eine zur andern im ersten Falle verhält, wie 2 zu 1, im andern aber wie 3: 2 (§. 340.). Weil im übrigen nichts weiter erfordert wird, wenn dergleichen Saite mitklingen soll, als daß sich in der Luft eine solche zitternde Bewegung befindet, dergleichen die Saite fähig ist: so wird sie auch ebenfalls mitklingen müssen, wenn man auf einer Flöte oder andern Instrument den Ton oder die Octave des Tones angiebt, welchen die Saite hat.

§. 346. Aus dem hier angeführten Exempel von dem rimente wird man viele Fälle auflösen können, wenn man nur bedenkt, daß ein jeder elastischer Corper geschickt sey, mit einer gewissen Geschwindigkeit zu zittern, und daß ihm diese zitternde Bewegung durch einen Ton, der von einer gleichmäßigen Bewegung in der Luft entstehet, mitgetheilt werden könne (§. 345.). Es wird also z. E. dieses nichts Unerwartetes seyn, daß die Fenster und die Thüren an zu zittern fangen, wenn eine gewisse Pfeife in einer Orgel zu klingen anfängt. Man wird ferner deutlich begreifen, wie es möglich gewesen, daß einige die Gläser haben entzwey schreyen können, dergleichen Exempel Morhoff von einem Holländer,

der, Rahmens Nicolaus Petter, und Lanius noch von einem andern, welcher Cornelius Meyer geheissen, anführet. Sie haben einen Römer von dünnem Glase genommen, und daran geschlagen, um den Ton des Glases zu erforschen. Nachdem dieser bekannt gewesen: so haben sie ferner das Glas vor den Mund gehalten, und in eben dem Tone, oder in einem etwas höhern, (vermuthlich der Octave) hineingeschrien: so hat das Glas einen Klang von sich gegeben, der sich immer vermehret, bis es endlich zersprungen. Wenn man den Ton des Glases oder die Octave davon in dasselbe hineinschreyet: so wird eine zitternde Bewegung in der Luft hervorgebracht, deren das Glas fähig ist. Da nun die bewegte Luft an das Glas anstößt: so wird auch dieses in eine zitternde Bewegung gesetzt, und weil die Luft immer fortfähret, an das Glas anzustossen: so muß das Zittern des Glases beständig vermehret werden (S. 116.). Kein Körper kan zittern, wenn sich nicht seine Theile bald von einander entfernen, bald aber wieder einander nähern. Hieraus aber fließt, daß bey einem heftigen Zittern die Theile des Körpers sich dergestalt von einander entfernen müssen, daß sie einander gar nicht mehr berühren, und folglich auch nicht mehr zusammenhängen können. Wenn nun aber ein Körper zerbricht, indem das Zusammenhängen seiner Theile auf-

aufgehoben wird: so hat es nicht anders seyn können, es haben auch die Gläser von dem heftigen Schreyen zerbrechen müssen.

§. 347. Man kan einen jeden elastischen Körper ansehn, als wenn er aus lauter gespannten Saiten oder Fäsergen zusammengesetzt wäre. Da nun aber dergleichen Körper selten durchgehends von gleicher Breite und Dicke zu seyn pflegt: so giebt er auch nicht einen, sondern viele Töne von sich (§. 339.). Indessen bleibt doch immer einer der Hauptton, und man sagt, daß ein Körper einen desto reinern Ton habe, je weniger die andern zugleich mit empfunden werden. Wenn man aber die übrigen Töne, welche Dissonantien von dem Haupttone sind, merklich höret, wie dieses bey einigen Glocken geschieht: so ist der Ton unrein.

Was ein
reiner und
unreiner
Ton ist.

§. 348. Alles, was da geschieht ist, eine zitternde Bewegung der Lufttheilgen zu erregen, das ist auch vermögend, einen Schall hervorzubringen (§. 327.). Wenn sich nun aber die Luft durch eine enge Eröffnung geschwind hindurch bewegt: so muß sie zusammengedrückt werden, und sich hernachmals wieder ausdehnen. Da sie nun solchergestalt in eine zitternde Bewegung geräth: so muß ein Schall entstehen, indem die Luft durch eine enge Eröffnung geschwind hindurchgeht. Auf diesem Grunde beruhet der Schall aller der Instrumente, welche geblasen werden, als

Warum
die blasen-
den In-
strumente
einen
Schall
geben.

Orgeln, Trompeten, Waldhörner, Flöten u. s. m. Ja eben dieses ist die Ursache, warum ein Mensch mittelst der Luftröhre einen Schall hervorbringen kan. Denn diese ist von der Natur ebenfalls mit einer engen Eröffnung versehen worden, dadurch die Luft hindurchgetrieben wird, wenn man einen Schall hervorbringen will. Und da man diese Eröffnung nach eigenem Gefallen erweitern und zusammenziehen kan: so ist man im Stande, hohe und tieffe Tone hervorzubringen. Denn je enger die Eröffnung ist, desto geschwinder wird die zitternde Bewegung der Lufttheilgen, und desto höher wird der Ton, welchen man hervorbringt (§. 339.).

Eine Pfeife giebt einen desto stärkern Ton, je elastischer die Materie ist, daraus sie besteht.

§. 349. Wenn dergleichen Körper, durch dessen Eröffnung sich die Luft geschwind hindurchbewegt, selbst elastisch ist: so kan ihm die zitternde Bewegung der Luft mitgetheilt werden. Da er diese nun wieder der Luft beybringt (§. 332.): so muß der Schall desto stärker werden. Und so ist ferner klar, daß der Schall schwächer seyn muß, wenn dergleichen Körper nicht elastisch ist, sondern aus einer weichen Materie bestehet. Daher kömmt es, daß eine messingene Orgelpfeife allemal einen stärkern Ton gibt, als eine hölzerne.

Worin die Resonanz besteht.

§. 350. Weil der Schall durch eine circelförmige Bewegung der Luft von einem Orte zu dem andern gebracht wird (§. 327.): so muß diese bewegte Luft an die Körper anstoßen,

sen, welche ihr im Wege stehen. Nun ist die Luft ein elastischer Körper (§. 285.); wenn aber ein elastischer Körper an einem andern, der seiner Bewegung widersteht, anstößt: so wird er dergestalt reflectirt, daß der Einfallswinkel dem Reflexionswinkel gleich ist (§. 79.). Derwegen muß auch der Schall reflectirt werden, wenn er an einen festen Körper anstößt. Aus dieser Reflexion des Schalles lassen sich zwey Dinge, nemlich die Resonanz und das Echo, begreifen. Denn es ist wohl wahr, daß ein reflectirter Schall eben so viel Zeit brauchet, von dem ihm reflectirenden Körper wieder bis an die Ohren des Zuhörers zu kommen, als er Zeit brauchte, von dem klingenden Körper bis zu dem reflectirenden zu kommen, wenn schon der Körper, welcher den Schall erregt, und der Zuhörer noch so nahe beyammen sind. Nur ist man sodann nicht im Stande, den reflectirten Schall von dem ursprünglichen, wegen der allzu-großen Geschwindigkeit, mit welcher beyde auf einander folgen, zu unterscheiden. Wenn also die den Schall reflectirenden Körper nicht weit entfernt sind: so wird durch das Zurückprallen der Schall verstärkt. Diese Verstärkung des Schalles, welche durch die Reflexion geschieht, nennt man die Resonanz. Man begreift also, warum die Stimme in einem gemauerten Saale stärker klinge, als in der freyen Luft oder in

einer Stube, welche getäffelt oder mit Tapeten beschlagen ist. Denn je härter dergleichen Cover ist, desto stärker wird die Luft von demselben reflectirt. Und eben daraus läßt sich ferner abnehmen, warum man an die musicalische Instrumente Resonanzboden von sehr elastischen Holze zu machen pflege. Doch ist bey den Resonanzboden auch das Zittern der Fäsergen im Holze in Betrachtung zu ziehen (§. 345.); Daher ist es gut, wenn diese Fäsergen von verschiedener Länge sind, woraus sich die Figur des Resonanzbodens bestimmen läßt.

Von dem
Sprach-
rohre.

§. 351. Auf diesem Grunde beruhet ferner die Wirkung des Sprachrohres, welches eine aus Blech gefertigte Röhre ist, die unten eine weite Eröffnung hat, oben aber enge zugethet. Wenn man nun durch die enge Eröffnung in das Sprachrohr redet: so wird die Stimme, wenn sie zu der weiten Eröffnung herausgethet, viel stärker befunden, als sie ohne das Sprachrohr würde gewesen seyn. Verlanget man die Ursache zu wissen; so darf man nur erwegen, daß der Schall vermittlest des Sprachrohres nur gegen eine Seite gebracht wird, da er sich sonst allenthalben hin würde ausgebreitet haben (§. 327.); daß der Schall durch die oftmalige Reflexion in dem Sprachrohre verstärkt werde (§. 350.); und daß endlich das Sprachrohr selbst dadurch in eine zitternde Bewegung gesetzt wer-

de, und den Schall vermehren helfe (S. 345.). Weil nun das Sprachrohr eher in eine zitternde Bewegung geräth, wenn man in eben dem Tone redet, welchen das Sprachrohr von sich giebt, indem man daran schlägt (S. 345.): so sieht man zugleich, wie man es machen müsse, wenn die Stimme recht verstärket werden solle. Weil aber das Sprachrohr lange fort zittert, wenn es einmal in Bewegung gesetzt ist: so darf man weder zu stark noch auch allzugeschwinde reden, wenn die Stimme vernehmlich seyn soll. Grave-sande hat die beste Figur des Sprachrohres angegeben. Dieses ist ein parabolischer Kege. Denn wenn sich der Mund in dem Brennpuncte befindet: so wird der Schall mit der Aere parallel reflectirt und behält also immer einerley Stärke.

§. 352. Mit dem Sprachrohre hat das Von dem Hörrohr eine grosse Aehnlichkeit. Der Unterschied besteht nur darinnen, daß dieses letztere so klein ist, daß man es bequem an das Ohr halten kan. Wenn man dergleichen Hörrohr dergestalt hält, daß die enge Eröffnung gegen das Ohr, die weite aber davon abgekehret ist: so wird man eine Sache viel deutlicher als sonst vernehmen können. Daher sich diejenigen Leute, welche etwas schwer hören, dieser Instrumente zu bedienen pflegen. Soll man sagen, wie dieses zugehe: so bedenke man, daß durch ein Hörrohr viel-

mehr bewegte Luft in das Ohr gebracht werde, als sonst hineinkommen würde. Wie kann es anders seyn, da die Eröffnung des Hörrohres viel grösser ist, als die Eröffnung des Gehörganges? Wenn es aber ausgemacht ist, daß der Schall desto stärker ist, je mehr Lufttheilgen auf einmal ihre Wirkung verrichten (S. 336); so wird auch gar kein Zweifel seyn, daß man durch das Hörrohr den Schall besser vernehmen könne. Denn man setze z. E. es sey der Diameter der weiten Eröffnung des Hörrohres 10 mal grösser als der Diameter des Gehörganges: so ist die ganze Eröffnung desselben 100 mal grösser, als die Eröffnung des Gehörganges. Da nun solchergestalt vermittelst dieses Instruments 100 mal mehr bewegte Luft in das Ohr gebracht wird, wird nicht der Schall viel stärker müssen empfunden werden? Die Natur hat uns aus dieser Absicht das äussere Ohr gegeben, dabey der vornehmste Zweck gewesen, eine grössere Menge zitternder Lufttheilgen in den Gehörgang zu bringen, und dadurch die Empfindung des Schalles stärker zu machen. Daher wird man finden, daß bey denen Wilden, da die Natur ganz ungestört bleibt, die Ohren viel weiter von dem Kopfe abstehen, als bey denen Europäern, welche sie, theils aus Gewohnheit, theils wegen einer eingebildeten Schönheit, den Kindern schon in der Wiege durch die Mühen

Nützen fest an den Kopf anpressen. Daß aber das äussere Ohr diesen Nutzen habe, sieht man an denen, welchen es mangelt. Denn sie können einen etwas schwachen Schall nicht vernehmen, wenn sie nicht die gekrümmte Hand vor das Ohr halten.

§. 353. Aus dem, was von der Reflexion des Schalles gesagt worden (§. 350.), läßt sich die Beschaffenheit der Sprachgewölber erklären. Sie haben eine Elliptische Figur AEFGB. Wenn man nun in den einen Brennpunct C tritt, und leise gegen die Wand redet: so versteht derjenige, welcher im andern Brennpuncte D stehet, alles ganz genau, da doch die Umstehenden nichts von dem, was man gesprochen hat, vernehmen können. Denn wenn man im Brennpuncte C redet: so stößt der Schall allenthalben, als in E, F, G an das Gewölbe an. Da er nun aus E, F, G in den Punct D reflectiret wird: so kömmt in diesen Puncte viele bewegte Luft zusammen, und folglich muß der Schall daselbst am stärksten seyn (§. 336.). Daß aber die Luft aus E, F, G eben in D reflectiret wird, geschiehet darum, weil sonst der Einfallswinkel dem Reflexionswinkel nicht gleich seyn würde (§. 79.). Denn dieses ist eine Eigenschaft der Ellipsis, daß die Linien, welche aus den beyden Brennpuncten gegen einen Punct des Perimeters gezogen werden, immer zwey Winkel machen, die einander gleich sind.

Sf 5

§. 354.

Von Sprachgewölbern. Tab. V. Fig. 76.

Von dem Echo. §. 354. Wenn ein Körper, welcher den Schall reflectirt, so weit entfernt ist, daß man den reflectirten Schall von dem ursprünglichen deutlich unterscheiden kan: so entstehet ein Echo. Hieraus folgt, daß niemals auf dem ebenen und platten Lande ein Echo entstehen könne, denn es ist kein Körper vorhanden, welcher geschickt wäre den Schall zu uns zu reflectiren. Bergigte Gegenden aber, Mauren, Schlöffer, ein hohes Ufer von einem Flusse, ein Felsen, reflectiren den Schall, und bringen ein Echo hervor, ja weil dichte Wälder in dieser Absicht nicht anders, als eine Mauer anzusehen sind: so pflegt sich auch daselbst öfters ein Echo zu finden.

Wie weit man entfernt seyn müsse, wenn man ein Echo hören will. §. 355. Wenn ein geübter Violinist so geschwinde spielt, daß 9 Töne in einer Secunde auf einander folgen: so kan das Gehör noch einen jeden Ton von dem andern unterscheiden. Wenn also der reflectirte Schall nach dem ursprünglichen so geschwind, als hier ein Ton auf den andern folgt: so kan man noch beyde von einander unterscheiden. Derowegen entstehet ein Echo, wenn der reflectirende Körper so weit entfernt ist, daß der ursprüngliche Schall, sich dahin und wieder zurück zu bewegen, zum wenigsten $\frac{1}{2}$ einer Secunde gebrauchet. Da sich nun der Schall binnen einer Secunden ¹¹⁴² Englische Schuh weit bewegt (§. 332.): so durchläuft er im 9ten Theile von einer Secunde den

den neunten Theil von 1142 Schuhen, und folglich 126 $\frac{2}{3}$ Schuh. Wenn also der ursprüngliche Schall 126 $\frac{2}{3}$ Schuh von dem reflectirenden Körper entfernt wäre: so brauchte er zu seinem Hinwege $\frac{1}{3}$ einer Secunde. Da nun eben so viel Zeit vorbey fließen würde, bis er wieder zurücke käme: so würde der reflectirte Schall erst in $\frac{2}{3}$ einer Secunde wieder ankommen. Da man aber einen Schall schon von dem andern unterscheiden kan, wenn der Unterscheid der Zeit zwischen beyden nur $\frac{1}{3}$ einer Secunde beträgt: so darf die Entfernung des klingenden Körpers von dem reflectirenden nur halb so groß seyn, wenn man den reflectirten Schall von dem ursprünglichen unterscheiden soll. Es muß also der klingende Körper zum allerwenigsten 63. Schuh von dem reflectirenden entfernt seyn, wenn ein Echo entstehen soll (§. 334.). Je weiter im übrigen beyde Körper von einander entfernt sind, desto längere Zeit braucht der Schall, ehe er wieder zurückkömmt (§. 335.). Daher reflectirt das Echo mehrere Sylben; es wird aber zugleich auch schwächer, denn es kommen freylich desto weniger bewegte Lufttheilgen ins Ohr, je mehr sich diese Bewegung zertheilet, und ist demnach der Schall allemal schwächer, wenn man weit von dem klingenden Körper entfernt, als wenn man ihm nahe ist. Es kan auch ein vielfaches Echo entstehen, wenn viele dergleichen Körper

in

in verschiedener Entfernung anzutreffen sind, welche den Schall reflectiren. Denn so kömmt der Schall von den nahen Cörpern geschwin- der und zugleich auch stärker zurück, als von den entfernten. Es kan also nicht anders seyn, es muß ein Schall etliche mal, doch immer schwächer, gehöret werden.

Das 9. Capitel,

von dem Wasser.

§. 356.

Noth-
wendig-
keit des
Wassers.

So nöthig denen Menschen das Feuer, so unvermeidlich zu ihrer Erhaltung die Luft erfordert wird, eben so unentbehrlich ist ihnen das Wasser. Würden die Menschen wohl leben können, wenn ihr Geblüt nicht flüßig wäre? Wodurch erhält es aber seine Flüssigkeit anders, als durch das Wasser? Keine Pflanze, kein Baum, ja kein Gräs- gen würde ohne Wasser wachsen können. Wie wolte man Kochen, waschen, eine ent- standene Feuersbrunst löschen, wenn man kein Wasser hätte? Ich geschweige, was das Was- ser in Ansehung der Schiffahrt für Nutzen bringe. Alle diese Sachen sind so leicht, dabey aber so gewiß und überzeugend, daß ich nichts weniger nöthig habe, als einen ernst- haften und weicläufigen Beweis davon zu führen. Desto mehr ist es aber auch zu ver-
wun-