

sich auch, daß die convergen Gläser zugleich Brenngläser sein können, da sie die Lichtstrahlen in einen einzigen Punkt, den Brennpunkt, vereinigen.

Anmerk. Ihre Brennweite läßt sich ebenso bestimmen, wie bei den Brennspiegeln.

#### §. 169. Fortsetzung.

Alle convergen Gläser sind aber auch Vergrößerungsgläser (einfache Mikroskope). Hält man sie nahe an einen Gegenstand, so daß dieser zwischen die Gläser und den Brennpunkt kommt, so erscheint er vergrößert, und zwar um so mehr, je gewölbter sie sind, d. h. je kleiner der Durchmesser der Kugel ist, wovon die erhabene Fläche einen Theil ausmacht. Rückt man das Glas weiter von dem Gegenstande hinweg, so daß letzterer sich im Brennpunkte befindet, so sieht man ihn nur noch sehr undeutlich, oder gar nicht. Rückt man nun das Glas noch ein wenig weiter, so daß der Gegenstand hinter den Brennpunkt kommt, so sieht man auf der oberen, nach dem Auge hin-gekehrten Fläche des Glases ein umgekehrtes verkleinertes Bild von dem Gegenstande. Dieses Bild wird um so kleiner, je weiter man das Glas von dem Gegenstande hinwegrückt.

#### §. 170. Fortsetzung.

Alle Hohlgläser verkleinern, bringen aber das Bild der Gegenstände dem Auge näher, als die Gegenstände selbst sich befinden. Sie verkleinern desto mehr, je kleiner die Kugeln sind, wovon die hohlen Flächen des Glases Abschnitte ausmachen.

#### §. 171. Die Farben.

Mit der Brechung der Lichtstrahlen hängt auch die merkwürdige Erscheinung der Farbenzerstreuung zusammen. Das Licht wird nämlich durch die Brechung gleichsam zertheilt, und erscheint uns dann unter verschiedenen Farben. Man kann diese Erscheinung besonders deutlich wahrnehmen, wenn man das Sonnenlicht auf ein Prisma fallen läßt, und das Farbenbild hinter demselben auf einer weißen Wand oder einem weißen Papier auffängt. Hierbei unterscheidet man dann der Reihe nach folgende Farben: roth, orange, gelb, grün, hellblau, dunkelblau, violett, von denen die rothe Farbe am wenigsten, die violette am meisten gebrochen ist. Fängt man eine dieser Farben wieder durch ein zweites Prisma auf, so läßt sie sich nicht weiter zerlegen, obschon man deshalb noch nicht alle sieben Farben für einfach anzusehen braucht.

#### §. 172. Fortsetzung.

Bereinigt man die Farben des Prismas wieder, so gehen sie zusammen das weiße Licht, woraus sie entstanden sind. So oft überhaupt diese Farben verbunden werden, selbst wenn sie von verschiedenen Lichtstrahlen herrühren, bringen sie uns die Empfindung vom weißen Lichte hervor. Daraus ist zu erklären, warum Gläser mit parallelen Oberflächen keine Farben zeigen, eben so, warum die Gegenstände, durch ein Prisma betrachtet, nur an den Rändern oder da, wo Licht und Schatten an einander grängen, farbig erscheinen.

#### §. 174. Fortsetzung.

Das weiße Licht kann daher nicht als ein einfaches, sondern es muß vielmehr als ein aus den verschiedenen

Seinern, Bogenlichte.

en Farben zusammengesetztes Licht betrachtet werden. Die Absonderung der verschiedenen Farben bei der Brechung rührt daher, daß jede Farbe eine andere Brechbarkeit hat; und sowie die Brechung selbst größer oder geringer ist, je nachdem der einfallende Strahl mehr oder weniger gegen die brechende Ebene geneigt ist, so hängt auch die Größe der Farbenzerstreuung von dem Neigungswinkel des einfallenden Strahles ab. Doch hat auch die Beschaffenheit des brechenden Mittels hierauf einigen Einfluß.

Anmerk. Theilt man die ganze Breite eines Farbenbildes in 360 gleiche Theile, so nimmt das rothe Licht 45, das orange 27, das gelbe 48, das grüne 60, das hellblau 60, das dunkelblau 40, das violette 80 Theile ein. — Hierauf beruht die Einrichtung der Farbenspindel. — Der Regenbogen.

#### §. 174. Fortsetzung.

Die Wirkung geschliffener Gläser beruht auf der Brechung der Lichtstrahlen; sie muß daher auch von einer Farbenzerstreuung begleitet sein. Hieraus entsteht sehr oft eine Undeutlichkeit des Bildes, die auf die Beobachtung störend einwirken muß. Man hat jedoch Mittel gefunden, diesem Uebel durch Blendungen (schwarze Papier- oder Hornringe) oder durch Zusammenfügung mehrerer Gläser abzuwehren. Solche Gläser nennt man achromatische Gläser (farblose), und die Fernröhre mit ihnen achromatische Fernröhre (siehe weiter unten).

#### §. 175. Die bleibenden Farben.

Die bleibenden oder beständigen Farben, unter denen uns die meisten dunkeln Körper erscheinen, sind ein Beweis, daß diese Körper das erhaltene Licht nicht unverändert lassen. Es scheint, daß sie es zertheilen und zum Theil verschlucken, und daß sie nur dasjenige an

meisten zurückwerfen oder durchlassen, von dessen Farbe sie erleuchtet scheinen.

Anmerk. Woher also das Grün der Blätter, das Blau des Himmels, das Roth der Rose?

Welche Verwandtschaft hat es mit der weißen Farbe mancher Körper, z. B. des Schnees? Welche mit der schwarzen Farbe?

Manche durchsichtige Körper lassen nur einen farbigen Strahl durch sich hindurch, z. B. der Rubin den rothen, der Sapphir den blauen, der Smaragd den grünen ic.

Wie entstehen gemischte Farben?

#### §. 176. Die Beugung des Lichtstrahles.

Die Beugung der Lichtstrahlen hat mit der Brechung derselben einige Ähnlichkeit. Sie besteht ebenfalls in einer Ablenkung des Strahles von seiner Richtung und findet dann statt, wenn Lichtstrahlen nahe an den Kanten undurchsichtiger Körper vorbeifahren. Die Beobachtungen dieser Erscheinung stimmen darin überein, daß ein Theil der Strahlen nach innen gebogen wird und innerhalb des Schattens fällt; ein anderer Theil der Strahlen wird nach außen gelenkt. Bei der Beugung nach innen findet keine Farbenzerstreuung statt, wohl aber bei der Beugung nach außen, doch so, daß das rothe Licht am stärksten, das violette Licht am wenigsten abwärts gebogen wird. Die Ordnung der Farben ist die des prismatischen Farbenbildes.

Anmerk. Bewegt man den Finger nahe vor dem Auge vorüber, indem man den Blick zugleich nach dem Rahmen eines hellen Fensters richtet, so erscheint der Rahmen auf derselben Seite, auf welcher der Finger steht, roth und gelb, der gegenüberstehende aber violett und blau gefärbt.

#### §. 177. Fortsetzung.

Auch ohne vorhergegangene Brechung oder Beugung der Lichtstrahlen zeigen sich unserem Auge bisweilen Farb-

en; ein heftiger Reiz des Auges durch einen hellen Glanz kann machen, daß ihm die Gegenstände farbig oder anders gefärbt erscheinen, als sie wirklich sind. Ebenso kann eine Mischung von ungleich starkem Lichte durch eine Art von Täuschung Farben hervorbringen, die nicht wirklich vorhanden sind. Merkwürdig erscheinen hierbei die gefärbten Schatten.

Anmerk. Schwarze Buchstaben sehen auf weißem Papier in hellem Sonnenlichte oft roth oder grün.

§. 178. Das Auge und das durch dasselbe bewirkte Sehen.

Der Bau unseres Auges, mit welchem wir die uns umgebenden Gegenstände wahrnehmen, ist ein höchst bewunderungswürdiger. Die weitere Einrichtung ist etwa folgende.

Der Augenspiegel, welcher durch die häutigen Augenlider und durch die aus Haaren bestehenden Augenwimpern und Augenbrauen vor einfallenden Unreinigkeiten und zu starkem Lichte geschützt ist, besteht aus mehreren Häuten und durchsichtigen Feuchtigkeiten. Zuerst bemerkt man eine weiße undurchsichtige Haut, in deren Mitte einen kreisförmigen, etwas kugelförmig erhabenen durchsichtigen Theil, welcher Hornhaut heißt, und hinter derselben den undurchsichtigen Augenstern, welcher verschiedene Farben hat. In der Mitte des Augensternes ist ein kreisrundes Loch, das Lichtloch, Sehloch oder die Pupille, welches sich bei starkem Lichte verengt, bei schwachem erweitert. Ziemlich nahe hinter demselben liegt die aus einem eiweißartigen Stoffe gebildete, sehr durchsichtige KrySTALLINSE, ein vollkommen doppelt convexer Körper von kurzer Brennweite. Sie ist der vornehmste Theil des Auges, da sie es ist, welche von allen in die Augen fallenden Gegenständen die Bilder hinter sich

macht. Diese fallen auf eine eigene im Inneren des Augenspiegels befindliche weiche und dünne Haut, die Netzhaut, Markhaut, Nervenhaut. Sie ist gleichsam der Sitz derjenigen Empfindung, welche wir Sehen nennen. Indem sie nämlich eine Verbreitung des Markes vom Sehnerv ist, so pflanzt sie den auf ihr von dem Bilde entstehenden Lichteindruck nach dem Gehirn fort, und dann haben wir die Empfindung von dem Dasein derjenigen Gegenstände, deren Bild auf der Netzhaut liegt.

§. 179. Fortsetzung.

Die Vorstellung, die wir von einem Gegenstande durch das Auge erhalten, hängt zum großen Theil von der Beschaffenheit des Bildes in dem Auge ab. Ist das Bild deutlich oder undeutlich, so sehen wir auch den Gegenstand deutlich oder undeutlich. Die Deutlichkeit des Bildes aber ist bedingt durch die genaue Vereinigung der aus einem Punkte herrührenden Strahlen. Da wir nun in sehr verschiedenen Entfernungen deutlich sehen können, so müssen in dem Auge beständig Veränderungen vorgehen, wodurch die genaue Vereinigung der Strahlen aus verschiedenen Entfernungen möglich wird.

§. 180. Fortsetzung.

Die Bilder auf der Netzhaut, welche nicht weit hinter der KrySTALLINSE liegt, sind viel kleiner als die Gegenstände, von denen sie herrühren. Unser Urtheil über die Größe des Gegenstandes kann daher nicht eigentlich von der Größe des Bildes bestimmt werden. Nur die Bilder der Gegenstände von gleicher Entfernung haben unter sich dasselbe Verhältniß, welches die Gegenstände selbst unter einander haben, und können also als ein relativer Maßstab derselben angesehen werden. Noch weniger kann

die Lage der Bilder im Auge die Lage der entsprechenden Gegenstände bestimmen. Denn alle Bilder liegen, wie bei einem Gemälde, in einer Fläche. Nur durch die Erfahrung und Übung werden wir daher in den Stand gesetzt, aus der Lage der Bilder den Ort der Gegenstände zu erkennen. Derjenigen Stelle im Auge, auf welche das Bild der Gegenstände hinfällt, sind wir uns durchaus nicht bewußt. Daher erscheint es auch nicht befremdend, daß wir die Gegenstände aufrecht erblicken, obgleich ihre Bilder auf der Netzhaut eine völlig entgegengesetzte Lage haben.

#### §. 181. Fortsetzung.

Daß wir mit beiden Augen die Gegenstände nicht doppelt sehen, hat seinen Grund in Folgendem. Wir haben von unserer frühesten Jugend an gelernt, daß, wenn zwei übereinstimmende Punkte auf den beiden Netzhäuten berührt werden, der Eindruck des Bildes auf diese Häute, folglich der Gegenstand selbst für unsere Seele nur einfach ist. Verdrehen wir aber die Augen oder drücken das eine mit dem Finger seitwärts, oder richten die Augenachsen nach einem entfernteren Gegenstande, während wir einen anderen näher vor das Auge bringen, oder umgekehrt, so sehen wir doppelt.

Anmerk. Personen, welche beide Augenachsen nicht nach dem Gegenstande richten, welchen sie ansehen wollen, schielen.

#### §. 182. Krankheiten der Augen.

Man findet nicht selten Personen, deren Augen, aus einer fehlerhaften Beschaffenheit, die auffallenden Strahlen nicht immer genau auf der Netzhaut vereinigen und somit ein undeutliches Bild hervorbringen. Die Strahlen werden daher entweder nicht stark genug gebrochen, oder zu stark. Im ersten Falle entsteht der Fehler der Weit-

sichtigkeit, bei welchem das Bild naheliegender Gegenstände hinter die Netzhaut fällt, und diese daher undeutlich erscheinen läßt. Convege Gläser oder Brillen einem solchen Auge vorgehalten, bewirken, daß die einfallenden Strahlen näher zusammen kommen, daß sich also das Bild vernähert und auf die Netzhaut gebracht wird. Werden aber die Strahlen zu stark gebrochen, so entsteht der Fehler der Kurzsichtigkeit, bei welcher nahe Gegenstände deutlich, entfernte aber undeutlich erscheinen, weil das Bild der letzteren vor die Netzhaut fällt. Der Gebrauch von Hohlgläsern oder concaven Brillen bringt die einfallenden Strahlen entfernter von einander, so daß sie bis auf die Netzhaut kommen und sich dort zu einem Bilde vereinigen.

Anmerk. Die Grade dieser Krankheiten sind verschieden, daher werden die Brillen nach Nummern gefertigt. — Zu scharfe Brillen sind gefährlich. Brillen mit grünen Gläsern und sogenannte Conferbrillen für gesunde Augen taugen nichts — Landleute, Jäger u. sind gewöhnlich weitsichtig, Gelehrte und solche Personen, welche immer nahe Gegenstände sehen, werden mit der Zeit kurzsichtig.

#### §. 183. Fortsetzung.

Weit schrecklicher als diese Krankheiten sind der graue und der schwarze Star. Ersterer besteht darin, daß die Krystalllinse undurchsichtig geworden ist, und wird gewöhnlich dadurch curirt, daß man mit der Stahnnadel oder dem Stahrmesser einen Schnitt in die Hornhaut macht und die undurchsichtige Krystalllinse wegdrückt. An ihre Stelle tritt sogleich eine im Auge enthaltene durchsichtige Flüssigkeit, welche die Form der Krystalllinse annimmt und die Lichtstrahlen eben so bricht, wie diese selbst. Der schwarze Star, der nur höchst selten gehoben werden kann, besteht in der Unempfindlichkeit der Netzhaut und des Sehnervens für die Licht- und Bild-

eindrücke, so daß das Bild der Gegenstände wohl auf der Netzhaut liegt, aber sein Eindruck nicht bis zum Gehirn fortgepflanzt wird. Das Auge scheint bei dieser schrecklichen Krankheit übrigens äußerlich gesund zu sein, nur der stiere Blick verräth dieselbe. Das sogenannte Zell auf dem Auge ist eine Undurchsichtigkeit der Hornhaut, welche gewöhnlich durch Beizmittel weggeschafft wird.

#### §. 184. Schonung der Augen.

Da die Erhaltung eines gesunden und guten Gesichtes von so großer Wichtigkeit ist, so ist es um so nöthiger, schon frühzeitig sein Augenmerk darauf zu richten. Man hüte sich zunächst, das Auge zu verwöhnen, indem man ihm ohne Noth mit Gläsern zu Hilfe kommt; vielmehr übe man es, oft in die Ferne zu sehen und einen Gegenstand scharf und deutlich darzustellen, halte beim Lesen das Buch nicht zu nahe *ic.* Andererseits muß man dem Auge aber auch nicht zu viel zu, indem man es zu lange anhaltend anstrengt, oder indem man in der Dämmerung und an dunklen Orten arbeitet. Ebenso vermeide man einen plötzlichen Wechsel des Lichtes und der Finsterniß, so wie das heftige Blendens stark glänzender Gegenstände, *z. B.* der Sonne, des Schnee's, weißer Wände *ic.*

Anmerk. Blecherne und papierene Lichtschirme, helle und dunkle Vorhänge im Zimmer.

#### §. 185. Der Sehewinkel oder die scheinbare Größe der mit den Augen wahrgenommenen Gegenstände.

Wir sehen jeden Gegenstand seiner Höhe, Breite und Länge nach zwischen zwei geraden Linien, die wir uns von zwei gegenüberliegenden Gränzpunkten des Gegenstandes nach unserem Auge hin gezogen denken. Die beiden ge-

raden Linien machen am Auge einen Winkel, welcher Sehewinkel, optischer Winkel oder scheinbare Größe des Gegenstandes genannt wird. Je größer oder höher bei einerlei Entfernung des Auges die Gegenstände sind, desto größer ist auch ihr Sehewinkel. Rückt bei unveränderter Größe der Gegenstände das Auge weiter von ihnen weg, so wird der Sehewinkel kleiner, oder ihre scheinbare Größe nimmt ab. Wird der Sehewinkel endlich so klein, daß seine beiden Schenkel in der Nähe des Auges gleichsam in einander fließen, so sehen wir den Gegenstand gar nicht mehr. Aus der Größe des Sehewinkels oder der scheinbaren Größe der Gegenstände lehrt uns die Erfahrung nach und nach nicht nur auf die wirkliche Größe, sondern auch auf die Entfernung der Gegenstände von unserem Auge schließen. Diese durch die Erfahrung herbeigeführte Beurtheilung der Gegenstände nennt man im gewöhnlichen Leben das Augenmaß.

Anmerk. Hieraus erklären sich so manche Erscheinungen.

Menschen und Thiere scheinen, von einem Berge oder Thurme herab gesehen, viel kleiner — Alleen, Laternenreihen scheinen am Ende zusammenzulaufen; — mit Verzerrungen versehene Gegenstände erscheinen in der Ferne glatt; — Kornfelder, Mähnenfelder, Wälder gleichen einer einzigen Decke — die verschiedenen Täuschungen in Bezug auf entfernt liegende Dörfer, Städte *ic.* am Tage und am Abend — Sonne und Mond scheinen beim Auf- und Niedergang viel größer — der Stundenziger der Taschenuhren scheint still zu stehen —

#### §. 186. Die gewöhnlichsten optischen Instrumente.

Außer den schon erwähnten Brillen und Augengläsern, deren man sich gewöhnlich bei dem Fehler der Kurz- und Weitsichtigkeit bedient, dürften noch folgende hier der Erwähnung besonders werth sein.

## a) Die Mikroskope

oder Vergrößerungsgläser sind Instrumente, die dem Auge nahe liegende kleine Gegenstände vergrößern. Man unterscheidet einfache und zusammengesetzte Mikroskope. Das erstere ist eine kleine concave Glaslinse, welche die Gegenstände unter einem größeren Sehwinkel darstellt und sie dadurch vergrößert. Zwar entsteht dieser größere Sehwinkel auch, wenn man den Gegenstand näher vor das Auge bringt, allein das Bild wird dann undeutlich, weil die Strahlen eines jeden Punktes zu wenig gebrochen werden und sich erst hinter der Netzhaut vereinigen. Eine Convexlinse aber, welche so zwischen das Auge und den Gegenstand gehalten wird, daß das Object oder der Gegenstand innerhalb der Brennweite und zwar ganz nahe am Brennpunkte zu stehen kommt, bewirkt die Vereinigung der Lichtstrahlen auf der Netzhaut, und dadurch die Deutlichkeit des Bildes, welches entfernt und desto größer wird, je kürzer die Brennweite der Linse ist. Der Gegenstand wird gleichsam in die Entfernung des deutlichen Sehens, etwa 8 Zoll, versetzt, daher auch der Kurzsichtige die Linse dem Object etwas näher halten wird.

Anmerk. Lupen — Glasflügelchen und Wassertropfen sind auch Mikroskope.

## §. 15. Fortsetzung.

Das zusammengesetzte Mikroskop besteht in seiner einfachsten Einrichtung aus zwei convergen Gläsern, von denen das Objectivglas, oder das dem Gegenstande zugewendete, eine mikroskopische Linse ist, das Ocularglas aber, d. h. das dem Auge vorgehaltene, eine Linse von größerer Brennweite. Das dritte Glas, welches in der Regel zwischen den beiden genannten sich

befindet, ist das Collectivglas, d. h. Sammelglas, weil es dazu bestimmt ist, die Lichtstrahlen noch mehr zu vereinigen. Der zu betrachtende Gegenstand wird in der Regel auf kleinen abgeschliffenen Glasplatten unter das Objectivglas gebracht, unter welchem sich noch ein kleiner beweglicher Hohlspiegel von ziemlich großer Brennweite befindet, und welcher so gerichtet werden muß, daß die von ihm aufgefangenen Sonnenstrahlen auf den zu betrachtenden Gegenstand fallen und ihm dadurch eine größere Deutlichkeit geben. Die Gläser sind übrigens so befestigt, daß sie nach dem verschiedenen Bedürfnis einander näher oder entfernter gebracht werden können.

## §. 159. Fortsetzung.

## Die Teleskope

oder Fernrohre sind solche optische Instrumente, die unseren Augen entfernte Gegenstände vergrößern und verdeutlichen. Sie heißen dioptrische Fernrohre oder Refractoren, wenn sie nur aus Gläsern zusammengesetzt sind, also das Licht nur brechen, oder katoptrische oder Reflectoren, Spiegelteleskope, wenn sie Spiegel und Gläser enthalten, das Licht also zurückgeworfen und gebrochen wird. Von jeder Gattung kennt man drei Hauptarten.

## 1) Das Kepler'sche Fernrohr,

welches auch das astronomische Fernrohr oder Sternrohr genannt wird, ist aus zwei doppelt convergen Gläsern zusammengesetzt, von welchen das Ocularglas eine kürzere Brennweite hat als das Objectivglas. Sie sind so weit von einander entfernt, daß der Brennpunkt der Rückseite des Objectivglases mit dem Brennpunkt der Vorderseite des Ocularglases zusammenfällt. Das Objectivglas bewirkt von sehr entfernten Gegenständen ein verkehrtes Bild

im gemeinschaftlichen Brennpunkte oder nahe an demselben in der Brennweite des Ocularglases, welches dieses Bild dem Auge vergrößert, und zwar so viel Male, als die Brennweite des Ocularglases in der des Objectivglases enthalten ist. Dieses Fernrohr zeigt demnach stets ein verkehrtes Bild der Gegenstände und wird darum nur zu astronomischen Beobachtungen verwendet.

## §. 189.

2) Das Holländische oder Galilei'sche Fernrohr hat seinen Namen von dem berühmten Galilei, seinem Erfinder, und wurde bald nachher in Holland nachgemacht. Es besteht aus zwei in einer Röhre eingeschlossenen Gläsern, einem convexen Objectivglase und einem concaven Ocularglase. Beide sitzen so in der Röhre, daß der Brennpunkt des convexen Objectivglases beinahe mit dem negativen Brennpunkte des concaven Ocularglases auf der Seite des Auges zusammenfällt. Um dieß stets treffen zu können, sitzt jedes Glas in einer eignen Röhre, welche beide nun nach dem Bedürfnisse des Auges genähert oder entfernt werden können. Es entsteht in diesem Fernrohre kein Bild; auch kommt das durch das Objectivglas bewirkte verkehrte Bild in seinem schon außerhalb des Rohres liegenden Brennpunkte nicht zu Stande, da das Ocularglas den Lauf der Strahlen ändert, und diese zum Bilde noch nicht vereinigt gewesenem Strahlen so in's Auge bringt, daß der Gegenstand in seiner wahren Stellung erscheint.

Anmerk. Die Einfachheit, Bequemlichkeit und die Helligkeit, in welcher die betrachteten, aber nicht sehr vergrößerten Gegenstände erscheinen, war der Grund von der Anwendung dieses Fernrohres zu Opernguckern und Taschenperspectiven.

## §. 190.

## 3) Das Erdfernrohr,

vom Pater Nheita erfunden, besteht in der Regel aus vier convexen Gläsern, und zwar aus einem Objectivglase von großer und drei Oculargläsern von kleineren, aber gleichen Brennweiten, und zeigt die betrachteten Gegenstände aufrecht. Die drei Oculargläser befinden sich in der Ocularröhre in einer unveränderlichen Entfernung von einander und zwar so, daß der hintere Brennpunkt des vorhergehenden mit dem vorderen des nächstfolgenden zusammenfällt. Durch Einstecken und Herausziehen der Ocularröhre werden dem Objectivglase die Oculare nach der Entfernung der Gegenstände und der Beschaffenheit des Auges mehr oder weniger genähert. Das Objectivglas giebt ein verkehrtes Bild, die beiden ersten Oculare kehren es um, bewirken also ein aufrechtes Bild, und dieses wird von dem dritten dem Auge vergrößert darge stellt. Da man im Erdfernrohre nur das zweite Bild sieht, so erscheinen die Gegenstände weniger hell als im Sternrohre. Es giebt übrigens Erdfernrohre mit vier und mehr Oculargläsern. Die besten sind die achromatischen oder Dollond'schen Fernrohre. — Die Frauenhofer'sche Fabrik in München.

## §. 191. 4) Die Reflectoren,

deren Erfindung in das 17. Jahrhundert fällt, zerfallen ebenfalls in 3 Arten, die ihre Namen von den Erfindern Newton, Cassiegram und Gregory erhalten haben. Das Newton'sche enthält im Hintergrunde einer Röhre einen metallenen Concauspiegel, innerhalb der Brennweite desselben in der Achse unter einem Winkel von 45 Grad gegen sie geneigt einen kleinen Planspiegel, und in der Seitenwand in einer besonderen Röhre eine Convexlinse.

Der Concaßpiegel ist hier der Objectivspiegel; die durch ihn zurückgeworfenen Strahlen werden, ehe sie in seinem Brennpunkte oder in dessen Nähe ein Bild bewirken, mittels des Planspiegels in die Brennweite nahe an dem Brennpunkte der sich seitwärts befindenden Converglinse, die das Ocularglas ist, reflectirt und machen hier ein Bild, welches das Auge durch diese Linse unter einem größeren Sehwinkel sieht.

Anmerk. Das größte Instrument dieser Art ist das von Herschel zusammengekehrte ungeheure Tiefenteleskop, welches sich auf der Sternwarte zu Greenwich in England befindet und mit einer Hand leicht dirigirt werden kann. Es ist 46 Fuß lang und hat 5 Fuß im Durchmesser; der Concaßpiegel wiegt 1000 Pfund, das ganze Teleskop wiegt 4000 Pf. Es vergrößert den Durchmesser 7000 Mal; in einer Entfernung von 1500 Fuß konnte man mit ihm die kleinste Schrift noch deutlich lesen. Der Planspiegel aber ist hierbei von Herschel weggelassen. — Kinder oder Sucher.

Die beiden anderen Arten Reflectoren haben einen durchbrochenen Concaßpiegel.

#### §. 192.

Unter denjenigen optischen Instrumenten, welche besonders dazu dienen, unterhaltende Erscheinungen zu gewähren, sind besonders noch folgende zu erwähnen.

##### 1) Die Camera obscura,

oder dunkle Kammer, wird häufig von Malern zum Aufnehmen gewisser Landschaften benutzt. Ein dunkler Kasten hat vorn in einer Seitenwand eine Röhre mit einem convergen Glase. Wenn man dasselbe nach gewissen Gegenden hin richtet, so kommen die Lichtstrahlen derselben in das Glas, werden darin gebrochen und fallen gebrochen auf einen im Kasten unter einem Winkel von 45° nach der Röhre hin mit der spiegelnden Fläche herunterwärts gerichteten, ebenen Spiegel. Dieser Spiegel

wirft die Strahlen bei ihren Vereinigungspunkten auf in dem Kasten liegendes weißes Papier, auf welchem man das verkehrte und verkleinerte Bild sieht. Ist die blanke Fläche des Spiegels aufwärts gerichtet, so wird auch das Bild von den Gegenständen aufwärts geworfen, und zwar auf ein matt geschliffenes Glas, auf welchem es dann deutlich wahrzunehmen ist. Es ist dieser Anblick aber um so schöner und überraschender, als man die betrachteten Bilder alle belebt sieht; die kleinen Menschen gehen, reiten u.; die Thiere fressen, bewegen sich u.

Anmerk. Merkwürdig ist in der neuesten Zeit die Anwendung der Camera obscura zur Darstellung von Daguerreotypen genommen, d. h. von Bildern, welche auf Metallplatten, die man vorher mit Salz bestreut hat, als bleibend erscheinen. Sie sind also eine materielle Wirkung des Lichtes.

#### §. 193.

2) Der optische und perspectivische Kasten, im gewöhnlichen Leben Guckkasten genannt, ist zusammengesetzt aus einem Converglase von großer Brennweite, welches senkrecht angebracht ist, und einem Planspiegel, welcher am oberen Rande des Glases unter 45° Neigung gegen dasselbe, also auch gegen den Horizont, befestigt ist. Das Ganze befindet sich in einem Kasten oder auf einem bloßen Gestelle. Werden nun Bilder horizontal und in Bezug auf den Zuschauer verkehrt unter den Spiegel gelegt, so erscheinen sie darin, durch das Converglase betrachtet, aufrecht und vergrößert.

#### §. 194.

3) Die Laterna magica, Zauberlaterne, ist ein Kasten, gewöhnlich mit zwei Converglinsen, einem Concaßpiegel und einer Lampe. Die

Lampe und der Spiegel dienen nur zur Beleuchtung des Gegenstandes, welcher zwischen der ersteren und den beiden Linsen eingeschoben und meistens das Bild eines Menschen oder Thieres ic. ist, welches mit durchsichtigen Farben auf eine weiße reine Glastafel getragen ist. Die beiden Linsen befinden sich in 2 verschiedenen Röhren, welche in einander gesteckt und in die zur Deutlichkeit des Bildes nöthige Entfernung gebracht werden können. Wenn nun der Docht der Lampe im Brennpunkte des Spiegels brennt, so werden diejenigen Strahlen der Lichtflamme, welche auf den Hohlspiegel fallen, parallel auf das hinter die Röhre geschobene Gemälde kommen und es so stark erleuchten, daß Strahlen von demselben, welche in den Gläsern gebrochen werden, vor der Röhre sich zu einem wahren, aber verkehrten Bilde vereinigen. Um dieß zu verhüten, schiebt man die Bilder gleich verkehrt in die Oeffnung hinter der Röhre und bringt die Laterne in eine solche Entfernung von der weißen Wand, daß das Bild genau auf die Fläche derselben fällt. Es versteht sich von selbst, daß die Zimmer, in denen man dergleichen Versuche macht, übrigens ganz finstler sein müssen. — Hierauf gründen sich die sogenannten Geistererscheinungen.

## Elftes Kapitel.

### Die Electricität.

#### §. 195. Was ist Electricität?

Das Wort Electricität bezeichnet theils den Inbegriff der elektrischen Erscheinungen, theils den Zustand eines Körpers, in welchem er diese Erscheinungen zeigt, theils

endlich die Ursache der elektrischen Erscheinungen, die man sich als eine freie, in den Körpern vorhandene Materie denkt.

Electricisch nennt man aber einen Körper dann, wenn er leichte Körperchen zuerst anzieht und nach erfolgter Berührung wieder abstößt, im Finstern leuchtet, einen Funken von sich giebt, wenn man ihm mit dem Finger zu nahe kommt, in welchem man zugleich einen stechenden Schmerz wahrnimmt, ferner ein Knistern dabei hören läßt, einen phosphorartigen Geruch verbreitet und endlich die Eigenthümlichkeit hat, daß man in ein Spinnweb zu greifen glaubt, wenn man ihm die Hand nahe bringt.

Anmerk. Das Wort ist von dem griechischen Namen des Bernstein, *ήλεκτρον*, abgeleitet, weil man an diesem Minerale jene Eigenschaften zuerst bemerkte.

#### §. 196. Fortsetzung.

Die Electricität eines Körpers ist nun aber entweder eine ursprüngliche oder mitgetheilte, je nachdem sie in ihm unmittelbar oder mittelbar erzeugt worden ist. Jenes geschieht durch Reibung oder Berührung zweier Körper, die beide noch keine Electricität haben, durch Erwärmung; dieses dadurch, daß ein schon elektrischer Körper einem anderen noch nicht elektrischen, welcher in seine Nähe kommt oder ihn berührt, die Electricität mittheilt.

Anmerk. Eine Siegellack- oder Glasstange mit wollenem Zeug gerieben wird elektrisch — eine Zinkplatte und eine Kupferplatte mit gläsernen Bänken versehen, zeigen bei der Berührung Electricität — der Topas wird durch heiße Asche, der Stangenschwefel durch die Handwärme, seidene Kleider durch die Körperwärme, Siegellack und Chocolate durch Schmelzen elektrisch. — Der Bitterstein, Bitteraal, Bitterwels sind elektrische Fische.

#### §. 197. Leiter und Nichtleiter.

In Bezug auf die Fähigkeit der Mittheilung der Electricität, Naturlehre.

tricität der Körper theilt man letztere ein in Leiter und Nichtleiter, welche sich in folgenden Punkten von einander unterscheiden:

1) In den Nichtleitern erregt man die Elektrizität durch Reibung, in den Leitern ist dieß, unter gewissen Bedingungen, nur in einem sehr geringen Grade möglich; man nennt jene daher auch oft elektrische und diese unelektrische Körper.

2) Der Nichtleiter hält die einmal empfangene Elektrizität fest, er leitet sie nicht weiter; der Leiter dagegen giebt die erhaltene Elektrizität sogleich an andere Körper ab, mit denen er in Verbindung kommt.

3) Ebenso, als man im Stande ist, bei einem Nichtleiter nur eine einzige Stelle zu elektrisiren, kann man auch, wenn der ganze Nichtleiter elektrisirt ist, bloß der Stelle die Elektrizität nehmen, welche man mit einem Leiter berührt; alle anderen Theile des Körpers bleiben elektrisch. Ein elektrisirter Leiter aber verliert bei seiner Berührung die Elektrizität aus allen seinen Theilen.

Aus diesem Grunde elektrisirt man die Nichtleiter am besten durch Reibung, die Leiter dagegen durch Mittheilung.

Anmerk. Zu den Leitern gehören: Metalle, Kohle, Wasser und alle wasserhaltigen Körper, daher auch die feuchte Luft, Pflanzen- und Thierkörper. Nichtleiter sind: trockenes Glas, Harz, Schwefel, Siegellack, Bernstein, Schokolade, Zucker, Seide, Haare, trockene nicht verdünnte Luft.

Man unterscheidet noch sogenannte Halbleiter: Papier, Eisenblech, Marmor, Thon, Kreide.

### §. 199. Das Isoliren.

Um zu bewirken, daß ein Leiter die empfangene Elektrizität nicht so schnell an einen anderen Körper wieder abgibt, daß er sie vielmehr eine längere Zeit bei sich behalte, bringt man ihn mit einem Nichtleiter in Verbindung,

d. h. man isolirt ihn (trennt ihn von dem Körper, in welchen seine Elektrizität übergehen könnte). Dieß geschieht gewöhnlich so, daß man den Leiter auf eine Glas- oder Harzunterlage legt, oder an seidene Fäden oder Schnüre hängt, oder, wenn er flüssig ist, in gläserne Gefäße einschließt.

Anmerk. Der sogenannte Isolirfluß.

### §. 199. Positive und negative Elektrizität.

Die Erscheinung, daß die von einer elektrischen Siegellackstange angezogenen Korfkügelchen von einer ebenfalls elektrischen Glasstange abgestoßen wurden, daß ferner die Kügelchen, wenn sie beide an ein und derselben Stange elektrisirt waren, einander abstießen, war die Ursache, daß man früher eine Glas- und eine Harzelektrizität als 2 sich entgegengesetzte elektrische Materien annahm, weil man fälschlicher Weise glaubte, es sei die eine stets an das Glas, die andere nur an das Harz gebunden. Später fand man jedoch, daß nicht bloß der geriebene, sondern auch der reibende Körper die Art der Elektrizität bestimme, und daß insbesondere Glas sowohl, als Harz beide Elektrizitäten nach Beschaffenheit des Reibzeuges annehmen könnten. Man führte daher, weil sich entgegengesetzte Elektrizitäten, wenn sie gleich stark sind, wie gleiche entgegengesetzte Größen in der Mathematik aufheben, die Namen positive und negative Elektrizität ein (+ E und - E), und dachte sich unter ersterer die in dem mit Wolle geriebenem Glase entstandene, unter letzterer die in dem mit Wolle geriebenem Siegellack erzeugte.

Anmerk. Wann ist ein Körper positiv, und wann negativ elektrisch?

Hierbei gilt vorzugeweise das Gesetz: Ungleichnamige Elektrizitäten ziehen einander an, gleichnamige aber stoßen einander ab.

## §. 200. Fortsetzung.

Bei der Mittheilung der Electricität ist übrigens die Gestalt der Körper von einem nicht unwesentlichen Einflusse. Genau ebene geben die Electricität eben so schwer ab, als sie dieselbe annehmen; leichter thun die etwas abgerundeten, am leichtesten die spitz zulaufenden. Vorzüglich merkwürdig ist dabei die Form des elektrischen Lichtes, welches bei abgerundeten Körpern als Funken, bei Spizen meist als Feuerbüschel erscheint.

Anmerk. Die positive Electricität strömt aus Spizen als Feuerbüschel oder Strahlenkegel aus, die negative als leuchtender Punkt oder Stern.

## §. 201. Die wichtigsten auf der Electricität beruhenden Erscheinungen und Instrumente.

Kommt es darauf an, ursprüngliche Electricität zu erregen und anderen Körpern mitzutheilen, so bedient man sich der Elektrifirmaschine oder des Electrophors.

## a) Die Elektrifirmaschine.

Obgleich diese Maschine schon im 17. Jahrhundert durch Otto v. Guericke erfunden ward, so ist sie doch erst seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts in Gebrauch gekommen und seit dieser Zeit in hohem Grade vervollkommen worden. Ihre wesentlichen Bestandtheile sind:

1) ein Nichtleiter, der geriebene Körper, meistens Glas, in der Form eines Cylinders oder einer Scheibe;

2) der reibende Körper oder das Reibzeug, bei der Glasmaschine ein gewöhnlich mit Haaren ausgestopftes und auf der dem Nichtleiter zugewendeten Seite mit einem Amalgame (Zinn, Zink, Quecksilber) bestrichenes Lederkissen, dessen Form sich nach der Form des Nichtleiters richtet;

3) der Conductor, Hauptleiter, meist ein hohler

auf Glasfüßen stehender, also isolirter Cylinder aus Metallblech, welcher die durch das Reiben der beiden ersten Körper entstandene Electricität, die bei Glasmaschinen positiv ist, aufnimmt. Ein besonderer Theil desselben, der die Electricität unmittelbar vom Nichtleiter erhält, heißt der Zuleiter.

Will man durch die Glasmaschine negative Electricität erhalten, so muß das Reibzeug isolirt sein und ein besonderer Conductor daran gestellt werden, während der Conductor der Maschine mit der Erde leitend verbunden wird. Ueberhaupt aber hängt die Wirksamkeit der Elektrifirmaschine vorzüglich von der Größe der geriebenen Fläche am Nichtleiter, von der Zahl der Umdrehungen und von der Wärme des Reibzeuges und des Nichtleiters ab.

Anmerk. Nach dem Stoffe, aus welchem der Nichtleiter gefertigt ist, unterscheidet man Holz-, Glas- und Zeugmaschinen; nach der Form des Nichtleiters Kugel-, Cylinders- und Scheibenmaschinen. — Die Bewegung des Nichtleiters wird durch eine an ihm befindliche Kurbel bewirkt. Der Conductor ist an seinen Enden möglichst abgerundet, und sein Zuleiter gewöhnlich an dem dem Nichtleiter zugewendeten Ende mit einer Schneide oder wehren Spizen versehen. Warum dieß?

## §. 202. Fortsetzung.

Die gewöhnlichsten Versuche, welche man mit der Elektrifirmaschine macht, sind etwa folgende:

a) Anziehen und Abstoßen: Korfkügelchen an leinernen und seidenen Fäden um den Conductor gehängt — Puppentanz der Hollunder- und Goldkügelchen — elektrisches Glockenspiel — das Aufschwellen eines Büschels von Haaren oder Baumwolle — Tropfen flüssigen Siegellackes auf dem Conductor erzeugen Siegellackfäden — das Kopfsaar eines Menschen hebt sich empor, wenn er auf einem Isolirsuhle steht und den Conductor berührt.

b) Leuchtende Versuche: Im Finstern sieht man beim Drehen der Maschine das elektrische Licht in Büscheln aus dem Nichtleiter in den Zuleiter strömen — auf jeden Leiter, den man in die Nähe des Conductor bringt, springt ein Funken, sowie aus allen Theilen eines auf dem Isolirfuhr sitzenden Menschen, welcher den Conductor hält — man kann einen Menschen mit einem elektrischen Strahlenglanze umgeben — leuchtende, verschiedenfarbige Figuren auf Glas, das mit verschiedenen Metallstreifen belegt ist — der Blitzstrahl, das Nordlicht.

c) Zündende Versuche: Anzünden eines ausgelöschten, aber noch glimmenden Wachstöckes — des Spiritus, eines mit Naphtha getränkten Baumwollensäckchens, der brennbaren Luft, der Knallluft — elektrische Pistole.

Anmerk. Nicht immer gelingen bei gleicher Sorgfalt diese elektrischen Versuche; Kleinigkeiten haben oft einen bedeutenden Einfluss, sowie die Beschaffenheit der Luft in dem Zimmer, in welchem experimentirt wird.

### §. 203.

#### b) Der Elektrophor.

Der Elektrophor, dessen Erfindung 1776 durch Volta geschah, besteht aus der Form oder Schüssel, dem Kuchen, welcher mit der Schüssel die Basis bildet, und dem Deckel oder der Trommel. Die Schüssel ist eine eckige oder runde Form aus einem Leiter, Eisenblech oder Holz mit Zinnfolie, oder auch aus Pappe mit Gold- oder Silberpapier überzogen. Der Kuchen ist ein Nichtleiter, welcher die Schüssel ausfüllt, meist geschmolzenes Harz oder Siegellack oder eine Mischung von Pech, Wachs und Terpentin. Der Deckel ist eine leitende Platte von Eisenblech, von Zinn, oder von mit Stanniol oder Silberpapier überzogener Pappe, von etwas kleinerem Durchmesser als der Kuchen und mit einer isolirenden Handhabe,

einem Glasstabe oder seidenen Schnuren zum Heben versehen.

### §. 204. Erscheinungen beim Elektrophor.

Um die Elektricität im Elektrophor, der isolirt und nicht isolirt sein kann, zu erregen, peitscht man, nachdem der Deckel abgenommen worden ist, mit einem Fuchschwange oder Ragenfelle den Kuchen, worauf sich 3 Haupterscheinungen beobachten lassen:

1) Der Deckel auf den Kuchen gesetzt und bald oder später abgehoben, zeigt keine elektrische Erscheinung.

2) Der Deckel auf den Kuchen gesetzt und mit dem Finger berührt, giebt einen Funken; hebt man ihn ab und berührt ihn abermals, so giebt er einen neuen Funken.

3) Der Deckel wieder auf den Kuchen gesetzt und gleichzeitig sowohl er, als auch die Schüssel mit den beiden äußersten Fingern der Hand berührt, verursacht einen erschütternden Schlag und giebt bei nachherigem Aufheben dem genäherten Finger einen stärkern Funken als im zweiten Falle; bei dem isolirten Elektrophor giebt auch die Schüssel Funken.

Anmerk. Der Deckel ist, nachdem er auf dem Kuchen liegend berührt und von diesem entfernt worden ist, das, was der Conductor der Elektrirmaschine ist; er wird daher auch oft statt dessen gebraucht, wobei er den Vorzug hat, unter günstigen Umständen die einmal erregte Elektricität Monate lang festzuhalten. Man nennt ihn daher auch Elektricitätsträger.

### §. 205. Fortsetzung.

Hat man die Absicht, die schon erregte Elektricität anzuhäufen, um dadurch noch stärkere Wirkungen hervorzu- bringen, so gebraucht man die elektrischen Flaschen, Tafeln und Batterien.

## 1) Die elektrischen Flaschen und Tafeln.

Die ersteren nennt man auch Verstärkungsflaschen, Leydner oder Kleist'sche Flaschen. Sie sind Becher von dünnem Glase, in- und auswendig mit Belegungen, d. i. mit leitenden Körpern, meist Stanniol oder Goldpapier, bis 1 — 2 Zoll vom oberen Rande überzogen. Im Innern des Bechers wird auf der Metallbelegung ein Draht, der über demselben in einem Knopfe hervorragt, aufgerichtet, den man nur als eine zu Versuchen bequemere Fortsetzung der inneren Belegung zu betrachten hat. Der obere unbelegte Rand wird mit Schellack überstrichen, welcher in Weingeist aufgelöst wurde. Die elektrische Tafel, auch Franklin'sche Tafel genannt, ist gleichsam nur eine in die Ebene ausgebreitete elektrische Flasche. Sie besteht aus einer Glastafel, die auf beiden Seiten, doch nicht bis zum Rande, mit leitenden Belegungen versehen ist.

## §. 206. Fortsetzung.

## Das Laden und Entladen.

Eine elektrische Flasche laden heißt, sie mit Elektrizität versehen, indem die eine Belegung mit einem elektrischen Körper, z. B. die innere mit dem Conductor der Elektrisirungsmaschine, die andere aber mit der Erde in leitende Verbindung gesetzt wird, z. B. die äußere mit der Hand eines Menschen. Die innere Belegung nimmt dann allemal die Elektrizität des Conductors (positive oder negative), die äußere aber stets die ihr entgegengesetzte an. Die Flasche wird dann entladen oder ihrer Elektrizität beraubt, wenn beide Belegungen mittels eines Leiters verbunden werden, indem man sie z. B. mit der einen Hand an der äußeren Belegung hält, mit der anderen den Knopf berührt.

Anmerk. Entladung der Flasche durch einen, durch mehrere Menschen, durch eine Metallplatte; die dabei stattfindende Erschütterung in den Gelenken, den Schultern, in der Brust ist die Folge des Ueberpringens des elektrischen Funkens — Entzündung leicht entzündlicher Körper; Durchbohrung eines Kartenblattes. — Das Residuum — die allmähliche Ausladung durch Berührung, durch Spigen, durch die Luft. — Die sogenannten Auslader.

Der elektrische Becherapparat einer elektrischen Flasche beweist, daß sich die Elektrizität nicht blos in den Belegungen, sondern auch in den Oberflächen des Glases befindet.

## §. 207.

## 2) Die elektrische Batterie.

Dieselbe besteht aus mehreren elektrischen Flaschen, deren äußere Belegungen mit einander, wie auch die inneren in leitender Verbindung stehen; jene dadurch, daß alle Flaschen auf dem gewöhnlich mit Stanniol belegten Boden eines Kastens stehen, diese dagegen dadurch, daß entweder durch alle Knöpfe ein Draht gezogen ist, oder daß sich alle Drähte der Flaschen in einem gemeinschaftlichen Metallknopfe vereinigen. Natürlich werden auf diese Weise auf einmal alle Flaschen geladen und auch entladen und die Wirkung muß daher eine weit stärkere sein als bei der einzelnen Flasche.

Anmerk. Ein einziger Funken der Batterie durchbohrt ein Spiel Karten, macht Metallfäden glühend, schmelzt und verflüchtigt sie; die Erschütterung ist so groß, daß dadurch Thiere getödtet werden können — Stahldrähte werden magnetisch, schon magnetische werden geschwächt. — Die Rückstände in der Batterie erfordern die größte Vorsicht.

## §. 208.

Diejenigen Luftercheinungen, welche vorzüglich durch die Elektrizität hervorgebracht werden, und Elektro-meteore genannt werden, sind vorzüglich der Blitz mit sei-

nem Gefolge, dem Donner, das Wetterleuchten, die Wetterlichter und die Wasserhosen.

### 1) Der Blitz und Donner, das Gewitter.

Den Blitz hat man sich als einen großen elektrischen Funken zu denken, zwischen zwei Wolken oder einer Wolke und der Erdoberfläche, welcher die Luft gewaltsam trennt und dadurch, daß die getrennte Luft sich wieder vereinigt, ein Getöse verursacht, welches, indem es die Erde und die Wolken als Echo wiedergeben, den sogenannten Donner hervorbringt. Schon der Funke eines Conductors einer Elektrisirmaschine verursacht ein gewisses Geräusch, wie viel mehr ein so großer elektrischer Funke. Das Zickzack des Blitzes hat seinen Grund jedenfalls in einem mehrmaligen Abweichen vom geradlinigen Wege. Seine Wirkung ist im vergrößertem Maßstabe die einer elektrischen Batterie. Der Blitz und der Donner, begleitet von Regen, Hagel, Sturm *ic.* bilden das Gewitter, welches gewöhnlich im Sommer erscheint und zwar meist an den Nachmittagen schwüler Tage; Gewitter im Winter sind in der Regel sehr heftig.

### §. 209. Fortsetzung.

#### Der Blitzableiter.

Vor dem Einschlagen oder Entzünden der Gebäude durch den Blitz schützt man letztere durch den Blitzableiter, welchen der berühmte Franklin 1752 erfand. Es ist derselbe aber weder im Stande, die Gewitterwolken zu entkräften, noch auch den Blitz zu verhüten, vielmehr soll er den Blitz nur von den Gebäuden ab in die Erde leiten und ihn dadurch unschädlich machen. Er besteht deshalb hauptsächlich aus einer langen Metallstange, welche über das Haus an beiden Seiten herab, bis einige Fuß in die feuchte Erdoberfläche geleitet wird.

Anmerk. Blitzeilen scheinen Blitze von der Erde in die Wolken zu fahren — eine besondere Wirkung sind die sogenannten aus geschmolzenem Sante entstandenen Blitzröhren — aus der Zeit, die zwischen Blitz und Donner verstreicht, schließt man auf die Entfernung — Vorsichtsmaßregel überhaupt:

Vermeide die Nähe guter Leiter der Elektricität, Erhitzung des Körpers, mit Rauch und Dünsten angefüllte Orte, im Freien die Nähe hoher Gegenstände. — Besondere Vorsichtsmaßregeln beim Gewitter im Hause.

### §. 210. Fortsetzung.

Ueber die Entstehung der Elektricität in den Wolken ist man noch nicht ganz im Klaren. Durch mancherlei Beobachtungen ist man zu der wahrscheinlichen Annahme gekommen, daß sie auf einem augenblicklichen chemischen Prozesse in den Wolken beruht, da die Wolken, als aus Dünsten bestehend, Elektricität nicht anhäufen können und man doch oft ein und dieselbe Wolke schnell mehrmals hintereinander blitzen sieht. Vielleicht führt ihnen auch die Luft, welche in trockenem Zustande elektrisch geworden ist, Elektricität zu, indem eine durch Erwärmung ausgedehnte und dadurch in Bewegung gesetzte Luftmasse sich an einer anderen reibt; vielleicht wirken auch Verteilung und Mittheilung der Elektricität von der Erde her mit.

### §. 211. Das Wetterleuchten.

Jedenfalls ist auch diese Erscheinung elektrischer Natur. Man hält sie theils für ein ruhiges Ausströmen der Elektricität aus den damit überladenen Wolken, oder für eine Beleuchtung der Wolken durch den Blitz eines Gewitters, das uns seiner großen Entfernung wegen den Donner nicht hören läßt. Manche halten es auch für ein Gewitter in hohen Regionen, wo die Luft so dünn ist, daß sie den Donner nicht bis zu uns fortpflanzt.

### §. 212. Die Wetterlichter.

So werden diejenigen elektrischen Lufterscheinungen genannt, welche man vor und während der Gewitter an den Spizen der Thürme, Bligableiter, der Schiffsmasten, an den Pferdeohren ic. wahrnimmt. Jedensfalls sind sie ein langsames Ausströmen der Erdelektricität, die sich mit der entgegengesetzten Lufterlektricität verbindet.

Anmerk. Das sogenannte St. Elmsfeuer auf den Schiffsmasten — Castor und Pollux auf den Spizen der im Lager aufgestellten Speere bei den alten Römern.

### §. 213. Die Wasserhosen.

Die Wasserhosen sind Gewitterwolken, welche sich auf das Meerwasser herablassen und dasselbe in hohen Säulen, in denen oft Blitze zucken, mit sich empornehmen und, begleitet von heftigem Brausen und Rischen, fortführen, dabei meist Alles vernichten, worauf sie stoßen.

Anmerk. Ihre wahre Natur ist noch nicht gänzlich erforscht. — Die Landhosen.

## Swölftes Kapitel.

### Der Galvanismus.

#### §. 214. Was ist Galvanismus?

Unter dem Worte Galvanismus hat man sich entweder die Art der Elektricität zu denken, welche durch die Berührung verschiedenartiger Metalle, z. B. des Kupfers und Zinkes, entwickelt wird, oder auch den Inbegriff aller durch diese Berührungselektricität hervorgebrachten Erscheinungen.

Anmerk. Ein italienischer Arzt und Professor der Anatomie, *Alvysius Galvani*, entdeckte sie zufällig, als er einen Frosch mit verschiedenen Instrumenten zerlegte 1791. Ihm zu Ehren nannte man diese Elektricität Galvanismus.

#### §. 215. Die galvanischen Leiter oder Erreger.

Diese unterscheiden sich in solche der ersten und zweiten Klasse. Jene sind feste elektrische Leiter, besonders die Metalle, und als solche mehr geeignet, Berührungselektricität zu erzeugen; diese sind die Flüssigkeiten. Weil nun aber der Galvanismus bloß durch Leiter erregt wird, so heißen diese auch Erreger und zwar die festen Erreger der ersten, die flüssigen Erreger der zweiten Klasse.

#### §. 216. Die einfache galvanische Kette.

Die Verbindung zweier Erreger der ersten Klasse mit einem der zweiten als Zwischenkörper, gewöhnlich zwei Metalle mit einer Flüssigkeit, nennt man eine einfache galvanische Kette. Je verschiedenartiger die Metalle sind, je besser die Flüssigkeit als Leiter wirkt, desto stärker wirkt auch die Kette. Als die gewöhnlichsten Erreger gebraucht man Zink und Kupfer und als Zwischenkörper eine Salzauflösung (Salmiak am besten), oder eine Säure. Man nennt die Kette geschlossen, wenn die beiden Metalle durch einen Leiter verbunden sind. Die Wirkungen derselben zeigen sich bedeutend verstärkt bei der galvanischen Säule.

Anmerk. Einfache galvanische Ketten sind folgende. Eine Zink- und eine Kupferplatte mit dazwischen gelegten feuchten Tuchläppchen; ein Kupfer- und ein Zinkstäbchen oder ein Bleistreifen und ein silberner Kaffeelöffel bewirken, wenn die Zunge zwischen sie gelegt wird und sie sich an den freien Enden berühren, einen eigenen Geschmack im Augenblicke der Berührung, am Zink oder Blei einen säuerlichen, am Kupfer oder Silber einen laugenhaften; ein Zinkstäbchen auf das linke Zahnfleisch der oberen Zahnreihe, und ein Kupferstäbchen auf das

rechte auch oben gelegt und äußerlich in Berührung gebracht, bemerken im Augenblicke der Berührung eine Lichterscheinung; ein Bleistreifen und ein silberner Kaffeelöffel kann ebenso gebraucht werden; legt man an den Nerven eines entblöhten Froschschenkels ein Zinkstäbchen, an den Muskel ein Silberstäbchen, so entstehen im Augenblicke der Berührung der anderen Enden der Stäbchen Zuckungen im Schenkel.

## §. 217.

Die galvanische Batterie oder Volta'sche Säule.

Sie hat ihren Namen von dem Entdecker, Alexander Volta, einem Professor der Physik zu Pavia († 1827) erhalten, und ist eine Verbindung vieler einfacher Ketten, wodurch die Berührungselektricität oder der Galvanismus bedeutend verstärkt wird. Sie besteht meist aus 20—100 und mehr Plattenpaaren von der Größe der Thaler aus Zink und Kupfer, die stets in derselben Ordnung über einander gelegt und von einander durch mit Salzwasser angefeuchtete Filzläppchen getrennt werden (also z. B. kzkzkzkz, oder zkkzkzk). Drei auf einem hölzernen Fußgestelle angebrachte trockene Holzstäbchen oder Glasröhren, deren obere Enden in eine Holzscheibe passen, schützen die Säule vor dem Umfallen.

Die Enden der Säule heißen Pole, der eine Zinkpol, der andere Kupferpol, oder auch jener der positive, dieser der negative.

## §. 218. Fortsetzung.

Die Säule ist geschlossen oder wird entladen, wenn ihre beiden Pole mittels eines Leiters verbunden werden. Diese Entladung dauert so lange fort als die Schließung der Säule, weil die Erzeugung der Elektricität in der Säule nicht unterbrochen wird. Nur in dem Zustande des Nichtgeschlossenseins zeigt die Säule ihre freie Elektricität; sobald sie geschlossen wird, verliert sie alle Neu-

ferung der freien Elektricität nach außen, wirkt dann aber zerlegend und zusammensetzend, Licht, Wärme, Magnetismus u. erzeugend, und dieß ist ein Hauptvorteil der galvanischen Säule. Die Wirksamkeit der Säule ist im Allgemeinen durch die Verschiedenheit der Metalle, durch die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit, auch durch die Größe und Anzahl der Plattenpaare bedingt. Die Metalldrähte, mit denen man die Säule schließt und welche an den Polen angebracht sind, heißen Poldrähte.

## §. 219. Fortsetzung.

Die gewöhnlichsten Versuche mit der galvanischen Säule sind etwa folgende:

1) Das Anziehen und Abstoßen leichter isolirter Korkfägeln.

2) Das Laden einer Leydner Flasche, indem die innere Belegung mit dem einen, die äußere mit dem anderen Pole leitend verbunden wird.

3) Berührt man den einen Pol mit der einen, den anderen mit der anderen Hand, so empfindet man eine elektrische Erschütterung, einem Ziehen, nicht einem Stoße, zu vergleichen, welche so lange dauert, als die Verbindung stattfindet.

4) Berührt man den einen Pol mit der Zunge, den anderen mit der Hand, so hat man eine Geschmacksempfindung, am positiven Pole eine säuerliche, am negativen eine laugenhafte.

5) Mittels eines benetzten Theiles der Stirn und Hand hat man bei der Entladung eine augenblickliche Lichterscheinung.

6) Die in der Säule entwickelte Wärme kann Metalldrähte, mittels derer die Pole verbunden werden, zum Glühen und Schmelzen bringen.

7) Leicht entzündbare Körper, wie Knallluft, Phosphor, Schwefel, Blattgold etc. werden durch einen Funken entzündet, welcher sich zeigt, sobald man mit einem isolirt gehaltenen Poldrahte den anderen oder seinen Pol berührt.

8) Die Zersetzung des Wassers in Sauerstoff- und Wasserstoffgas.

## Dreizehntes Kapitel.

### Der Magnetismus.

#### §. 220. Die Magnete überhaupt.

Im Allgemeinen erkennt man die Magnete an zwei Haupteigenschaften und zwar daran, daß sie Eisen und eisenhaltige Körper anziehen und festhalten, und daß sie, sobald sie sich frei bewegen können, immer eine bestimmte Richtung oder Lage annehmen. Magnetismus hat daher eine mehrfache Bedeutung; entweder ist es der Inbegriff aller Erscheinungen an den Magneten, oder der Zustand der Körper, in welchem sie magnetische Erscheinungen zeigen, oder endlich die Kraft der Magnete (magnetische Kraft), welche jene Erscheinungen bewirkt.

#### §. 221. Natürliche und künstliche Magnete.

Der natürliche Magnet ist ein schwärzliches Eisenerz (Magnetstein, Magneteisenstein), welches die magnetische Kraft ursprünglich oder von Natur besitzt. Der künstliche Magnet dagegen ist ein Stück Eisen, welchem durch künstliche Behandlung die magnetische Kraft erst mitgetheilt worden ist. Man kann daher auch einen natürlichen und einen mitgetheilten Magnetismus unterscheiden, deren Wirkungen aber nach denselben Gesetzen erfolgen.

Anmerk. Der Name Magnet rührt von der asiatischen Stadt Magnesia her, bei welcher man den natürlichen Magnet zuerst gefunden haben soll; jetzt findet man ihn auch in Norwegen, Schweden, Ungarn, Böhmen, Deutschland etc.

Die künstlichen Magnete haben entweder die Form eines Stabes, oder Nadelns, oder einer Nadel, und haben ihre Kraft meist durch Streichen mit einem natürlichen Magnet erhalten.

#### §. 222. Die Magnetpole.

Nicht an allen Stellen seiner Oberfläche zieht der Magnet das Eisen gleich stark an, er hat vielmehr zwei einander entgegengesetzte Punkte, wo seine Ziehkraft gegen das Eisen am stärksten ist. Diese Punkte nennt man die Pole des Magnetes, und die sie verbindende gerade Linie seine Achse. Merkwürdig ist hierbei, daß bei freier Bewegung des Magnetes die beiden Pole stets eine bestimmte Richtung annehmen und zwar so, daß sich der eine immer nach Norden, der andere immer nach Süden wendet. Jener heißt deshalb auch der Nordpol (+), dieser der Südpol (—), von welchen beiden bei der Annäherung mehrerer Magnete das Gesetz gilt: „Gleichnamige Pole stoßen einander ab, ungleichnamige ziehen einander an.“

Anmerk. Freundschaftliche und feindschaftliche Pole — Magnete mit mehr als zwei Polen oder zusammengesetzte Magnete — Magnetische Spielereien mit Enten, Schwänen, Fischen etc.

#### §. 223.

#### Die armirten oder bewaffneten Magnete.

Die bewaffneten Magnete geben eine außerordentlich verstärkte Wirkung. Das Bewaffnen geschieht, indem die Stellen der Pole abgeschliffen und mit Platten von weichem Eisen belegt werden. Diese Platten, an den Magneten angeschraubt, enden an einer Seite derselben in

Seiten, Naturk. etc.

dickeren Füßen, die künstlichen Pole genannt, an welche ein Eisenstück, der Anker, versehen mit einem Haken zum Aufhängen von Gewichten, gelegt wird. Beide Pole wirken dann mit vereiniger Kraft, wie bei Hufeisenmagneten, nach einer und derselben Richtung.

Anmerk. Die magnetische Kraft wird schon beim nicht armirten Magnete geschwächt, wenn man ihn nicht ein so großes Gewicht tragen läßt, als er zu tragen vermag; ja sie kann sich wohl gar verlieren durch Rosten oder Glühen des Magnetes. — Die armirten Magnete tragen ungleich stärker. Ein solcher von 20 Pfund trug einen Centner; Kemton hatte einen Magnet von 3 Gran, welcher 700 Gran Gewicht trug; ein Magnet, der unarmirt 3 Gran trug, hob armirte ein Gewicht von 1052 Gran; ein anderer zog nicht armirte 1 Gran, armirte aber 764 Gran; ein Magnet von 1 Pfunde Gewicht trug unarmirt nur  $\frac{1}{2}$  Pfund, armirte 60 Pfund.

#### §. 224. Die Magnetnadel.

Die Magnetnadel ist ein künstlicher Magnet von Stahl, welcher auf einen senkrecht stehenden, spitzigen Stifte so gestellt ist, daß er sich leicht in horizontaler Richtung bewegen kann. Sie ist von verschiedener Größe und hat gewöhnlich die Gestalt eines Pfeiles oder eines unten und oben spitzigen Stahlstreichens. In der Mitte befindet sich ein Hütchen aus Messing oder Achat, in welches der Stifte kommt. Das eine Ende ist in der Regel durch ein einfaches Merkmal als der magnetische Nordpol bezeichnet, welcher sich, sobald die Nadel in Ruhe kommt, allemal nach dem himmlischen Nordpol richtet. Durch diese bestimmte Lage ist sie für Schiffer, Bergleute, Messtischler und Physiker ein unentbehrliches Instrument geworden. Um sie vor äußeren Zufällen zu schützen, ist sie gewöhnlich in ein mit einem Glase bedecktes Gehäuse eingeschlossen. Die Fläche, über welcher die Nadel spielt, stellt entweder einen in 360 Grade getheilten Kreis, oder die sogenannte Windrose, d. h. die verschiedenen Himmelsge-

genden dar. In dieser Gestalt wird sie auch Compaß oder Boussole genannt.

Anmerk. Die Erfindung des Seccompasses fällt in das 13. Jahrhundert u. Christi Geburt. — Die Chinesen sollen die Magnetnadel schon 1100 v. Christo gekannt haben.

#### §. 225. Die Abweichungen der Magnetnadel.

Der Nordpol der Magnetnadel zeigt jedoch nur an den wenigsten Orten unserer Erde genau nach dem wahren Nordpol, sondern derselbe zeigt nach Punkten, die bald östlich, bald westlich von dem wahren Nordpol entfernt liegen. Den dadurch entstehenden Winkel, um welchen das nördliche Ende der Nadel von dem wahren Nordpol abweicht, nennt man die Declination der Nadel. Ebenso bemerkt man, daß die Magnetnadel nicht eine vollkommen horizontale Richtung behält, sondern auf der nördlichen Erdhälfte mit ihrem Nordpol herunter, auf der südlichen Erdhälfte mit ihrem Südpol unter die Horizontalebene geneigt ist. Diese Abweichung heißt die Inclination der Nadel.

Anmerk. Außer diesen beiden Hauptabweichungen kommen noch andere vor, welche durch Tages- und Jahreszeiten, sowie durch Wärme, Kälte, Feuchtigkeiten, elektrische Erscheinungen, z. B. Gewitter, ic. bedingt sind. Ihre genaue Kenntniß und Berechnung ist dem Astronomen, Schiffer, Bergmann, Physiker ic. unerlässlich.

#### §. 226. Der Elektromagnetismus.

Den Beweis für die innige Verbindung des Magnetismus und der Elektrizität lieferte die von dem dänischen Naturforscher Dersted 1820 gemachte Entdeckung, daß Metalldrähte magnetische Erscheinungen zeigen, so lange sie sich in der Entladungskette der Volta'schen Säule befinden. Diese durch die Elektrizität hervorgebrachten Erscheinungen nannte man nun elektromagnetische Er-

scheinungen, deren Inbegriff den Elektromagnetismus, welcher auf diese Weise die Veranlassung zu einer ganz neuen Lehre in der Physik gab.

#### §. 227. Fortsetzung.

Dersted fand nämlich, daß wenn man den Leitungsdraht einer Volta'schen Säule über oder unter einer Magnetenadel, sei sie frei oder eingeschlossen, hingehen läßt, diese sogleich von ihrer Richtung abgelenkt wird, und nach einigem Hin- und Herschwingen in einer abweichenden Richtung stehen bleibt. Die Seite, nach welcher die Abweichung zuerst erfolgt, und nach welcher die Nadel zuletzt stehen bleibt, ist durch die Richtung des Leitungsdrahtes genau bestimmt. Dersted giebt darüber folgende Regel: Derjenige Pol der Magnetenadel, über welchem die negative Elektrizität eintritt, wird nach Westen, derjenige, unter welchem sie eintritt, nach Osten gedreht.

Anmerk. Geht der Leitungsdraht der Magnetenadel zur Seite und ihr parallel, so erfolgt eine Bewegung auf- oder niederwärts. — Diese Entdeckung wurde in der neuern Zeit der Gegenstand fortgesetzter Untersuchungen, welche noch manche andere für die Wissenschaft wichtige Entdeckungen zur Folge hatten, z. B. daß selbst unmagnetisches Eisen, ja sogar andere Metalle magnetisch gemacht werden können &c.

#### §. 228. Die Magneto-Elektrizität.

Ebenso, wie durch Elektrizität Magnetismus erzeugt werden kann, lassen sich durch den Magnet in einem schraubenförmig gewundenen Leiter elektrische Strömungen hervorbringen. Diese Entdeckung verdankt man einem gewissen Faraday im Jahre 1831. Man nennt die durch den Magnetismus entwickelte Elektrizität die Magneto-Elektrizität, ihre durch sie bewirkten Erscheinungen magneto-elektrische.

#### §. 229. Die Polarlichter.

Die Polarlichter, oder die Nord- und Südlichter, sieht man in den Polargegenden sehr häufig, seltner in den geringeren Breiten. Sie sind meistens nur im Winter vorkommende, theils in großen, theils in geringen Höhen der Atmosphäre stattfindende farbige Erscheinungen, die sich oft weit über den Himmel verbreiten und sich beständig in Lichtstärke und Farbenglanz ändern, auch wenn sie Stunden lang dauern sollten. Der Glanz, in dem sie erscheinen, der Wechsel der Farben, unter denen das Roth besonders hervorsticht, die Strahlen, in denen sich das Licht verbreitet, die beständige Bewegung, die man an ihm bemerkt, ferner der unmittelbare Einfluß auf die Magnetenadel, die während der Erscheinung in Unruhe geräth, sowie die Gegenstände, in welcher sich dieselbe zeigt, haben zu der Annahme veranlaßt, daß die Polarlichter elektrisch-magnetische Erscheinungen seien.

#### §. 230. Der thierische Magnetismus.

Unter dem thierischen Magnetismus hat man sich diejenige Erscheinung zu denken, durch welche an reizbaren, nervenschwachen Menschen mittels eines sanften Streichens nach gewissen Richtungen ein eigener schlafwacher Zustand hervorgebracht wird. Man nennt diesen Zustand den magnetischen Schlaf, das Streichen aber, in Folge dessen er sich einstellt, das Magnetsiren. Nicht selten werden durch dieß Letztere verschiedene Krankheiten aus dem Körper entfernt. In wie weit es jedoch die Ursache des Hellschens der sogenannten Somnambulen ist, denen man oft so wunderbare Handlungen zuschreibt, bleibt zur Zeit noch Gegenstand der Untersuchung. Aberglaube auf der einen, und Betrügereien auf der andern

scheinungen, deren Inbegriff den Elektromagnetismus, welcher auf diese Weise die Veranlassung zu einer ganz neuen Lehre in der Physik gab.

#### §. 227. Fortsetzung.

Dersted fand nämlich, daß wenn man den Leitungsdrabt einer Voltaischen Säule über oder unter einer Magnetnadel, sei sie frei oder eingeschlossen, hingehen läßt, diese sogleich von ihrer Richtung abgelenkt wird, und nach einigem Hin- und Herschwingen in einer abweichenden Richtung stehen bleibt. Die Seite, nach welcher die Abweichung zuerst erfolgt, und nach welcher die Nadel zuletzt stehen bleibt, ist durch die Richtung des Leitungsdrabtes genau bestimmt. Dersted giebt darüber folgende Regel: Derjenige Pol der Magnetnadel, über welchem die negative Elektrizität eintritt, wird nach Westen, derjenige, unter welchem sie eintritt, nach Osten gedreht.

Anmerk. Geht der Leitungsdrabt der Magnetnadel zur Seite und ihr parallel, so erfolgt eine Bewegung auf- oder niederwärts. — Diese Entdeckung wurde in der neuern Zeit der Gegenstand fortgesetzter Untersuchungen, welche noch manche andere für die Wissenschaft wichtige Entdeckungen zur Folge hatten z. B. daß selbst unmagnetisches Eisen, ja sogar andere Metalle magnetisch gemacht werden können etc.

#### §. 228. Die Magnetoelektricität.

Ebenso, wie durch Elektrizität Magnetismus erzeugt werden kann, lassen sich durch den Magnet in einem schraubenförmig gewundenen Leiter elektrische Strömungen hervorbringen. Diese Entdeckung verdankt man einem gewissen Faraday im Jahre 1831. Man nennt die durch den Magnetismus entwickelte Elektrizität die Magnetoelektricität, ihre durch sie bewirkten Erscheinungen magnetoelektrische.

#### §. 229. Die Polarlichter.

Die Polarlichter, oder die Nord- und Südlichter, sieht man in den Polargegenden sehr häufig, seltner in den geringeren Breiten. Sie sind meistens nur im Winter vorkommende, theils in großen, theils in geringen Höhen der Atmosphäre stattfindende farbige Erscheinungen, die sich oft weit über den Himmel verbreiten und sich beständig in Lichtstärke und Farbenglanz ändern, auch wenn sie Stunden lang dauern sollten. Der Glanz, in dem sie erscheinen, der Wechsel der Farben, unter denen das Roth besonders hervorsteht, die Strahlen, in denen sich das Licht verbreitet, die beständige Bewegung, die man an ihm bemerkt, ferner der unmittelbare Einfluß auf die Magnetnadel, die während der Erscheinung in Unruhe geräth, sowie die Gegend, in welcher sich dieselbe zeigt, haben zu der Annahme veranlaßt, daß die Polarlichter elektrisch-magnetische Erscheinungen seien.

#### §. 230. Der thierische Magnetismus.

Unter dem thierischen Magnetismus hat man sich diejenige Erscheinung zu denken, durch welche an reizbaren, nervenschwachen Menschen mittels eines sanften Streichens nach gewissen Richtungen ein eigener schlafwachender Zustand hervorgebracht wird. Man nennt diesen Zustand den magnetischen Schlaf, das Streichen aber, in Folge dessen er sich einstellt, das Magnetisieren. Nicht selten werden durch dieß Letztere verschiedene Krankheiten aus dem Körper entfernt. In wie weit es jedoch die Ursache des Hellschens der sogenannten Somnambulen ist, denen man oft so wunderbare Handlungen zuschreibt, bleibt zur Zeit noch Gegenstand der Untersuchung. Aberglaube auf der einen, und Betrügereien auf der anderen