

Fünf und zwanzigster Brief.

am 28. Dec.

Die Gegenstände, welche mein voriger Brief behandelte, und auf die ich heute komme, nöthigen mich einige Abschweifungen von der Astronomie zu machen, und sie mit Sätzen aus der Physik zu unterhalten. Ich vermuthe zwar, daß Ihnen dies an sich nicht unangenehm sein wird, aber es hat für mich die Unannehmlichkeit, daß ich die Gründe, worauf diese Sätze beruhen, nicht recht vollständig anführen kann, und mich also begnügen muß, sie nur obenhin begreiflich zu machen, weil ich doch diese lange Reihe von Briefen nicht durch Einschaltung physikalischer Lehren noch mehr zu verlängern wünsche. Diese Unvollkommenheit werden Sie also mir zu Gute halten müssen.

Der Gegenstand, welchen mein heutiger Brief betrifft, ist eigentlich der Weg, welchen ein Lichtstrahl nimmt, der von der Sonne oder einem Sterne durch die Atmosphäre zu uns gelangt. Der eigentliche natürliche Weg eines Lichtstrahls ist grade, und wir suchen daher den Gegenstand, welchen wir sehen, immer genau

in der Richtung auf, wo er sich uns zeigt. Dieses aus häufiger Erfahrung abgeleitete Urtheil über die wahre Lage der von uns gesehenen Gegenstände verleitet die Kinder und uncultivirte Menschen, die nie Spiegel gesehen haben, die Gegenstände, welche der Spiegel ihnen zeigt, hinter demselben zu suchen, und auch uns führt dieses gewöhnlich richtige Urtheil zuweilen in Irrthümer, die zwar nicht ganz so auffallend sind, aber doch in der That mit dem Bemühen, das gespiegelte Bild hinter dem Spiegel aufzusuchen, eine nahe Verwandtschaft haben.

Die Ablenkung, welche der Lichtstrahl an der Spiegelfläche von seinem graden Wege leidet, ist so sehr groß, daß er uns bald als eine Ausnahme von der allgemeinen Regel des gradlinichten Fortganges der Strahlen merklich wird; aber es giebt kleinere Ablenkungen des Lichtstrahls, die uns dennoch irre führen können. Vielleicht ist Ihnen folgendes Experiment nicht unbekannt. Nehmen Sie eine gewöhnliche Kaffeetasse oder ein andres tiefes, undurchsichtiges Gefäß, und legen ein Stück Geld hinein; stellen Sie sich dann so, daß der Rand der Tasse Ihnen grade das Geld

verbirgt, und lassen nun, indem Sie Ihr Auge unverrückt halten, Wasser in die Tasse gießen: so wird es Ihnen scheinen, als stiege das Stück Geld in die Höhe, und Sie werden es jetzt über den Rand der Tasse weg sehen. Wer dieses nie gesehen hätte, und das Gefäß nicht konnte, würde glauben, der Boden der Tasse rücke in die Höhe, und so würde er in einen Fehlschluß, grade wie beim Spiegel, verfallen. Der wahre Grund dieser Erscheinung ist folgender: So lange die Tasse leer oder bloß mit Luft gefüllt ist, geht der Lichtstrahl von a (Fig. 26) grade fort; und da der Rand c der Tasse in die grade Linie fällt, welche von a nach dem Auge b gezogen ist, so wird das Auge gehindert den Punct a zu sehen. Gießt man Wasser in das Gefäß bis an d e, so bleiben die Lichtstrahlen, indem sie aus dem Wasser in die Luft kommen, nicht mehr grade, sondern werden gebrochen, das heißt, der Strahl a f, welcher vorhin, ehe man Wasser eingoß, nach f gegangen wäre, ändert jetzt, indem er bei g in die Luft kömmt, seinen Weg, und geht mehr nach b zu; daher geht entweder dieser Lichtstrahl oder irgend ein anderer zwis-

schen $a f$ und $a b$ liegender grade durch b , und das Auge sucht nun den Gegenstand nach der Richtung $b g$, nach welcher der Lichtstrahl zu ihm kömmt, also höher, als wo er sich eigentlich befindet. Diese Brechung des Lichtstrahles findet fast ohne Ausnahme Statt, wenn ein Strahl in schiefer Richtung gegen die Oberfläche eines durchsichtigen Körpers aus diesem herausfährt, und in einen andern durchsichtigen Körper eintritt, und zwar ändert er gewöhnlich seine Richtung so, daß er sich stärker in die dichtere Materie einlenkt, wenn er hineingeht, dagegen aber seine Neigung gegen ihre Oberfläche vermindert, wenn er herausgeht. Ein von b nach g gehender Lichtstrahl würde sich dort tiefer hinab nach $g a$ beugen, wenn er bei g aus Luft in Wasser kömmt, statt daß er sich in die dünnere Luft weniger tief hinein begiebt, als es bei gradlinichem Fortgange der Fall wäre.

Diese Brechung der Lichtstrahlen findet nun auch bei dem Uebergange derselben in die immer dichteren Luftschichten Statt, in welche er gelangt, wenn er sich der Erde nähert. Stellt (Fig. 27) ABC die Erde, und DEF die dichtere Atmosphäre vor, deren Schichten immer

dichter werden, je näher man der Oberfläche der Erde kömmt: so beugt der von einem Sterne kommende Lichtstrahl GH sich so nach B zu, daß der Beobachter in B den Stern in I sucht, oder ihn höher sieht, als er ihn sehen würde, wenn die Luft diese Brechung des Strahles nicht bewirkte. Da die Dichtigkeit der Luft von oben herunter ganz allmählig und nirgends plötzlich zunimmt, so entsteht hier kein so plötzlich gebrochener, sondern ein langsam gebogener Strahl, dessen Krümmung freilich nicht so groß ist, als die Figur es darstellt, aber doch schon viel zu merklich, um bei astronomischen Beobachtungen übersehen zu werden.

Für einen Stern, welcher im Zenith steht, findet keine Brechung des Strahles Statt, weil dieser gegen alle gleich dichte Schichten der Luft senkrecht ist, und deshalb gar nicht zur Seite abgelenkt wird; je weiter ein Stern oder die Sonne vom Zenith absteht, desto beträchtlicher wird die Ablenkung des Strahles von seinem ursprünglich graden Wege, und diese ist daher für auf- und untergehende Gestirne am größten. Hiervon rührt es her, daß wir die Sonne allemal einige Minuten früher sehen, als sie über

dem Horizonte erscheinen würde, wenn die Erde ohne Atmosphäre wäre, indem grade so, wie Ihnen vorhin das Wasser in der Tasse half, um über den Rand wegzusehen, uns hier die Luft, in der wir uns befinden, hilft, um über den Rand der Erde wegzusehen, der uns sonst die Sonne noch verdecken würde. Die Astronomen haben durch viele Beobachtungen bestimmt, wie viel die Strahlenbrechung oder Refraction für jede Höhe, in welcher ein Stern sich zeigt, beträgt, und dadurch ist man dann im Stande, aus der beobachteten scheinbaren Höhe eines Sternes diejenige herzuleiten, unter welcher er erscheinen würde, wenn die Atmosphäre die Richtung des Strahles nicht änderte, und diese corrigirte Höhe ist es eigentlich, welche man bei den astronomischen Untersuchungen gewöhnlich haben will, und die zum Beispiel zu Bestimmung der Breite dient. Viel beträgt jene Correction nicht, indem die Erhöhung durch die Strahlenbrechung selbst im Horizonte nur etwa $1\frac{1}{3}$ mal so viel beträgt, als die Breite des Vollmondes, aber bei astronomischen Bestimmungen ist dieses gleichwohl nicht unbedeutend.

Auch an Gegenständen auf der Erde bemerkt

man, zumal bei gewissem Zustande der Luft, diese Krümmung der Lichtstrahlen, und sieht die Gegenstände daher zu gewissen Zeiten viel höher, als zu anderer Zeit. Sie wissen, daß unser niedriges, ganz ebenes Marsch-Land mit Deichen oder Dämmen umgeben ist, die dazu dienen, das Land gegen Uberschwemmungen von der See her zu sichern; wenn man daher in der Ebene des Landes geht, so kann man immer mit Gewisheit annehmen, daß das Auge 10 Fuß und mehr niedriger als die Oberfläche jenes Deiches ist, und daher scheint es unmöglich, daß man in dieser niedrigen Stellung über den Deich weg, das Wasser des Meerbusens, an dem mein Wohnort liegt, oder das ganz niedrige jenseitige Ufer sehen könne. Gleichwohl ist mir der Fall vorgekommen, daß ich wirklich an einem Frühlingstage in einer so niedrigen Lage des Auges niedrige Gegenstände jenseits des Deichs sah.

An diesem Tage, den 6. Apr. 1803, fand eine so ungewöhnliche Krümmung der Lichtstrahlen Statt, daß Strahlen, die von dem jenseitigen Ufer der Jahde aufwärts gingen, wieder herabwärts gebrochen wurden, und so, wie

(Fig. 28) d c b a fortgingen, und bei a ins Auge kamen. — — Doch ich muß von diesen Beobachtungen, über die ich zwar noch vieles sagen könnte, hier abbrechen, weil ich sonst zu weit von meinem eigentlichen Ziele abkommen möchte.

Von dieser Brechung der Strahlen rührt es auch her, daß der Erdschatten bei Mondfinsternissen selten ganz schwarz erscheint, sondern der Mond selbst im Schatten ein kupferfarbenes Licht zu behalten pflegt. Die von der Sonne kommenden Strahlen AB beugen sich nämlich in der Erdatmosphäre, etwa so wie Fig. 29 zeigt, es verkürzt sich daher der Erdschatten, und es gelangt dadurch auf die Punkte des Mondes etwas Licht, wo dunkler Schatten sein sollte. Noch über eine andre sehr bekannte Erscheinung, die zwar nicht so sehr von der Brechung der Lichtstrahlen herrührt, aber doch in der Atmosphäre ihren Grund hat, nämlich über die Dämmerung, muß ich hier einige Worte sagen. Hätte die Erde keine Atmosphäre, so würde es ganz dunkel bleiben bis zum wirklichen Aufgange der Sonne, und also ein plötzlicher Uebergang von gänzlicher Dunkelheit zur vollkommenen Helle

Statt finden; jetzt aber wird die Luft schon von der Sonne erhellt, ehe diese uns sichtbar wird, und da die Luft, obgleich sie sehr dünne ist, dennoch etwas von den Strahlen der Sonne zurückwirft, so zeigt sie sich uns erhellt, und verursacht die Dämmerung, die sich immer vermehrt, je näher die Sonne dem Horizonte kömmt. Die Länge der Zeit, um welche die erste Dämmerung dem Aufgange der Sonne voraus geht, kann zur Bestimmung der Höhe dienen, bis zu welcher sich die Luft noch in merklicher Dichtigkeit erstreckt, indem es gewiß ist, daß die Dämmerung desto länger dauern muß, je größer die Höhe der noch ziemlich dichten Atmosphäre ist.

Daß die Helligkeit der Dämmerung eben so, wie die blaue Farbe des heitern Himmels am Tage bloß von der Luft herrührt, nämlich von dem in der Luft zurückgeworfenen Lichte, davon kann man sich völlig überzeugen, wenn man die Berichte der Reisenden liest, welche sehr hohe Berge besucht haben. Auf diesen Bergen war die Luft zu dünne, um noch viel Licht zurück zu werfen, daher sah der Himmel nicht mehr so blau aus, wie wir ihn sehen, sondern sein

äußerst dunkles Blau grenzte nahe an Schwarz, und das Licht, welches von diesem dunkeln Gewölbe zurückgeworfen wurde, war so schwach, daß man da, wo man von der Sonne selbst nicht unmittelbar beschienen ward, sogar helle Sterne mitten am Tage sah.

Ich schließe hier diese Erzählung von Erscheinungen, welche in der Atmosphäre ihren Grund haben, und komme jetzt zu einem neuen Gegenstande, nämlich zu den ersten Schlüssen über die Entfernung des Mondes von der Erde.

Sechs und zwanzigster Brief.

am 9. Jan.

Ich sagte Ihnen in einem meiner ersten Briefe, daß bei allen Reisen, die wir auf der Erde anstellen, die Sterne ihre scheinbare Lage gegen einander gar nicht ändern, und daß wir daraus auf die sehr große Entfernung der Sterne von uns schließen können. Diese Behauptung ist in Rücksicht auf die Fixsterne in völliger Strenge richtig, bei einigen Planeten leidet sie eine