

II.

Ueber Pendel-Schwingungen.

Vom

Professor A. V. KNOCH,
am Carolino in Braunschweig.

„Sie haben in Ihren sehr geschätzten Annalen (schreibt mir Herr Professor Knoch bei Ueberschickung dieses Aufsatzes) mehr Mal zu erkennen gegeben, daß Sie den mit dem Pendel angestellten Versuchen, so wie man solche bekannt gemacht hat, keinen Werth beilegen. Dieses hält mich aber nicht ab, die Meinigen Ihrer Prüfung und Beurtheilung auszusetzen. Für mich bin ich völlig überzeugt, daß die Bewegungen des Pendels, auf eine gehörige Art angestellt, in meiner Hand nicht auf ein Ungefähr, sondern auf unveränderlichen Gesetzen beruhen, und daß es ganz außerordentliche Erscheinungen sind, denen man aber ungern Glauben beimißt, wenn man sie nicht sieht, oder sie hervorzubringen die Gabe nicht hat. In beiliegender kleinen Abhandlung, die ich darum durch Sie bekannt zu werden wünsche, um das Urtheil mehrerer Naturforscher darüber zu vernehmen, habe ich nur einen kleinen Theil von den von mir angestellten Versuchen angegeben. Unter den andern scheinen mir vorzüglich diejenigen wichtig zu seyn, welche ich mit den Salzen vorgenommen habe.“ — —

Herrn Professor Knoch's Wünsche, in diesem Aufsätze die Resultate von vieljährigen Versuchen, durch meine Annalen den

Physikern zur Prüfung vorgelegt zu sehen, — glaube ich entsprechen zu müssen, wenn ich mich gleich ganz bestimmt als einen Ungläubigen an die Amoretti'schen und Ritter'schen Versuche mit sogenannten Pendeln, Balanciers und Wünschelruthen erklärt habe *): denn sein Aufsatz enthält nicht eine begeisterte Ankün-

*) Die Gründe meines Unglaubens habe ich in Band 26. und 27. dieser Annalen in einer Reihe von Abhandlungen un-
ständiglich auseinander gesetzt, welche auch als ein besonderes Werk unter dem Titel zu haben sind: „Kritische Aufsätze über die in München wieder erneuerten Versuche mit Schwefelkies-Pendeln und Wünschelruthen, herausgegeben von L. W. Gilbert, Halle, Reigersche Buchhandlung 1808.

Dieses Buch scheint wenig bekannt geworden zu seyn, verdiente aber wohl von allen Geschwind-Gläubigen unserer Zeit, welche sich selbst mit thierischem Magnetismus und ähnlichen Sachen so leicht täuschen, und Andere blenden, sorgfältig gelesen zu werden. — An dasselbe wurde ich vor einiger Zeit auf eine sonderbare Weise durch eine Stelle in Hrn. Biot's Physik erinnert, welche verdient, daß ich sie bei dieser Gelegenheit zur Sprache bringe. In einem Abschnitte (Vol. 2. p. 382.) wo Herr Biot unter andern von den electrischen Figuren Lichtenberg's „*physiciens allemands*“ redet, fügt er hinzu: „*Dans les premiers temps de cette découverte, il y eut des physiciens allemands qui remarquèrent que la poudre de résine ainsi répandue sur un gâteau électrisé, éprouvait peu à peu des mouvemens graduellement progressifs, qui n'avaient toute fois rien de régulier. On s'hâta de bâtir sur cela un système. Mais des observateurs plus attentifs reconnurent, que ces mouvemens étaient produits par de très-petits insectes que l'on appelle des Acarus, qui se trouvaient dans la poudre de résine et qui se promenaient sur la surface électrisée.*“ Ich würde noch jetzt nicht zu entziffern wissen, wie Herr Biot zu der Aussage einer solchen

digung von Entdeckungen, die erst noch gemacht werden sollen, sondern eine deutliche und nüchterne Erzählung von Versuchen, die jeder leicht nachmachen kann, jedoch billig nicht eher nachmachen sollte, bis er sich mit allen Täuschungen, denen sich Preis zu geben, er dabei Gefahr läuft, hinlänglich bekannt gemacht hat, wozu ich das Lesen meiner in der Anmerk. erwähnten Aufsätze empfehlen darf. Von jeher haben nicht Meinungen, nur Wahrheit und Wissenschaft Reize für mich gehabt, und Meinungen aufzugeben, bei besserer Belehrung, bin ich stets eben so bereit gewesen, als Wahrheit und Wissenschaft, wo es Noth that, nach Kräften zu verteidigen. Eben so sehr als dieses halte ich es aber auch für meine Pflicht, jedem, der es treu mit diesen meint, und von

Lächerlichkeit von *deutschen Physikern* zu Lichtenberg's Zeit kömmt, wäre mir nicht eingefallen, daß ich denen Herren (Ritter etc.), die vor zehn Jahren die öffentlichen Blätter mit ihren Wunder-Versuchen füllten, das Beispiel der III. Schelver und Reil vorhielt, welche eine ganz neue electriche Kraft bekannt machten, die ersterer entdeckt haben sollte, als er auf eine mit Puder bepuderte Glascheibe, allmählig ein länger werdendes Zickzack entliehen sah; welche neue electriche Kraft indeß nichts anders als eine *Mille* war, die den Puder fraß und aufwühlte, wie Herr Wege-Baukommissair Sartorius in Eisenach nachgewiesen hat. Hr. Biot scheint dieses Factum durch meine Aufsätze zu kennen: Aber welche Art es zu citiren. Statt zu sagen, ein Paar deutsche Aerzte, die wohl keine physikalischen Begriffe von der Electricität haben mochten, hätten eine solche Thorheit begangen, sie den *physiciens allemands* aufzubürden, die noch dazu darauf ein System gebauet haben sollen!! Wie Milben in Mehl und Puder kommen, ist begreiflich; was sie aber bewegen soll, im Heuzstaub spazieren zu gehen, das möchte selbst den *physiciens allemands* schwer werden, anzugeben,

Gilbert.

hinlänglichen Vorkenntnissen ausgehend, seine Ueberzeugungen klar und kurz darzustellen weiß, diese Annalen hierzu zu öffnen, mögen auch meine Ansichten ganz von den seinigen abgehen. Ich benutze indess in diesem Falle die Erlaubniß des Hrn. Verfassers, einige Bedenken, die mir bleiben, in ein Paar Anmerkungen zu berühren.

Gilbert.

I.

Bekanntlich sind die Versuche, welche seit vielen Jahren mit der sogenannten Wünschelruth oder Baguette, so wie die, welche mit den Indicationsstäben, dem Balancier und Pendel vorgenommen worden, noch immer nicht von der Art gewesen, um manchen Physiker von dem zu überzeugen, was sie beweisen sollen; sie waren vielmehr bei den meisten ein Gegenstand des Zweifels und Unglaubens, der sich besonders darauf stützte, daß nicht jeder Mensch die natürliche Kraft besitzt, mit den genannten Werkzeugen dergleichen Erscheinungen hervorzubringen, wie andere, welche damit begabt sind. Es ist aber nichts Neues, daß es mehrere Erscheinungen in der Natur giebt, deren Wirklichkeit anfangs bezweifelt worden, die dennoch bei genauerer Betrachtung endlich ohne Widerspruch angenommen worden sind. Stetes und aufmerksames Forschen, Wahrnehmen aller Umstände, und richtige mit möglichster Umsicht angestellte Versuche müssen auch hier, wie bei so vielen andern Gegenständen, der Wahrheit oder Unwahrheit im-

mer näher führen und endlich ein entscheidendes Urtheil aussprechen.

Der Verfasser dieses Aufsatzes hat sich stets zum Gesetz gemacht, in der Wissenschaft, die er treibt, nur dasjenige für wahr anzunehmen, wovon er durch gründliche Untersuchung anderer, durch sein eigenes Nachdenken und seine Erfahrung sich überzeugt hatte, wenigstens so lange, als er nicht durch Thatfachen davon abzugehen genöthigt wurde. Dem zu Folge unternahm er vor vielen Jahren dergleichen Versuche, wovon er schon manches gelesen, gehört und mancherlei Urtheile vernommen hatte. Da es ihm nur um Wahrheit zu thun war, so fielen bei ihm alle Vorurtheile für oder wider die Meinungen derer weg, welche die Sache behaupteten, oder bestritten. Er fand indessen bei öftern und mit Vorsicht angestellten Versuchen, daß es wohl zu voreilig sey, wenn man diesen Gegenstand nicht einer genauen Aufmerksamkeit werth zu achten vermeinte, weil derselbe, wenn er festen Grund gefunden hat, ein sehr weites Feld der wichtigsten Erscheinungen darbietet. Sollte es ihm gelingen, bei diesem, so vielen Schwierigkeiten unterworfenen Gegenstande etwas mehr, als Schein der Wahrheit zu bewirken, so würde er seine Zufriedenheit erreicht haben.

Von den Versuchen sollen hier nur einige angegeben werden, welche bei vorurtheilsfreiem Forschen wohl einige Aufmerksamkeit zu erregen vermögen.

2.

Um Versuche mit einem Pendel zu machen, wurde eine Kugel von Zink, von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser genommen. Auf die Größe und Beschaffenheit derselben kommt in vielen Fällen nichts an; aber es ist dennoch, in mancher Hinsicht zweckmäßig, bei Untersuchung mehrerer Gegenstände sich eines und desselben Körpers zu bedienen, um das gleiche oder ungleiche Verhalten der zu untersuchenden Körper zu bemerken. Auch andere Metalle, so viel von den bekannten ich anwenden konnte, und ebenfalls Kohlen, sind zu dieser Absicht tauglich, aber in ihren Wirkungen zum Theil verschieden; auch bringen ihre verschiedenen Größen Veränderungen hervor. Ein linnerer oder hanfener einfacher Faden, oder eine sehr dünne geklöppelte Schnur, die sich nicht drehet, haben naß oder trocken keinen sonderlichen Unterschied zu erkennen gegeben; gewöhnlich wurden sie unangefeuchtet genommen. Die Länge derselben war meistens gleich, etwa von 6 oder 8 Zollen, weil bei verschiedenen Längen die Größe des Schwingungs-Bogens abgeändert wird, bei den Versuchen aber diese Größe nicht hiervon, sondern von den auf einander wirkenden Kräften der Materie abhängig in Betrachtung gezogen werden sollte. Wenn sich aber diese Wirkungen besonders auszeichneten und die gewählte Länge nicht hinreichte, einen so großen Kreis zu beschreiben, als die Natur des Ge-

genstandes zu bewirken strebte, so wurde ein längerer und stärkerer Faden genommen.

Die Versuche wurden Vormittags oder nach 3 Uhr angestellt, weil dann das anhaltende Sitzen nicht beschwerlich wurde, und manche 3 und mehrere Stunden erforderten, um von der Gleichheit der Bewegungen, und der Schwingungszeit Gewißheit zu bekommen. Dazu war auch erforderlich, am Tische eine solche Lage anzunehmen, worin der Körper nicht die mindeste Unbequemlichkeit spürte, auf die Länge nicht ermüdete, und sich in eigentlicher Ruhe befand, um den Pendel in seinen Bewegungen durchaus nicht zu hindern, oder falsche Bewegung zu veranlassen. Auch war es nöthig, daß der Tisch und ein darauf liegendes Kissen zur Unterlage des Arms gegen den Stuhl eine solche Höhe hatte, daß der Oberarm gar nicht gehoben oder der Schultermuskel gedrückt wurde. Das mit Pferdehaaren müßig ausgestopfte Kissen hatte die Länge des Vorderarms vom Ellenbogen bis zur Spitze der Finger, war etwa 7 Zoll breit, nach vorn an dem unter der Hand liegenden Theil möglichst rechtwinklich geformt, und hatte unten einen hölzernen Boden. Alles, um eine ungewöhnliche Bewegung des Bluts im Arme auf die Hand möglichst zu verhindern.

Bei den Versuchen kommt der ganze Vorderarm mit der Hand auf das Kissen zu liegen, und nur der Daumen und Zeigefinger, zwischen wel-

chen der Faden gehalten wird, rückt so weit vor, daß der Pendel in seinen Schwingungen nicht gehindert wird, etwa um die Länge der Nägel dieser Finger; deswegen muß das Kissen vorn rechtwinklich geformt seyn *).

Das Tischchen, worauf der zu untersuchende Körper liegt, besteht aus einer runden hölzernen Scheibe mit drei Füßen und einer Schraube, um ihn überall wagrecht und fest stellen zu können. Auf die Tischplatte ist weißes Papier geklebt, worauf in Grade getheilte Kreise, auch Durchmesser nach verschiedenen Graden gezeichnet sind. Die Höhe desselben ist so eingerichtet, wie es die Lage des Arms, die Länge des Pendels und die Höhe des darunter befindlichen Gegenstandes erfordert. Kommen Fälle vor, wobei er zu niedrig ist, so bekümmert der Gegenstand eine Unterlage. Der Tisch zeigt keine merkliche Electricität.

So bald der Faden zwischen die Finger genommen ist und der Pendel herabhängt, bewegt er sich kaum merklich in Kreisen, oder macht Bewegung von einer Seite zur andern. Diese werden immer kleiner, und sind zuletzt etwa $\frac{1}{8}$ pariser Zoll groß, hören aber nie auf. Sie kommen entweder von der Bewegung des Bluts in den Fingern her, oder der Körper bewegt sich wegen seines Behar-

*) Dadurch, daß die Versuche des Herrn Verfassers mit sehr aufliegendem Vorderarm gemacht wurden, fällt, wie man sieht, einer der Gründe weg, der an der Richtigkeit früher ähnlicher Versuche Zweifel erregen mußte. *Gilb.*

rungsvermögens, indem die Luft ihm nicht genug Widerstand leistet, oder weil man seine völlige Ruhe nicht abwartet, oder er wird durch die Bewegung der Luft in seiner Unruhe erhalten. Um darüber Auskunft zu bekommen, wurde eine Kugel in einem überall verschlossenen Zimmer an einem festen Gegenstande aufgehängt, und bei öfterm Nachsehen immer in Bewegung gefunden. Es fehlt in einem Zimmer nicht leicht an Oeffnungen, wodurch die Luft ein- und ausströmen kann; auch die Bewegung, welche beim Nachsehen in der Luft entlicht, kann den Körper in eine geringe Bewegung setzen. Daher scheint es, daß nicht sowohl die Bewegung im Blute, als die umher befindliche Luft oder die Bewegung der Erde selbst diese unmerkliche Unruhe des Pendels veranlaßt.

Soll aber die Kugel auf eine oder etliche Sekunden zur völligen Ruhe gelangen, so darf sie nur ein wenig in die Höhe gehoben und sanft wieder niedergelassen werden, worauf sie gleichwohl wieder in jene unmerkliche Bewegung zurückkehrt. Zu einer unwandelbaren Ruhe wird sie nur dann gebracht, wenn ihr ein Körper unterliegt, der von der Beschaffenheit ist, daß sich beide einander anziehen *); dann kann sie in unveränderter Lage erhalten werden, so lange, als man Geduld hat, den Versuch fortzusetzen. Ob dieses gemeine oder gal-

*) Wodurch aber ist dieses Anziehen zu beweisen? *Gilb.*

vanische *Anziehung* sey? Denn nicht in eines jeden Hand geschieht es.

Diese Anziehung richtet sich nach Beschaffenheit der Gegenstände. Sie ist oft so stark, daß man dem Gefühl nach glauben sollte, der Pendel sey viel Mal schwerer geworden, oder daß eine entgegengesetzte Kraft es wegzuziehen suche *).

Soll sich der Pendel ohne einen untergelegten Gegenstand in größere Bewegung versetzen, so kann es nach gemachter Erfahrung so geschehen. Man denkt sich eine gerade Richtung, in der es schwingen soll, gleich viel nach welcher Gegend. Er wird seine kleinen Bewegungen, die man wohl mechanisch nennen könnte, allmählig vergrößern, längere Linien zeichnen, und diese so weit ausdehnen, als es seine Länge zuläßt. Soll es Kreise beschreiben, so stelle man sich solche in Gedanken vor Augen. Der Pendel geht den Gedanken nach und schwingt kreisförmig. Sonderbar genug, aber wahr **). Da diese Bewegung von der Vorstellung des Untersuchers abhängt, so könnten sie wohl *psychologisch* heißen. Sie wird aber abnehmen, wenn

*) Sollte hierbei keine Selbsttäuschung statt gefunden haben?
Gilbert.

**) Man sehe No. 138. des Morgenblatts vom Jahre 1807 S. 550. bis 555. [und die lehrreiche Abhandlung des Herrn Prof. Pfaff in diesen Annal. B. 27. S. 41., in welcher dargethan wird, daß es hinreiche, daß das Auge den Umfang einer Figur umlaufe, um den Pendel in denselben Sinn in Umlauf zu bringen. G.]

das Auge nicht darauf gerichtet wird, und sich zuletzt bis auf jene kleine Bewegung verlieren. Es müßte dann wohl eine physiologisch-psychologische Bewegung seyn.

Während der Zeit, daß der Pendel linienförmige psychologische Bewegungen macht; verbindet man mir die Augen, und legt einen andern länglichten Körper in jene Linie, so daß er damit einen rechten oder nach Gefallen einen schiefen Winkel macht *). Der Pendel beschreibt nun immer kürzere Linien, wie zuvor, macht, nachdem er zur kürzesten gelangt ist, etliche Kreisbewegungen, und dreht sich so, daß er nach der Länge des untergelegten Körpers hin und her schwingen kann. Wird die Lage desselben verändert, so folgt ihr der Pendel. Er macht wieder kleinere Schwingungen, bewegt sich einige Mal kreisförmig und geht dann in die neue Richtung über; und dieses so oft man diese verändern will. Dieses geschieht, die Augen des Experimentators mügen offen oder zugebunden seyn. Es wurde zu diesen Versuchen ein Turmalin genommen. Es lassen sich aber auch andere Krystalle dazu anwenden.

Eine solche Bewegung kann man nun wohl

*) Daß Versuche der Art mit verbundenen Augen gelungen sind, ist mir neu, und auch durch diese nicht übersehene fast unentbehrliche Bedingung um zuverlässige Resultate zu erlangen, würden Herrn Prof. Knoch's Versuche sie vor allen früheren auszeichnen, wenn sie sich bewähren.

nicht mechanisch, nicht physiologisch, nicht psychologisch nennen. Sie beruhet auf eine Anziehung der Körper, wobei der höchsten Wahrscheinlichkeit nach die natürliche Beschaffenheit des Experimentators eine vorzügliche Rolle spielt; welches wohl nicht zu bezweifeln steht, weil der Pendel nicht in der Hand eines jeden dieselbe Erscheinung hervorbringt *).

3.

Die Bewegung des Pendels in *Kreisen* kann, als eine Bewegung von der Linken zur Rechten, oder als eine von der rechten zur linken Hand angesehen werden. Jene zeigt an, daß der Körper, der untersucht wird, *positiv electricisch* ist, diese deutet auf *negative Electricität*. Allein in jeder Kreisbewegung ist die Bewegung in dem einen Halbkreise der in dem andern entgegengesetzt, mithin jene Bestimmung unvollkommen.

Man kann beide, wie A moretti, durch eine in und auswärts gehende Spirallinie unterscheiden, oder sich zwei gerade Linien denken, wovon eine lothrecht, die andere horizontal durch den Mittelpunkt eines Kreises gezogen ist. Man nenne das zunächst der linken Hand befindliche Ende der Ho-

*) Der Aufforderung des Herrn Verfassers entsprechend, äußere ich hier mein Bedenken, ob diese Art zu schließen, nicht zu locker und zu rasch ist, um eine so höchst merkwürdige und wichtige Sache darzuthun, als diese neue Art von Aeußerung einer Anziehung der Körper seyn würde,

rizontal-Linie *A*, das andere Ende *B*, das obere Ende der senkrechten Linie *C*, und das untere *D*. Wendet sich nun der Pendel zunächst von *A* nach *C*, dann nach *B* und so weiter von *D* nach *A*, so geschieht die Bewegung von der linken zur rechten Hand; und zeigt *positive* Electricität an *). *Negative* ist die Bewegung, welche bei *B* anfängt, dann nach *C*, und weiter nach *A* und *D* geht. Hierbei ist zu bemerken, daß, wenn der Pendel über einem Gegenstande einige Zeit geschwungen hat, und gleich über einen andern geführt wird, der die entgegengesetzte Electricität besitzt, er diese nicht sogleich anzeigt, sondern daß er noch eine längere oder kürzere Zeit in der vorhergegangenen Bewegung verharret. Soll er das nicht, so darf er nur, ehe er über einen neuen Gegenstand gebracht wird, mit dem Finger berührt werden.

Ein Pendel bewegt sich nicht immer in Krei-

*) Ein Pendel, der sich nach dieser Beschreibung bewegte, würde in einer lothrechten Ebene von der linken nach der rechten Hand erst steigend dann sinkend umher kreisen; hier ist indeß unstreitig von Kreisbewegungen in einer horizontalen Ebene die Rede, und zwar von der linken nach der rechten Hand vorwärts, d. h. anfangs vom Körper ab, herumgehend. Daß das Kreisen durch *Electricität*, und zwar der Kreislauf in diesem Sinne durch *positive*, in dem entgegengesetzten Sinn durch *negative* bewirkt werde, das ist die zu beweisende Sache; und wir müssen also vorzüglich im Auge behalten, ob dieser Beweis und wie er hier geführt werden wird.

sen, sondern auch in *Ellipsen*, mit sehr veränderten Axen. Oft wechselt es mit beiden regelmässig, und beobachtet bei einerlei Gegenständen eine gleiche Anzahl von Schwingungen, gleiche Figuren der Ellipsen, dieselben Veränderungen in der Grösse sowohl der Kreise als der Ellipsen, und wenn es die ganze Folge seiner Bewegungen vollendet hat und nun zur Ruhe gekommen ist, so fängt es nach einer kurzen Erholung seine Bewegungen in derselben Ordnung und Anzahl wieder an. Es giebt Fälle, wo der Pendel mehrere hundert, ja mehrere tausend Bewegungen macht, ehe es zur Ruhe gelangt. Will der Experimentator sehen, ob er recht beobachtet hat, und einen zweiten Cursum machen lassen, so muß er sich mit vieler Geduld dazu anschicken.

Um sich von diesen Bewegungen, besonders den ellipsoidischen, näher zu unterrichten, wurden öfters und wiederholte Versuche angestellt, unter welchen folgende vorerst einige Aufklärung gewähren können. Ich legte einen *Zinkstab* von ungefähr 6 rheinl. Zollen Länge, $\frac{1}{2}$ Zoll Breite und keine $\frac{1}{2}$ Linie Dicke (auf welche Maasse aber wohl nichts ankömmt) auf das Tischchen horizontal und hielt die Pendel-Kugel in der Entfernung eines halben Zolls auf die angezeigte Art darüber. Der Pendel machte seine Schwingungen von einem Ende zum andern in Kreisen, deren Durchmesser der Breite des Stabes gleich, auch wohl mit unter grösser waren, überall von der linken zur rechten

Hand, zeigte also positive Electricität an. Ein *kupferner* Stab von gleichen Ausmessungen wurde auf dieselbe Art untersucht. Die Pendel-Bewegungen waren nur darin verschieden, daß sie negative Electricität angaben. Nun wurden beide Stäbe parallel so neben einander gelegt, daß noch ein Raum von $\frac{1}{4}$ Zoll zwischen ihnen offen blieb. Jetzt zeigte der Pendel über dem Zinkstabe *Z*, zwar noch von *a* bis *m* oder der Mitte (Fig. 1. Taf. III.) positive Electricität an, aber am andern Theile von *m* bis *b* wies er auf negative. Der kupferne Stab *k* war von *c* bis *m* noch negativ, aber von *m* bis *d* positiv electrisch. In beiden Stäben stand der Pendel über *m* unbeweglich. Beide Stäbe waren mithin polarisch electrisch geworden, und der Pendel schwang von einem Pol zum andern in geraden Linien. In dem Zwischenraume der beiden Stäbe gehalten schwang der Pendel geradlinicht über beide Stäbe und senkrecht auf ihre Axen. Wurden beide Stäbe dicht an einander gerückt, und der Pendel über ihre Berührungspunkte gerichtet, so stand er ohne Bewegung. Die Seiten der Stäbe, welche sich berührten, mußten also ungleiche Electricitäten haben. Nun wurde noch ein dritter Stab von *Eisen*, *E*, und gleichem Inhalt untersucht. Der Pendel bewegte sich über demselben von einem Ende zum andern, wie bei den beiden vorigen, und zeigte negative Electricität an. Als er darauf neben den beiden andern parallel und so gelegt worden, daß zwischen ihm und dem Zinkstabe ein Zwischenraum von

$\frac{1}{2}$ Zoll offen blieb, so zeigte sich das Ende von f his m noch negativ, das andere aber von m his e positiv. In m ruhte der Pendel, und die Pole an den Zink- und kupfernen Stäben blieben wie vorhin. Wurde jetzt der Pendel an den Enden oder in der Mitte über einem der Zwischenräume gehalten, so schwang er in geraden Linien querüber, senkrecht auf die Axen der Stäbe, machte mithin mit den Stäben rechte Winkel. Wurde derselbe etwa $\frac{1}{2}$ Zoll von den Enden der Stäbe etwas angehalten und nicht gleich zur Mitte geführt, so beschrieb er die Diagonalen sowohl bei zwei Stäben von a nach d oder von b nach c , als auch bei drei Stäben von d nach f oder von c nach e . Diese Diagonal-Bewegungen erfolgten auch, wenn er in die Zwischenräume bei x oder y gebracht wurde. Alles nach der Ordnung der entgegengesetzten Electricitäten.

Darauf wurde der kupferne Stab so über die Mitte der beiden andern gelegt, daß seine Mitte in die Mitte des Zwischenraums zu liegen kam, und seine Richtung mit jenen einen rechten Winkel einschloß. Der darüber gehaltene Pendel schwang erst in sehr kleinen Kreisen, deren Durchmesser noch und nach größer wurde und über 3 Zoll anwuchs. Machte der kupferne Stab mit dem Zinkstabe einen Winkel von 70° , so schwang der Pendel in hyperbolischen Ellipsen, deren große Axe sich um den Mittelpunkt drehte, ging dann in linienförmige oder solche Ellipsen über, deren kleinere Axe von unbedeutender Größe war, und mit den Stäben

sehr kleine Winkel machte. War jener Winkel zu 78° angewachsen, so schwang der Pendel in parabolischen Ellipsen, deren große Axe senkrecht auf den Kupferstab gerichtet war, und von 3 zu 4 Zollen stieg, dann aber bei fortdauernder Bewegung nach und nach kleiner wurde und zuletzt sich mit der Bewegung verlor.

Bei einem Winkel von 40° schwang der Pendel über der Mitte des kupfernen Stabes erst in Kreisen, dann in großen parabolischen Ellipsen, deren große Axe sich um den Mittelpunkt drehte, so daß die Ellipsen in Kreise beschrieben wurden, dann folgten rein elliptische und zuletzt hyperbolische, deren Axen sehr klein waren. Die Bewegung dieser Ellipsen im Kreise geschah nicht immer mit gleicher Geschwindigkeit; unter gewissen Winkeln rückte sie langsamer vorwärts, hielt auch wohl etwas an. Es war ein ungleicher Gang. Ueber einen Winkel von 22° schwang der Pendel erst in parabolischen Ellipsen, welche dem Kreise sehr nahe kamen, und deren große Axe sich um den Mittelpunkt drehte, dann in elliptischen und zuletzt in hyperbolischen. Wurden diese Versuche mit denselben Stäben unter völlig gleichen Umständen wiederholt, so machte der Pendel nicht allein dieselben Schwingungen, sondern beobachtete auch dieselbe Zahl, nur mußte der Experimentator seine unveränderte Lage und Geduld zu erhalten suchen. Man kann sicher annehmen, daß die Bewegungen des Pendels bei jeder Veränderung des Winkels der

übereinander gelegten Stäbe anders ausfallen, auch schon dadurch eine Veränderung erleiden, wenn der aufgelegte Stab mehr oder weniger nach dem Enden der Unterliegenden gerückt wird. Die Bewegungen des Pendels bei diesen Versuchen unter denselben Umständen zeigten immer positive Electricität an.

Diese Versuche nun können gar wohl dazu dienen, sich die mancherlei und vielfältigen Schwingungen zu erklären, welche ein Pendel über mancher *Erzflufe* oder manchem *Stein* macht. Man nehme nur eine Stufe oder Druse, worin viele Krystalle in verschiedenen Richtungen stehen und unter einander liegen, und halte einen Pendel darüber. An jeder Stelle ist die Bewegung verändert. Der Unerfahrene muß glauben, daß dabei nichts als Verwirrung, daß es die größte Regellofigkeit, daß es ein Chaos von Bewegungen sey, und gleichwohl geschieht jede nach einem unwandelbaren Gesetze.

4.

Um zu untersuchen, wie die Schwingungen des Pendels ausfallen würden, wenn der Zinkstab auf einen Körper gelegt würde, der mehr electrisch wäre, wurde er auf die Spitze des Zeigefingers der linken Hand gelegt, so daß er im Gleichgewicht blieb und gegen das Fallen gesichert war. Es war einerlei, ob er auf diesen oder einen andern Finger eben so gelegt wurde, nur nicht auf den vierten, den sogenannten Goldfinger. Die Hand wurde

dahei vom Schenkel oder dem Tischchen unterstützt, um sie gegen Bewegung möglichst zu sichern, und der Pendel mit der andern gleichfalls unterstützten Hand darüber gehalten. Dafs die *Finger* der Hände und Füße ausser dem vierten *positiv*, und dieler *negativ* electricisch sind, ist schon von andern Physikern richtig bemerkt worden; wobei noch hinzuzusetzen ist, dafs die Nägel, Haare und alle hornartige Substanzen *negative* Electricität zu erkennen gehen. Der über den Stab geführte Pendel zeigte nun von der Nähe der Mitte an bis nach den Enden des Stabes durchaus keine Bewegung; sobald es aber über den Mittel- oder Ruhepunkt gebracht wurde, schwang er sogleich, erst in kleinen, dann in grössern Kreisen von der Linken zur Rechten und zeigte positive Electricität. Darauf ging er in Ellipsen über, deren große Axe sich um den Mittelpunkt bewegte, und wenn sie mit dem Stabe einen sehr schiefen Winkel machte, wohl zwei Zoll lang war, in andern Richtungen kleiner, und unter einem rechten Winkel am kürzesten wurde. So wie die große Axe an Länge abnahm, wurde die kleine Axe grösser. Nach und nach nahm die Gröfse der Ellipse ab, der Pendel schwang sogleich wieder in Kreisen, deren Durchmesser immer kleiner wurde, und stand zuletzt unbeweglich. Jetzt wurde der Pendel über das eine Ende des Stabes geführt. Er schwang sogleich wieder in Kreisen, hielt damit eine geraume Zeit an, und nach fortdauernder Abnahme ruhte er wieder. Eben diese Bewegungen erfolgten, als

er über das andere Ende des Stabes gehalten wurde. Als er hierauf wieder über das entgegengesetzte Ende geführt worden, erfolgte keine Bewegung; sie kam aber wieder, als der Pendel über dem Ruhepunkt hing. Hier machte er dieselben kreisförmigen elliptischen Bewegungen, wie zuvor, nur nicht in solcher GröÙe. Nach wieder erlangter Ruhe wurde er wieder über die Enden gehalten, wo seine Bewegungen eben so wie die vorhergehenden waren. Diese Versuche wurden mehrere Mal wiederholt und blieben sich immer gleich, änderten jedoch bei verschiedenem Gesundheitszustande des Experimentators in der GröÙe der Schwingungen ab.

Nunmehr wurde der Zinkstab auf die Spitze des *vierten Fingers* eben so aufgelegt, wie bei dem vorigen Versuche. Der darüber gehaltene Pendel gab negative Electricität an und machte sowohl in der Mitte, als an den Enden oder andern Stellen des Stabes kreisförmige Bewegungen, die an den Enden den größten Durchmesser hatten. Bei einer Pendellänge von $6\frac{1}{2}$ Zoll waren die Durchmesser der Kreise an den Enden über 7, in der Mitte aber 5 Zoll lang, und diese Schwingungen nahmen dem Anschein nach ein sehr spätes Ende.

Wurde auf die Spitze des *Zeigefingers* ein kupferner Stab von derselben GröÙe und Form gelegt, so daß er den Nagel mit berührte, oder auf einen andern (nur nicht auf den vierten) und ins Gleichgewicht gebracht, so bewegte er sich über

beiden Enden in Kreisen von 1 Zoll im Durchmesser, wovon aber das Ende nicht abgewartet wurde. Ueber dem Ruhepunkt des Stabes machte er Schwingungen in Ellipsen, deren große Axen eine Länge von 2 Zoll hatten, und mit der Richtung des Stabes einen Winkel von 25° einschloß. Darauf drehte sich die Axe rechts und beschrieb Kreise um den Ruhepunkt. Je größer nun der Winkel wurde, den sie mit dem Stabe machte, desto größer wurde die kleine Axe. Am größten wurde sie, als der Stab und die große Axe der Ellipse einen rechten Winkel angaben. Die Bewegung in der Parallele mit dem Stabe wurde linienförmig, weil die kleine Axe kaum bemerkbar war. Nach diesen lang anhaltenden Schwingungen erfolgten dergleichen in Kreisen, deren Durchmesser mehr und mehr abnahm und sich endlich verlor. Nun fingen aber jene Schwingungen von neuen an, und erfolgten auf dieselbe Art, nur stärker als zuvor. Nach wieder eingetretenem Stillstand wurde der Pendel über das eine Ende des Stabes gehalten. Die Bewegungen waren kreisförmig von einem zölligen Durchmesser, der allmählig abnahm, bis der Pendel ruhte, worauf dieselben Bewegungen wieder erfolgten. Ueber dem andern Ende des Stabes geschah dasselbe, und die Bewegungen schienen kein Ende zu nehmen. Ueber dem Ruhepunkt waren die Bewegungen so wie vorher, nur mit der Veränderung, daß die große Axe bis 7 Zoll anwuchs, wenn sie mit der Richtung des Stabes einen Winkel von 25° ein-

schloß und meist in gerader Linie schwang. Diese Schwingungen nahmen an Größe immer ab, es erfolgten wieder kreisförmige, und zuletzt Ruhe. Kaum aber war diese eingetreten, so nahmen die vorigen Bewegungen wieder ihren Anfang. Der Pendel wurde nun wieder über die Enden des Stabes geführt, wo jene Bewegungen erneuert wurden.

Jetzt wurde der Kupferstab auf den *vierten* Finger ins Gleichgewicht gesetzt, der Pendel erst über den Ruhepunkt, dann nach einander über die Enden des Stabes gehalten. Es zeigte sich keine Bewegung; der Pendel stand wie befestigt. So bald aber die Zinkkugel den Stab nur einen Augenblick berührte, fing der Pendel gleich an, in Kreisen zu schwingen.

5.

Man setze diese Versuche mit mehreren Metallen fort; die Erscheinungen gehen ins Unendliche, wenn die Gegenstände verschieden sind, über welchen man den Pendel schwingen läßt. Daß die *Electricität* dabei, so wie überhaupt in der Natur eine mächtige Rolle spielt, ist sichtbar *). Wie aber die körperliche Beschaffenheit des Experimentators dazu mitwirkt, möchte sich wohl nicht leicht erklären lassen. Die Bewegungen sind nach meiner Ansicht Central-Bewegungen, die durch eine natürliche Kraft des Experimentators, und durch die Wirkungen des Pendels und der Materien, worüber er schwingt, hervorgebracht werden. Der

Grund von allen ist sehr wahrscheinlich das, was man electrische Materie nennt †).

Der Nutzen von den mit dem Pendel bisher angestellten Versuchen ist von nicht geringem Umfange. Man entdeckt mit dessen Hülfe sogleich die Art der Electricität von einem Körper; ohne denselben zu erwärmen, zu reiben, oder sich besonderer Werkzeuge dabei zu bedienen. Bei den Mineralien stimmt die Erfahrung mit den von H^{öu}y mittelst einer besondern dazu eingerichteten Maschine und aufliegenden Turmalins gemachten Entdeckungen vollkommen überein **). Aber der Pendel war auch bei andern Natur-Gegenständen behülflich, wobei gedachtes Werkzeug nicht angewandt werden konnte. Amoretti hat bereits eine Liste von Mineralien bekannt gemacht, wobei zum Theil positive zum Theil negative Electricität entdeckt wurde, und sehr richtig bemerkt, daß es Anomalien gebe, welche ihren natürlichen Grund zum Theil in den zweifachen electrischen Polen, und bei den metallischen Substanzen in ihrer Legirung

†) Ich zweifle, daß genaue Physiker dieses ohne einen förmlichen Beweis durch Condensator und Electrometer zu geben geneigt seyn werden. *Gilb.*

**) Ist diese Aussage in aller Strenge wahr, und läßt sich das durch detaillirte Versuche nachweisen, so gehörte der electrische Ursprung dieser Wirkungen zu den gut begründeten Hypothesen. *Gilb.*

oder der Oxydation haben könnten. Es sind hierüber noch sehr viele Entdeckungen zu machen und bereits gemacht worden, wovon nur etliche hier erwähnt werden sollen.

Alle *Kryftalle*, so viel bisher untersucht worden, sind an dem einen Ende *positiv*, am andern *negativ* electrifch, und zwischen beiden an einer Stelle indifferent. Sind fie vollkommen und lofe, fo zeigt der Pendel diefe Punkte leicht an. Sind fie unvollkommen und mit dem einen Ende angewachsen, fo ift diefes immer *negativ*, das hervorftehende und ausgebildete Ende aber *positiv*. In beiden Fällen fchwingt der Pendel von einem Ende zum andern und ruht an einer Stelle zwischen beiden. Diefes ift dann auch bei den *Berg-* und *Quarz-Kryftallen* der Fall. Die doppelte und die ganz einfache Pyramide ohne Prisma macht davon keine Ausnahme. Befteht aber die Pyramide aus mehreren neben einander gewachsenen, die ein Ganzes ausmachen, fo giebt der Pendel keine reine Bewegung an. Eben fo, wenn das im Gestein eingefchloffen Ende des Kryftalls, fo durch Verwitterung des Muttergesteins frei geworden, fich in mehrere neben einander gewachsene Pyramiden endigt, die zufammen einen ganzen Kryftall darftellen. Der Pendel rührt fich nicht. Es könnte vielleicht Ausnahmen geben, wenn eine unter folchen zufammen ftehenden Pyramiden gegen die andere einen ungleich größern Durchmeffer hätte, aber es ift hiervon noch keine Erfahrung gemacht worden. Wird

ein Quarz- oder Bergkryſtall mit dem poſitiven Ende aufrecht geſtellt, oder hat er auf einer Stufe dieſe Richtung, und der Pendel wird über die Spitze ſeiner Pyramide gehalten, ſo ſchwingt er anfangs nur eine kurze Zeit in Kreiſen, er geht bald in Ellipſen über. Die Axen dieſer Ellipſen vergrößern ſich und nehmen wieder ab. Sie wenden ſich nach drei verſchiedenen Richtungen unter beſtimmten Winkeln. Hat der Pendel eine Zeit lang nach einer Richtung geſchwungen, ſo geht er in die zweite über, und dann in die dritte, darauf wieder in die erſte und ſo fort. Die Ellipſen ſind hyperboliſch, die kleinen Axen von verſchiedener Größe, je nachdem die Bewegung anfängt, ſortrückt und endigt. Die Bewegung beim Uebergange aus einer Richtung in die andere nähert ſich dem Kreiſe. Die Urſach dieſer Bewegung liegt in den verſchiedenen Electricitäten an den Seiten dieſer Kryſtalle. Drei davon, ſo neben einander liegen, ſind *poſitiv*, die dieſen gegenüber ſtehen, ſind *negativ* electriciſch. Iſt der Kryſtall ſtark, ſo ſind die einander entgegengesetzten Electricitäten wirkſamen, als bei den kleinern von geringerm Durchmeſſer. Der Pendel wird nun erſt durch zwei entgegengesetzte electriciſche Pole in Bewegung geſetzt. Dieſe iſt eine hyperboliſche Ellipſe mit ſehr kleinen Queraxe, welche nach und nach größer wird, und dann durch Kreiſe in die zweite Richtung und weiter in die dritte übergeht, dann aber wieder ihre erſte Richtung annimmt, und ſo die Bewegung fortſetzt. Die ent-

gegengesetzten Electricitäten lassen sich an der Oberfläche des Krystalls nicht wahrnehmen, aber an der Bruchfläche eines quer durchgebrochenen sind sie mit dem Pendel zu entdecken, wenn solches an die Mitte des Randes einer jeden Seite gehalten wird. Es zeigt sich dann, daß drei neben einander liegende Seitenflächen positiv, und die ihnen gegenüber stehenden negativ sind. Wird daher der Pendel gerade in die Mitte der Bruchfläche gehalten, so steht er unbeweglich. Führt man ihn aber zwischen den Mittelpunkt und den Rand einer Seite, so bewegt er sich zwischen den einander gegenüber liegenden Polen, so weit die Erfahrung reicht, unaufhörlich fort und nimmt eine andere Richtung, wenn er zwischen die Pole zweier andern Seiten gebracht wird. Diese Bewegungen sind also von denen etwas verschieden, welche an der Pyramide bemerkt wurden, weil bei dieser die Pole viel näher bei einander liegen, und stärker in einander wirken können. Ueber den Ecken der Grundflächen steht der Pendel still; auch läßt sich keine Bewegung wahrnehmen, wenn der Krystall auf einer Seitenfläche liegt, und der Pendel über die Mitte der Breite von dieser oder einer Pyramidalfläche gehalten wird; wohl aber, wenn er sich zwischen dieser Mitte und der Seitenkante befindet, oder dieser nahe ist. Er beschreibt dann kleine auch größere und nach der Dicke des Krystalls sehr lange Linien, welche auf der Axe senkrecht sind.

Unter den Bergkrytallen finden sich bekannt-

lich mehrere, welche von der gewöhnlichen Form etwas verschieden sind. Einige haben vier gegen die übrigen sehr kurze Seitenflächen, wovon an jeder Pyramide zwei liegen. Auch sind zwei Flächen an jeder Pyramide vorzüglich lang, und haben das Aussehen von Seitenflächen. Diese Ungleichheiten geben dem ganzen Krytall ein verschobenes Aussehen. Die Pyramidenpitzen oder Schärpen stehen diagonal gegen einander. Hier kann der Pendel nicht in Linien schwingen, welche mit der Länge des Krytalls einen rechten Winkel einschließen, er muß seine Schwingungen in der Diagonale machen. Ueber einem Bergkrytall vom Gotthard, der $4\frac{1}{2}$ Zoll lang und 2 Zoll dick war, machte der Pendel 300 Schwingungen, ehe er ruhte.

Es lassen sich bei allen Mineralien, und besonders bei den Krytallen, die electrifchen Pole und die daher entlehenden Bewegungen des Pendels ohne viele Schwierigkeit auffinden.

Bei dem gemeinen *Korund* von Pormetty in Ostindien, dem haarbraunen *Diamantspath* aus China, dem *Saphir* und *Smaragd* zeigt sich an drei neben einander liegenden Seiten ebenfalls positive und an den ihnen entgegen stehenden negative Electricität.

Die einander entgegengesetzten Pole ergeben, daß in den Mineralien, besonders den krytallisirten einige Theile, es seyen nun Bellandtheile oder Grundtheile, *positiv*, andere *negativ* electrifch sind, und daher einander anziehen oder abstoßen müssen.

Sollte hierin wohl nicht der Grund liegen, von der regelmäßigen Bildung dieser Körper, und ihren verschiedenen Formen?

Man findet bei sehr vielen Materien, ob es bei allen der Fall ist, weiß ich nicht, daß der Pendel, wenn er in einer mäßigen Höhe darüber geschwungen hat, und nun höher gehalten wird, nicht schwingt, und noch höher hinauf entgegengesetzte Schwingungen macht. Ob die Ursach hiervon nicht in dem Ausströmen der electrischen Materie zu suchen sey? So scheint es mir wenigstens. Bringt man einen Körper in die Atmosphäre eines electrifirten Körpers, so zeigt er bekanntlich die Electricität an, welche der Electricität des electrifirten entgegengesetzt ist. Kommen sich beide zu nahe, so gehen ihre entgegengesetzten Electricitäten, in einander über, setzen sich ins Gleichgewicht, haben nun beide einerlei Electricität. Aber bei den Pendelschwingungen sind drei Körper thätig, der Pendel, der Pendelhalter und die Sache, worüber der Pendel schwingt. Man kann den Pendel als das Werkzeug ansehen, wodurch die electrische Kraft des Pendelhalters auf die Sache wirkt, mithin wären auch nur zwei Kräfte hauptsächlich wirksam, und ihre Erscheinungen wären dann von den gewöhnlichen eben nicht verschieden. Sie werden nun in verschiedenen Entfernungen verschiedene Electricitäten zu erkennen geben, auch in einander übergehen und einen Indifferenzpunkt haben.

Daß die *thierischen Körper*, so wie alle andere

Körper mit einer electricischen Atmosphäre mehr oder weniger umgeben sind, leidet keinen Zweifel; selbst die verschiedenen Theile des thierischen Körpers haben ihre eigenen Electricitäten. Die von Amoretti und andern Physikern über diese Electricitäten angestellten Versuche habe ich größtentheils wiederholt und wahr gefunden, gleichwohl bei einem oder andern Einzelnen in stärkern oder geringern Grade, und dieses auch wohl bei einem und demselben Subjekte zu verschiedenen Zeiten; Erfahrungen, die ich an mir selbst zu machen Gelegenheit fand.

6.

Ich könnte noch eine ansehnliche Menge von Versuchen, und gewiß nicht unwichtige, über diese Art von Electricität anführen, aber es war mir für jetzt nur darum zu thun, zu erkennen zu geben, daß bei diesem für die Naturlehre gewiß sehr nützlichem und höchst wichtigem Gegenstande wenn er auf Anziehung großer Körper angewandt wird, ich nichts mehr wünsche als andere aufzumuntern, ähnliche Versuche anzustellen, damit die Erfahrungen allgemeiner von mehreren bekräftigt, und im Ganzen nützlicher gemacht würden. Es ist die besondere Gabe, solche zu machen, wohl nicht so sparsam von der Natur ausgespendet, als man vielleicht glaubt, wenn nur mehrere Personen ihre körperlichen Kräfte unteruchen wollten.
