ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE.

Bd. III.

ERGÄNZUNG.

St. I.

I. *Zwei und zwanzigste Reihe von Experimental- Untersuchungen über Elektrizität; von Michael Faraday.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus den *Phil. Transact.* f. 1849; ein kurzer Auszug davon findet sich schon in diesen Ann. Bd. 76, S. 144 ¹⁾). Was die früheren Abhandlungen betrifft, so giebt über die ersten achtzehn der Registerband dieser Annalen den nöthigen Nachweis; die neunzehnte steht im Bd. 68 (S. 105), die zwanzigste im Bd. 69 (S. 289) und die ein und zwanzigste im Bd. 70 (S. 24). Auch ist die drei und zwanzigste schon im Bd. 82 (S. 75 und 232) gegeben worden.)

§. 28. Ueber die Krystallpolarität des Wismuths und anderer Körper und über ihre Beziehung zur magnetischen Kraftform.

2454. **M**anche der bei Einwirkung des Magnets auf Wismuth erhaltenen Resultate haben mich zu verschiedenen Zeiten stutzig gemacht und genöthigt, bei einer unvollständigen Erklärung stehen zu bleiben oder sie einer künftigen Untersuchung zu überlassen. Gegenwärtig habe ich diese Untersuchung wieder aufgenommen und bin dadurch zur Entdeckung der folgenden Resultate gelangt. Ich kann jedoch nicht besser auf den Gegenstand eingehen als

1) Wir überliefern diese Abhandlung hier ausführlich, ungeachtet die Arbeiten von Plücker (Ann. Bd. 72, S. 315 und 343; Bd. 76, S. 576; Bd. 77, S. 447; Bd. 78, S. 421); Plücker und Beer Bd. 81, S. 115 und Bd. 82, S. 42) und Knoblauch und Tyndall (Ann. Bd. 79, S. 233 und Bd. 81, S. 481) den Gegenstand zum Theil schon weiter geführt haben, um die Sammlung der in das Gebiet der Elektrizität einschlagenden Untersuchungen des großen britischen Physikers den Annalen in Vollständigkeit zu erhalten.

P.

durch eine kurze Beschreibung der vorkommenden Anomalien, die man nach Belieben erhalten kann.

2455. Wenn man sauberes gutes Wismuth in dem mittleren kugelförmig ausgeblasenen Theil einer offenen ¹⁾ Glasröhre mittelst einer Weingeistlampe zum Schmelzen bringt, und es dann, durch Umwenden der Vorrichtung, in den röhrenförmigen Theil versetzt, so erhält man es leicht in langen Cylindern, die sehr blank sind und beim Zerschneiden krystallinisch erscheinen, gewöhnlich mit Spaltungsebenen in der Quere. Ich bereite sie von 0,05 bis 0,1 Zoll im Durchmesser, und wenn das Glas dünn ist, breche ich es zusammen mit dem Wismuth durch, und hebe die kleinen Cylinder in ihrer Glashülle auf.

2456. Als ich aufs Gerathewohl einige dieser Cylinder nahm, und horizontal zwischen den Polen eines Elektromagnets (2247) aufhing, zeigten sich folgende Erscheinungen. Die ersten stellten sich axial, die zweiten aequatorial, die dritten, in einer Lage aequatorial und, wenn sie 50° bis 60° um ihre Axe gedreht wurden, schief, die vierten, unter denselben Umständen, aequatorial und axial; bei senkrechter Aufhängung stellten sie sich alle gut vibrirend um eine endliche feste Lage, welche keine Beziehung zu der Gestalt der Cylinder zu haben schien. In allen diesen Fällen war das Wismuth stark diamagnetisch (2295 etc.), indem es von einem einzelnen Magnetpol abgestoßen ward, und zwischen zwei Magnetpolen nach jeder Seite hin aus der axialen Linie wich. Ein ähnliches Stück feinkörniges oder granulirtes Stück Wismuth erlitt unter gleichen Umständen und zur selben Zeit eine ganz regelmässige Einwirkung, indem es die aequatoriale Stellung annahm (2253) wie es ein bloß diamagnetischer Körper thun muß. Als Ursache dieser Abweichungen ergab sich zuletzt die regelmässig krystallinische Beschaffenheit der Metallcylinder.

I. Krystallpolarität des Wismuths.

2457. Einiges Wismuth wurde in der gewöhnlichen Weise krystallisirt, indem man es in einem sauberen eiser-

1) Wohl an einem Ende verschlossenen Glasröhre.

nen Löffel schmelzte, zum Theil erstarren liefs, und das Flüssige des Inneren ausgoß. So erhaltene Stücke wurden durch kupferne Hämmer und Werkzeuge zerschlagen, und diejenigen Krystallgruppen ausgelesen, bei denen sämtliche Krystalle eine symmetrische Anordnung besaßen, also wahrscheinlich in gleicher Richtung wirkten. Wenn diese Stücke irgendwo mit dem eisernen Löffel in Berührung gewesen waren, wurden sie durch Abreiben mit Sandstein und Sandpapier gereinigt. So wurden leicht Stücke von 18 bis 100 Grm. erhalten.

2458. Der zuerst angewandte Elektromagnet war der schon beschriebene (2247), versehen mit beweglichen Endstücken, die konische, runde oder flache Pole darboten. Zur leichten und gegen magnetischen Einfluß gesicherten Aufhängung des Wismuths wurde gewöhnlich die folgende Vorrichtung gewählt. Ein einfacher Coconfaden, 12 bis 24 Zoll lang, der oben an einem passenden Gestelle hing, war unten an dem Ende eines dünnen geraden und wohl gereinigten Kupferdrahtes von 2 Zoll Länge befestigt; das untere Ende dieses Drahtes war zu einem Knöpfchen aufgewickelt und dort versehen mit einem Klümpchen Kitt aus 4 Th. weißem Wachs und 1 Th. Canadabalsam. Der Kitt war weich genug, um bei Druck an jede trockne Substanz zu kleben, und doch so hart, daß er Gewichte von 300 Gran und darüber trug. Diese Vorrichtung wurde zuvörderst allein dem Magnet ausgesetzt, um zu ermitteln, ob sie keine Einwirkung von demselben erleide, denn sonst wären die Resultate nicht zuverlässig gewesen.

2459. Ein Stück von ausgelesenem Wismuth (2457) 25 Gran schwer, wurde zwischen den Polen eines Magnets aufgehängt; es bewegte sich mit großer Freiheit. Die es bildenden Würfel saßen, wie gewöhnlich, hauptsächlich in der zwei gegenüberliegende Ecken verbindenden Linie an einander, und diese Linie lag auch in der größten Länge des Stücks. Sowie die Magnetkraft erregt ward, schwang das Wismuth stark um eine gewisse Linie, in welcher es zur Ruhe kam; aus derselben abgelenkt, kehrte es, los-

gelassen, in sie zurück, und stellte sich mit bedeutender Kraft, seiner größten Länge nach, *axial*.

2460. Nun wurde ein anderes Stück von flacherer Form ausgelesen; der Magnetkraft unterworfen, stellte es sich mit gleicher Kraft und Leichtigkeit, aber, seiner größten Länge nach, *aequatorial*; doch hatte die Linie, nach welcher die Würfel sich diametral an einander reiheten, eine *axiale* Richtung. Andere Stücke von anderer Form oder durch Abreiben auf Stein in andere Formen gebracht, stellten sich alle gut ein, und nahmen zuletzt eine Lage an, die keine Beziehung zu dieser Form hatte, sondern offenbar von der krystallinischen Beschaffenheit der Substanz abhing.

2461. In allen diesen Fällen war das Wismuth diamagnetisch, ward stark von jedem Magnetpol abgestoßen oder aus der Axiallinie geworfen, und zwar nur bei Gegenwart der Magnetkraft. Es begab sich in eine vollkommen bestimmte Lage und kehrte, aus ihr abgelenkt, immer dahin zurück, sobald die Ablenkung nicht über 90° hinausging; dann drehte es sich weiter und nahm eine neue, gegen die frühere, diametrale Lage an, die es mit gleicher Kraft und in gleicher Weise behauptete. Diese Erscheinung war bei allen Resultaten, über die ich berichten werde, die allgemeine; ich will sie mit den Worten, *diametral*, *diametrale* Einstellung oder Lage, bezeichnen.

2462. Die Erscheinung zeigt sich auch bei einem einzelnen Magnetpol und es ist dann auffallend, zu sehen, daß eine so diamagnetische Substanz wie Wismuth abgestoßen wird, und sich doch zugleich mit Kraft in die axiale Lage dreht, wie es eine magnetische Kraft thun würde.

2463. Diese Wirkung auf das Wismuth ist gleich, die angewandten Magnete (2358) mögen spitz, rund oder flach seyn; dafsungeachtet hat die Gestalt der Pole einen wichtigen Einfluß untergeordneter Art und einige Gestalten eignen sich mehr als andere zu diesen Untersuchungen. Bei Anwendung zugespitzter Pole divergiren die Magnetkraftlinien (2149) rasch, und die Kraft nimmt nach der Mitte des Abstandes von jedem Pole hin ab. Allein bei

Anwendung flacher Pole giebt es, obwohl die Kraftlinien gekrümmt, und an und nach den Enden der Flächen hin von verschiedener Stärke sind, doch in der Mitte des magnetischen Feldes einen Raum, wo diese Linien als parallel und überall als von gleicher Stärke betrachtet werden können. Sind die Flächen der Pole quadratisch oder kreisrund, und stehen sie um etwa ein Drittel ihres Durchmessers aus einander, so hat dieser Raum von gleichförmiger Kraft eine bedeutende Ausdehnung. Bei meinem Versuche ist der centrale oder axiale Theil des Magnetfeldes merklich schwächer als der ihn umgebende Theil; allein jede Polfläche hat in der Mitte ein kleines Schraubenloch zur Befestigung anders gestalteter Enden.

2464. Nun ist es Gesetz bei der Wirkung des Wismuths als eines *diamagnetischen* Körpers, daß es von stärkeren zu schwächeren Orten der Magnetkraft (2267. 2418) zu gehen strebt; allein als ein *magnekrystallischer* Körper ist es keinem Effect der Art unterworfen, und wird von Linien gleicher Kraft so stark wie von anderen afficirt. So scheint ein Stück amorphes Wismuth, in einem Magnetfelde von gleicher Kraft aufgehängt, seine diamagnetische Kraft gänzlich verloren zu haben, und keine andere Bewegung anzunehmen als die von der Torsion des Aufhängefadens oder von Luftströmen herrührende; allein ein Stück von regelmäfsig krystallisirtem Wismuth wird, unter gleichen Umständen, vermöge seiner magnekrystallischen Beschaffenheit, stark afficirt.

2465. Diefes giebt einem Magnetfelde von gleichförmiger Kraft einen grofsen Werth, und wenn daher bei Ausdehnung dieser Untersuchungen auf Körper von nur geringer Krystallkraft ein vollkommen gleichförmiges Feld erfordert würde, könnte man es leicht dadurch erhalten, daß man die Polfläche etwas convex machte, oder an den Kanten mehr oder weniger abrundete. Die erforderliche Gestalt liefse sich durch Rechnung finden, oder in Praxis vielleicht besser durch einen kleinen Probecylinder von körnigem oder amorphem Wismuth oder von Phosphor.

2466. Hiezu mag noch bemerkt werden, dafs kleine Krystalle oder kleine Krystallmassen und zwar solche, die in ihrer allgemeinen Gestalt dem Würfel oder der Kugel nahe kommen, besser als grofse oder längliche Stücke sind, in sofern als solche Stücke, wenn Unregelmäfsigkeiten in der Stärke des Magnetfeldes vorkommen, weniger von ihnen ergriffen werden.

2467. Wenn sich ein Wismuthkrystall in einem Magnetfelde von gleichmäfsiger Stärke befindet, wird er gleich gut afficirt, er mag in der Mitte des Feldes oder einem der Magnetpole sehr nahe seyn, d. h. die Anzahl der Schwingungen scheint in gleichen Zeiten gleich zu seyn. Es erfordert indess viel Sorgfalt diefs auf solche Weise auszumitteln, weil wegen des beiden Lagen instabilen Gleichgewichts in der aequatorialen Richtung, die Schwingungen in grofsen Bogen viel langsamer geschehen als die in kleinen, und es ist schwierig in verschiedenen Fällen die Bogen gleich zu halten.

2468. Das Wismuth mag in einem Felde von starker oder schwacher Magnetkraft befindlich seyn, die Magnetpole mögen dicht neben dem Stücke ruhen oder fünf, sechs und selbst zwölf Zoll aus einander gerückt seyn, das Wismuth mag in oder über oder unter der Linie des Kraftmaximums schweben, der elektrische Strom und folglich die Magnetkraft mag stark oder schwach seyn: stets erleidet das Wismuth, wenn überhaupt eine da ist, einerlei Einwirkung.

2469. Die Resultate sind insgesamt sehr verschieden von denen der diamagnetischen Action (2418), eben so wie von denen der gewöhnlichen magnetischen Action. Sie sind auch verschieden von denen, welche Plücker entdeckt und in seinen schönen Untersuchungen über den Zusammenhang der optischen Axen mit der magnetischen Action beschrieben hat, denn dort ist die Kraft aequatorial, während sie hier axial ist. So scheinen sie uns also eine neue Kraft oder Kraftform in den Körpertheilchen darzubieten, welche ich, der Bequemlichkeit halber, durch ein

neues Wort, durch: *Magnekrystallkraft* (*magnecrystallic force*) bezeichnen will.

2470. Die Richtung dieser Kraft ist, in Bezug auf das magnetische Feld, *axial* und *nicht aequatorial*; dieß ergibt sich aus verschiedenen Betrachtungen. Als z. B. ein Stück regelmäfsig krystallisirtes Wismuth aufgehängt ward, stellte es sich ein. Es in dieser Lage haltend, wurde der Aufhängepunkt um 90 Grad in der Aequatorialebene (2252) fortgerückt, so dafs, als es wieder frei schwebte, die Linie durch den Krystall, welche zuvor horizontal in der Aequatorial-Ebene war, jetzt vertical stand; das Stück stellte sich wiederum ein und gewöhnlich mit mehr Kraft als zuvor. Die durch den Krystall gehende, mit der Magnetaxe coincidirende Linie, kann nun als Kraftlinie angesehen werden; und wenn die Drehung um einen Viertelkreis in der Aequatorialebene auch wie oft wiederholt wird, fährt der Krystall dennoch fort, sich mit der angenommenen Kraftlinie, und zwar mit einem Maximum der Kraft, in die Magnetaxe zu stellen. Verschiebt man nun aber den Aufhängepunkt um 90 Grad in der Ebene der Axe, d. h. nach dem Ende der angenommenen Kraftlinie hin, so dafs, wenn der Krystall wiederum frei schwebt, diese Linie vertical ist, so äufsert der Krystall nur ein Minimum seiner eigenthümlichen Wirkung, indem er die Richtkraft fast oder ganz verloren hat und nur die gewöhnliche diamagnetische Kraft zeigt (2418).

2471. Wäre nun die Kraft aequatorial und polar gewesen, so würde ihr Maximum-Effect nicht durch eine Verschiebung des Aufhängepunkts um 90 Grad in der Aequatorial-, sondern durch eine gleiche Verschiebung in der Axial-Ebene hervorgebracht seyn, und eine gleiche Verschiebung nach der in der Axial-Ebene würde die Maximum-Kraft nicht gestört haben; wogegen eine ~~eine~~ ^{einzig} Verschiebung von 90° in der Aequatorial-Ebene ~~die~~ ^{die} Kraftlinie in die Verticale gebracht, (wie beim Kalkspath in Plücker's Versuch) und die Wirkung auf ein Minimum oder auf Null reducirt hätte.

2472. Die Richtkraft so wie die Einstellung des Kry-

stalls ist also eine *axiale*. Diese Kraft hat ihren Sitz ohne Zweifel in den Theilchen des Krystalls. Sie ist eine solche, daß der Krystall mit gleicher Leichtigkeit und Beständigkeit zwei diametrale Lagen annehmen kann, und zwischen diesen giebt es zwei æquatoriale Gleichgewichtslagen, die natürlich instabiler Natur sind. Sowohl bei diesen Erscheinungen als bei den gewöhnlichen der Krystallform ist jedes Ende der Masse oder ihrer Molecüle in allen Beziehungen dem anderen Ende gleich; und in vielen Fällen würden daher die Worte *axial* und *Axialität* bezeichnender seyn als die: *polar* und *Polarität*. Mir scheinen auch die ersteren Worte nützlicher zu seyn.

2473. Bei Versetzung des Wismuths in andere, also gezwungene Lagen bringt der Magnet, wie stark oder wie lang er auch wirken mag, keine Aenderung in dem Zustande oder der Gröfse und Richtung der Kraft desselben hervor.

2474. Es hält schwer die Lage dieser Kraft in Bezug auf den Krystall einfach zu beschreiben, obwohl es sehr leicht ist, sie experimentell zu ermitteln. Die Gestalt der Wismuthkrystalle soll die eines Würfels und die Primitivform ein Octaëder seyn; mir aber scheinen sie nicht Würfel, sondern entweder Rhomboëder oder rhombische, dem Würfel sehr nahe kommende Prismen zu seyn ¹⁾). Meine Messungen waren sehr unvollkommen und meine Krystalle nicht regelmäfsig; allein als Durchschnitt aus mehreren Beobachtungen ergab sich die gegenseitige Neigung der Flächen zu $91\frac{1}{2}^{\circ}$ bis $88\frac{1}{2}^{\circ}$ und der Kanten einer Fläche zu $87\frac{1}{2}^{\circ}$ bis $92\frac{1}{2}^{\circ}$. Was auch die wahre Gestalt seyn möge, so er giebt doch der blofse Anblick, daß die Aggregatkraft Krystalle von mehr oder weniger rhomboëdrischer Gestalt mit rhombischen Flächen zu bilden strebt; und daß diese Krystalle, gewöhnlich in Richtungen ihrer längsten Dimensionen, zu symmetrischen Gruppen verwachsen. Nun fällt die

1) Bekanntlich ist die Rhomboëdergestalt der Wismuthkrystalle auch schon von Prof. G. Rose näher bestimmt. (S. Ann. Bd. 77 S. 143.)

Linie der *Magnekrystallkraft* fast immer zusammen mit dieser Richtung, wo sie sichtbar ist.

2475. Die *Spaltungsflächen* der Wismuthkrystalle stumpfen die Ecken ab und bilden ein Octaëder; sie sind indeß, nach meiner Erfahrung, nicht leicht zu erhalten, und nicht gleich blank und vollkommen. Ein Paar, oder häufiger noch, bloß eine dieser Flächen ist vollkommener als die übrigen, und diese, die vollkommenste Fläche, wird an der scharfen Ecke (2474) gebildet und ist ungemein leicht zu erkennen. Wenn ein Wismuthkrystall, der viele Spaltungsflächen darbietet, im diamagnetischen Felde aufgehängt wird, so wendet sich eine dieser Flächen gegen einen der Magnetpole, und die entsprechende Fläche, falls sie vorhanden ist, gegen den andern, so daß die Linie der *Magnekrystallkraft* winkelrecht ist auf dieser Fläche. Diese Fläche entspricht einer derjenigen, welche ich schon als gewöhnlich die vollkommensten beschrieben habe, und sie stumpft die scharfe Ecke des Krystalles ab.

2476. Aus der Wismuthmasse schnitt man, mittelst kupferner Werkzeuge, einen einzelnen Krystall heraus, und rieb die Stellen, wo er angesessen hatte, mit Sandpapier ab, um ihn eine Würfelgestalt zu geben; vier seiner sechs Flächen waren natürlich. Eine der Ecken, in der muthmaßlich die Linie der *Magnekrystallkraft* auslief, wurde abgestumpft; die Spaltungsfläche war, wie auch zu erwarten, blank und vollkommen. Als der Krystall, mit dieser Fläche vertical, im magnetischen Felde aufgehängt wurde, stellte er sich mit beträchtlicher Kraft ein, und zwar diese Fläche dem einen oder anderen Magnetpol zuwendend, so daß die *Magnekrystallaxe* nun horizontal zu liegen und mit größter Kraft zu wirken schien. Wurde diese axiale Linie vertical, folglich die Fläche horizontal gestellt, so richtete sich der Krystall durchaus gar nicht. Als nun der Würfel nach einander an allen Ecken und Flächen aufgehängt wurde, stellte er sich mit mehr oder weniger Kraft ein, jedoch immer so, daß die auf der Spaltungsfläche recht-

winkliche Linie (die also die Kraftlinie vorstellt) in derjenigen Vertical-Ebene lag, welche die Magnetaxe einschloß. Wenn endlich die Spaltungsebene horizontal, also die Richtkraft vertical war, und man neigte sie ein wenig in gegebener Richtung, so liefs sich bewirken, dafs jeder beliebige Theil des Krystalls sich gegen die Magnetpole richtete.

2477. Eine Gruppe von Wismuthkrystallen, die an ihrem Scheitel eine einzelne kleine Spaltungsfläche besafs, gab dieselben Resultate.

2478. Bisweilen kamen Krystallgruppen (2457) vor, die nicht schienen sich in eine Lage bringen zu lassen, in welcher sie alle Richtkraft verloren, sondern die immer ein Minimum von dieser Kraft behielten. Es ist jedoch sehr unwahrscheinlich, dafs alle diese Gruppen in der Anordnung ihrer Theile vollkommen symmetrisch gewesen seyn sollten; auffallender ist es vielmehr, dafs ihre Wirkung noch so entschieden war. Bei Wismuth und bei vielen anderen Körpern liefert vermuthlich die Magnetkraft eine wichtigere Anzeige von der wesentlich und wahrhaft krystallinischen Structur als es die Gestalt zu thun vermag.

2479. Wie schon angeführt, äufsert sich die Magnetrystallkraft nicht durch Anziehung oder Abstofsung, oder wenigstens bewirkt sie keine Annäherung oder Entfernung, sondern sie verleiht nur Richtung. Das Gesetz der Wirkung scheint darin zu bestehen, *dafs die Linie oder Axe der Magnetrystallkraft (als der Resultanten der Wirkung der Molecule) sich zu der durch den Ort des Krystalls gehenden Magnetcurve oder Magnetrastlinie parallel oder tangential zu stellen sucht.*

2480. Ich zerbrach nun Wismuthmassen, welche geschmolzen und in gewöhnlicher Weise erstarrt waren, und wählte zu dem Versuche diejenigen Stücke aus, die mir am regelmäfsigsten krystallisirt zu seyn schienen. Es war fast unmöglich, das kleinste Stück zu nehmen, welches nicht dem Magnet gehorchte, sich mehr oder weniger leicht einstellte. Unter dünnen Platten mit vollkommenen Spaltungs-

flächen fanden sich leicht einige, die in jeder Hinsicht den Krystallen entsprachen, allein dickere Platten, eckige Stücke gaben complicirte, obwohl in Bezug auf die Gestalt einfache und regelmässige Resultate. Hin und wieder erwies sich die Spaltungsfläche, welche ich im Voraus für die auf der Kraftlinie (2475) winkelrechte gehalten hatte, nicht als solche; allein nach sorgfältigem Beobachten der Richtung der Magnekrystallkraft fand oder erhielt ich durch Spaltung immer eine ihr entsprechende Fläche, welche das zuvor beschriebene Ansehen und Kennzeichen besafs. Wismuthplatten von 0,05 bis 0,10 Zoll in Dicke und von parallelen und ähnlichen Flächen begränzt, erwiesen sich nach dem Zerbrechen als zusammengesetzt und unregelmässig.

2481. Wenn eine wohl ausgelesene Wismuthplatte (die meinige war 0,3 Zoll lang und breit und etwa 0,05 Zoll dick) an der Kante im magnetischen Felde aufgehängt wird, kommt sie schwingend und ihre Seiten den Magnetpolen zuwendend, diametral zur Ruhe (2461). Mit welchem Theil der Kante sie aufgehängt seyn mag, ist doch das Resultat dasselbe. Wird sie aber horizontal so aufgehängt, dafs die Spaltungsflächen parallel sind der Ebene der Bewegung, so ist sie ganz indifferent, denn die Linie der Magnekrystallkraft ist auf der Linie der Magnetkraft senkrecht, in jeder Lage, welche sie annehmen kann.

2482. Wird aber die Platte nur um eine sehr kleine Gröfse aus dieser Lage geneigt, so richtet sie sich, und zwar mit desto mehr Kraft, je verticaler die Flächen sind (2475). Das zuvor bei einem Krystall beschriebene Phänomen (2476), kann hier mit einem Bruchstück von einer Masse erhalten werden, und jeder Theil der Kante der Platte läfst sich zur axialen Einstellung bringen, je nachdem man ihn über oder unter die Horizontalebene versetzt.

2483. Wenn man eine Anzahl solcher krystallinischer Platten mittelst des Magnets ausgelesen hat, kann man sie hernach durch Kitt (2458) zu einer Masse vereinen, welche eine vollkommen regelmässige magnekrystallinische Wirkung ausübt, und in dieser Beziehung den zuvor bespro-

chenen Krystallen (2459, 2468, 2476) ähnelt. In dieser Weise läßt sich auch die *diamagnetische* Wirkung des Wismuths neutralisiren, denn es ist leicht ein Prisma von gleicher Breite und Dicke aufzubauen, welches, mit der Länge vertical aufgehängt, sich gut einstellt, ohne durch die diamagnetische Wirkung gestört zu werden.

2484. Stellt man drei gleiche Platten rechtwinklich zu einander, so erhält man ein System, welches alle Richtkraft gegen den Magnet verloren hat, indem dessen Kraft in jeder Richtung neutralisirt ist. Diefs repräsentirt also den Fall von fein krystallisirtem oder amorphem Wismuth. Dasselbe Resultat erhält man, wenn man eine ausgelesene gleichförmige Masse von Krystallen (2457) in einer Glasröhre schmelzt und wieder erstarren läßt; sobald nicht die Krystallisation groß und deutlich ist, was selten der Fall ist, erhält man ein Stück scheinbar ohne alle Magnekrystallkraft. Ein gleiches Resultat erhält man, wenn man den Krystall zerbricht, die Stückchen oder das Pulver in eine Röhre bringt, und so das Ganze dem Magnete aussetzt.

2485. Diese Versuche mit Wismuth sind nicht schwer zu wiederholen; denn mit Ausnahme derer, die ein plötzliches Entstehen oder Verschwinden der Magnetkraft erfordern, lassen sich alle mit einem gewöhnlichen Hufeisen-Magnet wiederholen. Ein Magnet, mit dem ich Bedeutendes geleistet habe, besteht aus sieben an einander liegenden Lamellen, die, in einer Büchse mit den Polen aufwärts befestigt, zwei Magnetbacken (*magnet cheeks*) in dem Abstände von $\frac{5}{4}$ Zoll darbieten, zwischen welchen das magnetische Feld mit Kraftlinien von horizontaler Richtung erfüllt ist. Die Magnetpole müssen beide mit Papier bekleidet werden, um die Anhaftung von Eisentheilchen oder Rost zu verhüten. Der beste Ort für das Wismuth ist natürlich zwischen den Polen, nicht im Niveau mit deren Scheiteln, sondern 0",4 bis 1",0 tiefer (2463), damit man die Wirkung flacher Pole erlange. Ist es wünschenswerth die Kraftlinien zu verstärken, so kann es dadurch geschehen, daß man ein Stück Eisen zwischen die Magnetspole bringt, und

somit, indem man diese virtuell einander nähert, die Weite des Magnetfeldes zwischen ihnen verringert.

2486. Der angewandte Magnet trägt mittelst seines Ankers 30 Pfund; allein bei Anwendung kleiner Stücke Wismuth habe ich die Wirkungen leicht mit Magneten erhalten, die nicht mehr als 7 Unzen wogen und nur 22 Unzen trugen. Die Versuche stehen also in Jedermanns Bereich.

2487. So lange der Wismuthkrystall im magnetischen Felde ist, wird er sehr deutlich und selbst stark durch die Annäherung von weichem Eisen oder einem Magnet afficirt, und zwar in folgender Weise. Stelle Fig. 1 Taf. I. die Lage der beiden Haupt-Magnetpole und ein Stück krystallisirtes Wismuth, welches, vermöge seiner Magnekrystallität, zwischen ihnen sich axial richtet, im Grundrifs vor. Legt man nun ein Stück weiches Eisen an die Backe des Pols, z. B. in *e*, und dem Wismuth nahe, wie in *a*, so wird letzteres afficirt und nähert sich dem ersteren. Wird das Eisen in ähnlicher Weise bei *f*, *g* oder *h* angebracht so bewirkt es eine gleiche Bewegung des Wismuths; die mit *b*, *c* oder *d* bezeichneten Theile nähern sich dem Eisen und scheinen angezogen zu werden. Wenn das weiche Eisen den Magnetpol nicht berührt, sondern zwischen diesem und dem Wismuth, im Ganzen in derselben Lage, gehalten wird, so erhält man dieselben Wirkungen, nur schwächer.

2488. Obwohl diese Bewegungen einen Anziehungseffect anzudeuten scheinen, so glaube ich doch nicht, daß sie aus einer solchen Ursache entspringen, sondern daß sie einfach Folgen aus dem zuvor (2479) angegebenen Gesetze sind. Die bisdahin gleichförmige Beschaffenheit des magnetischen Feldes ist durch die Gegenwart des Eisens zerstört. Magnetkraftlinien, von größerer Intensität als die übrigen gehen, in der abgebildeten Lage, von der Ecke *a* des Eisens aus, und, in den übrigen Lagen, von den entsprechenden Ecken, (indem sich die Gestalt des Poles nun mehr oder weniger einer konischen oder spitzen nähert);

und deshalb dreht sich der Wismuthkrystall um die Aufhängeaxe, damit er die Linie der Magnekrystallkraft parallel oder tangential zu der Resultante der durch seine Masse gehenden magnetischen Kräfte stellen könne.

2489. Wird statt der Krystallgruppe eine krystallinische Platte von Wismuth angewandt, so haben die unter ähnlichen Umständen auftretenden Erscheinungen das Ansehen einer *Abstoßung*. Stelle Fig. 2 Taf. I. diesen Zustand der Dinge vor. Das Eisenstück, in *e* angelegt, bewirkt ein Zurückweichen des Wismuths bei *a*; ebenso in *f*, *g* *h* angelegt, veranlaßt es ein Zurückweichen desselben an den Punkten *b*, *c*, *d*; diese Erscheinungen sehen wie Abstoßungen aus, und doch sind sie, wie ich schliesse, nur Folgen der Bestrebung des Wismuths, gemäß dem zuvor angegebenen Gesetz (2479), die magnekrystallische Kraftlinie parallel oder tangential zur Resultante der durch seine Masse gehenden Magnetkraft zu stellen.

2490. Ein Eisenstück von etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll Länge und 0,1 bis 0,2 Zoll Dicke wurde in der Aequatorialebene an den Rand der Wismuthplatte (Fig. 3 Taf. I.) gehalten; es änderte deren Lage nicht. Allein als das Ende *e* zu einem der Pole gedreht wurde, begann die Platte sich zu bewegen, und sie bewegte sich am meisten, wenn, wie in der Figur, das Eisen den Pol berührte. Wenn es dem Pole *N* nahe kam oder ihn berührte, drehte sich die Wismuthplatte wie es die punktirte Figur andeutet. Berührte es den Pol *S*, so war die Drehung entgegengesetzt. Wurde das Ende *e* mit dem Pol *N* in Berührung gehalten, und das andere Ende des Eisens in die Lage *m* gebracht, so wurde das Wismuth nicht afficirt; allein wenn man den Hülfspol in der einen oder anderen Weise gegen den Rand der Platte bewegte, drehte sich diese, so wie der Pol sich bewegte, immer ihre Seite demselben zugewandt strebend, offenbar durch die Tendenz der Magnekrystallaxe, sich der Resultante der durch das Wismuth gehenden Magnetkraft parallel zu stellen. Dieselben Resultate wurden unter gleichen Umständen mit dem Krystall (2487) erhalten, und entspre-

chende Resultate entstanden auch, wenn der weiche Eisenstab zwischen dem Pole *S* und dem Wismuth angebracht ward. Gleiche Resultate lieferten endlich auch die Platten von Arsenik und Antimon.

2491. Bei Anwendung eines Magnets statt des weichen Eisens werden entsprechende Resultate erhalten. Nur ist zu bemerken, daß der Hauptmagnet, wenn er sehr kräftig ist, den Magnetismus des kleinen genäherten Magnets oft neutralisiren, ja selbst umkehren kann, und zwar (in Bezug auf äußeren Einfluß), während letzterer im magnetischen Felde ist, selbst wenn er, herausgezogen, unverändert zu seyn scheint.

2492. Als z. B. die Wismuthplatte zwischen den Backen (*cheeks*) des Hufeisenmagnets (2485) aufgehängt (Fig. 2 Taf. I.), und der Nordpol des kleinen Magnets (der Klinge eines Taschenmessers) in *a* oder *b* angebracht ward, bewirkte dieser ein Zurückweichen des ihm nahen Theils der Platte, genau aus denselben Gründen wie das weiche Eisen. Wurden die Extrapole nach *c* oder *d* versetzt, war die Wirkung schwächer als im ersten Fall, und sie bestand in einer Annäherung jenes Theils der Platte zu dem Pole. Da diese Lage des Hülfs Pols gewisse vom Südpol des Hufeisenmagnets ausgehende Magnetkraftlinien begränzt (*terminate*) und neutralisirt, so wird die Resultante der durch das Wismuth gehenden Kraftlinien in ihrer Richtung geändert und schiefer gegen ihren früheren Lauf gestellt, genau wie es die Bewegung des Wismuths, vermöge dessen Tendenz seine Kraftlinie jenen in ihrer neuen Lage parallel zu stellen, andeutet.

2493. Ein genäherter Südpol bewirkt Bewegungen in umgekehrter Richtung.

2494. Wenn der kleine Magnet in aequatorialer Lage mit einem Pole dem Rande der Platte genähert wird (Fig. 3 Taf. I.), so bewirkt er, da er nicht wie das Eisen neutral ist, eine Bewegung der Platte in tangentialer Richtung, entweder nach der Rechten oder Linken, je nach dem es der Süd- oder Nordpol war, just wie es das Eisen that,

wenn, durch Neigen, das genäherte Ende ein Pol geworden (2490). Diese Erscheinung zeigt sich in noch auffallenderem Grade bei Anwendung eines Wismuthkrystalles (2487), weil, vermöge seiner Gestalt und Lage, die Magnetcurven am meisten von dem Hülfspol afficirt und daher mehr in das Wismuth eingeschlossen werden, als wenn eine Platte gebraucht wird.

2495. Unzählige Abänderungen dieser Bewegungen, scheinbare Anziehungen und Abstosungen oder tangentielle Einwirkungen, lassen sich nach Belieben erhalten durch Anwendung von Krystallen, deren Magnekrystallaxe ihrer Länge entspricht, oder von Platten, wo sie der Dicke nach liegt, und von permanenten oder temporären magnetischen Hülfs-polen. Führt man den beweglichen Pol langsam rund um das Wismuth, von den neutralen Punkt m an bis zu einem anderen Neutralpunkt n (Fig. 3) so erhält man einen Inbegriff aller Erscheinungen, und man findet, dafs sie sich sämmtlich in dem zuvor aufgestellten allgemeinen Gesetz auflösen (2479), dafs die Magnekrystallaxe und die durch das Wismuth gehende Resultante der Magnetkraft parallel zu werden streben.

2496. Somit kann ein kleiner Krystall oder Wismuth oder Arsenik (2532) ein sehr nützlicher und wichtiger Anzeiger der Richtung der Kraftlinien in einem magnetischen Felde werden, denn während er durch seine Lage den Lauf derselben veranschaulicht, stört er sie zugleich durch seine eigene Wirkung nicht merklich.

2497. Viele dieser Bewegungen haben Aehnlichkeit und Beziehung zu denen, welche Plücker, Reich und Andere bei Einwirkung von Eisen und Magneten auf Wismuth in seinem gewöhnlichen diamagnetischen Zustande erhalten haben. Sie und Andere betrachten diese Erscheinungen als Anzeige, dafs das Wismuth, wie auch ich anfangs vermuthete (2429 etc.), in seinem diamagnetischen Zustande eine, obwohl umgekehrte, magnetische Polarität (*magnetic condition*) wie das Eisen besitze. Ich bin nicht mit allen ihren Arbeiten bekannt, aber das, was ich davon kenne

kenne und wiederholt habe, scheint mir das einfache Resultat des früher (2267. 2418) aufgestellten Gesetzes zu seyn, nämlich, daß diamagnetische Körper dahin streben, von Orten stärkerer Magnetkraft zu Orten schwächerer zu gehen. Sie liefern von der vermeintlichen umgekehrten Polarität des Wismuths so wenig einen neuen, noch andern Beweis, als die früher von mir beschriebenen Fälle, die sich jenem Gesetze unterordnen.

2498. In der Voraussetzung, es möchte ein dazwischen liegendes oder umgebendes Mittel die magnekrystallische Wirkung des Wismuths und anderer Körper einigermaßen verändern, befestigte ich die Magnetpole in einem gewissen Abstände (2 Zoll) von einander, hing in der Mitte des magnetischen Feldes einen Wismuthkrystall auf und beobachtete dessen Schwingungen und Ruhelage. Dann schob ich, ohne sonst etwas zu ändern, zwischen Pole und Krystall Schirme von Wismuth, nämlich Klötze von 2 Zoll im Quadrat und 0,75 Zoll Dicke; allein ich konnte nicht wahrnehmen, daß durch deren Gegenwart eine Aenderung in den Erscheinungen hervorgebracht wurde.

2499. Der Wismuthkrystall (2459) wurde im Wasser zwischen den Polen eines Hufeisenmagnets aufgehängt. Seine Ruhelage stimmte mit dem allgemeinen Gesetz (2479) wohl überein; fünf Umgänge des Torsionszeigers am oberen Ende des seidenen Aufhängefadens waren erforderlich, um ihn aus dieser Lage in die diametrale zu drehen. So weit ich es beobachten konnte, war derselbe Betrag von Torsionskraft zu demselben Effect erforderlich, wenn der Krystall bloß von Luft umgeben war.

2500. Dasselbe Wismuth wurde nun in einer gesättigten Lösung von Eisenvitriol (als einem magnetischen Medium) aufgehängt; die Einstellung geschah wie zuvor, anscheinend mit keiner Art von Veränderung, und, wie zuvor, waren fünf Umdrehungen des Torsionszeigers erforderlich, um den Krystall aus seiner Lage in die diametrale zu bringen.

2501. Krystalle von Wismuth mögen daher von Luft, Wasser oder Eisenvitriol-Lösung umgeben, oder zwischen dicken Wismuthmassen befindlich seyn, so üben sie doch, einer gleichen Magnetkraft unterworfen, sowohl der Natur und Richtung als dem Betrage nach, dieselbe MagnekrySTALLKRAFT aus.

2502. Es schien möglich, ja wahrscheinlich, daß die Magnetkraft auf die Krystallisation des Wismuths und anderer Körper einwirke. Denn da die Magnetkraft auf die Masse eines Krystalls vermöge derjenigen Kraft wirkt, welche seine Theilchen besitzen und durch ihren polaren oder axialen (2472) und symmetrischen Zustand dem ganzen Krystall verleihen, und da die Ruhelage der Krystallmasse im magnetischen Felde als die des geringsten Zwanges betrachtet werden kann, so ward es wahrscheinlich genug, daß wenn man Wismuth in flüssigem Zustande dem Einflusse des Magnetismus aussetzte, die Theilchen desselben eine und dieselbe axiale Lage anzunehmen streben würden, die krystallinische Anordnung der Masse nach ihrer Erstarrung also dadurch in gewissem Grade bedingt seyn würde.

2503. Es wurde daher Wismuth in einer Glasröhre geschmolzen und, bis zu seinem Erstarren, in fester Lage im magnetischen Felde gehalten, dann von seiner Glashülle befreit und aufgehängt, damit es unter dem Einflusse des Magnets dieselbe Lage annehme; allein es waren keine Anzeigen von MagnekrySTALLKRAFT sichtbar. Ich hatte nicht erwartet, daß das Ganze regelmäfsig krystallisirt seyn würde, sondern nur daß ein *Unterschied* zwischen der einen oder anderen Richtung vorhanden wäre. Aber es zeigte sich nichts der Art, in welcher Richtung das Stück auch aufgehängt seyn mochte; und nach dem Zerschneiden fand sich eine feinkörnige und verworrene Krystallisation nach allen Richtungen. Vielleicht erhielt man bessere Resultate, wenn man sich länger Zeit ließe und einen permanenten Magnet anwendete. Ich hatte in Bezug auf die Krystallisation des Goldes, Silbers, Platins und überhaupt der Me-

talle und anderer Körper viele Hoffnung auf diesen Proceß gesetzt ¹).

2504. Ich kann nicht finden, daß Wismuthkrystalle irgend ein, sey es temporäres oder permanentes, Vermögen erlangen, welches sie mit aus dem magnetischen Felde brächten. Ich hielt Krystalle in verschiedenen Lagen im Felde der intensiven Wirkung eines kräftigen Elektromagnetes, dessen konische Pole einander sehr nahe waren, zog sie dann nach einiger Zeit heraus und prüfte sie nun sogleich an einer sehr empfindlichen astatischen Magnetnadel; allein ich konnte nicht wahrnehmen, daß sie in Folge dieser Behandlung irgend eine besondere Wirkung ausübten.

2505. Da ein Wismuthkrystall dem Einfluß der Magnetkraftlinien unterliegt und gehorcht (2479), so folgt, daß er auch der Wirkung des Erdkörpers gehorchen müsse, wiewohl in sehr schwachem Grade. Ich habe einen guten Krystall an einem einfachen sehr langen Coconfaden aufgehängt und ihn durch concentrische Glasröhren möglichst gut vor Luftzug geschützt; ich glaube Anzeigen von Richtkraft beobachtet zu haben. Der Krystall hing so, daß die Magnekrystallaxe denselben Winkel mit dem Horizont machte (etwa 70°) als die magnetische Neigung, und es schien die Axe mit dieser Neigung zusammenfallen zu wollen; jedoch erfordern die Versuche eine sorgfältige Wiederholung.

2506. Wichtiger für die Natur der polaren oder axialen Kräfte des Wismuths ist es, zu wissen, ob zwei Krystalle oder gleichförmig krystallisirte Massen von Wismuth eine Wirkung auf einander ausüben, und wenn dem so ist, welcher Natur diese Wirkung sey, in welcher Beziehung die Theile in der Mitte und an den Enden stehen, und welche Richtung die Kräfte besitzen. Ich habe hierüber viele Versuche gemacht, sowohl in als außer dem Magnetfelde, aber nur negative Resultate erhalten. Ich wandte jedoch nur

1) Bekanntlich hat Hr. Prof. Plücker einen ähnlichen Versuch mit Erfolg angestellt.

kleine Wismuthmassen an, und meine Absicht ist die Versuche in besserer Jahreszeit auf grössere Massen auszudehnen, erforderlichenfalls auf solche, die in der schon beschriebenen Weise (2483) zusammengelegt sind.

2507. Kaum brauche ich wohl zu sagen, daß ein Wismuthkrystall in einem schrauben- oder ringförmigen Draht, der von einem elektrischen Strom durchflossen wird, sich richten muß, und zwar so, daß seine Magnekrystallaxe der Axe der Rolle oder des Ringes parallel werde. Diefs ist auch der Fall, wie ich experimentell gefunden.

II. Krystallpolarität des Antimons.

2508. Das Antimon ist ein magnekrystallischer Körper. Krystallische Massen desselben, auf die zuvor (2457) beschriebene Weise dargestellt, wurden durch kupferne Werkzeuge zerstückelt und dadurch einige vortreffliche Krystallgruppen erlangt; sie wogen 10 bis 20 Gran und alle ihre Krystalle schienen gleichförmig gelagert zu seyn. Die einzelnen Krystalle waren im Ganzen sehr gut und, viel häufiger als die des Wismuths, voll an den Flächen und vollständig. Ueberdies waren sie glänzend, von stahlgrauem oder silbrigem Ansehen, und erschienen dem Auge sicherer kubisch, als die Wismuthkrystalle, obwohl sich hier und da deutliche rhomboidale Flächen zeigten. Durch Abstumpfungen lassen sich Spaltungsflächen erhalten, und von diesen ist eine, wie beim Wismuth, glänzender und vollkommener als die übrigen.

2509. Zuvörderst wurde ermittelt, daß alle diese Krystalle diamagnetisch waren und zwar stark.

2510. Nächst dem überzeugte ich mich, daß sie alle, wie beim Wismuth, die magnekrystallischen Phänomene mit bedeutender Stärke zeigten; indem sie eine Kraftlinie besaßen (2470), welche, bei senkrechter Stellung, dem Krystall eine freie Bewegung in jeder Richtung (2476) gestattete, bei horizontaler Lage aber, dem Krystall eine Richtung verlieh und zwar so, daß er sich parallel stellte der durch ihn hingehenden Resultante der Magnetkraft (2479).

Diese Linie gieng, wie beim Wismuth, von einer Ecke zu der gegenüberliegenden und war winkelrecht auf der oben erwähnten (2508) blanken Spaltungsfläche.

2511. So war denn die Wirkung des Magnets auf diese Krystalle im Allgemeinen dieselbe wie auf die Wismuthkrystalle; allein es gab auch einige Verschiedenheiten, welche eine nähere Angabe und Unterscheidung verlangen.

2512. Zunächst zeigte sich, dafs ein gewisser Krystall, bei horizontaler Lage seiner Magnekrystallaxe, nach Erregung der Magnetkraft sich nur langsam einstellte und gleichsam zur todten Ruhe kam. Wurde er aus dieser Lage rechts oder links abgelenkt, so kehrte er auf einmal, ohne Schwingungen, dahin zurück. Andere Krystalle thaten unvollkommen dasselbe, und noch andere machten vielleicht eine oder zwei Schwingungen; aber alle schienen sich wie in einer dicken Flüssigkeit zu bewegen und waren in dieser Beziehung dem Wismuth, das frei und leicht vibrirte (2459), äufserst ungleich.

2513. Nächstem zeigte sich keine Einstellung oder anderweitige Aeufserung der Magnekrystallkraft, wenn die Krystalle so aufgehängt wurden, dafs ihre Magnekrystallaxe vertical war; allein es traten andere Erscheinungen auf. Denn wenn, bei erregter Magnetkraft, die Krystallmasse in Drehung versetzt ward, so blieb sie plötzlich stehen, und wurde in einer Lage festgehalten, welche, wie sich experimentell ergab, eine jede seyn konnte. Wenn sich indefs die grösste Länge aufserhalb der axialen oder aequatorialen Lage befand, so folgte dem Stillstand, bei Unterbrechung des elektrischen Stroms (2315), eine *rückgängige* Bewegung. Die Bewegung war niemals grofs, am grölsten wenn die Länge der Masse etwa einen Winkel von 45° mit der Axe des Magnetfeldes machte.

2514. Bei weiterer Untersuchung ergab sich, dafs dieses Stillstehen und Zurückspringen genau von gleicher Art war wie das früher bei Kupfer und anderen Metallen beobachtete (2309), auch aus derselben Quelle entstand, nämlich daraus, dafs unter dem inductiven Einflufs des Magnets

kreisrunde elektrische Ströme entstehen. Nun erhellt, warum vorhin die Antimonkrystalle nicht oscillirten (2512) und warum sie auch gleichsam absterbend (*with a dead set*) ihrer Ruhelage zuwanderten. Denn die durch die Bewegung erzeugten Ströme waren gerade diejenigen, welche die Bewegung zu hemmen suchten (2329)¹). Obwohl die Magnekrystallkraft hinlänglich ist, den Krystall zu bewegen und zu richten, so ist es doch gerade die so entstandene Bewegung, welche Ströme erzeugt, die auf die Tendenz zur Bewegung rückwirken und veranlassen, daß die Masse auf ihre Ruhelage zugeht, wie wenn sie sich in einer dicken Flüssigkeit bewegte.

2515. Nach dieser erweiterten Kenntniß vom Stillstehen und Rückgehen des Antimons (Erscheinungen, die abhängen von seinem, im Vergleich zum Wismuth, höheren Leitvermögen im compacten krystallinischen Zustand) hat es keine Schwierigkeit die Identität der Magnekrystallkraft dieses Metalls mit der des Wismuths, so wie aller Resultate in ihren wesentlichen Charakteren, darzuthun. In vielen Stücken von Antimonkrystallen schien die Kraft geringer als im Wismuth zu seyn, doch wohl nur scheinbar, denn die eben beschriebene Wirkung der Inductionsströme sucht die magnekrystallischen Phänomene zu verstecken.

2516. Verschiedene Antimonstücke schienen auch in der Kraft, mit der sie sich einstellten, sowie in der Neigung, die Erscheinungen des Rücksprunges zu zeigen, von einander abzuweichen. Aber diese Unterschiede sind nur scheinbar oder lassen sich leicht erklären; die Effecte des Stillstehens und Zurückgehens hängen sehr von der Continuität der Masse ab, so daß ein großes Stück sie viel

- 1) Wenn sich Jemand eine genügende Idee von der hemmenden Wirkung dieser inducirten Ströme machen will, so nehme er einen Klumpen dichten Kupfers, von annähernd würflicher oder kugelförmiger Gestalt, 8 bis 16 Loth schwer, hänge denselben an einem langen Faden auf, versetze ihn in rasche Rotation, und bringe ihn so, wirbelnd, in das Magnetfeld eines Elektromagnets. Augenblicklich wird er die Bewegung gehemmt sehen; auch wird er es unmöglich finden, den Klumpen, so lange er in dem Felde ist, wieder in Wirbel zu versetzen.

besser zeigt, als eine Anzahl kleiner, und diese wiederum besser als die gepulverte Substanz. Selbst die Revulsionswirkung einer Kupfermasse kann gänzlich zerstört werden, wenn man sie in Feilstaub verwandelt. Leicht ersieht man, daß von zwei Gruppen gleich symmetrisch gelagerter Antimonkrystalle, die eine aus großen wohl zusammenhängenden und also für die Induction von Strömen in der Masse günstig vereinten Krystallen bestehen kann, die andere aber nicht; und aus demselben Grunde können sie die magnekrystallischen Phänomene mit ungleicher Leichtigkeit zeigen, obwohl sie die Kraft dazu genau in gleichem Grade besitzen.

2517. Beim Experimentiren mit Antimonplatten wurden fernere Erläuterungen hiezu erhalten. Die Platten waren wie die des Wismuths (2480) aus zerbrochenen Massen ausgelesen. Einige derselben wirkten einfach, augenblicklich und gut; ihre breiten Seiten waren glänzende Spaltungsflächen. Irgendwo an den Kanten aufgehängt, wandten sie diese Flächen gegen die Pole, und sie oscillirten um ihre Endlage, in welcher sie allmähig zur Ruhe kamen.

2518. Als diese Platten mit Horizontalität ihrer Flächen aufgehängt wurden, vermochten sie nicht, sich im Magnetfelde einzustellen. Als sie geneigt wurden, nahmen die am meisten unter oder über die Horizontalebene versetzten Theile den nächsten Ort an den Magnetpolen ein (2482).

2519. Wenn mehre Platten übereinstimmend zu einem Bündel (2483) vereinigt wurden, war der *diamagnetische* Effect entfernt, und die magnekrystallische Oscillation und Einstellung ward sehr leicht und charakteristisch.

2520. So ist es einleuchtend, daß es in allen diesen Fällen eine auf den Flächen der Platte winkelrechte Linie magnekrystallischer Kraft gab, die in ihrer Lage und Wirkung vollkommen übereinstimmte mit der Kraft, die zuvor an Antimonkrystallen aufgefunden wurde.

2521. Nun wurde eine andere Antimonplatte ausgewählt, die, vermöge ihres Ansehens, fähig schien, alle Erscheinungen der früheren Platten darzubieten, und doch,

als sie an ihrem Rande aufgehängt wurde, gab sie keine Anzeige von magnekrystallischen Resultaten. Denn erst rückte sie ein wenig vor (2310), darauf blieb sie stehen und behauptete ihren Platz, und als nun der Strom unterbrochen ward, während sie zwischen der aequatorialen und axialen Lage schwebte, sprang sie zurück, und zeigte ganz die Erscheinung des Kupfers (2315). Viele andere Platten verhielten sich genau ebenso.

2522. Als diese Platte (2521) in das intensive Feld zweier gegenüberstehender konischer Magnetpole gebracht wurde, zeigte sie dieselben Erscheinungen; allein ungeachtet sie eine Hemmung erlitt, bewegte sie sich langsam bis zur aequatorialen Lage, ein Resultat, welches wahrscheinlich aus vereinter Aeufserung der *magnekrystallischen* und *diamagnetischen* Kraft entsprang. Als die Platte mit Horizontalität ihrer Flächen aufgehängt wurde, waren die hemmenden und rückdrehenden Wirkungen gehoben; denn die diese veranlassenden Inductionsströme können nur nothwendigerweise in verticalen Flächen existiren; ferner hatte sie kein Einstellungsvermögen, was zeigte, dafs in der Länge und Breite der Platte keine Axe der magnekrystallischen Kraft vorhanden war.

2523. Andere Platten zeigten gemischte Effecte und zwar in verschiedenem Grade. Einige z. B. oscillirten freistellten sich gut ein und gaben keine Anzeigen von Stockungen und Rücksprüngen. Andere oscillirten träge, stellten sich aber gut ein, und zeigten eine Neigung zum Stocken. Andere stellten sich gut ein, gingen aber wie todt zur Ruhe, wie wenn sie sich in einer Flüssigkeit bewegten; und als die Magnetkraft entfernt wurde, ehe sie zur Ruhe gekommen, erlitten sie nur einen schwachen Rücksprung. Noch einige endlich stockten auf einmal, stellten sich nicht ein (innerhalb der Zeit meiner Beobachtung), und sprangen stark zurück.

2524. Eine sorgfältige Untersuchung mittelst des Hufeisenmagnets (2485) und des grofsen Elektromagnets (2247)

machte endlich die Ursache dieser Verschiedenheit der Effecte augenfällig.

2525. Zunächst mag bemerkt seyn, daß zuweilen eine Antimonplatte ausgewählt worden (2517), die sehr blanke und anscheinend fehlerfreie Flächen hatte und daher glauben liefs, sie würde sich im Magnetfelde gut richten; allein dem Hufeisenmagnet ausgesetzt, that sie es nicht, stellte sich vielmehr schief, mit geringer Kraft und vielleicht in zwei nicht diametrale Lagen. Diefs rührte ohne Zweifel von einer verworrenen und verwickelten Krystallisation her. Solch eine Platte, von hinlänglicher Breite und Länge (nicht geringer als ein Viertel- oder Drittelszoll), dem Elektromagnet ausgesetzt, zeigt die Erscheinung des Stockens (2310) und Zurückspringens (2315) gut.

2526. Nächstem habe ich zu erinnern, daß zur Entwicklung der Inductionsströme, der Ursache des Stockens und Zurückspringens, die Platte hinglängliche Dimensionen in einer Verticalebene (2329) haben muß. Die Ströme circuliren in der Masse und nicht um die einzelnen Theile (2329) und die Resultante der durch die Substanz gehenden Magnetkraftlinien ist die Axe, rings um welche die Ströme erregt werden. Das ist der Grund, weshalb die Erscheinung nicht vorkommt bei in horizontaler Lage aufgehängten Platten, welche dieselbe in verticaler Lage ganz gut zeigen, was man bei einer einen halben Zoll im Durchmesser haltenden Scheibe von dünnem Kupfer, Silber, Gold, Zinn oder fast jedem dehnbaren Metall wahrnehmen kann, obwohl die besten Leiter die geeignetsten hierzu sind. Nun ist diese Bedingung von keiner Bedeutung für die Magnetrystall-Wirkung und, bei gleicher Masse, hat eine schmale Platte ebenso viel Kraft als eine breite. Die erste Platte, die ich ausgewählt (2517), war gut krystallisirt, dick und schmal; folglich war sie günstig für die Magnetrystall-Wirkung, ungünstig für die Erscheinung des Stockens und Zurückspringens, und daher gab sie von letzterer Wirkung verhältnißmäfsig keine Anzeige.

2527. Hat man eine breite und gut krystallisirte Platte, so treten beide Reihen von Wirkungen auf. Erregt man z. B. Magnetkraft, während die Platte herum wirbelt, so wird ihre Bewegung für einen Augenblick beschleunigt und dann gehemmt, und hebt man nun plötzlich die Magnetkraft auf, so wird sie zurückgeführt, genau wie eine Kupferplatte (2315). Wenn man aber die Magnetkraft unterhält, wird man wahrnehmen, daß die Hemmung nur scheinbar ist; denn die Platte bewegt sich, obwohl mit sehr verringerter Geschwindigkeit, und fährt darin fort, bis sie ihre magnekrystallische Lage angenommen hat. Sie bewegt sich wie in einer dicken Flüssigkeit. Die magnekrystallische Kraft ist also da und übt ihre volle Wirkung, und die Erscheinungen sind nur anders, weil gerade die von dieser Kraft hervorgebrachte Bewegung diejenigen magneto-elektrischen Ströme erregt (2329), welche durch ihre wechselseitige Wirkung mit dem Magnet die Bewegung zu hemmen suchen; daraus dann die Langsamkeit und zuletzt die todte Einstellung (2512. 2523).

2528. Ein Magnet, welcher schwächer ist (als der (2485) beschriebene Hufeisenmagnet) erregt die Inductionsströme in geringerem Grade, und zeigt doch die Magnekrystallkraft gut an; er ist also unter gewissen Umständen vortheilhafter für dergleichen Untersuchungen, da er den einen Effect von dem anderen zu unterscheiden hilft.

2529. Leicht ersieht man, daß Platten, gleich viel ob von demselben oder verschiedenem Metall, durch ihre Schwingungen nicht hinsichtlich ihrer Magnekrystallkraft verglichen werden können; denn vermöge dieser inducirten Ströme schwingen Platten von gleicher Krystallkraft in sehr ungleicher Weise. Ich nahm eine Platte; kittete (2458) ausgewähltes Papier an ihre Flächen und beobachtete nun ihr Verhalten im magnetischen Felde; sie stellte sich langsam ein und zeigte die Stockungen und Rücksprünge (2521). Ich zerdrückte sie nun in einem Mörser in viele Stücke die jedoch ihren Platz behielten; jetzt stellte sie sich freier

und rascher ein und zeigte sehr wenig von der Erscheinung des Zurückspringens.

2530. Obwohl Schwingungen somit eine unsichere Angabe liefern, so bleibt uns doch noch die Torsionskraft als eine, glaube ich, genaue Anzeige von der Stärke der Einstellung (2500) und folglich auch der Magnekristallkraft; ein seidener Aufhängefaden mag ein wenig nachgeben, aber ein Glasfaden, wie ihn Ritchie empfiehlt, wäre vollkommen geeignet.

2531. Das Antimon muß in Richtung der Krystallplatten ein guter Elektrizitätsleiter seyn, sonst würde es nicht die Erscheinung des Zurückspringens so frei zeigen. Gruppen von Antimonkrystallen (2508) zeigten dieselbe in solchem Grade, daß sie mich glauben lassen, die einzelnen Krystalle besitzen in allen Richtungen ein nahe gleich gutes Leitvermögen. Ein Stück fein krystallisirten oder körnigen Antimons zeigt sie jedoch nicht in gleichem Maasse, wornach es scheint, wie wenn ein einigermaßen ähnlicher Effect, wie der der Zertheilung, entweder an der Gränze zweier incongruenter Krystalle oder zwischen den anliegenden Platten der Krystalle stattfindet und das Leitvermögen in diesen Richtungen abändert.

III. Krystallpolarität des Arseniks.

2532. Eine Masse Arsenikmetall von krystallinischer Structur (2480) wurde zerschlagen und aus den Bruchstücken einige Platten ausgewählt, die gute und ebene Spaltungsflächen besaßen, etwa 0,3 Zoll lang, 0,1 Zoll breit und 0,03 Zoll dick waren. Diese, einem konischen Pol gegenüber aufgehängt, erwiesen sich vollkommen *diamagnetisch*, und vor oder zwischen zwei Polen, stark *magnekristallisch*. Ich besitze ein Paar flachseitige Pole mit Schraubenlöchern in der Mitte der Flächen, und diese schwächen die Intensität der Magnetlinien in der Mitte des Feldes so sehr, daß wenn die Flächen einen halben Zoll von einander stehen, ein 0,3 Zoll langer Cylinder von körnigem Wismuth sich

axial oder von Pol zu Pol richtet (2384). Allein bei den Arsenikplatten zeigte sich zwischen denselben Polen keine Tendenz dieser Art; so sehr überwog die magnekrystallische Kraft der Substanz ihre diamagnetische.

2533. Wurden die Arsenikplatten mit Horizontalität ihrer Flächen aufgehängt, so stellten sie sich zwischen den flachseitigen Polen gar nicht mehr. Aber jede Neigung der Flächen gegen den Horizont bewirkte Einstellen, mehr oder minder stark, je nachdem die Flächen sich mehr der Verticalität näherten, genau wie in der schon beim Wismuth und Antimon beschriebenen Weise.

2534. Sonach besitzen also Arsenik, nebst Wismuth und Antimon, die magnekrystallische Kraft oder Beschaffenheit.

Royal Institution, 23. Sept. 1848.

II. *Fortsetzung der zwei und zwanzigsten Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektrizität; von M. Faraday.*

§. 28. Ueber die Krystallpolarität des Wismuths und anderer Körper so wie deren Beziehung zur magnetischen und elektrischen Kraftform (Fortsetzung).

IV. Krystallzustand verschiedener Körper.

2535. *Zink*. Platten, aus krystallisirten Zinkmassen herausgebrochen, gaben unregelmäßige Anzeigen; allein, da sie wegen Unreinigkeiten zugleich magnetisch waren, so mögen die Effecte gänzlich daraus entsprungen seyn. Nun wurde reines Zink aus dem Chlorid und dem Sulphat elektrochemisch auf Platin niedergeschlagen; das erstere lieferte es in dendritischer, das andere in compacter Form. Beide Niederschläge waren diamagnetisch, frei von magnetischer