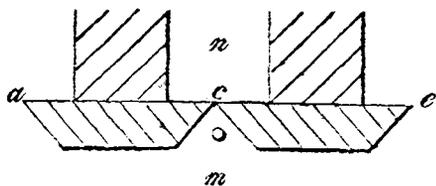


## V. Beobachtungen über die Magnetkraft; von Hrn. Faraday.

(Entnommen aus den vom Hrn. Verf. mitgetheilten *Proceedings of the Royal Institution*, Januar 1853.)

Zum sorgfältigeren Studium der Magnetkraft war eine Torsionswaage construirt worden. Der Torsionsfaden derselben war von hartgezogenem Platindraht, 24 Zoll lang, und so dünn, daß 28,5 Zoll einen Gran engl. wogen; er hing, wie gewöhnlich, an einem mit Zeiger versehenen Torsionskopf. Der horizontale Balken bestand aus einer dünnen Glasröhre, die an dem einen Ende zu einem Haken gekrümmt war. Die Substanzen, welche der Magnetkraft unterworfen werden sollten, bestanden entweder aus Glas-cylindern, deren jeder zu einem hakenförmigen Faden ausgezogen war, um damit an den Balken gehängt zu werden; oder aus cylindrischen Glasblasen von ähnlicher, aber größerer Gestalt, oder aus anderen Substanzen. Die Glasblasen waren an den beiden röhrenförmig ausgezogenen Enden offen, um somit leicht mit irgend einer Flüssigkeit oder irgend einem Gase gefüllt zu werden.

Als Kraftquelle diente anfangs ein großer Elektromagnet, später aber, um der Constanz der Kraft gewiß zu seyn und um die Beobachtung beliebig lange fortsetzen zu können, der große Stahlmagnet, den Hr. Logeman nach der Vorschrift des Hrn. Dr. Elias verfertigt, und die *Royal Institution* angekauft hat; derselbe wiegt über 100 Pfund und trägt, dem Berichte der *Great-Exhibition-Jury* zufolge, 430 Pfund. Dieser Magnet wurde so aufgestellt, daß die Axe der Kraft sich fünf Zoll unter dem Niveau des Glasbalkens befand; durch den Zwischenraum ging der oben erwähnte Aufhängefaden oder Haken. Die



Form und Lage der Ansätze aus weichem Eisen sind durch nebenstehende Figur in  $\frac{1}{10}$  der wahren Größe dargestellt.

Dieser ganze Theil ist eingeschlossen in das Gehäuse der Torsionswaage, welches von sechs auf dem Magnet-Tisch (*magnet table*) befestigten Schrauben regiert wird. Gehäuse und Tisch sind mit Scalen versehen, und so ist es leicht das erstere auf dem letzteren so zu verschieben, daß der Balken über und parallel der Linie *ae* liegt, und der Aufhängepunkt sich entweder über *c* befindet, oder, nach *m* hin, irgend einen Abstand vom Winkel *c* besitzt. Wie schon gesagt, waren die Objecte mit einem Aufhängefaden von solcher Länge versehen, daß sie in Höhe mit dem Winkel im Magnetfelde coïncidirten. Bei Aufhängung an den Balken wurden sie durch einen oder mehre auf den andern Arm gesteckte Bleiringe aequilibrirt. Die Ringe wurden auf dem Balken so lange verschoben, bis dieser horizontal war, wovon man sich durch einen doppelarmigen Träger überzeugte, der, nach Bedarf, zum Halten, Hemmen, oder Loslassen des Balkens diente. Die Verschiebung des Gehäuses nach der Rechten oder Linken, um das Objectiv in die Mitte des magnetischen Winkels zu bringen, geschah durch zwei der vorerwähnten Schrauben; die Verschiebung in den gegebenen Abstand von *c* durch die vier übrigen.

Um zu beobachten, ob der Balken, der anfangs zwar belastet, aber ohne Object und ohne Torsion in seiner natürlichen Lage vor dem Magnet schwebte, nachdem ein Object daran gehängt und dieses abgestoßen worden, durch die Torsionskraft wieder genau auf den früheren Punkt zurückgebracht war, wurde folgendermaßen verfahren. Ein kleiner Planspiegel wurde, unter dem Aufhängepunkt an der Mitte des Balkens befestigt, und sechs Fuß davon ein kleines Fernrohr nebst Scale so aufgestellt, daß wenn der Balken in gehöriger Lage war, ein gegebener Theilstrich der Scale von dem Faden im Fernrohr gedeckt ward. Natürlich schien, sobald der Balken sich bewegte, die Scale hinter dem Faden fortzugehen, und zwar, wegen der Reflexion, mit der doppelten Winkelgeschwindigkeit des Balkens. Da es auf diese Weise leicht war, 0,02 und

selbst 0,01 Zoll abzulesen, und bei dem Radius von 6 Fuß jeder Grad der Scale scheinbar 2,4 Zoll einnahm, so konnte man eine Winkelbewegung oder einen Winkelunterschied von  $\frac{1}{40}$  Grad beobachten. Da der das Object tragende Arm des Balkens 6 Zoll lang war, so würde eine solche Gröfse weniger als  $\frac{1}{100}$  Zoll ausmachen, d. h. die Zurückführung des Balkens in seine erste oder normale Lage durch die zur Ueberwältigung der Abstofsung ausgeübte Torsionskraft konnte bis zu diesem Betrage ermittelt werden. Der am Fernrohr sitzende Beobachter bewirkte die Torsion mittelst einer langen Handhabe mit Rad und Getriebe bis der Balken wieder in seiner anfänglichen Lage war, und der dann an dem getheilten Kreise abgelesene Betrag gab, in Graden, das Maafs der Abstofsungskraft, die auf das Objectiv, angenommen dies wäre ein diamagnetisches, ausgeübt worden. Bei den wirklichen Beobachtungen standen Magnet, Torsionswaage und Fernrohr im Erdgeschofs auf einem steinernen Fußboden; die vielen sonst noch getroffenen Vorsichtsmafsregeln, um sich z. B. gegen Luftzug, etwaige Elektricität des Balkens u. s. w. zu schützen, hier zu schreiben, würde überflüssig seyn.

Wenn man einen Körper der Kraft eines Magnets aussetzt, so wird er nicht allein von dieser, sondern auch von dem umgebenden Medium afficirt, und selbst wenn man das Medium gegen ein Vacuum vertauscht, stehen Vacuum und Körper noch in ähnlicher Relation zu einander. In der That ist das Resultat immer differential; jede Veränderung bei dem Medium ändert die Wirkung auf das Object; es giebt viele Substanzen, die, von Luft umgeben, vom Magnet abgestofsen, und in Wasser von ihm angezogen werden. Als ein gewisser kleiner Glascylinder, der nur 66 Gran wog, umgeben von Luft, an der Torsionswaage dem Logeman'schen Magnet, in 0,5 Zoll Abstand von der Axiallinie, ausgesetzt wurde, waren zur Ueberwältigung der Abstofsung  $15^\circ$  der Torsion erforderlich. Als dagegen ein Gefäß mit Wasser in das Magnetfeld gebracht und der Cylinder hineingehängt ward,

bedurfte es  $54^{\circ},5$  Torsion, um die Abstofsung bei demselben Abstand von 0,5 zu überwinden. Hätte das Gefäß eine dem Glasylinder an Diamagnetkraft genau gleiche Flüssigkeit enthalten, so würde weder Anziehung noch Abstofsung stattgefunden haben, also die Torsion  $0^{\circ}$  gewesen seyn. Die drei Körper: Luft, Glas (von der besonderen Art) und Wasser, verhalten sich also in relativer Kraft zu einander wie die drei durch den Versuch gefundenen Zahlen  $15^{\circ}$ ,  $0^{\circ}$  und  $54^{\circ},5$ . Werden andere Flüssigkeiten z. B. Oel, Aether u. s. w. bei demselben Glasylinder als umgebende Mittel angewandt, so zeigt der bei jeder nöthige Torsionsgrad die Stelle derselben in der magnetischen Reihe an. Es ist das Archimedische Princip des Hydrometers, angewandt auf Magnetkräfte. Wird ein Cylinder von anderer Gröfse oder anderer Substanz und bei anderen Abständen genommen, so wird die Torsionszahl und der (vom Cylinder gegebene) Nullpunkt auch ein anderer seyn; aber die Media (mit einer später zu erwähnenden Ausnahme) werden noch die frühere Relation zu einander haben. Um alle experimentellen Resultate in eine gemeinschaftliche Beziehung zu bringen, wurde daher eine hunderttheilige Scale angenommen, begränzt durch Luft und Wasser bei gewöhnlicher Temperatur oder  $60^{\circ}$  F. Zu dem Ende wurde jede einzelne Reihe von Resultaten unter genau denselben Umständen, eingeschlossen Luft und Wasser, angestellt, und dann wurden alle Resultate der einen Reihe multiplicirt mit einer solchen Zahl, dafs der Unterschied zwischen Luft und Wasser in  $100^{\circ}$  überging; auf diese Weise wurden die obigen drei Resultate:  $21^{\circ},6$ ,  $0^{\circ}$  und  $78^{\circ},4$ . Auf solche Weise werden die magnetischen Intervalle zwischen Körpern nach der hunderttheiligen Scale erhalten, aber der wahre Nullpunkt ist bisher noch nicht bestimmt. Man kann entweder Wasser oder Luft oder Glas als Nullpunkt ansehen: die Intervalle sind durchaus nicht davon abhängig; allein die Resultate werden verschieden, wie folgender Ausdruck zeigt:

Luft

Luft	0°	21°,6	100°
Glas	21,6	0	78,4
Wasser	100	78,4	0.

Alle Körper über Null sind paramagnetisch, alle darunter diamagnetisch. In der weiterhin folgenden Tafel habe ich das Vacuum als Nullpunkt angenommen.

Klar ist, daß man auf diese Weise jeden starren Körper, von welcher Gestalt und Beschaffenheit er auch seyn möge, in die Liste einreihen kann, wenn man ihn in Luft, in Wasser oder in einer anderen schon festgestellten Flüssigkeit einem Magnet aussetzt; daß dasselbe auch von jeder Flüssigkeit gilt, wenn man immer einen und denselben starren Körper darin eintauchen läßt; und daß endlich auch Gase und Flüssigkeiten hinsichtlich ihrer Stelle bestimmt werden können, wenn man successive mit ihnen, so wie mit Luft und mit Wasser, immer ein und dasselbe Gefäß, z. B. eine und dieselbe Glasblase füllt. Die folgende Tafel enthält einige solchergestalt nach der hunderttheiligen Scale bestimmte Substanzen. Die Resultate können zwar, wegen einiger noch näher auszumittelnder Punkte beim Gebrauch der Torsionswaage, nur als eine Annäherung betrachtet werden; allein dennoch bestimmte das Mittel aus drei oder vier sorgfältigen Versuchen den Ort einer Substanz, für gleichen Abstand, gleiche Magnetkraft u. s. w., bis auf einen Grad und oft innerhalb desselben. Die Kräfte gelten für einen Abstand von 0,6 Zoll von der magnetischen Axe des zuvor beschriebenen Magnets, und natürlich für *gleiche Volume* der untersuchten Substanzen. Die letzten Decimalstellen sind das Resultat der Rechnung und dürfen also nicht als Beweis der Genauigkeit der Versuche angesehen werden. Wasserstoff, Stickstoff und vielleicht noch einige dem Nullpunkt nahe stehende Substanzen, mögen später als gleich dem Vacuum befunden werden, denn es ist klar, daß ein kleiner Sauerstoffgehalt Unterschiede, wie der beim Stickgas, hervorrufen würde. Die zuerst genannte Kupferlösung war farblos, und die zweite

war durch Oxydation, durch bloßes Schütteln in einer Flasche mit Luft, aus der ersten erhalten; Kupfer, Ammoniak und Wasser waren in beiden gleich

Ammoniak-Kupferoxydul	134°,23	Campher	82°,59
Ammoniak-Kupferoxyd	119,83	Camphin	82,96
Sauerstoff	17,5	Leinsaat-Oel	85,56
Luft	3,4	Oliven-Oel	85,6
Oelbildendes Gas	0,5	Wachs	86,73
Stickstoff	0,3	Salpetersäure	87,96
Vacuum	0,0	Wasser	96,6
Kohlensaures Gas	0,0	Ammoniakflüssigkeit	98,5
Wasserstoff	0,1	Schwefelkohlenstoff	99,64
Ammoniakgas	0,5	Salpeterlösung gesätt.	100,08
Cyan	0,9	Schwefelsäure	104,47
Ein Glas	18,2	Schwefel	118
Reines Zink,	74,6	Arsenchlorid	121,73
Aether	75,3	Borsaures Blei, geschmolzen	136,6
Alkohol, absoluter	78,7	Phosphor	
Limonien-Oel	80,0	Wismuth	1967,6

Plücker, in seinem sehr schätzbaren Aufsatz <sup>1)</sup>, behandelte Substanzen, die zu den stärksten paramagnetischen gehören; er bestimmte die Kraft für gleiche Gewichte.

Ein Hauptzweck bei der Construction eines so empfindlichen Instruments, wie das beschriebene, war die Untersuchung gewisser Punkte in der Theorie (*philosophy*) des Magnetismus, und darunter besonders den über die richtige Anwendung des Gesetzes des umgekehrten Quadrats der Entfernung, als des allgemeinen Gesetzes der magnetischen Wirkung. Von der gewöhnlichen magnetischen Wirkung kann man zweierlei Art unterscheiden: die zwischen zwei permanenten Magneten von unveränderlicher Beschaffenheit, und die zwischen einem solchen und einem an sich unmagnetischen Körper, der seinen Magnetismus erst empfängt und behält, während er dem ersteren ausgesetzt ist. Die erste Wirkungsart scheint in den reinsten Fällen jenem Gesetze zu unterliegen; allein es würde voreilig seyn, ohne Weiteres dasselbe Gesetz auch als gültig für

1) *Taylor's scientific Memoirs*, V, 713, 730 (Aus dies. Ann. Bd. 72, S. 345.)

die zweite Art zu betrachten<sup>1)</sup>). Wir wissen nicht, ob Körper wie Sauerstoff, Kupfer, Wasser, Wismuth u. s. w. ihren respectiven Paramagnetismus und Diamagnetismus einer gröfseren oder geringeren Leichtigkeit der Leitung in Betreff der Magnetkraftlinien verdanken oder einer Art von Polarität ihrer Theilchen oder Massen oder einem anderen noch unbekanntem Zustand; und es hat geringe Hoffnung, dafs wir den wahren Zustand und deshalb die Ursache der magnetischen Wirkung auffinden werden, wenn wir im Vorans das unerwiesene Wirkungsgesetz annehmen, und Versuche, die schon darauf hindeuteten, verwerfen, — denn Plücker hat es bestimmt als Thatsache hingestellt, dafs, bei Verstärkung der Kraft des dominirenden Magnets, die diamagnetische Kraft rascher wachse als die magnetische, — und diese Thatsache steht dem obigen Gesetz entgegen. Folgende Resultate sind weitere Belege dafür.

Wenn man einen Körper in Luft und in Wasser dem grofsen Logeman'schen Stahlmagnet aussetzt und die Resultate auf die hunderttheilige Scale reducirt, so bleibt die Relation der drei Substanzen dieselbe für gleichen Abstand, aber nicht für *verschiedene Abstände*. So erwies sich ein Cylinder von gewissem Flintglase, wenn er, umgeben von Luft oder Wasser, dem Magnet in 0,3 Zoll Abstand ausgesetzt ward, diamagnetisch gegen beide, und wenn man die Resultate auf die hunderttheilige Scale reducirte und Wasser zum Nullpunkt annahm, war er  $9^{\circ},1$  darunter oder auf der diamagnetischen Seite des Wassers. Bei 0,4 Zoll Abstand war er aber  $10^{\circ},6$ , und bei 0,7 Zoll Abstand gar  $12^{\circ},1$  unter Wasser. Bei Anwendung eines diamagnetischen Körpers, z. B. des schweren Glases, trat dasselbe

1) Die Elementar-Wirkung eines Magnets auf einen Körper, wie z. B. weiches Eisen, den er erst magnetisch erregen mufs, um ihn anziehen zu können, ist, eben wegen dieser Doppelwirkung, auch wohl nie als proportional dem umgekehrten Quadrat der Entfernung angesehen worden; sie könnte im einfachsten Falle sich nur umgekehrt wie das Biquadrat der Entfernung verhalten.

Resultat noch stärker auf, denn bei 0,3 und bei 0,8 Zoll Abstand war dies respective  $37^{\circ},8$  und  $48^{\circ},6$  unter Wasser. Wismuth stellte einen noch auffallenderen Fall dar, obwohl, da sein Volum nothwendig klein seyn mußte, in die Richtigkeit der erhaltenen Zahlen kein gleiches Zutrauen gesetzt werden kann. Die Resultate für die drei Substanzen sind weiter unten gegeben; Luft ist immer  $100^{\circ}$  und Wasser  $0^{\circ}$ . Die erste Columne bei jeder Substanz enthält den Abstand in Zehntelzollen von der Axiallinie des Magnetfeldes, und die zweite den Ort in hunderttheiligen Magnetgraden unter Wasser.

Flintglas.	Schweres Glas.	Wismuth.
0,3 — $9^{\circ},1$	0,3 — $37^{\circ},8$	0,6 — 1871 $^{\circ}$
0,4 — $10^{\circ},6$	0,4 — $38^{\circ},6$	1,0 — 2734
0,5 — $11^{\circ},1$	0,6 — $40^{\circ},0$	1,5 — 3626
0,6 — $11^{\circ},2$	0,8 — $48^{\circ},6$	
0,7 — $12^{\circ},1$	1,0 — $51^{\circ},5$	
	1,2 — $65^{\circ},6$	

Hieraus geht hervor, daß diamagnetische Körper desto diamagnetischer gegen Wasser sind, je größer ihr Abstand vom Magnet ist, dabei das Intervall zwischen Wasser und Luft als Einheit angenommen. Es erhellt ferner, wenn man aus so wenigen Versuchen etwas folgern darf, daß dieser Abstand desto größer wird, je diamagnetischer der Körper gegen Luft und Wasser ist. Anfänglich glaubte ich, die Resultate möchten daraus entsprungen seyn, daß der Körper, indem er dem Magnet bald näher, bald ferner gewesen, zuvor in einem besonderen Zustand versetzt worden. Allein es fand sich, daß die Resultate gleich waren, man mochte bei den Versuchen von kleinen zu großen Abständen übergehen oder umgekehrt, man mochte, bei irgend einem Abstand, die Substanz vor der Messung dicht an den Magnet oder weit von ihm ab halten. Auf keinem dieser Wege liefs sich eine Anzeige von einem temporär inducirten Zustand auffinden <sup>1)</sup>).

1) Eine gegebene Veränderung in dem Abstand schließt nothwendig eine Veränderung in dem Grade der Kraft und in der Form der Kraftlinien

Es folgt nicht aus den Versuchen, daß nur Glas oder Wismuth seine Relation zu den beiden anderen Körpern ändere. Es könnte auch der Sauerstoff der Luft sich ändern, oder das Wasser, oder, wahrscheinlicher, jeder der anderen Körper. Die Hauptsache ist, daß die drei betreffenden Substanzen, Wasser, Luft und der zum Versuche genommene Körper, ihre magnetischen Relationen zu einander ändern, ihre magnetischen Kräfte bei verschiedenen Abständen von dem Magnet nicht in demselben Verhältniß bleiben; und wenn sich dies Resultat bestätigt, kann es nicht dem Gesetz des umgekehrten Quadrates der Entfernung untergeordnet werden. Ein auf einer Flüssigkeit schwimmendes und bloß der Schwerkraft der Erde ausgesetztes Hydrometer, würde, wenn alles Uebrige gleich bliebe, seinen Stand nicht ändern, wenn es von der Erdoberfläche um mehrere Erddurchmesser von ihr entfernt würde, weil die Wirkung der Schwerkraft sich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung verhält <sup>1)</sup>; nehmen wir aber an, die Substanz des Hydrometers und die der Flüssigkeit seyen magnetisch verschieden, wie Wasser und Wismuth es sind, so würde das Hydrometer, gemäß den Versuchen, in verschiedenen Entfernungen auf verschiedenen Punkten stehen.

Die Ursache dieser Veränderung des gegenseitigen Verhältnisses der Substanzen, ist noch aufzusuchen. Sie kann einigermaßen abhängen von den in verschiedenen Entfernungen verschiedenen Gestalten der Magnetkraftlinien; oder nicht von den Gestalten der Linien, sondern von dem Kraft-

ein; aber sie bewirkt diese Veränderung nicht immer zu gleichem Betrage. Bei demselben Abstände von 0,4 Zoll oder bei einem anderen mäßigen Abstand sind die Kräfte in entgegengesetzten Richtungen abwärts von der Axiallinie gegen *m* und *n* (Siehe Figur S. 557) nicht dieselben; und wenn auch bei Vergrößerung oder Verringerung des Abstandes die Veränderung gleiche Richtung hat, erfolgt sie doch nicht in gleichem Verhältniß. Bei zweckmäßig eingerichteten Ankern kann sie in der einen Richtung mit ungemeiner Schnelligkeit erfolgen, in der anderen dagegen mit äußerster Langsamkeit oder gar nicht.

1) Oder richtiger weil sich die Wirkung der Schwerkraft auf beide Körper in gleichem Maasse ändert.

betrage in verschiedenen Entfernungen; oder nicht von dem Kraftbetrage allein, sondern von dem Umstande, daß in jedem Fall der dem Versuch unterworfenen Körper in seinen verschiedenen Theilen von Linien *verschiedener Kraftgrade* durchschnitten wird; denn wie verschieden auch der magnetische oder diamagnetische Zustand eines Körpers und der ihn umgebenden Flüssigkeit seyn mag, so würden doch beide in einem Felde von gleicher Kraft sich nicht gegen einander bewegen. Was aber auch die Ursache seyn möge, so wird sie eine Begleiterin (*concomitant*) von magnetischen Actionen seyn; und deshalb muß sie eingeschlossen seyn in die Resultate irgend eines Gesetzes, welches voraussetzlich diese Actionen beherrscht.

Es ist noch nicht hervorgehoben worden, daß diese allgemeinen Resultate im directen Widerspruch zu stehen scheinen mit denen von Plücker, nach welchen die diamagnetische Wirkung, bei Zunahme der Magnetkraft, rascher wächst als die magnetische. Allein dieser Umstand, wenn unsere beiderseitigen Schlüsse mit der Erfahrung übereinstimmen, zeigt nur, daß wir noch viel über die physische Natur dieser Kraft zu lernen haben. Körper, welche der Magnetkraft unterworfen werden, erlangen einen neuen physischen Zustand, welcher sich mit dem Abstände oder der Kraft des Magnets verändert. Jeder Körper mag sein eigenes Verhältniß von Zu- und Abnahme haben, und dieß kann ein solches seyn, daß der extreme Effect, den Plücker unter den paramagnetischen Körpern beobachtet hat, mit den extremen Effecten von diamagnetischen Körpern, die hier beschrieben wurden, in Verknüpfung kommen; und wenn wir alles recht verstehen, wird der scheinbare Widerspruch zur Harmonie werden, obwohl es nicht übereinstimmen mag mit dem Gesetz des umgekehrten Quadrats der Entfernung, wie wir jetzt versuchen es anzuwenden.

Schon Plücker hat in Folge seiner Beobachtungen gesagt, daß keine genaue Liste von magnetischen Substanzen gegeben werden könne. Dieselbe Folgerung ergiebt sich, obwohl in anderer Richtung, aus dem jetzt Angegebenen,

und daher wurde der Vorbehalt S. 560 gemacht. Daher ist die Tafel nur als eine Annäherung gegeben, die indess einstweilen nützlich seyn kann.

Früher <sup>1)</sup> habe ich aus der dualen Natur des Magnetismus und der Elektrizität auf das Daseyn physischer Kraftlinien bei denselben geschlossen, sowie auch auf die Nothwendigkeit einer Relation und Abhängigkeit, in allen Fällen und zu allen Zeiten, zwischen den Polaritäten des Magnets oder den positiven und negativen elektrischen Oberflächen. In Betreff der Schwerkraft wurde eine unschlüssigere Meinung ausgesprochen, weil es schwierig war, Thatsachen zu beobachten, die eine Beziehung zur *Zeit* hatten, und weil zwei gravitirende Theilchen oder Massen, was das Daseyn oder die Erregung ihrer gegenseitigen Kraft betrifft, in keiner nothwendigen Abhängigkeit zu stehen schienen <sup>2)</sup>. Gegenwärtig will ich eine in Newton's Werken aufgefundene Stelle beibringen, welche ihn, indem sie zeigt, das er ohne Anstand an physische Linien der Schwerkraft glaubte, unter Diejenigen versetzt, welche die physische Natur der Linien magnetischer und elektrischer Kraft behaupten. Die Stelle ist folgende, an Bentley geschrieben <sup>3)</sup>: »Das der Materie die Schwerkraft angeboren, innewohnend und wesentlich sey, so das ein Körper auf einen andern in der Ferne durch ein Vacuum wirken könnte, ohne Vermittlung von Etwas, womit und wodurch die Wirkung und die Kraft von dem einen zum andern fortgeführt würde, ist für mich eine so grofse Ungereimtheit, das ich glaube, Keiner, der in philosophischen Dingen eine competente Fähigkeit des Denkens besitzt, könne jemals in dieselbe verfallen. Gravitation mufs durch ein beständig nach gewissen Gesetzen wirkendes Agens erzeugt werden; allein

1) *Proceedings of the Roy. Institution* p. 216 (Ann. Ergänzbd. III, S. 535.)

2) *Philosoph. Mag. Ser. IV.* 1852, III, 403 (3246).

3) *Newton's Works, Horsley's Edition*, 4<sup>o</sup>, 1783. *Vol. IV*, p. 438 oder driiter Brief an Bentley.

ob dieses Agens materiell oder immateriell sey, habe ich der Erwägung meiner Leser überlassen <sup>1)</sup>).

Endlich erwähnte der Verfasser noch der merkwürdigen, von Sabine gemachten, und von Wolf, Gautier und Anderen bestätigten Beobachtung über den Zusammenhang zwischen dem Erscheinen von Sonnenflecken und der täglichen Variation des Erdmagnetismus. Schwabe ist veranlaßt worden, die Sonnenflecke seit dem Jahre 1826 sorgfältig zu beobachten. Er fand, daß sie an Zahl und Größe von Jahr zu Jahr allmählig zunahmen und dann abnahmen, wieder zunahmen und abermals abnahmen und so fort in regelmässiger Periode von etwa 10 Jahren. Folgendes ist ein Theil der Tafel, welche die Jahre der Maxima und Minima der Flecke angiebt <sup>2)</sup>):

Gruppe in den Jahren.		Tage ohne Flecke.	Beobachtungstage.
1826			
1828	225	0	282
1833	33	139	267
1837	333	0	168
1843	34	149	312
1848	330	0	278
1851			

Lamont (Dec. 1851) <sup>3)</sup> wurde durch neuere Untersuchungen des atmosphärischen Magnetismus veranlaßt, die tägliche Variation der Declination zu prüfen, und fand, daß sie als Ganzes zunimmt, abnimmt und wieder zunimmt, in regelmässiger Veränderung von etwa 10 Jahr. Das Jahr 1844 hatte, wie er angiebt, ein Minimum der Variation von 6,61 und das Jahr 1848 ein Maximum von 11,15.

Bei Aufsuchung eines periodischen Gesetzes unter den mittleren Effecten der größern magnetischen Störungen fand Sabine (März 1852) <sup>4)</sup> eine gleichzeitige Periode der Zu-

1) Ob Newton nun damit gerade der Lehre von *krummen* Kraftlinien beigetreten sey, könnte denn doch noch etwas zweifelhaft seyn. P.

2) Humboldt's *Cosmos* III, 291, 292, *Bibl. universelle* 1852, XX, 184.

3) *Pogg. Ann.* LXXXIV, 572.

4) *Phil. Transact.* 1852, p. 103.

und Abnahme in Hobarton und Toronto, Orten an entgegengesetzten Seiten der Erdkugel. Der Minimum - Effect war i. J. 1843, der Maximum - Effect 1848, folglich fast genau und übereinstimmend mit Lamont's Beobachtungen in München. Allein außerdem hob er den außerordentlichen Umstand hervor, daß diese Variation der täglichen magnetischen Declination eine Periode von gleicher Länge hat, wie die von Schwabe bei den Sonnenflecken entdeckte, und überdies: daß die Maxima und Minima der beiden so verschiedenen Erscheinungen zusammenfallen; denn 1843 zeigte die kleinste tägliche Variation und die kleinste Zahl von Sonnenflecken, 1848 dagegen die größte Variation und die meisten Flecke. Er hat auch bemerkt, daß dieselbe Periode der Zu- und Abnahme, mit denselben Epochen, in der täglichen Variation der Inclination, auf beiden Erdhälften, vorhanden ist. Das Phänomen ist allgemein, sowohl bei allen magnetischen Elementen, als an allen, selbst den entferntesten Punkten der Erdoberfläche.

Gautier scheint auf dieselbe Coïncidenz gestossen zu seyn, hat seine Ansicht aber nicht vor dem Juli 1852 veröffentlicht <sup>1)</sup>. Wolf in Bern, welcher die Geschichte der Sonnenflecke durchforschte, hatte denselben Gedanken, publicirte ihn aber auch erst ausgangs Juli, oder anfangs August 1852 <sup>2)</sup>. Er bemühte sich den allgemeinen Zustand der Sonnenflecke vom Jahre 1600 an zu verfolgen, und kommt zu dem Schluß, daß die wahre Länge der Periode 11,11 Jahre sey. Solche Coïncidenz in der Länge der Periode und in den Zeitpunkten der Maxima und Minima zweier so sehr verschiedenen Erscheinungen erweckt nothwendig den Gedanken, daß sie in einer Beziehung zu einer gemeinschaftlichen Ursache stehen. So muß uns jetzt die Beobachtung einer solchen Coïncidenz mehr als je zu einer ernstern Untersuchung der wahren Natur des Magnetismus treiben, wodurch wir jetzt Hoffnung haben, nicht allein

1) *Bibl. univers.* 1852, XX, 189.

2) Mittheilungen der Naturforsch. Gesellschaft in Bern, No. 245 — 247.

diese merkwürdige Erdkraft, sondern auch die ähnliche Kraft der Sonne, in einer neuen Richtung zu berühren.

VI. *Veränderungen der magnetischen Declination und Inclination zu Brüssel, während des letzten Viertel-Jahrhunderts, nach den Beobachtungen des Hrn. Quetelet.*

	Declination.	Inclination.
1827 Oct.	22° 28',3	68° 56',3
1830 Ende März	25,6	51,7
1832 » »	18,0	49,1
1833 » »	13,5	42,8
1834 Apr. 3 u. 4	15,2	38,4
1835 Ende März	6,2	35,0
1836 » »	7,6	32,2
1837 » »	4,1	28,8
1838 » »	3,7	26,1
1839 » »	21° 53',6	22,4
1840 März <sup>1)</sup>	46,1	21,4
1841	38,2	16,2
1842	35,5	15,4
1843	26,2	10,9
1844	17,4	9,2
1845	11,6	6,3
1846	4,7	3,4
1847	20° 56',8	1,9
1848	49,2	0,4
1849 Apr. 5 u. 6	39,2	67° 56',8
1850 Apr. 11 u. 12	25,7	54,7
1851 Apr. 23 u. 24	24,7	50,6
1852 März 29 u. 30	18,2	48,6

(*Bullet. de l'Acad. de Bruxelles, T. XIX, pt. 1. p. 534; ausführlicher in d. Annul. de l'observatoire de Bruxelles.*)

1) Von 1840 bis 1848 ist die Declination das Mittel aus den im März täglich um 0<sup>h</sup>, 2<sup>h</sup> und 4<sup>h</sup> am Magnetometer gemachten Beobachtungen.