

ANNALEN  
DER PHYSIK UND CHEMIE.

Bd. III.

ERGÄNZUNG.

St. 4.

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

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus den *Philosoph. Transact f. 1851.*)

§. 33. Ueber den atmosphärischen Magnetismus, Fortsetzung.

II. Experimentelle Untersuchung der Gesetze der magne-  
tischen Wirkung der Atmosphäre und deren Anwendung  
auf besondere Fälle.

2969. In dem Glauben, das Experiment könne zur Entwicklung der allgemeinen Principien des atmosphärischen Magnetismus viel beitragen und rasch eine Masse von That- sachen sammeln, auf welche dann später die Physiker weiter zu bauen vermöchten, bemühte ich mich, Mittel anzufinden, um die Wirkung der durch die Sonne erwärmten Atmo- sphäre auf die Magnetcurven der Erde practisch darzustellen. Die Absicht war, eine centrale Kraft-Anordnung zu er- halten, welche diese Curven oder Linien ablenkte, wie sie in einem diamagnetischen Leiter oder einer heißen Luft- kugel (2877) abgelenkt werden, und dann die durch eine solche Anordnung erhaltenen Resultate anzuwenden als ein partielles Prüfmittel der mannigfaltigen Fälle, welche uns die auf der Erde zerstreuten magnetischen Observatorien darbieten. Zunächst bemühte ich mich, der Bequemlichkeit halber, dies mittelst eines Hufeisenmagnets zu erreichen, indem ich die von Pol zu Pol gehenden Linien anwandte, die Erdkraft zu stören und wieder herzustellen; allein die verhältnißmäßige Schwäche der Erdkraft in der Nähe des Magnets und das starke Vorherrschen der Pole des letztern gaben zu vielen Uebelständen Anlaß, welche mich bald bewogen, diese Methode zu verwerfen und ein Ringgewinde

(*ring-helix*) nebst einem Volta'schen Apparat zu Hülfe zu nehmen. Der neue Gebrauch, der hier von diesem Gewinde gemacht wird, das Interesse der Resultate und die daraus zu ziehende Belehrung, mögen mich entschuldigen, wenn ich in der Beschreibung des Charakters und der Wirkung desselben etwas elementar bin.

2970. Das Gewinde bestand aus etwa 12 Fufs übersponnenen Kupferdrahts, zu ungefähr 25 Windungen aufgewickelt, und hielt  $1\frac{1}{2}$  Zoll im äusseren Durchmesser. Die Enden der Drähte waren zusammengedreht, um jede magnetische Wirkung derselben zu vernichten, und sie hatten Länge genug, um eine Volta'sche Batterie zu erreichen, und doch dem Gewinde eine freie Bewegung zu gestatten. Wie viel Magnetkraft in dem Gewinde erforderlich war, mag durch folgende Betrachtungen beurtheilt werden. Man denke sich eine Magnetenadel frei aufgehängt und dann das Gewinde in einiger Entfernung von der Nadel aufgestellt, mit seiner Axe in verlängerter Linie derselben und ihr mit der Seite zugewandt, welche bei geringer Entfernung eine Abstossung bewirken würde. Die Nadel wird den magnetischen Meridian mit einer gewissen Kraft behaupten, allein so wie das Gewinde ihr nahe gebracht wird, mit immer geringerer Kraft, und bei einem gewissen Abstand wird sie nicht mehr in dem Meridiane bleiben, sondern nach der einen oder anderen Seite abweichen. Es giebt einen gewissen Abstand, bei welchem die Nadel, so lange sie in dem Meridian ist, sich in einer instabilen Gleichgewichtslage befindet, jenseits aber in einer stabilen; die Grösse dieses Abstandes ist verschieden nach der Stärke des elektrischen Stromes. Die Kraft des Gewindes muß eine solche seyn, daß wenn es gegen die Nadel endet, diese eine stabile Gleichgewichtslage in dem Meridiane besitzt. Ein Plattenpaar ist ganz hinreichend, das Gewinde so magnetisch zu machen als für Abstände von 4 bis 24 Zoll nöthig ist. Ist die Nadel entweder mit einem Magnet oder einem Gewinde im Norden oder Süden gehörig angeordnet, so geht, wenn der Magnet oder das Gewinde nach Westen be-

wegt wird, ihr näheres Ende nach Osten, und so umgekehrt.

2971. Wie bekannt, hat ein solches Gewinde ein System von Magnetlinien, welches durch ihre Axe geht, sich dann nach außen biegt, um die Außenseite herumgeht und nun durch die Axe wieder eintritt, so daß die Kreise der Magnetkraft überall winkelrecht sind auf dem die Gänge des Gewindes durchlaufenden elektrischen Strom; und nun hatte ich eine Quelle von Magnetkraftlinien genau von der erforderlichen Art um, in Gemeinschaft mit der der Erde, eine Kraft-Anordnung hervorzubringen, die entweder mit der paramagnetischen oder diamagnetischen Polarisation (2865. 2877) coïncidirte.

2972. Sey Fig. 29 Taf. I. <sup>1)</sup> ein Durchschnitt des Gewindes, parallel seiner Axe, so werden die beiden Kreise die Anordnung der Magnetkraft in diesem Durchschnitt vorstellen; die Pfeile dienen zur Anzeige derjenigen magnetischen Richtung, welche den vom Nordende eines Magnets ausgehenden Kraftlinien angehört. Wenn solch ein System plötzlich inmitten der terrestrischen Linien erregt wird, so wirkt es auf sie, je nach der Richtung des Gewindes in Bezug auf die Richtung der Erdkraft. Wählen wir die beiden Lagen, in welchen die Axe des Gewindes parallel ist der natürlichen Richtung der Kraft, wie sie eine freie Nadel an dem Beobachtungspunkte zeigt, so werden zwei entgegengesetzte Effecte erzeugt, welche, in Bezug auf die äußeren Linien des Gewinde-Systems, der Polarität von paramagnetischen und diamagnetischen Leitern entsprechen. Ist z. B. das Gewinde so gestellt, daß die Polarität seiner Magnetlinien außerhalb des Ringes und in der Ebene desselben mit der der Erdkraft übereinstimmt, wie in Fig. 30 Taf. I., so werden die Erdlinien abgelenkt, wie abgebildet, und eine in *a* befindliche Magnetnadel, die ihre Lage durch den Einfluß der Erde angenommen hat, wird bei Annäherung des Gewindes diese Lage nicht ändern, obwohl sie eine stärkere Einwirkung erleidet. Auf

1) Schon dem ersten Hefte beigegeben.

anderen Theilen der Linie *bac* wird sie ihre Lage ändern, da sie sich als Tangente zur Krümmung stellt, und deshalb, wenn sie längs der Linie (oder durch die benachbarten Linien) fortgeführt wird, bald nach der einen, bald nach der anderen Seite abweicht, statt sich parallel zu bleiben, wie im Fall der Abwesenheit des Gewindes.

2973. Wird andererseits das Gewinde in die zweite Lage gedreht (2972), so ist der Effect auf die benachbarten Kraftlinien der in Fig. 31 Taf. I. abgebildete. Nadeln, die in *d* und *e* befindlich sind, werden wiederum aus der ihnen von der Erde gegebenen Lage abgelenkt, aber ihre Ablenkung erfolgt, in entsprechenden Lagen, in entgegengesetzter Richtung wie bei der früheren Anordnung. Diese Figur repräsentirt die paramagnetische Anordnung der Kräfte, wie die frühere die diamagnetische.

2974. Ich behaupte nicht, daß diese Kraft-Anordnungen im Ganzen denen bei paramagnetischen und diamagnetischen Leitern gleich sey. Unabhängige Systeme sind hier mitten in die Kraft der Erde eingeführt, und der centrale Theil jeder Anordnung muß deshalb ausgenommen werden. Es giebt auch Anziehungen einwärts und Abstofsungen auswärts, wenn die Nadel sich in *a* und *f* befindet, welches im Fall einer bloßen magnetischen Leitung nicht der Fall ist. Allein außerhalb dieser Gewind-Systeme und auf Abstände von 2 Zoll bis 2 oder 3 Fufs stimmt die den Kraftlinien der Erde eingeprägte Anordnung überein mit der von paramagnetischen und diamagnetischen Leitern erzeugten. Diese veränderten Kraftlinien und die im Großen der Natur durch die Sonne und Atmosphäre verzogenen sind in ihrer Natur vergleichbar und können als Repräsentanten von einander betrachtet werden.

2975. Um ein einfaches Resultat von der Wirkung eines solchen Kraftcentrums auf die Magnetlinien der Erde zu erhalten, befestigte ich einen Stab in Richtung der Neigungsnadel, und am Fufs desselben eine Tafel (*plane*) parallel mit dem magnetischen Aequator in London. Dann hing ich einen kleinen Magnet von 0,5 Zoll Länge an Co-

conseite auf, so, daß er dem magnetischen Aequator parallel war, und sich nahe bei der Tafel am Fuße des die Neigung vorstellenden Stabes befand. Das Gewinde (2970) wurde dann so mit der Volta'schen Kette verbunden, daß jeden Augenblick geschlossen, und ersteres, immer parallel mit sich und dem magnetischen Aequator, von allen Seiten, von oben und unten, der Nadel nahe gebracht, und die Wirkung auf dieselbe beobachtet werden konnte. Da die Wirkung der Sonne dargestellt werden sollte, so wurde der Strom in solcher Richtung durch das Gewinde geleitet, daß die obere Seite desselben das Nordende einer Magnetnadel abgestoßen haben würde; denn dann würde ein außerhalb des Ringes und in der Ebene desselben befindlicher Magnet seine Lage nicht geändert haben und die Anordnung der Erdkräfte unter dem Einfluß des Gewindes war wie in Fig. 30 Taf. I. oder wie bei einem diamagnetischen Leiter.

2976. Bei Anstellung derartiger Versuche und besonders wenn das Gewinde absichtlich in bedeutender Entfernung von der Nadel gehalten wird, ist es besser, dasselbe, statt es beständig mit der Batterie in Verbindung zu halten und dann auswärts oder neben der Nadel fortzuführen, an den Ort zu bringen, für welchen seine Wirkung beobachtet werden soll, und nun die Batterie zu schließen. Die Bewegung und Richtung ist dann leicht zu beobachten, und sollte sie wegen der Entfernung nur schwach seyn, so läßt sie sich dadurch, daß man die Kette einige Male isochron mit den Schwingungen der Nadel schließt und öffnet, in jedem erforderlichen Grade steigern.

2977. Es giebt gewisse Lagen in Bezug auf die Nadel als Centrum, die man klar verstehen muß. Die Magnetaxe ist eine Linie durch das Centrum der freien regulären Nadel, parallel der Richtung der terrestrischen Kraftlinien wie diese auch an dem Orte der Anstellung des Versuchs beschaffen seyn mag. Die Ebene des magnetischen Aequators ist eine Ebene, die, winkelrecht zur Magnetaxe, durch das Centrum der Nadel geht. Die Ebene des magnetischen

Meridians ist diejenige, welche mit der Magnetaxe und auch mit der Richtung der Nadel coïncidirt. Diese Lage findet sich immer bei den zur Beobachtung angewandten Magneten in Folge ihrer Aufhängungsart; sie würde aber nicht angenommen werden von einer Nadel, deren mechanische Axe, auf der sie winkelrecht wäre, in der Magnetaxe läge.

2978. Als das Gewinde, gelegen wie zuvor erklärt (2975), irgendwo in dem *magnetischen Meridian* befindlich war, übte es keine ablenkende Wirkung auf die Declinationsnadel aus; ebenso verhielt es sich in der Ebene des magnetischen Aequators. Diefs sind die beiden einzigen Orte, in welchen es die Lage der Nadel nicht verändert.

2979. Diese beiden Ebenen keiner Einwirkung theilen den Raum um den Magnet in vier Quadranten, und, wenn das Gewinde sich in einem derselben befindet, ändert es die Richtung der Nadel. Die Ablenkung der Kraftlinien für zwei benachbarte Quadranten hat entgegengesetzte Richtung, so dafs, wenn das Gewinde aus der neutralen Linie in den einen oder anderen Quadranten übergeht, die Ablenkung der Nadel sich ändert.

2980. Wird das Gewinde oberhalb oder unterhalb des magnetischen Aequators um die Magnetaxe herum, also längs einem Breitenkreise fortgeführt, so macht die Nadel, während dieses Umganges, eine grofse Oscillation nach der Rechten und eine andere nach der Linken. Gesetzt, das Gewinde sey zu Anfang des Versuchs oberhalb des Aequators und in der Ebene des magnetischen Meridians nördlich von der Nadel; wenn es dann durch West nach Süd und Ost zu seiner ursprünglichen Lage zurückkehrt, wird das Nordende der Nadel zuerst nach Westen gehen, dann stillstehen und nach Osten zurückkehren, durch seine Mittellage gehen, endlich nach Westen zurückkehren und seine ursprüngliche Richtung einnehmen. So lange das Gewinde im magnetischen Osten der Nadel ist, wird es eine und dieselbe Ablenkung bewirken, und ebenso auch so lange es im Westen ist. Die Ablenkung wird mehr oder weniger grofs seyn, ihre Richtung in Bezug auf den neutralen

Ort aber nicht ändern. Ob das Gewinde nördlich oder südlich von der Magnetnadel liegt, hat, zwar auf den Betrag, nicht aber auf die Richtung der Ablenkung Einfluss, sobald es nur auf dieselbe Seite des magnetischen Meridians bleibt. Ist das Gewinde unter dem magnetischen Aequator, so kehrt sich die Richtung der Declination um, allein dann ändert sie sich nicht, so lange das Gewinde östlich oder westlich von der Nadel und der Ebene ihrer mittleren Declination bleibt.

2981. Führt man das Gewinde in einer auf den Ebenen des magnetischen Aequators und des Meridians winkelrechten Ebene um die Nadel herum, so daß es successive die vier Quadranten durchwandert, so macht die Nadel während dieses Umgangs zwei Schwingungen hin und her (statt einer). Steht dabei das Gewinde anfangs in der neutralen Lage über der Nadel, geht durch Westen nach unten, und an der Ostseite wieder herauf zu seiner ursprünglichen Lage, so wird das Nordende der Nadel erst westwärts gehen, dann ostwärts, nun westwärts, darauf ostwärts und endlich wieder westwärts zu seiner ursprünglichen oder neutralen Lage.

2982. So wie das Gewinde aus den neutralen Ebenen (2978) in einen der Quadranten geführt wird, wächst sein Einfluss auf die Ablenkung der Nadel und erreicht in der Mitte des Quadranten sein Maximum. Folglich ist die Ablenkung nach Osten oder Westen ein Maximum, wenn das Gewinde sich in der Mitte eines der Quadranten befindet. Wenn also das Gewinde aus der Mitte eines Quadranten in die Mitte des nächsten geführt wird, macht die Nadel nur eine Bewegung, z. B. eine verstärkte westliche Abweichung, obwohl die Richtung der Declination in Bezug auf die mittlere Lage während der Zeit umgekehrt worden ist, und es giebt einen Moment, wo die Nadel keine Extra-Declination besitzt, sondern in der mittleren Lage ist. So auch wenn das Gewinde von einer neutralen Ebene zur andern durch einen Quadranten geführt wird, ändert zwar die dadurch bewirkte Ablenkung der Nadel ihre Richtung

nicht, bleibt z. B. während der ganzen Zeit westlich, allein dennoch hat die Nadel zwei Bewegungen ausgeführt, indem sie erstlich während des Anwuchses der Kraft westlich, und darauf, während der Abnahme derselben östlich geht; und dadurch kommt es, dafs, obwohl die Nadel, während das Gewinde sie in einer östlichen oder westlichen Verticalebene umkreist (2981), vier Ausgänge (*departure*) von der neutralen oder mittleren Lage aus und dahin zurück besitzt, es doch nur zwei vollständige Wanderungen (*journeys*) für sie giebt.

2983. Die Gröfse der Ablenkung verringert sich, so wie die Entfernung des Gewindes von der Nadel zunimmt, und so umgekehrt.

2984. Zwei andere Nadeln wurden sehr schief gegen die magnetische Axe aufgehängt (*slung*) (2975), mit dem Nordende die eine aufwärts, die andere unterwärts, und nun, wie die frühere, der Wirkung des Gewindes ausgesetzt (2978). Sie wurden genau in derselben Weise afficirt, zeigten keinen Unterschied, d. h. ein gegebenes Ende bewegte sich, bei derselben Aenderung in der Lage des Gewindes, immer in derselben Weise. War das Gewinde nahe, so wurde, in gewissen Lagen, der eine Pol etwas mehr influencirt als der andere; allein eine gröfsere Entfernung desselben nahm diesen (leicht (2970) erklärlichen) Unterschied fort und lieferte reine Resultate. Ob das Gewinde sich über oder unter der Verlängerung der Linie der Nadel befand, machte keinen Unterschied, sobald es nur in Bezug auf den magnetischen Aequator der durch die Nadel gehenden Erdkraftlinien an demselben Orte war.

2985. Um die Natur der Wirkung, welche ein solches Gewinde immer in der gegebenen oder diamagnetischen Lage (2975) auf die *Inclination* ausübt, zu ermitteln, wurde eine kleine Neigungsnadel derselben ausgesetzt, und dabei wurden folgende Resultate erhalten. Die Nadel konnte sich in dem magnetischen Meridian von London bewegen.

2986. Es erfolgte keine Ablenkung, wenn das Gewinde in der Ebene des magnetischen Aequators oder in einer,



welche auf der die mechanische Axe enthaltenden Ebene winkelrecht war, sich befand. In jeder anderen Lage wirkte es auf sie, so dafs diese beiden Ebenen die Wirkungssphäre in vier Segmente theilten, wie zuvor.

2987. So wie das Gewinde von einem Quadranten in den anderen übergeht, ändert sich, wie zuvor, die Richtung, in welcher die Nadel abgelenkt wird (2982). Ist das Gewinde in dem oberen Nordsegment oder in dem unteren Südsegment, so wird das obere oder südliche Ende der Nadel gegen Süden abgelenkt. Ist aber das Gewinde in dem oberen Süd-, oder unteren Nordsegment, so wird das obere oder südliche Ende der Nadel nach Norden abgelenkt. Wird das Gewinde um die Nadel herumgeführt, in Richtung der Bewegungsebene, welche in diesem Fall die des magnetischen Meridians ist, so weicht die Nadel von einer mittleren oder unafficirten Lage erst in einer Richtung ab, z. B. nordwärts und dann südwärts, wieder nordwärts und südwärts, und endlich abermals nordwärts um ihren Ruheplatz wieder zu erlangen, so dafs es, wie zuvor bei der Declinationsnadel (2982), in jeder Richtung zwei extreme Ablenkungen des Endes giebt.

2988. Mit anderen Worten: Wenn das Gewinde irgendwo unter dem magnetischen Aequator war, suchte das *untere* oder nördliche Ende der Nadel auswärts oder nach aufsen von demselben zu gehen, wie wenn es von der Axe des Gewindes *abgestofsen*, aber von den äufsern gekrümmten Kraftlinien (2992) Fig. 32 Taf. I. angezogen würde. Oder wenn das Gewinde über dem Aequator war, ging das *obere* oder südliche Ende der Nadel auswärts von dem Gewinde, und bewegte sich in Bezug auf dasselbe, genau in derselben Weise wie früher der untere Pol.

2989. Der Träger der Nadel wurde um  $90^\circ$  gedreht, dadurch also die Ebene, in welcher sich die Nadel bewegen konnte, um  $90^\circ$  aus dem magnetischen Meridian. Diefs drehte auch die Ebene ohne Einwirkung um  $90^\circ$ , so dafs sie nun mit dem magnetischen Meridian zusammenfiel; und die von Ost nach West gehende Ebene, welche sich früher

neutral verhielt, war nun nicht eine Ebene ohne Wirkung, sondern ging durch die Orte der stärksten Wirkung in der Mitte der Segmente.

2990. Hier bei der *Inclination*, wie zuvor bei der *Declination*, ist es nicht die gerade von der Nadel eingenommene Richtung, was die Einwirkung des Gewindes auf dieselbe bestimmt, denn sie mag belastet oder anderswie zurückgehalten werden, gleich allen horizontalen Nadeln, sondern es ist die Richtung der Kraftlinien der Nadel, welche, mit dem Gewinde, alles beherrschen. Es ist gleichgültig, ob das Gewinde oben oder unten in der Verlängerung der Nadel ist; denn wenn es an derselben Seite der Kraftlinie bleibt, unter deren Einfluß die Nadel wirkt, bewegt sich das Ende dieser in derselben Richtung, obwohl es in dem einen Falle zu dem Gewinde geht und in dem andern von ihr ab.

2991. Ich hing eine Nadel so auf, daß sie in jeder Richtung frei beweglich war, und nun erhielt ich den einfachen natürlichen Effect des Gewindes oder einer diamagnetischen Kugel (2877) auf eine gegebene Kraftlinie, und es ist gut dies im Gedächtniß zu haben. Denn obwohl wir zum Behufe der practischen Beobachtung genöthigt sind, die Lage in zwei Theile zu theilen, in *Declination* und *Inclination*, so lassen sich doch die Resultate für jeden Fall besser vergleichen und einprägen, wenn man das einfache Gesetz der Veränderung in der ganzen Kraftlinie im Kopfe hat. Die Aequatorial-Ebene und die Magnetaxe sind nun die einzigen Orte, in welchen das Gewinde sich befinden kann, ohne auf die Lage der Nadel einzuwirken; die erstere giebt (für das Gewinde) Orte mit einer stabilen Lage für die Nadel, und die letztere liefert stabile oder instabile Lagen, je nach dem Abstände des Gewindes.

2992. Ist das Gewinde außerhalb der Ebene und Axe, so geht das ihr nächste Ende der Nadel von ihr, wie wenn es abgestossen würde. Wird das Gewinde in einem Breitenkreise herumgeführt, so bewegt sich das Ende

der Nadel vor ihm herum, gerade wie das obere Ende der Nadeln zu Hobarton und Toronto in Bezug auf die Sonne während der Mittagsstunden. Statt das Gewinde um die Nadel herumzuführen, können wir die Nadel in verschiedene Lagen gegen das Gewinde bringen; und dann wird Fig. 32 Taf. I, das Resultat vorstellen. Ein äußerst einfaches Resultat, ganz übereinstimmend mit der diamagnetischen Anordnung der von dem Gewinde erzeugten Kräfte (2972), wie die beiden getüpfelten Linien andeuten.

2993. Als Ausdruck der Thatsachen, um diese zur Erläuterung der Naturphänomene anzuwenden, kann man in Bezug auf *Declination* sagen, daß wenn das Gewinde sich in einer geneigten Ebene über der Nadel, und deshalb über ihrem magnetischen Aequator befindet, es östlich, von einer Nadel mit nördlicher Neigung, das südliche oder obere Ende derselben nach Westen ablenke, und, östlich von einer Nadel mit südlicher Neigung (also von umgekehrter Stellung (2972)), das nördliche oder obere Ende ebenso nach Westen treibe, so daß es das nächste Ende der freien Nadel oder den nächsten Theil der Kraftlinie abzustossen scheint (Fig. 32 Taf. I.). In Bezug auf *Inclination* kann man sagen, daß das Gewinde, wenn es über der Nadel ist, das obere Ende derselben oder die Kraftlinien von sich treibe. Ist das Gewinde nördlich von der Magnetaxe, so sucht es das obere Ende der Nadel nach Süden, ist es südlich nach Norden abzulenken. Wie bei der *Declination* ist es gleichsam, wie wenn es das nächste Ende der freien Nadel oder die nächste Kraftlinie abstieße. In der That kommen alle Fälle darauf hinaus, daß wenn das Gewinde diamagnetisch (2975) für eine freie Nadel ajustirt ist, es mag sich nun über oder unter, diefs- oder jenseits derselben befinden, das nächste Ende der Nadel gleichsam abgestossen wird, vorausgesetzt, daß das Gewinde nicht in einer neutralen Lage sey.

2994. Ich wiederholte alle diese Versuche mit dem umgekehrten Gewinde, um so den Effect einer paramagnetischen Luftkugel (2865. 2973) hervorzubringen. Ich

brauche wohl nicht zu sagen, daß alle Erscheinungen in ihrer Natur und Ordnung dieselben, nur in der Richtung die *umgekehrten* waren. Sie sind erforderlich, um die von der Erkaltung der Atmosphäre herrührenden (3003. 3010) nächtlichen oder frühmorgentlichen Wirkungen zu erklären.

2995. Bei diesen Versuchen wurde, damit die Ablenkungsgesetze in ihrer Einfachheit erscheinen möchten, die Nadel in der Luft aufgehängt, und die Sonnenwirkung rundherum in allen Richtungen dargestellt. Allein in der Natur befindet sich die Luft bloß über der Nadel und die Erde als ein Magnet unter ihr. Im Fall der Natur ist es auch die Befestigung der Linien in der Erde (2919), welche bewirkt, daß der Betrag der Ablenkung *an* der Erdoberfläche weit größer ist, als er seyn würde, wenn sie sich in der Erde so frei bewegten als darüber im Raum<sup>1)</sup>. Diese Ablenkung muß mit der von dem Gewinde allein bewirkten zusammenfallen, aber es war doch wichtig dieses zu bestätigen. Ich nahm daher einen Magnetstab von 30 Zoll Länge und geringer Stärke, und hing darüber die Nadel an verschiedenen Stellen auf, um so den Effect von nördlicher oder südlicher Neigung in jedem Grade, oder, nahe den mittleren Theilen, gar keine Neigung zu haben. Der Effect der Abwesenheit von Luft unterhalb wurde auch bis zu einem gewissen Grade nachgeahmt, und um dies noch auffallender zu machen, brachte ich zuweilen Eisenmassen an und unter die Mitte des Magnets. Die Wirkungen des Gewindes waren nun, was den *Betrag* der Ablenkung betrifft, bedeutend verändert, aber nicht in der Richtung. Wenn das Gewinde auf die Richtung der Nadel einwirkte, so geschah es gemäß den obigen Gesetzen.

2996. Bei der Betrachtung der Naturphänomene sind

1) Bezogen auf die zum Typus genommene Kugel von kalter Luft (2874) ist klar, daß wenn der Raum unter den horizontalen Linien *a*, *c*, etc. von einer die Linie festhaltenden Materie eingenommen wäre, dann die nun an den unteren Theilen vorgestellten Ablenkungen über den festhaltenden Flächen erscheinen würden, und in einem viel größeren Grade, obgleich sie sich in einen viel kleineren Raum hinab ausdehnen würden.

die Magnetaxe und die Ebenen des magnetischen Aequators und des Meridians, als Kreise oder Ebenen ohne Ablenkung, sehr wichtig. Sich ändernd bei jeder Veränderung entweder des Orts, oder der Declination oder Inclination, erfordern sie ein leichtes Mittel der Erläuterung, und ihre Wirkungen können schwerlich ohne ein Modell begriffen werden. Ich habe mir einen Globus gemacht, darauf die Lage der Observatorien angemerkt und die magnetischen Meridiane dieser Orte nach der neusten Bestimmung verzeichnet. Mit anderer Farbe habe ich dann für jeden Ort seinen magnetischen Aequator angegeben und zwar als größten Kreis, parallel der Aequatorialebene der Neigungsnadel dieses Orts. Auch habe ich auf diesem Globus den mittleren Gang der Sonne für jeden Monat und, mittelst Nadeln, die Stunden Vor- und Nachmittags für jeden Ort angezeichnet, so dafs ich mit hinreichender Genauigkeit und besser als durch irgend eine Figur angeben kann, wann die Sonne in irgend einem bestimmten Quadranten oder in welchem Theile desselben ist, wann sie eine neutrale Linie passirt, oder welche Lage sie in Bezug auf den Beobachtungsort besitzt. Ich stellte diesen Globus, den ich sehr nützlich gefunden habe, immer in einer bestimmten Lage gegen mich auf, nämlich die Rotationsaxe horizontal, den Nordpol zu meiner Rechten, und den astronomischen Meridian des Orts gegen das Zenit. Der Beobachter kann ihn dann als vom Orte des Aufgangs der Sonne her betrachten.

2997. Obgleich wir so die experimentellen Bedingungen haben, unter welchen sich die Nadel unter einer Wirkung gleich der aus dem Daseyn der Sonne entspringenden (2990) befindet, so behaupte ich doch nicht, dafs sie ohne Modification auf die Naturphänomene angewandt werden können, sondern nur, dafs sie beim Studium der letzteren und deren Ursache eine sehr wichtige Hülfe gewähren. Die Atmosphäre ist nicht unbegrenzt, sondern hüllt die Erde gleich einem Gewande ein; ihre Wirkung mufs, so wie sie sich vom Orte ihrer Entstehung ansdehnt, in Bezug

auf denjenigen Theil, welchen sie durch ihre Masse leitet, (2920) krümmen mit ihrer Krümmung, und an jedem besonderen Orte ein Resultat geben, welches sich nur durch feine, auf sorgfältige Beobachtungen gestützte Berechnungen bestimmen läßt. In Bezug auf die Entwicklung der Luftwirkung würde es, glaube ich, sehr interessant seyn zu ermitteln, wenn auch nur roh, wie sich die täglichen Variationen des Erdmagnetismus am Boden eines tiefen Schachtes, in der Mitte und an der Mündung desselben verhalten. Die Resultate würden uns über die Haltkraft (*holding power*) der Erde und die Tiefe, bis zu welcher die Ablenkungen der Magnetkraftlinien eindringen, sehr viel lehren, so wie auch von den Veränderungen (oder Nicht-Veränderungen) der inneren Kraft, befreit von denen von der Atmosphäre herrührenden, eine rohe Vorstellung geben.

2998. Ein anderer Grund, weshalb das experimentelle Resultat nicht zu streng angewandt werden darf, ist folgender. Wären die Kraftlinien der Erde vollkommen regelmäßig, so würden die in ihnen von der Sonne und der Luft hervorgebrachten Aenderungen ebenfalls regelmäßig seyn. Allein das natürliche System ist nicht regelmäßig, weder unter den Tropen, wie zu Sister's Walk und Longford in St. Helena, noch in höheren Breiten, wie an der Hudson's Bay, und daraus können und müssen Widersprüche entstehen. Wahrscheinlich ist es, daß die größten Unregelmäßigkeiten in der Anordnung des Erdmagnetismus in und bei der der Erdoberfläche vorkommen, und nach oben Alles regelmäßiger wird. Indefs müssen doch die Unregelmäßigkeiten ihren Einfluß sehr weit nach oben erstrecken, so daß die Verdrehungen der magnetischen Meridiane oder Kraftlinien an der Region, welche mit dem Ort des atmosphärischen Effects coïncidirt, wahrscheinlich nicht getilgt oder sehr verringert sind.

2999. Allein wiewohl die Linien in dem großen, von der Sonne afficirten Raum unregelmäßig sind, so wird doch eine Ausdehnung des Ganzen, als eines Systemes

und einer diamagnetischen Polarität erfolgen. Die unteren Kraftlinien werden von den oberen afficirt werden, und so wird die Art der Veränderung an der Erdoberfläche wahrscheinlich nicht so unsicher seyn als es anfangs scheint, obwohl eine vollkommene Aehnlichkeit zwischen verschiedenen Orten nicht zu erwarten ist. Deshalb glaube ich wird man den Globus (2996) sehr nützlich finden, indem er Auskunft giebt über die wahrscheinlichen Effecte in dem Meridian und Aequator, wie sie durch den Ort der Sonne in den beiden Hauptquadranten für jeden Monat des Jahrs oder jede Stunde des Tages hervorgerufen werden.

3000. Der Durchgang durch den magnetischen Meridian ist wichtig und scheint es mehr nach dem (2978) beschriebenen Versuch zu seyn, als er es früher (2942) that. Da er oft gegen den astronomischen Meridian geneigt ist, so muß er großen Einfluß haben auf die Zeit, wann die tägliche Declination ihre Richtung ändert. Der Ort der größten Wirkung und sein Wandern nördlich oder südlich längs einer magnetischen Kraftlinie, je nachdem die Declination in Bezug auf das Gewinde als Sonne, westlich oder östlich war, wurde durch einen Versuch bestätigt; und ebenso auch die spätere Beobachtung (eine Folge der früheren), daß bei gleichem Abstand der Sonne von einem mehr nördlichen oder südlichen Ort als sie selbst, die Wirkung derselben an der Seite ihrer Bahn weit stärker ist und die Declination eines spitzen Winkels macht. Wenn demnach das, von Ost nach West bewegte Gewinde, durch den Meridian eines nördlich von ihm liegenden Orts mit westlicher Declination geführt wurde, war die Wirkung, bei gleichen Abständen des Gewindes vom Magnet, stärker an der westlichen Seite des Orts als an der östlichen.

3001. Der Durchgang der Sonne durch den magnetischen Aequator ist ebenfalls wichtig, weil dann die Richtung der täglichen Variation der Experimentir-Nadel geändert wird; und dies ist von desto größerer Folge, weil durch die Größe der natürlichen Declination an vielen,

selbst sehr nördlichen oder südlichen, Orten dieser Durchgang, entweder an der östlichen oder westlichen Seite, auf den astronomischen Meridian hin gerichtet ist und während der einflussreicheren Stunden der Sonne oder der Kälte stattfindet. An all den Orten überdies, wo die Neigung klein ist, wie zu St. Helena, und in oder nahebei der Sonnenbahn, kann er einen wesentlichen Einfluss auf den Betrag der Wirkung ausüben. Wegen der Aenderung des Sonnenortes zwischen den Tropen, und wegen der großen Verschiedenheit der Inclination und Declination an verschiedenen Orten, muß das Durchschneiden der neutralen Ebenen von der Sonne und der wirkenden Region unter einer außerordentlichen Mannigfaltigkeit von Bedingungen stattfinden, deren Aufklärung, glaube ich, durch Kenntnisse, wie die, welche die vorhergehenden Versuche und Principien liefern, sehr unterstützt wird. Die Sonne kann astronomisch nördlich oder südlich von der Nadel seyn, und doch ändert sich die Declination der letztern nicht (2980), oder wo eine starke Declination ist, wie zu Greenwich, kann sie astronomisch östlich oder westlich von ihr seyn, und dennoch bringt sie keine Aenderung in der Declination hervor. Die Sonne kann südlich von einem Orte seyn, und dennoch treibt sie das obere Ende weiter nach Süden (2990); denn alles hängt ab von ihrer Lage gegen den magnetischen Meridian und die Magnetaxe, welche im Allgemeinen sehr weit von der astronomischen entfernt sind, zu welcher Mannigfaltigkeit von Ursachen noch kommt, daß die Kraftlinien in der Erde fest sind (2919), was diesen eine fernere Verschiedenheit giebt.

3002. In einem früheren Aufsatz betrachtete ich bloß den Effect der Luft, die über ihre mittlere Temperatur erwärmt worden (2895), und erläuterte dies durch den der Sonne in der Mitte des Tages; jetzt will ich den Effect der nächtlichen Kälte betrachten, welche die Luft einer Gegend unter ihre mittlere Temperatur herabbringt. Durch die Abkühlung erhöht sich das Leitungsvermögen der Luft, und im Verein mit der wärmeren Luft der Umgebung lenkt sie



sie die durch beide gehenden Magnetkraftlinien ab, wie es von der Typus-Kugel (2864. 2874) angezeigt wird; sie erlangt das, was ich Leitungs- oder paramagnetische Polarität genannt habe, damit bloß meinend, daß die Kraftlinien in der Mitte der kalten Luft zusammengezogen sind.

3003. Da der Effect der kalten Luftregion aus Osten kommt, würde er theoretisch darin bestehen, daß er die Magnetkraftlinien, so wie sie die Erde verlassen, vorrückte oder gegen sich böge, weil die in der kalten Luft und um dieselbe einwärts gebeugt sind; und so wie die im unmittelbaren Westen der kalten Region sich einwärts oder gegen sie bewegen, so werden die weiter westlichen, da sie zum Theil in ihrer Spannung nachlassen, sich auch ostwärts bewegen, und so wird ein Effect entstehen, umgekehrt wie der von der Sonne (2877. 2972), oder gleich mit dem des Gewindes in der paramagnetischen Lage (2973. 2994). Die oberen Enden der Nadeln an Orten mit Inclination zeigen diese Ablenkung des oberen Theils der Kraftlinien, weil sie von, mit und in ihnen bewegt werden.

3004. So wie die Kälte sich nähert, neigen die Linien gegen sie, bis sie in die Lage der Maximum-Wirkung im östlichen Quadranten angelangt ist; dann kehren sie zurück (in Declination) der Kälte voraus, bis beide, die Kälte und die Linie (oder Nadel) im magnetischen Meridian sind; worauf, so wie die Kälte nach Westen wandert, die Nadel ihr folgt, bis die Kälte den Ort ihrer Maximum-Wirkung im westlichen Quadranten erreicht hat (2982); endlich, wenn die Kälte umkehrt, geht auch die Nadel wieder nach Osten in ihre mittlere Lage, angenommen übrigens, daß zur Zeit keine andere Wirkung als die der kalten Region vorhanden sey. Das obere Ende der freien Nadel strebt also an jedem Orte zur kalten Region hin, wie zuvor von einer wärmeren Region abwärts, und wie die Declination ergriffen wird, so verhält es sich auch mit der Inclination. Ist die Kälte im magnetischen Meridian eines Orts innerhalb der Tropen, wie St. Helena und Singapore, so vergrößert sie die Neigung daselbst, während sie zu

derselben Zeit an südlichen oder nördlichen Orten, wo die Neigung beträchtlich ist, dieselbe verringert; ein Resultat, welches aus der Beugung der Kraftlinien in oder gegen die kalte Region direct hervorgeht.

3005. Die hauptsächlichsten Regionen von Wärme und Kälte auf einem selben Breitenkreise folgen einander nicht in gleichen Zeiträumen. Es ist schwierig sich über ihre Zwischenzeit in der oberen Atmosphäre ein Urtheil zu bilden; allein an der Erde, wie von Vielen angenommen wird, folgt das tägliche Kältemaximum 17 Stunden auf den vorbergehenden Mittag. Darnach kommt der vereinte Effect der kalten und warmen Region hauptsächlich Vormittags und um Mittag in Betracht. Wenn eine kalte Region nur viertelhalb Stunden westlich von einem Orte ist, von dem gleichzeitig die warme Region viertelhalb Stunden im Osten liegt, so ist klar, daß der vereinte Effect beider, da beide in gleichem Sinn ablenkend wirken, weit größer ist, als wenn Kälte oder Wärme allein wirkt, oder als zu jeder andern Zeit, denn weder 12 Stunden hernach, noch zu sonst einer Zeit, sind die Umstände ähnlich. So verhält es sich auch mit anderen Combinationen von heißen und kalten Regionen, deren Effect sowohl nach Lage als nach Ausdehnung verschieden ist. Eine freie Nadel wird in Spannung gehalten durch die Linien, welche selbst wiederum durch die heißen und kalten Regionen der Atmosphäre beherrscht werden; sie nimmt wahrscheinlich nie die mittlere Lage ein, sondern liegt immer in der Resultante dieser stets gegenwärtigen und stets wachsenden Veränderungsursachen.

3006. Da die Erde unter der Sonne rotirt, so würde, allgemein gesprochen, jeder Ort innerhalb 24 Stunden ein Maximum und ein Minimum in der Temperatur seiner Atmosphäre haben. Allein auf die Erdkugel als Ganzes gesehen, würde es ein Minimum und zwei Maxima geben, d. h. eine Maximum-Region etwas unter der Sonne in ihrer Bahn und ein Minimum in jeder der Polarregionen, welches in Rücksicht auf die 24 Stunden nicht am Pole läge, sondern an einem Orte unter hoher Breite, und vielleicht, wie vorhin, sieben bis acht Stunden vor Mittag. Diese kalten

Regionen werden wiederum durch die Stellung der Sonne zwischen den Tropen sehr bedeutend in ihrer Ausdehnung, Lage und Kraft afficirt; denn so wie die Sonne gegen einen Wendekreis vorrückt, wird die kalte Region in Ausdehnung und Kraft abnehmen, während die andere darin wächst; und während sie (die Regionen) somit in ihrem Einfluß auf die allgemeine Richtung der Kraftlinien schwanken, werden sie, (diese Linien) sich in ihrer Lage auch verändern und zu verschiedenen Zeiten verschiedene Relationen zum Orte der Sonne in verschiedenen Monaten haben, und so mannigfaltige Effecte hervorbringen. Es sind diese Verschiedenheiten, welche sich uns, wie ich glaube, in den nächtlichen und morgentlichen Wirkungen an den zahlreichen, auf der Erde zerstreuten, Observatorien kund geben.

3007. Ich will nun versuchen, diese Ansichten und die durch den Versuch nachträglich gewonnenen Kenntnisse anzuwenden auf die früher betrachteten und einige neue zwischen den Tropen belegene Orte, um, wenn ich es kann, zu erklären: die nächtliche Wirkung, die gröfsere oder geringere Verzögerung der Effecte in Bezug auf die örtliche Zeit, den Unterschied in Richtung der Declinationsveränderung in verschiedenen Monaten, an demselben Ort zur selben Stunde, wie er vom Obersten Sabine nachgewiesen ist, die Abnahme der Neigung an einem Ort und die Zunahme derselben an anderen zu derselben örtlichen Zeit. Dabei wird es nöthig seyn, beständig denjenigen Ort zu berücksichtigen, welcher in Bezug auf die Station als das jeweilige Centrum der kalten oder heifsen Wirkung betrachtet werden kann. Ich werde zu dem Ende das Wort Region gebrauchen, damit aber nicht die ganze Strecke der heifsen oder kalten Luft verstehen, auch nicht das Centrum, sondern den Hauptort der veränderten Portion. Es ist sehr klar, dafs an gewissen Tagen des März oder Septembers, *alle* um 21<sup>h</sup> oder 22<sup>h</sup> östlich vom Meridian gelegene Luft als warm betrachtet werden kann in Bezug auf die dann im Westen desselben Meridianes befindliche,

und dafs eine für alle Orte gleiche Resultante der Wirkung nicht existiren kann.

3008. Wir haben uns zu erinnern, dafs das Oestern und Western (*the eastening and the westening*) des obern Nadelendes, von dem ich immer spreche, auf zweierlei Weise hervorgebracht wird. Die Nadel wandert wie positiv durch die Fortnahme einer directen Wirkungsursache, wie sie es, nur in entgegengesetzter Richtung (2982) unter der unmittelbaren directen Wirkung dieser Ursache thut. Ein Western kann erfolgen entweder dadurch, dafs die Sonne im Osten des Beobachtungsortes aufgeht, oder im Westen fortgeht, nachdem sie durch den Meridian gegangen ist und die grösste östliche Schwingung erzeugt hat.

3009. *St. Petersburg* hat eine mittlere Declination von  $6^{\circ} 10'$  W. und eine Inclination von  $70^{\circ} 30'$  N.; obgleich also der magnetische Meridian nicht sehr schief gegen den astronomischen ist, erreicht doch die Sonne oder die Wärmeregion den ersteren 20' bis 40' früher als den letzteren, und deshalb tritt die Zeit der grossen Sonnenschwingung, welche von 20<sup>h</sup> bis 1<sup>h</sup> geht, früher ein als sie sonst eingetreten seyn würde. Der magnetische Aequator der Nadel (2977) macht einen Winkel von etwa  $40^{\circ}$  mit dem Erdaequator, und bei solcher Neigung (*being thus tilted*), disponirt er die beiden, bei der täglichen Variation (2979) hauptsächlich wirksamen Quadranten so, dafs zu Petersburg im Sommer die wärmste Region nicht nur der Nadel weit näher ist, sondern auch durch die stärksten Orte geht, wogegen sie im Winter weiter davon und auch in schwächeren Orten liegt. Diefs ist, glaube ich, eine Ursache des grossen Unterschiedes im Betrage und im Charakter der Declinationsveränderung. Im November, December und Januar geht sie nur von 4',47 bis 4',65, während sie im Juni 11',52 beträgt <sup>1</sup>). Siehe die Curven Taf. V.

1) Das Oestern und Western (*eastening and westening*) einer freien Neigungsnadel wird durch die Bewegungen einer horizontalen Nadel nicht gehörig dargestellt, in sofern als an Orten mit verschiedener Inclination der Winkel in Ebenen, die gegen die Inclination ungleich geneigt sind,

3010. Im December und Januar, also im Winter, verschwindet zu St. Petersburg die östliche Sonnenschwingung fast gänzlich. Nach 1<sup>h</sup>, wo sie vorbei ist <sup>1)</sup>, folgt das obere Nadelende der Sonne bis 9<sup>h</sup>, nachdem sie um 5<sup>h</sup> durch die mittlere Lage gegangen ist. Dann steht sie still, bewegt sich darauf östlich bis 16<sup>h</sup> oder 17<sup>h</sup>, steht wieder still, ganz oder beinahe, bis 21<sup>h</sup>, und macht nun die Sonnenschwingung, die sie zum östlichen Extreme führt. So sind hier also zwei wichtige Punkte zu erklären: warum die Nadel sich nach 9<sup>h</sup> ostwärts bewegt, und warum sie von 13<sup>h</sup> bis 20<sup>h</sup> nicht westwärts wandert, sondern im Gegentheil nach Osten geht oder stillsteht. Die Erklärung ist, meiner Ansicht nach, folgende: — Petersburg ist ein Ort, wo, wegen seiner Lage, die obere Kälte, welche täglich auf den Untergang der Sonne folgt, eine paramagnetische Action erzeugen würde (2994. 3003). Diese Action beginnt, so wie die Sonne untergeht, im Osten zu erscheinen, und ich schliesse, dafs die kalte Region, welche um 9 bis 11<sup>h</sup> nicht unter der Breite der Sonnenbahn, die zu südlich ist, sondern mehr unter der von Petersburg selber von Osten kommt, um 9 bis 11<sup>h</sup>, während die Nadel stillsteht, im Stande ist, jede rückständige Tendenz nach Westen aufzuheben, darauf die Kraftlinie, wie das Nadelende, bis 17<sup>h</sup> ostwärts zu ziehen, und dort festzuhalten, bis die Sonne beide in der grofsen Schwingung nach Osten sendet. Dafs die Kälte, in Erwägung ihrer wahrscheinlichen Lage, wohl vermag das Nadelende bis 17<sup>h</sup> ostwärts zu richten, und die Sonnenregion dasselbe von 17<sup>h</sup> bis 20 oder 21<sup>h</sup> nicht westwärts sendet, ist, glaube ich, eine sehr natürliche Folge der wahrscheinlichen Lage beider Regionen zwischen diesen

abgelesen wird; unter hohen Breiten wird der Effect dadurch sehr übertrieben. Wiewohl indess verschiedene Orte nicht ohne Correction mit einander verglichen werden können, so sind doch an einem selben Orte, wie Petersburg, die Variationen vergleichbar und proportional.

- 1) Die Petersburger Beobachtungen sind 21,5 Minuten nach jedem Stunschlag angestellt; allein ich führe als hinreichend für das Angenommene nur die Stunden ohne die Minuten an.

Stunden. Denn stelle die Sonne, deren Ort wir kennen, die warme Region um 17<sup>h</sup> vor; sie ist dann im östlichen Quadrant unter dem Horizont, so dafs sie, wenn sie durch und herum die Erde auf die Nadel wirken könnte (2995), dieselbe nach Osten führen, und damit bis 19<sup>h</sup> in diesem Quadranten fortfahren würde. Um 19<sup>h</sup>, wenn sie eintritt, in den Quadranten, in welchen sie anfängt eine westliche Action auf die Nadel (*on the sun*) auszuüben, hat sie gegen die Nadel zu Petersburg eine solche Lage (wie aus einer auf dem Globus (2996) gezogenen Linie, im Vergleich mit dem magnetischen Meridian und der Neigung zu ersehen) und ist in einem so unwirksamen Theil der Quadranten (2982) und auch so weit weg, dafs sie keine Macht besitzt, die Nadel westwärts zu senden, sondern nur in Verbindung mit der zurückkehrenden kalten Region dort festzuhalten vermag, bis um 21<sup>h</sup> die Sonnenschwingung von Westen nach Osten eintritt wie in anderen Fällen. Hierauf folgt die Nadel der Sonne von 1<sup>h</sup> an, allmählig langsamer gehend, so wie die Zeit vorrückt, und dann, wie schon beschrieben, in den nächsten 20 Stunden von der kalten Region aufgenommen.

3011. Ich habe angenommen, die Kälte fahre östlich ablenkend fort bis 17<sup>h</sup> (*the cold eastening as continued*), was vermuthlich einschliessen würde, dafs die kalte Region bis zu dieser Stunde östlich von Petersburg sey. Es ist sehr schwer, über Orte und Zeiten von Dingen zu sprechen, die bisjetzt so wenig specificirt (*identified*) sind als die warmen und kalten Regionen in der oberen Atmosphäre; allein was die Temperaturen an der Erde zu Petersburg betrifft, so kann ich sagen, dafs die äufserste Kälte, im Januar, um 19<sup>h</sup> oder 20<sup>h</sup> eintritt, *fünf* Stunden später als im Sommer. Ich mufs hier auch bemerken, zum Nutzen in den Sommermonaten, dafs das *Wärme-Maximum* drei Stunden lang in *entgegengesetzter Richtung* variirt, so dafs, während im Sommer nur elf Stunden von der höchsten zur niedrigsten Temperatur des Tags verstreichen, im Winter 19 darauf gehen. An einem Tage im Januar ist also die höchste

Temperatur nur fünf Stunden hinter der niedrigsten, was im Allgemeinen mit der vorausgesetzten Ursache der Wirkungen auf die Nadel übereinstimmt<sup>1</sup>).

3012. Da ich mich bemühte, aus Petersburg einen allgemeinen Fall der nächtlichen Wirkung zur Erklärung entsprechender Erscheinungen an anderen Orten zu machen, so muß ich bemerken, daß die Nachtwirkung einen Theil der Sonnenwirkung einschließt, die sich mit der der Kälte combinirt. Die Sonnenwirkung ist durch Beobachtung als sehr ausgedehnt bekannt. In Petersburg ist die Sonne, wenn sie auf dem südlichen Wendekreis und im Meridian steht,  $80^{\circ}$  bis  $90^{\circ}$  vom Zenith entfernt, und doch sehen wir aus den Beobachtungen und Curven, welch großen Einfluß sie ausübt (3009). Wo auch die Sonne seyn möge, so bringt sie doch durch ihre Bewegung Veränderungen hervor, die gleichzeitig auf der ganzen Erde verspürt werden. Um 9 und  $10^b$  ist sie im wirksamen Theil desjenigen Quadranten, welcher die Nadel ostwärts führen würde, wenn die Erde durch Luft ersetzt wäre, und in dem repräsentativen Versuch (2995) sendet das Gewinde sie ostwärts, wenn ein Magnet eingeschaltet ist. Die nächtliche Wirkung muß daher im Winter am größten seyn, wie sie es ist, weil die Kälte am intensivsten, und weil auch die Wirkung der fernen Sonne damit zusammenfällt. Es ist sehr wahrscheinlich, daß viele der wunderlichen Verzerrungen der Nachtwirkungen, wie sie in den Curven von Hobarton, Toronto und anderswo erscheinen, von der Weise abhängen, in welcher sich, zu verschiedenen Stunden, die beiden Ursachen (wahrscheinlich mit andern) combiniren.

3013. Obwohl die Declination zwischen  $17^b$  und  $21^b$

- 1) Anlangend die Kälte der obern Atmosphäre und das Eintreten ihrer Maximums (wenigstens in gewissen Niveaus) nicht um Mitternacht, sondern Stunden lang hernach: wie oft erblicken wir nicht in unserm Lande nach einer heitern Nacht kurz vor Sonnenaufgang einen Wolkenschleier hoch oben entstehen, der so wie die Sonne erscheint, zerrinnt und fortgeht! In solchen Fällen zeigen die Wolken durch ihre Bildung die Zeit der größten Kälte oben, und durch ihre Auflösung den schnellen Uebergang derselben in Wärme an.

wenig oder gar nicht variirt, kein Western auftritt (3010), so würde ich doch um diese Zeit in der Inclination eine hervortretende Wirkung erwarten, und vermuthen, dafs sie zunehme; ich war nicht im Stande eine Tafel über die tägliche Variation der Inclination zu erhalten.

3014. Für den Februar gelten dieselben Bemerkungen; allein da die Sonne nun aus den südlichen Zeichen kommt und Petersburg näher rückt, so wächst ihre Macht und diefs zeigt sich dadurch, dafs das Oestern durch Kälte (*cold eastening*) um 15<sup>b</sup>, 16<sup>b</sup> und 17<sup>b</sup> um mehr als eine halbe Bogenminute geringer ist als zuvor, und dafs es zwischen 17 und 18<sup>b</sup> überwältigt wird und ein Rückgang nach Westen erfolgt, ehe die Schwingung nach Osten eintritt. Im März ist der Effect noch auffallender; das paramagnetische Oestern hält ein um 14<sup>b</sup>, und das darauffolgende diamagnetische Western erstreckt sich bis 20<sup>b</sup>; dann folgt die Schwingung. Im April beginnt das Western durch die warme Region schon um 13<sup>b</sup> und dauert bis 20<sup>b</sup>, ist dabei sehr stark. Ein Blick auf die Tafel der monatlichen Temperaturen, selbst so wie sie an der Erdoberfläche erhalten werden, ist interessant. So wie die Monate vorrücken, hört das Oestern durch Kälte immer früher auf, im Januar und April respective um 17<sup>b</sup> und 13<sup>b</sup>. Das Temperatur-Minimum weicht auch zurück, in denselben Monaten von 20<sup>b</sup> auf 16<sup>b</sup>. Das Temperatur-Maximum dagegen *rückt vor* von den Winter- zu den Sommermonaten, und wird auch gröfser. Der Effect auf die Sounenschwingung zeigt sich sowohl in der *vorgerückten* Zeit der Veränderung als in dem *vergrößerten* Betrage der Variation.

3015. Im Mai oder Juni ist das Nacht- oder Kälte-Oestern verschwunden oder zeigt sich nur durch ein geringes Stocken (*hesitation*); und von Mitternacht an führt die Herankunft der Sonnenregion das Nadelende westlich. Blicken wir auf den Globus (2996), so haben wir diefs zu erwarten. Die Sonne ist dann auf dem nördlichen Wendekreis, läuft um Petersburg herum und zwar ihm verhältnifsmäfsig nahe; eine freie Neigungsnadel würde in 24 Stunden



einen Umlauf in gleicher Richtung wie die Sonnen-Region machen, allein am entgegengesetzten Ende der Linie, welche beide verbände. Wäre die Nadel am astronomischen Pol der Erde und hätte starke Neigung, so würde sie fast einen Kreis mit beinahe gleichförmiger Bewegung beschreiben; da sie aber in Wahrheit in einem Theil des gleichförmigen Tageslaufs der warmen Region dieser viel näher ist als in einem andern, so macht der Radius, welcher sie mit der Region verbindet, einen größern Winkel in einer gegebenen Zeit als wenn sie weiter fort ist, und daraus entspringt die größere Schnelligkeit der Bewegung zwischen  $20^h$  und  $1^h$  und die Sonnen-Schwingung, wie ich sie (*familiarly*) genannt habe, von Westen nach Osten.

3016. Aus den Curven, Taf. V., ist ersichtlich, daß wir an Petersburg ein schönes Beispiel jener Art von Resultat haben, welches Oberst Sabine in seinem Aufsatz über die Erscheinungen zu St. Helena <sup>1)</sup> so sehr hervorhebt, und auch zu Hobarton, Toronto und anderswo vorkommt, nämlich eine Declinations-Variation in *verschiedenen* Richtungen zu verschiedenen Stunden in verschiedenen Monaten. So geht im vorliegenden Fall die Nadel ostwärts von  $13^h$  bis  $20^h$  im October, November, December, Januar und Februar, während sie zu denselben Stunden westwärts geht im April, Mai, Juni, Juli und August. Die März- und September-Curven halten die Mitte. Allein diese Verschiedenheit ist nun hoffentlich durch die Hypothese erklärt (3010. 3015); und ich glaube, daß ebenso befriedigende Gründe für St. Helena (3045) und andere Orte (3022. 3039. 3065) gefunden werden.

3017. Der paramagnetische Charakter der östlichen Abweichung durch die Kälte im Winter nach 10 Uhr, würde wahrscheinlich durch Inclinationsbeobachtungen, zu derselben Zeit angestellt, erläutert werden. Denn, wenn die kalte Region zum Süden Petersburg's geht, wird die Inclination durch die paramagnetische Action abnehmen, aber durch die diamagnetische Resultante wachsen; die Art,

1) *Philosoph. Transact.* 1847. p. 51.

wie die beiden Richtungs-Elemente d. h. Inclination und Declination, zu irgend einem gegebenen Moment combinirt sind, ist sehr wichtig für die volle Aufklärung des magnetischen Effects der Atmosphäre. Ich bin nicht im Stande gewesen, diese Data für Petersburg zu geben. Auch die Veränderungen der totalen Kraft würden hier zur Aufhellung dieses Gegenstandes beitragen. In der That ist es nicht gerathen, die Resultate der bezeichneten Ursache durch Inbetrachtung von bloß einem Elemente unter dreien erklären zu wollen. Was wir zuletzt kennen müssen, ist die Gesammtheit aller Veränderungen der freien Nadel. Alle sind wichtig und alle müssen zugleich betrachtet werden. Sonst kann die Theorie der Variationen nicht weit gedeihen.

3018. *Greenwich* liefert uns einen schönen Fall von nächtlicher Episode und den verschiedenen Richtungen der magnetischen Variation zu gleichen Stunden in verschiedenen Monaten. In dieser Beziehung gleicht es Petersburg sehr, hat aber außerdem noch ein großes Interesse wegen der starken westlichen Declination <sup>1)</sup>, wegen des dadurch auf die Orte der wirksamen Quadranten (2979. 3000) hervorgebrachten Effects und wegen der Zeiten der Variationsphänomene. Setzt man es auf dem Globus (2996) an seine Stelle, so sieht man, daß die Aequatorial-Ebene wahrscheinlich nicht viel mit der Mittags-Action zu thun hat, und daß die Sonnen- oder Wärme-Region im Sommer fast mitten durch die beiden Hauptquadranten geht, was, mit ihrer Nähe zu der derselben Zeit, die Mittagsschwingung nach Osten sehr groß machen muß. Im Winter ist sie in viel schwächeren Theilen des Quadranten gelegen, so daß die Schwingung weit geringer seyn muß, und so ist's wirklich. Die größte Variation im Sommer beträgt 11',30 und die kleinste im Winter nur 5',88. Im April, Mai, Juni, Juli und August erfolgt die größte westliche Declination des südlichen oder oberen Endes der Nadel um 19<sup>b</sup>,20', und die größte östliche um 1<sup>b</sup>,20'. Die letztere Lage bleibt

1) Mittlere Declination 22°.51' W. mittlere Inclination 69° N.

sich das ganze Jahr hindurch gleich, allein das westliche Extrem fällt in den übrigen sieben (kalten) Monaten auf  $9^{\text{h}}, 20'$  und  $11^{\text{h}}, 20'$  <sup>1)</sup> oder strebt gegen Mitternacht, dann übertrifft es die westliche Abweichung am Morgen. So ist also der Einfluß der Sonne im Sommer auf die Schwächung des Effects der nächtlichen Kälte (3005) sehr einleuchtend, ebenso wie die Art, wie in den Wintermonaten die Nachtwirkung durch die zunehmende Kälte wächst, bis sie sehr überwiegt (3006), wenn die Sonne am südlichen Wendekreis oder in den schwächeren Theilen der Segmente ist. Die vorausgesetzten Principien dieser Wirkung sind schon bei Petersburg (3010 etc.) gegeben.

3019. Der magnetische Meridian ist sehr östlich vom astronomischen, da wo die Wärme-Region ihn durchschneidet, besonders im Winter, denn dann geht die Sonne um etwa  $10^{\text{h}}$  und im Sommer um  $11^{\text{h}}$  durch ihn. Es muß also die Schwingung im Winter früher erfolgen als im Sommer, obwohl sie, wegen der langsamen Bewegung der Wärme-Region in Bezug auf Greenwich (3015), dann eine längere Zeit einnimmt, und doch, wie schon gesagt, (3018), vermöge des Abstandes, von kleinerem Betrage ist. Alles dies steht in merkwürdigem Einklange mit der Thatsache. Die Schwingung beginnt im Winter um  $17^{\text{h}}$ , im Sommer aber nicht vor  $19^{\text{h}}$ , und endet in beiden Jahreszeiten zu derselben Stunde, nämlich um 1 Uhr, ist also im Winter von längerer Dauer als im Sommer. Sie beginnt eher, weil der magnetische Meridian früher durchschnitten wird, und es erhellt auch, weshalb der Anfang der Schwingung mehr verschoben wird als das Ende; denn wegen der Declination, ist die Wärme-Region zu denselben Stunden im Winter des Morgens viel weniger östlich vom magnetischen Meridian und des Nachmittags viel weiter westlich von demselben, als im Sommer. Also ist die Schwingung im Winter in Zeit vorgeschoben, und obwohl

1) Siehe die Carven Taf. V. Die Beobachtungen sind nur zu jeder zweiten Stunde gemacht und daher ist in Angabe der Zeit einer Veränderung keine Genauigkeit zu erwarten.

verlängert, fällt ihr Ende doch zusammen mit dem Ende im Sommer, so weit dieß wenigstens aus 2stündlichen Beobachtungen zu ersehen ist.

3020. Da der Sonne die Region vorausgeht, so muß der Grad der mittleren Declination, um die Tagesschwungung zu machen, hier früh eintreten, d. h. früher als zu Hobarton, und besonders früher als zu Toronto, wenn nicht andere Veränderungsursachen stören. Nun ist der Anfang früher als zu Toronto, allein das Ende dasselbe. Allein Anfang und Ende erfolgen eine Stunde früher als zu Hobarton. Der letztere Unterschied rührt, glaube ich, vom Unterschiede der mittleren Declination her. Zu Toronto, glaube ich, werden wir eine andere, die Zeit influencirende Ursache finden (3032).

3021. Wir haben uns zu erinnern, daß auch im Winter die Sonne oder Wärme-Region den magnetischen Meridian zwei Stunden eher durchschneidet als den astronomischen, und deshalb hört ihre Wirkung, dem südlichen oder obern Ende der Nadel eine westliche Lage zu geben, viel früher auf als im Sommer, vielleicht selbst ehe sie näher herankommt; und ebenso muß auch die östliche Nachwirkung größer seyn, was sie auch ist. Diese Wirkung ostwärts muß auch verstärkt werden, weil die Wirkung der warmen Region auf die Nadel nach dem Durchgang durch den magnetischen Meridian verhältnißmäßig groß seyn muß; denn ihre Bahn bildet mit dem Meridian vor dem Durchgang einen stumpfen Winkel, und nach demselben einen scharfen (3000) und daher ist sie wirksamer. Zu all diesen Wirkungsursachen kommt noch der Effect wegen der Zeit der Kälte in dem fernen Westen (3005).

3022. Der Richtungs-Unterschied vor 19<sup>b</sup> (3016) ist zu Greenwich sehr hervortretend, wie man aus den Monatscurven Taf. V. ersieht. Das südliche oder obere Ende geht in den Monaten Mai, Juni, Juli und August westlich von 12<sup>b</sup> bis 19<sup>b</sup> d. h. von Mitternacht bis fünf Uhr vor Mittag; allein im October, November und December geht es zu denselben Stunden östlich. Betrachten wir zunächst

einen Sommermonat, z. B. Juni: Das obere Nadelende ist bei Herankunft der Sonne westlich (wie es seyn muß) bis 19<sup>h</sup>, wenn diese fast in der Mitte ihrer Bahn durch den östlichen Quadranten ist; und was den Abstand und die angulare Relation zum magnetischen Meridian betrifft, so ist dann die warme Region wahrscheinlich an dem Orte, wo sie die größte Ablenkung des Nadelendes nach Westen zu bewirken vermag<sup>1)</sup>. In den nächsten sechs Stunden geht die Nadel zum äußersten Osten, macht, den Beobachtungen zufolge, ein Viertel der ganzen Schwingung in den ersten zwei Stunden, eine Hälfte in den nächsten zwei und ein Viertel in den übrigen zwei, ohne Zweifel also den Gang erst mit rasch steigender und dann rasch abnehmender Schnelligkeit. Bei diesem Durchgang der Region ist die Sonne während etwa zwei Drittel der Zeit im östlichen Quadranten, und während eines Drittels im westlichen; und ihre Bahn in dem letzteren bildet mit Greenwich fast die Basis eines gleichschenkligen Dreiecks, welches den magnetischen Meridian zu einer Seite hat, so daß sie während der ganzen Zeit nahe ist und deshalb eine starke Wirkung auf die Nadel ausübt (3000). Um 1<sup>h</sup> ist die Sonne, bezüglich dieses Winkels, in solcher Lage, daß wenn wir annehmen, die Region gehe ihr etwas voraus, die letztere an dem Orte seyn würde, wo sie die größte Wirkung nach Osten ausüben könnte, und deshalb würde hernach so wie sie westwärts zurückgeht, die Nadel umkehren von Ost nach West, wie wirklich, und ihr folgen. Die Nadel fährt fort westwärts zu gehen und durchschneidet ihren *mittleren* Ort für den Monat um 7<sup>h</sup>; mittlerweile, ehe dies geschieht, ein wenig nach 6<sup>h</sup>, hat die Sonne das westliche Segment verlassen und den magnetischen Meridian durchschnitten; sie ist zu Greenwich noch nicht untergegangen

1) Es darf nicht vergessen werden, daß die Rückkehr von einem östlichen oder westlichen Extrem erfolgt, nicht wenn die Sonne oder Wärme-Region durch eine neutrale Linie oder von einem Quadranten in den andern geht, sondern dann, wenn sie den Punkt ihrer größten Wirkung in einem Quadranten durchschneidet.

und, wenn sie eine Wirkung hat, wird sie, wegen des Segments, worin sie nun ist (2979), das Nadelende westwärts führen. In der That fährt die Nadel fort westwärts zu gehen, nach 10 Uhr zwar langsamer, dann von 10<sup>h</sup> bis 20<sup>h</sup> etwas schneller, darauf, so wie die Sonne aufgeht, noch schneller, wie sie es muß, bis 19<sup>h</sup>, und endlich macht sie ihre große Schwingung nach Osten wie zuvor. Die ganze Progression ist hier sehr einfach und anscheinend ein natürliches Resultat der angenommenen Ursache. Ohne Zweifel stellen sich auch Kältewirkungen ein; allein die kalte Region hat an Intensität und Ausdehnung verloren (3006), sich nach Norden zurückgezogen, und ihre Wirkung scheint, in Combination mit der vorhergehenden, bloß in Abänderungen der Geschwindigkeiten des Wechsels zu bestehen.

3023. Für den Winter wollen wir den Januar betrachten, und da in allen Monaten das Oestern um 1<sup>h</sup>, nach dem Durchgang der Sonne durch den Meridian, ein Maximum ist, wollen wir hier den Cyclus beginnen. Um 1<sup>h</sup> ist das obere Nadelende im östlichen Extrem, und der Betrag der Variation nicht halb so groß wie im Sommer, weil die Sonne weit absteht. Die Sonne und die Wärme-Region durchschneiden den magnetischen Meridian um etwa 21<sup>h</sup> oder 22<sup>h</sup>, und müssen daher, in den Stunden vor- und nachher, den vollen Effect von West nach Ost ausüben. Um 1 Uhr kehrt die Nadel nach Westen um, der zurückkehrenden Sonne folgend, und zwar schneller von 7<sup>h</sup> bis 8<sup>h</sup> oder 9<sup>h</sup>, während welcher Zeit die warme Region und auch die Region der frühesten Morgenkälte in Quadranten und Lagen sind, welche, wenn sie überhaupt eine Wirkung haben, wie die in den Versuchen (2975. 2995), das Nadelende westlich von seiner mittleren Stellung halten würden. Dann tritt eine Wirkung folgender Art ein: Die Nadel bleibt stillstehen bis 11<sup>h</sup>, dann geht sie um Mitternacht, und bis 15<sup>h</sup> östlich, steht zwei Stunden lang wieder still, ganz oder beinahe, wendet sich nun abermals gen Osten, anfangs langsam, später rascher, bis 1<sup>h</sup>, wo sie ihr östliches Extrem und den Ort ihres Ausgangs erreicht hat.

3024. Diese nächtliche Wirkung ist ein anderer Fall der Wirkung einer kalten Region wie die bei Petersburg betrachtete (3010). Es scheint mir, daß um 11<sup>b</sup> die unmittelbare Sonnenwirkung und die ihr folgende Rückkehr nach Westen vorüber sind, daß die kalte Region, welche von Osten gekommen war, durch ihren Paramagnetismus wirkt (combinirt mit dem complementaren Effect der Sonnenwirkung an der anderen Seite der Erdkugel) und die Nadel ostwärts ablenkt, wie sie bis 14<sup>b</sup> oder 15<sup>b</sup> zu thun vermag (2994. 3010). Bei diesem Oestern erreicht die Nadel nicht den mittleren Ort, sondern steht 1' westlich von ihr still; und der Grund, warum sie dort von 15<sup>b</sup> bis 17<sup>b</sup> bleibt und dann, immer mehr unter der Sonnenwirkung, wieder nach Osten zu gehen beginnt, ist wahrscheinlich der, daß, sowie die Sonne in dem südlichen Wendekreis steigt, ihre Entfernung und Lage die resultirende ferne warme Region allmählig in Wirkung bringt mit der der näheren kalten; daß sie erst die Wirkung der letztern hemmt, und dann, so wie sie vorrückt, sich mit ihr combinirt und sie endlich ersetzt, wodurch sie die gewöhnliche, erst langsame und dann rasche Schwingung von West nach Ost um 1<sup>b</sup> veranlaßt. Wie dieses geschieht, sieht man, in Bezug auf den Ort der Sonne sowohl in der südlichen Halbkugel, als in den zwei magnetischen Segmenten, durch einen Blick auf den Globus (2996) und auf die Curven Taf. V.

3025. Betrachten wir noch einen anderen und intermediären Monat z. B. den März. Um 1<sup>b</sup> ist das obere der Nadelenden in seinem östlichen Extrem; dann, bis 9<sup>b</sup> folgt es der Sonne wie zuvor (3023); von 9<sup>b</sup> bis 11<sup>b</sup> steht es still; dann tritt die paramagnetische Wirkung der Kälte von Osten ein und es bewegt sich nun ostwärts bis 13<sup>b</sup>. Darauf steht es still, zwei Stunden früher als zuvor, denn nun erscheint die Sonne früh um 6<sup>b</sup> und in einer günstigeren Lage für den Effect, in Bezug sowohl auf den magnetischen Meridian als auf das Segment, worin sie zu der Zeit ihren Ort hat, und so wird die Nadel wirklich

ein Paar Stunden nach Westen abgelenkt, dann wird sie bis  $19^b$  festgehalten, worauf die große Sonnenschwingung erfolgt. Das Festhalten in Westen zwischen  $15^b$  und  $19^b$  ohne daß ein weiterer Gang nach Westen erfolgt, ist nicht unverträglich mit dem südlichen Ort der warmen Region, und wahrscheinlich nimmt um diese Zeit die *Neigung* zu, ein Effect, der mit dem gleichzeitigen Zustand der Dinge harmonisch übereinstimmen würde.

3026. Andere Momente liegen hinsichtlich ihrer Wirkungen dies- und jenseits des März; der entsprechende Monat in der entgegengesetzten Jahreshälfte (der September) ist dem März gleich, ausgenommen in demjenigen Theile des Effects, welcher daraus entspringt, daß der Monat, welcher einem andern folgt, entweder wärmer oder kälter als er selber ist (3053). Greenwich erläutert also genügend die Anwendung der Hypothese auf den Fall eines Richtungsunterschiedes zur selben Stunde, in verschiedenen Monaten (3016, 3022), so wie auch des Vorkommens der Nachtwirkung und ihres Uebergangs in das sehr hervorstehende Oestern am frühen Morgen.

3027. *Hobarton* und *Toronto*, obwohl in entgegengesetzten Hemisphären gelegen, sind in ihren Erscheinungen so ähnlich, daß sie zusammen betrachtet werden können. Ein sehr wichtiger Vergleich der Variationen in Declination, Inclination und totaler Kraft an beiden Orten ist schon vom Oberst Sabine gemacht<sup>1)</sup>. Bei Untersuchung durch den Globus (2996) ergibt sich, daß die Vertheilung der Quadranten fast gleich ist, indem die Sonne von  $18^b$  bis  $6^b$  oder während des Tages in dem östlichen und westlichen Hauptquadranten steht. Im Sommer steht die Sonne in einflussreicheren Theilen der Quadranten als im Winter, wovon der Effect aus der Verschiedenheit des Betrages der Declinationsvariation zu ersehen ist. Zu Hobarton be-

1) *Hobarton Observations* 1850 *Vol. I. p. LXVIII.* auch *Phil. Transact.* 1847 *p. 55* und 1850 *pp. 201* und *215.* Siehe auch die Curven Taf. V.



beträgt sie im Sommer 12',05 und im Winter nur 3',6; zu Toronto im Sommer 14', im Winter 5',2. Die Nachtwirkung an beiden Orten ist von gleichem Charakter und ist in den vorhergehenden Fällen (3010. 3024) befriedigend nach der Hypothese erklärt worden.

3028. Oberst Sabine hat die Data geliefert, durch welche die Variationen der Inclination und der totalen Kraft mit der Hypothese verglichen und auf sie angewandt werden können. Ich stehe indessen an, in dieser allgemeinen Ansicht auf sie einzugehen, in sofern als diese und die Declinations-Variationen zusammen betrachtet und für jede Stunde an jedem Ort mit einander verglichen werden müssen. Die Inclinations-Variation ist zu Hobarton im Sommer am größten, nämlich 2',18, und im Winter am kleinsten, oder 1',28, wie zu erwarten stand. Die größte Variation findet am Tage statt, wie bei Declination. Am größten ist die Inclination, wenn die Sonnenregion durch den Meridian geht; ihr Maximum erreicht sie nicht zu derselben Stunde in allen Monaten, um 23<sup>h</sup> im December, Februar und März, um 24<sup>h</sup> im September und um 1<sup>h</sup> im Juni und Juli; so wie es sich bewegt, bewegen sich auch die Minima der Neigung zu beiden Seiten des Maximums, so daß die ganze Curve nach Ordnung dieser Monate in Zeit vorrückt. Sie werden auch noch in anderer Weise afficirt, denn in einigen Monaten, wie December und Februar, geschieht der *schnellste* Uebergang von der *größten* zur *kleinsten* Neigung, in anderen Monaten, wie Juni, Juli und September, aber von der *kleinsten* zur *größten*. Zu Toronto hat die Variation der Neigung, obwohl in einigen Punkten eigenthümlich, im Allgemeinen denselben Charakter.

3029. Hinsichtlich der Variation der totalen Kraft an beiden Orten will ich für jetzt nur auf des Obersten Sabine's Werke verweisen.

3030. In der Zeit der täglichen Veränderungen findet, wie schon Oberst Sabine hervorgehoben hat, ein merkwürdiger Unterschied zwischen Hobarton und Toronto statt.

Er besteht darin, daß diese Veränderungen am letzteren Ort eine Stunde früher eintreten als am ersteren. Hingegen dies von der Declination ab, so müßte die Veränderung zu Hobarton zuerst erfolgen, denn dort tritt die Sonne eher in den magnetischen Meridian als in den astronomischen, und am Nachmittage hat sie, zu gleichen Stunden der örtlichen Zeit, eine bessere Lage in dem Quadranten als zu Toronto; und doch erfolgt sie am ersteren Ort zuletzt.

3031. Betrachtet man die Zeit der Sonnenschwingung von West nach Ost, so müßte die Mitte derselben einigermassen dem Moment nahe liegen, da die warme Region den magnetischen Meridian durchschneidet (2982), und in solcher Weise liefert sie einen angenäherten Ausdruck für die relative Lage der Region und der Sonne. Zu Hobarton erfolgt die Schwingung von  $21^h$  bis  $2^h$  oder während fünf Stunden, und die Sonne durchschneidet den magnetischen Meridian nahe in der Mitte der Zeit oder um  $23^h 20'$ . Allein wegen der oben gemachten Voraussetzung ist dies auch die Zeit, zu welcher die warme Region ihn ebenfalls durchschneiden muß; die Sonne und die Region scheinen also an diesem Orte gleichzeitig den Meridian zu erreichen. Zu Toronto dauert die Sonnenschwingung im Winter vier Stunden oder von  $21^h$  bis  $1^h$ , und im Sommer fünf Stunden oder von  $20^h$  bis  $1^h$ . Von den letzteren fünf Stunden ist das Mittel  $22\frac{1}{2}^h$ , zu welcher Zeit die Region den magnetischen Meridian durchschneiden müßte, und da dieser nahe mit dem astronomischen Meridian coïncidirt, so scheint es, daß die Region etwa anderthalb Stunden der Sonne voraus ist. Nach einem ähnlichen Vergleich würde die Region im Winter etwa eine Stunde der Sonne voraus seyn <sup>1)</sup>.

3032. Ich bin geneigt, viel von dieser Präcession der

1) Was den Umstand betrifft, daß die Resultante der Wirkungen, welche das Nadelende nach Westen ablenken, der Sonne voraus liegt, so müssen wir uns erinnern, daß die vorübergehende Kälte, die vielleicht nur sieben Stunden im Westen ist, durch ihre Wirkung auf das allgemeine Curvensystem das Westen der Nadel unterstützt, während die Sonne im Osten und selbst im Meridian ist (3005).

warmen Region zu Toronto von der geographischen Vertheilung des Landes und Wassers daselbst abzuleiten. Das atlantische Meer liegt im Osten, der Continent von Amerika im Westen jenes Orts, und, wie Dove's Karten und Resultate andeuten, steigt die Temperatur über dem Lande höher und rascher als über dem Wasser, wodurch die warme Region in Bezug auf die Zeit oder die Sonne vorgerückt wird. Bei Hobarton verhält es sich anders; in der That ist daselbst das Land zwischen dem Ort und der vorrückenden Sonne, und es strebt demnach die warme Luftregion zurückzuhalten und so deren Zeit mit der Zeit der Sonne in Coïncidenz zu bringen. Selbst das zu Toronto der Unterschied im Sommer größer als im Winter ist, scheint mir in gleicher Weise erklärlich zu seyn, wenn man in beiden Jahreszeiten die relative Lage der Sonne zu der Gestaltung des Landes und Wassers erwägt.

3033. Obwohl die Temperatur an der Erdoberfläche eine sehr unsichere Anzeige von der in der Höhe ist (2937) so stimmt sie doch, so weit die Beobachtungen reichen, mit dieser Ansicht. Das Maximum der Temperatur nach Mittag tritt zu Hobarton früher ein als zu Toronto; am ersteren Ort fällt es sehr regelmäfsig auf 2<sup>h</sup>, das Minimum auf 16 bis 19<sup>h</sup>, im Sommer früher als im Winter. Zu Toronto liegen die Maxima zwischen 2 und 4<sup>h</sup>, und die Minima zwischen 16 und 18<sup>h</sup>. Die Maxima treten im Sommer später ein als im Winter; die Minima, wie zu Hobarton, später im Winter als im Sommer. Die mittlere Temperatur ist zu Toronto 44°,48 niedriger als zu Hobarton, wo sie 53°,48 ist; auch die Temperaturschwankung ist größer, zu Toronto 43° und zu Hobarton nur 18°.

3034. Es ist wahrscheinlich, daß die Effecte der Verzögerung und Beschleunigung beim Vorübergang des localen Theils der warmen Region für einen gegebenen Ort, an vielen Theilen der Erde vorkommen, und dieß muß für jede Oertlichkeit und für die verschiedenen Jahreszeiten daselbst ermittelt werden. Ein Ort von entgegengesetzter Lage wie Toronto würde einen umgekehrten oder verzö-

gerten Effect haben, und so könnte es geschehen, daß Nadeln unter derselben Breite zwar zu sehr verschiedener örtlicher Zeit, aber dennoch alle innerhalb je 24 Stunden sehr regelmäfsig afficirt würden. Die Region würde in dieser Zeit ihren täglichen Umlauf machen, aber an verschiedenen Theilen ihrer Bahn mit verschiedener Geschwindigkeit, und zwar in verschiedener Stärke und Ordnung unter verschiedenen Breiten und an verschiedenen Theilen eines und desselben Breitenkreises. Selbst die Zeit, während welcher der Effect (wie z. B. die Sonnenschwingung) andauert, würde wahrscheinlich geändert werden; ein Ort würde den Einfluß länger behalten, ein anderer ihn früher verlieren, analog zweien Zuständen von stabilem und instabilem Gleichgewicht.

3035. *Cap der guten Hoffnung* <sup>1)</sup>. — Diese Station liegt unter  $18^{\circ},33'$  östl. Länge und  $33^{\circ},56'$  südl. Breite. Die mittlere Declination ist  $29^{\circ}$  West und die Inclination  $53^{\circ} 15'$  Süd. Der Betrag der Neigung, combinirt mit der Lage des Orts, giebt einen magnetischen Aequator, welcher nahe durch die astronomischen Pole geht, und so schneidet ihn die Sonnenbahn in jedem Theil des Jahres fast unter rechten Winkeln und zu derselben Stunde, nämlich um  $20^h$  nach  $7^h$  morgens und abends, oder um  $19^h 20'$  und  $7^h 20'$ . Wegen der großen Declination erreicht aber die Sonne den astronomischen Meridian im Winter zwei Stunden, und im Sommer eine halbe Stunde oder darüber früher als den magnetischen.

3036. Die Sonne geht schief durch beide Hauptquadranten und ziemlich gleichmäfsig quer durch deren centralen Theile; allein wegen der Westlichkeit der mittleren Declination ist sie zu allen Monaten am Cap im östlichen Quadranten näher als im westlichen, und so muß der entstehende Effect, d. h. das Western vor Beginn der Mittagsschwingung, kräftiger seyn als das Oestern nach derselben, und so verhält's sich auch. Diefs steht in schönem und auffallendem Contrast mit Greenwich, welches, bei

1) Siehe die Curven auf Taf. V.

gleicher Art und fast gleicher Größe der mittleren Declination, nördlich von der Sonnenbahn liegt, so daß die Sonne den magnetischen Meridian vor 12<sup>h</sup> durchschneidet und sich dann noch einige Zeit nähert. Das Resultat ist das umgekehrte von dem beim Cap; denn die östliche Ablenkung am Ende der Mittagsschwingung ist kräftiger als die westliche vor Anfang derselben, wie aus den Curven Taf. V. wohl zu ersehen.

3037. Wählen wir den Juli, als den Monat, in welchem am Cap der Winter-Effect eintritt, so finden wir, daß die Tagesschwingung sehr schwach ist, wie sie es seyn muß, da die Sonne im nördlichen Wendekreis und sehr entfernt steht. Die östliche Schwingung ist um 3<sup>h</sup> zu Ende, nachdem die Sonne den magnetischen Meridian schon etwa eine Stunde durchschnitten hat. Das obere oder nördliche Ende der Nadel geht nun zwei Stunden lang nach Westen, bis 5<sup>h</sup> der Sonne folgend, wenn diese schon niedrig steht und ihrem Untergang nahe ist. Darauf geht die Nadel nach Osten, langsam bis 10<sup>h</sup>, dann etwas schneller bis Mitternacht (dabei um 11<sup>h</sup> die mittlere Lage durchschneidend), noch schneller um 16<sup>h</sup> oder 17<sup>h</sup>, und abermals schneller bis 19<sup>h</sup>, wo sie ihr östliches Maximum erreicht hat. Dieser Effect glaube ich, rührt her von der aus Osten heran kommenden Kälte, die durch ihre paramagnetische Wirkung (3003) das Nadelende ostwärts führt. An der Erdoberfläche tritt in diesem Monat das Maximum der Kälte um 17<sup>h</sup> oder 18<sup>h</sup> ein, und dies Resultat, so weit es reicht, stimmt mit dem eben beschriebenen Effect. Um 19<sup>h</sup> hemmt nicht nur die aufgehende Sonne dies Oestern, sondern treibt die Nadel rasch nach Westen zurück bis 23<sup>h</sup>, zu welcher Zeit die Sonnenschwingung von Westen nach Osten anfängt, bis 2 oder 3<sup>h</sup> dauert, und die tägliche Variation vervollständigt, worauf die Nadel westlich geht, und wie zuvor der Sonne folgt. In dieser Sonnenschwingung sieht man den Effect eines geneigten magnetischen Meridians (3000); denn obwohl die Sonne zu Anfang nur eine Stunde östlich vom astronomischen Meridian ist, be-

findet sie sich drei Stunden lang östlich vom magnetischen. Da die Schwingung ungefähr vier Stunden einnimmt, ist die warme Region wahrscheinlich um  $12\frac{1}{2}$  oder  $1^h$  dem magnetischen Meridian nahe.

3038. Der *Januar* stellt am Cap den Sommer vor. Die Tagesschwingung geht dann von  $21^h$  bis  $1$  oder  $2^h$ . Nach  $2^h$  folgt das obere Nadelende der Sonne gen Westen bis  $6^h$ , dann bewegt es sich zwei Stunden lang ostwärts, und nun geht es wieder langsam nach Westen. Der ganze Effect ist so, wie wenn die kalte Region von Osten gekommen und vorüber nach Westen gegangen wäre; die Temperatur unten ist zu dieser Zeit innerhalb  $2^\circ$  des Minimums. Dieses nächtliche Hinziehen der Nadel nach Westen (3004) schreitet langsam bis  $15$  oder  $16^h$  vor, unterstützt durch die im Osten steigende Temperatur, die das Ende noch rascher westwärts treibt bis  $20^h$ , da es in dieser Richtung sein Maximum erreicht hat. Um  $21^h$  kehrt es zurück, getrieben in der Sonnenschwingung zum östlichen Extrem, durch einen Bogen, der mehr als doppelt so groß ist wie der im Juli oder Winter des Caps.

3039. Ich glaube, das Obige ist eine richtige Erklärung der umgekehrten Bewegung der Nadel in den Monaten Januar oder Juli oder dem Sommer und Winter des Caps. Im Winter herrscht der paramagnetische Effect der kalten Luft zwischen  $12$  und  $19^h$ , länger an der Ostseite des magnetischen Meridians verweilend; so wie er vorschreitet, vereint er sich mit dem der Sonnen-Region, um bis  $19^h$  die Nadel westwärts zu führen; beide wirken zwar entgegengesetzt, befinden sich aber auch an entgegengesetzten Seiten des magnetischen Meridians (3005). Im Sommer hat die kalte Region viel weniger Macht, tritt früher ein <sup>1)</sup> und geht schneller vorüber, denn die Sommersonne ist hinter ihr, und sie unterstützt dann vielmehr die Sonne in der Fortführung der Nadel nach Westen.

3040. Einige andere Monate sind noch auffallender im Sommer-Effect. Im Februar macht die Nadel zwischen

1) Das Minimum der Temperatur unten erfolgt drei Stunden früher.

21<sup>h</sup> bis 1<sup>h</sup> eine 8' betragende Schwingung von West nach Ost; zwischen 1<sup>h</sup> und 3<sup>h</sup> verändert sie sich kaum, von 3<sup>h</sup> bis 6<sup>h</sup> folgt sie der Sonne nach Westen, von 6<sup>h</sup> bis 10<sup>h</sup> verändert sie sich wenig, nur eine Spur nach Osten um 8<sup>h</sup> zeigend, und nach 16<sup>h</sup> geht sie westwärts, immer rascher, so daß sie um 21<sup>h</sup> auf dem westlichen Maximum ist, bereit zurück zu schwingen, so wie die Sonnen-Region vorübergeht. Die übrigen und intermediären Monate sind leicht zu verfolgen; sie stimmen vortrefflich mit den Principien der Hypothese. Wie einleuchtet, nimmt jeder Monat bis zu einem gewissen Grade Theil an dem Charakter des vorbergehenden Monats, wiewohl beim Cap nicht so sehr als bei einigen anderen Orten (3053). Die Curven des Decembers und Jauuars sind gleicher.

3041. Die Zeit der Sonnenschwingung erläutert den Effect des geneigten magnetischen Meridians (3000) außerordentlich gut. Im November, December und Januar geht die Schwingung von 20<sup>h</sup> bis 1<sup>h</sup> oder 2<sup>h</sup>. In diesen Monaten schneidet die Sonne den astronomischen Meridian ungefähr eine halbe Stunde früher als den magnetischen. Im October, Februar und März erfolgt die Schwingung später, von 21<sup>h</sup> bis 2<sup>h</sup> oder 3<sup>h</sup>, denn dann geht die Sonne, eine Stunde oder mehr, später durch den magnetischen Meridian als durch den astronomischen. Im September, April und Mai erfolgt die Schwingung noch später, von 22<sup>h</sup> bis 2 oder 3<sup>h</sup>, und dann dauert es noch länger bis die Sonne den magnetischen Meridian erreicht. Im Juni, Juli und August geschieht die Schwingung am spätesten, von 23<sup>h</sup> bis 3<sup>h</sup>, und die Sonne erreicht in dem Verhältniß spät den magnetischen Meridian. Was ich vom Durchgang der Sonne gesagt, gilt natürlich auch von der ihr vorausgehenden warmen Region; allein ich ziehe es vor, lieber von der sichtbaren Ursache (*visible type*) zu sprechen als von der unsichtbaren (*invisible reality*), weil es die Betrachtungen der Zeit einfacher verknüpft.

3042. Die Inclination verändert sich am Cap innerhalb 24 Stunden sonderbar, wie ich glaube, in Abhängigkeit

von ihrem mittleren Werth. Die Variation ist eine solche, daß die Resultante der Wärme- und Kältewirkung zuweilen über, und zuweilen unter der Inclinationslinie liegt, nicht allein in verschiedenen Jahreszeiten, sondern auch, in einigen derselben zu verschiedenen Tageszeiten. Es würde viel Aufmerksamkeit erfordern, den ganzen Proceß aufzuklären. Im Juni, Juli und August, wo die Sonne und ihre warme Region sehr nördlich vom Cap sind, scheint die Inclination vergrößert zu werden, so wie die Region vorübergeht; und dies würde dem oberen Ende der Nadel eine Drehung geben wie die zu Hobarton (2909). Allein im November, December, Januar, Februar, März und April nimmt zu jener Zeit die Neigung ab, und die daraus erfolgende Drehung ist entgegengesetzter Art oder wie die zu St. Helena (3057) und Singapore (3061. 3067).

3043. Die täglichen Variationen der Intensität am Cap sind merkwürdig. In den Monaten October und April erreicht sie um 19<sup>h</sup> oder 20<sup>h</sup> ein Hauptmaximum; am Mittag, so wie die Sonne vorübergeht, sinkt sie auf ein Minimum; allmählig steigt sie auf ein zweites Maximum um 4<sup>h</sup> oder 5<sup>h</sup> und dann gelangt sie, nachdem sie um 8<sup>h</sup> oder 9<sup>h</sup> etwas gesunken ist, um 18<sup>h</sup> oder 19<sup>h</sup> des nächsten Morgens zu einem zweiten Hauptmaximum. In den Monaten vom Mai bis September tritt das Hauptmaximum um 21<sup>h</sup> oder 22<sup>h</sup> ein, und ihm folgt ein Minimum um 1<sup>h</sup> oder 2<sup>h</sup>, herrührend von dem Tages-Effect. Dann kommt um 5<sup>h</sup> ein Maximum und nach 13 Stunden oder darüber ein zweites Minimum, fast so gering als das erste, und nur drei Stunden vor dem Hauptmaximum, so daß dieses auf beiden Seiten eng von Minimis eingeschlossen ist.

3044. Dies sind genau die Monate, während welcher das obere Nadelende sich frühmorgens ostwärts bewegt bis 19<sup>h</sup>, genau bis zur Stunde des Eintritts der Minimum-Intensität. Von 18<sup>h</sup> oder 19<sup>h</sup> bis 21<sup>h</sup> steigt die Intensität auf ein Maximum, genau wie die Kraftlinien sich vor der Sonnenregion westwärts bewegen, ehe sie rasch nach Osten zurückkehren; und so wie sie diesen Gang rasch zurücklegen, so



fällt auch die Intensität wieder auf ein Minimum, das um 1<sup>h</sup> oder 2<sup>h</sup> statthat, just wie die Schwingung vorüber ist. Hier ist also ein inniger Zusammenhang, und es ist interessant, das Nadelende mit einem Minimum der Kraft um 18<sup>h</sup> und auch um 1<sup>h</sup> in Osten zu sehen, was daran erinnert, das es innerhalb dieser Zeit von Ost nach West und wieder zurück nach Ost geschwungen ist.

3045. *St. Helena* <sup>1)</sup>. — Diese Station ist vom Oberst Sabine als höchst interessant bezeichnet, da sie der Linie schwächster Kraft nahe und innerhalb der Wendekreise liegt, auch eine geringe Inclination besitzt <sup>2)</sup>. Ebenso macht er auf die auffallende Thatsache aufmerksam, das die Nadel, zu denselben Stunden des Tages, in einigen Monaten nach einer Richtung wandert, und in anderen nach entgegengesetzter <sup>3)</sup>. De la Rive hat versucht, diese Thatsache zu erklären <sup>4)</sup>, aber Sabine hat gezeigt, das diese Erklärung ungenügend ist <sup>5)</sup>.

3046. *St. Helena*, eine kleine Insel im südlichen atlantischen Ocean, ist etwa 1200 engl. Meilen vom nächsten Lande entfernt. Die Länge ist 5° 40' W, die Breite 15° 56' S; die mittlere Declination 23° 30' W und die mittlere Inclination 22° S. Daher betheiligen sich drei Quadranten an der Tageswirkung der Sonne, besonders wenn diese südlich vom Aequator steht. Südlich von *St. Helena* selbst ist die Sonne in den Monaten November, December, Januar und Februar oder beinahe, nördlich im übrigen Theil des Jahrs. Zu einer Zeit durchschneidet die Sonne den astronomischen Meridian eher als den magnetischen; zu einer anderen Zeit ist es umgekehrt. Zu diesen eigenthümlichen Umständen kommt noch, das *St. Helena* ein Ort von großen localen Differenzen ist, und das seine Inclination

1) Siehe die Curven auf Taf. V.

2) *Magnetical Observations, St. Helena, 1840—43.*

3) *Philosoph. Transact.* 1847 p. 51. (Ann. Bd. 78, S. 494.)

4) *Ann. de Chim. et de Phys.* 1849 Mars, T. XXV. p. 310.

5) *Proceedings of the Roy. Society, 1849 Mai 10, p. 821.*

nation so gering ist, daß der Tages-Effect der Sonne sie beständig deprimirt und verringert.

3017. Im Juni und Juli geht zu St. Helena die Sonne im südöstlichen Quadranten auf; etwa eine Stunde später geht sie in den nordöstlichen Quadranten und durchschneidet ihn am südlichen Ende, wobei sie auf halbem Wege in dem Quadranten etwa ein Drittel der Länge oder nahe  $60^\circ$  vom südlichen Ende ist. Sie verläßt diesen Quadranten um  $1^h 20'$ , durchschneidet um diese Zeit den magnetischen Meridian (folglich *nach* dem Durchgang durch den astronomischen) und tritt in den dritten oder nordöstlichen Quadranten, welchen sie gegen das nördliche Ende schief durchwandert. In unserem Winter, December und Januar, geht die Sonne auch im südöstlichen Quadranten auf, wie zuvor; allein sie bleibt nun bis  $22^h$  darin und ist also eine lange Zeit an Orten starker Wirkung; in den nordöstlichen Quadranten tritt sie südlich von St. Helena und bleibt nicht zwei Stunden darin und zwar in den schwächsten Theilen desselben; sie verläßt ihn wieder *vor* der Ankunft im magnetischen Meridian, tritt dann in den nordwestlichen Quadranten, durchwandert ihn nahe am südlichen Ende innerhalb zwei Drittel einer Stunde, und verläßt ihn, wenn die Sonne für St. Helena untergeht.

3048. Da im Juni die Umstände denen einer südlicheren Station, wie Hobarton und das Cap, am nächsten kommen, so will ich die Variationen in diesem Monat zunächst betrachten. Das nördliche oder obere Ende der Nadel ist dann um Mitternacht oder  $12^h$  seinem mittleren Orte nahe; es rückt gen Osten vor, anfangs langsam bis  $16^h$  und dann immer schneller bis  $19^h$ ; wo es stillsteht und rasch nach Westen geht bis etwa  $22^h$ ; darauf ändert es sich wenig bis  $3^h$ , bewegt sich nun westlich bis  $5^h$ , alsdann langsam östlich bis  $12^h$ , und endlich vorwärts bis  $16^h$  oder  $19^h$ , wie schon gesagt. Das Oestern von Mitternacht ab, beziehe ich wie zuvor auf die paramagnetische Wirkung der von Osten herkommenden Kälte (3003. 3025. 3037); der rasche Anwuchs dieses Oesterns von  $16^h$  bis  $19^h$

stimmt überein mit der zunehmenden Kälte am frühen Morgen und auch mit dem Umstande, daß die Sonne und ihre repräsentative Region dann aus dem südöstlichen Quadranten in den nordöstlichen übergeht und nicht weit von der neutralen Linie seyn muß, denn dieß ist die Zeit des schnellsten Ganges der Nadel. Sowie die Sonne im nordöstlichen Quadranten vorrückt, hemmt sie zunächst das Oestern, wie um 19<sup>b</sup>, und verwandelt es dann in ein Western (3014), welches übereinstimmend mit allen früheren Beobachtungen bis 22<sup>b</sup> anhält; dann wird die Nadel ein wenig westlich von ihrer mittleren Lage gehalten bis 1<sup>b</sup>, zu welcher Zeit sie noch nicht den magnetischen Meridian erreicht hat, nach dieser Stunde wird sie bis 3<sup>b</sup> ein wenig ostwärts geführt. Diesen Effect, von 22<sup>b</sup> bis 3<sup>b</sup> betrachte ich als die Sonnenschwingung gen Osten; und ich glaube, indem ich den Globus (2996) untersuche, der kleine Betrag der Declination ist ganz übereinstimmend mit der relativen Lage von St. Helena und der warmen Region, combinirt mit den Lagen der activen und neutralen Theile der während dieser Zeit durchwanderten Quadranten. Von 3 bis 5<sup>b</sup> bewegt sich das Nadelende westwärts, der Sonne folgend, und dieser Effect harmonirt mit der Idee, daß das vorherige Verweilen der Nadel von 22<sup>b</sup> bis 3<sup>b</sup> in einer östlichen Lage der Effect der Sonne ist; dann ist das langsame Oestern von 5<sup>b</sup> bis Mitternacht und darüber der Effect der herankommenden Kälte.

3049. Oberst Sabine hat gezeigt, daß die Monate Mai, Juni, Juli und August zusammengefaßt werden können, und so will ich nicht einzeln von ihnen sprechen. Während sie die Analogien zeigen, die sie zu einander haben, deuten sie auch die Uebergänge aus anderen Monaten und in dieselben an. Betrachten wir den September. Von 7<sup>b</sup> ab, durch Mitternacht bis 16<sup>b</sup>, steht die Nadel fast auf dem Mittel. Von 16 bis 18<sup>b</sup> geht das obere oder nördliche Ende der Nadel vermöge der frühen Morgenkälte nach Osten. Daß dieß Oestern eine volle Stunde früher als zuvor (3048) eintritt, stimmt ganz mit den Principien

überein, denn die Sonnenbahn und ihre diamagnetische Region ist der Station weit näher als zuvor, indem sie nun am Aequator ist. Von 18 bis 22<sup>h</sup> sendet sie das Ende westwärts, übereinstimmend mit allen früheren Beobachtungen, und nun, zwischen 22<sup>h</sup> bis 24<sup>h</sup> erfolgt die Sonnenschwingung von West nach Ost, welche die Nadel noch eine Stunde länger im östlichen Extrem hält. Die Kürze der Zeit dieses Vorübergangs ist, glaube ich, ein schöner Punkt. Die Sonne ist noch nördlich von St. Helena, allein sie ist nun um so viel näher, daß sie *denselben* Winkel von Ost nach West, in Bezug auf den Beobachtungsort, in weniger als der halben Zeit wie früher im Juni (3041) zurücklegt. Hierauf geht das Nadelende von 1 bis 6<sup>h</sup> westlich, der Sonne folgend wie in anderen Fällen, und dann bewegt es sich von 6<sup>h</sup> bis 9<sup>h</sup>, vermöge der Abendkälte im Osten, ein wenig ostwärts, und bleibt der mittleren Lage nahe bis die größte Kälte vor Sonnenaufgang (3005. 3011) sie zwischen 16 und 18<sup>h</sup> des anbrechenden Tages noch östlicher zieht.

3050. Aus der Betrachtung der Variationscurven (Taf. V.) wird man sehen, daß die Curve für den nächsten Monat, October, merkwürdig ist, indem sie, bei gleichem Charakter wie die des Septembers, doch weit von ihr absteht, und dieß scheint herzurühren von dem Umstande, daß die Sonne nun die Breite von St. Helena erreicht hat oder wenigstens beinahe. Meiner Voraussetzung gemäß hat hier ein schwacher Nacht-Effect stattgefunden (3010); und um Mitternacht ist die Nadel in der mittleren Lage, sich langsam westwärts bewegend, wann die grössere Kälte, welche dem Sonnenaufgang vorausgeht, im Osten zur Wirksamkeit kommt, den westlichen Fortgang aufhebt, und sogar die Nadel ein Paar Stunden etwas ostwärts zieht, bis 18<sup>h</sup>. Selbst die Sonnenregion ist um 16<sup>h</sup> in demjenigen Quadranten (dem südöstlichen), daß sie, wenn sie auf die Nadel wirken könnte, sich mit der Kälte im nächsten oder nordöstlichen Quadranten combiniren, und die Nadel ostwärts führen würde. Um 18<sup>h</sup> sind beide, die vorausgehende Kältereion und die nachfolgende Sonnenregion, in ihrem respectiven

Quadranten so weit vorgerückt, daß sie vereint das Nadelende westlich führen, wie zuvor, bis 20<sup>h</sup> und dann erfolgt die Schwingung von West nach Ost bis 24<sup>h</sup>. Warum diese früher beginnt, länger anhält und vier Mal ausgedehnter ist als die Septemberschwingung, scheint davon herzurühren, daß die Sonnenregion bis zur Breite von St. Helena heraufkommt, und somit in Bezug auf den magnetischen Meridian kräftiger, früher und länger wirkt, daß sie auch, wegen der Westlichkeit der Declination, Punkte gleichen Abstandes vom magnetischen Meridian, so wie diesen selbst, früher erreicht, endlich sich ihr auch noch der Effect früherer Monate (3053) hinzufügt.

3051. Um 1<sup>h</sup> beginnt die Nadel aus dem östlichen Extrem zurückzukehren, d. h. früher als in den vorübergehenden Monaten, weil der magnetische Meridian früher durchschnitten wird; dann folgt sie der Sonne bis 4<sup>h</sup>, steht still, geht darauf vermöge der aus der Kälte entstehenden Abend- oder Nachtwirkung bis 10<sup>h</sup> nach Osten zurück, kehrt, so wie die letztere im Quadranten vorrückt, abermals um (3004), bis sie zwischen 12 und 13<sup>h</sup> in ihrer mittleren Lage ist. Dann wird sie von der kalten Region westwärts gezogen bis 16<sup>h</sup> und darauf, so wie diese sich entfernt und zu wirken nachläßt, geht sie nach Osten zurück bis 18<sup>h</sup>, wo sie noch westlich von ihrer normalen Lage ist; durch die aufgehende Sonnenregion, unterstützt vielleicht durch die ihr unmittelbar vorausgehende Kälte, welche nun wahrscheinlich auf dem magnetischen Meridian, oder darüber hinaus ist, wird sie endlich auf den Westpunkt vor der Sonnenschwingung geführt.

3052. Im December und Januar ist die Sonne südlich von der Station. Diefs macht im allgemeinen Charakter der Curven für diese Monate keinen Unterschied, darf es auch nicht gemäß der Hypothese, ausgenommen, daß die Sonne, obwohl sie St. Helena sehr nahe ist, und sich ihrem Effect um diese Zeit noch der Effect der vorangehenden Monate hinzufügt (3050. 3053), sich doch in schwächeren Theilen des Quadranten befindet, und sie, während sie im

Hauptsegment ist, die Ecke und fast den Platz einnimmt, wo die beiden neutralen Ebenen einander scheiden; daher muß ihre Wirkung geringer seyn, und so ist es auch; denn die Sonnenschwingung des Novembers und Februars ist größer als die des Decembers und Januars. Die Sonnenschwingung erfolgt im December zu derselben Zeit wie im October, obwohl sie in dem letzteren Monat den magnetischen Meridian nach, und in dem ersten vor Mittag schneidet; dennoch ist von einem zum andern nur ein Unterschied von einer halben Stunde, und die Beobachtungen sind vielleicht nicht gedrängt genug, um ihren besonderen Effect aus einem Intervall von vier Stunden absondern zu können. Außerdem mögen accumulative Ursachen stören; die Orte der Decembercurve liegen sämmtlich etwas westlicher als die der Octobercurve.

3053. Der *cumulative* Effect der vorübergehenden Monate ist sehr wichtig und zeigt sich bei *St. Helena* deutlich (3050). Nimmt man z. B. die Curve des Septembers und vergleicht sie mit der des Octobers, als des folgenden Monats, so haben wir einen großen Unterschied von gewisser Art; vergleicht man ferner den September mit dem Monat, in welchem die Sonne vom südlichen Wendekreis zurückkehrt, statt zu ihm zu gehen, so zeigt sich, wenn sie dieselbe Lage wie im October erreicht hat, ein anderer auffallender Unterschied. Der März ist der nächste Monat für den zweiten Vergleich. Bis zu 20<sup>b</sup> verändert sich dessen Curve wie die des Octobers, allein das obere Nadelende ist in der ganzen Zeit etwa eine halbe Minute östlich von seinem Platze im October. Um 20<sup>b</sup> beginnt die Nadel im October aus Westen zu schwingen und erreicht das östliche Extrem um 24<sup>b</sup>. Im März geht sie bis 21<sup>b</sup> nach Westen; dann umkehrend erreicht sie das östliche Extrem um 1<sup>b</sup>, so daß die Schwingung eine Stunde später erfolgt, und während dieser Zeit ist das Ende eine halbe bis ganze Bogenminute westlicher als im October. Dieser Unterschied rührt her, glaube ich, von dem anhäufenden Effect der Monate October bis März, während welcher

Zeit die Wärme in der nördlichen Hemisphäre ab-, und in der südlichen zunimmt. Aehnliche Resultate in anderen Monaten machen es wahrscheinlich, dafs der Effect der Atmosphäre, obwohl hervorgerufen durch die Sonne, hinter dieser in ihrem jährlichen astronomischen Laufe zurückbleibt; und dafs deshalb die Sonne bei Annäherung an den Wendekreis weniger, und bei Entfernung von demselben mehr auszurichten scheint, als ihrem Ort zu der Zeit zukommt.

3054. Allein auch wo die Umstände scheinbar gleich sind, entspringt eine Verschiedenheit. So könnte man erwarten, dafs vom März bis zum April in einer Richtung und vom September zum October in der anderen Alles gleich wäre, mit Ausnahme eines geringen Verzögerungs-Effects (3053), welcher an beiden Seiten erscheinen würde; dafsungeachtet liegen März und April in Sabine's Curven *zwischen* September und October und nahe zusammen, während die beiden anderen weit aus einander sind. Diesen Effect schreibe ich den verschiedenen Wärme-Zuständen der beiden Hemisphären zu (Dove). Vom September zum October geht die Sonne aus einer Hemisphäre, die im Sommer eine mittlere Temperatur von  $17^{\circ},4$  höher als die andere im Winter hat; allein im März und April geht sie aus einer Hemisphäre, deren mittlere Temperatur im Sommer nur  $10^{\circ},7$  höher als die der anderen im Winter ist (2949), und diese respectiven Unterschiede müssen dahin streben, September und October zu trennen, und März und April zusammenzubringen, wie aus den Curven Taf. V. zu ersehen.

3055. Ich brauche nicht weiter in die Declinationsveränderung von St. Helena einzugehen; von den Linien der übrigen Monate gelten die schon gemachten Bemerkungen. Des Obersten Sabine's wichtige Frage über die Ursache der Richtungs-Verschiedenheit in verschiedenen Monaten (3045), scheint mir jetzt beantwortet zu seyn, sowohl für diese Station als für die übrigen, unter sehr verschiedenen Breiten gelegenen Stationen, wo diese Verschiedenheit sich merkbar macht (3016. 3022. 3039).

3056. Die *Inclination* zu St. Helena hat eine Variation von sehr einfachem Charakter, indem sie um 7<sup>h</sup> ein Maximum und um 22 und 23<sup>h</sup> ein Minimum hat, mit nur *einer* Progression. Sie geht also in der Mitte der Sonnenschwingung zu ihrem Minimum, d. h. das obere Ende der Nadel geht nach Westen und sinkt herab von 16<sup>h</sup> bis 19<sup>h</sup> oder 20<sup>h</sup>, währenddeß also die Neigung zunimmt; dann kehrt sie nach Osten zurück bis sie die neutrale Lage erreicht, während die Neigung noch mehr abnimmt. Die Nadel fährt fort nach Osten zu gehen, um die Sonnenschwingung zu vollenden, allein nun wächst die Neigung; um 24<sup>h</sup> oder 1<sup>h</sup> kehrt die Nadel (in Declination) hinter der Sonne nach Westen zurück, allein noch mit wachsender Neigung; um 5<sup>h</sup> oder 6<sup>h</sup> hat das Western fast aufgehört, und eine Stunde hernach ist die Neigung auf ihrem Maximum.

3057. So wie die Sonne und ihre Region vorübergehen, verringern sie die Neigung durch Niederdrückung der oberen Enden der Kraftlinien; und wie sie fortgehen, heben sich die Linien (2926. 2937) und die Neigung wächst. Die Ellipse oder Curve, welche die Bewegung des obern Nadelendes zu St. Helena darstellt, ist daher, so wie die Sonne von Osten emporsteigt, oben westwärts und unterwärts, und hinten unten gegen Ost; dann steigt sie um in den nächsten 24 Stunden wiederholt zu werden. Diese Richtung ist die umgekehrte von der repräsentativen Ellipse für Hobarton, welches ebenfalls eine südliche Inclination in größerem Grade hat. Allein dieß stimmt vollkommen mit der Hypothese überein; denn da die Region oben in der Luft befindlich ist, ist sie über dem Winkel, welchen die Neigung mit dem Horizont von St. Helena macht, und deshalb muß sie die Kraftlinien niederdrücken und die Neigung verringern. Zu Hobarton, wo die Region in den tropischen Theilen ist, befindet sie sich innerhalb des Winkels, den die Neigungslinie mit dem Horizont bildet, und deshalb biegt sie die Kraftlinie aufwärts und *vergrößert* die Neigung, und so haben an beiden Orten die Stücke der Ellipse, welche hinsichtlich der Declination in  
Zeit



Zeit und Richtung einander entsprechen, in Bezug auf Inclination entgegengesetzte Variationen.

3058. *Singapore*<sup>1)</sup>. — Dies ist eine sehr interessante Station, weil sie (bei  $103^{\circ} 53'$  östl. L.) nur  $1^{\circ} 16'$  nördl. Breite hat, also dicht am Aequator liegt. Ueberdies ist ihre Declination auch nur  $1^{\circ} 40'$  O und ihre Inclination  $12^{\circ}$  S. Sie ist also der Linie schwächster Kraft nahe. Der magnetische Aequator der Nadel ist dem Erdaequator fast parallel, und die Quadranten (2929) sind sehr einfach vertheilt, indem der magnetische und astronomische Meridian fast zusammenfallen. In unserem Sommer geht die Sonne bei Tage durch den östlichen und den westlichen Nordquadrant, in unserem Winter durch den östlichen und den westlichen Südquadrant; und in gewissen Monaten durch alle vier Quadranten, fast der neutralen Linie des magnetischen Aequator folgend.

3059. Wenn also die Kraftlinie frei wäre, d. h. keinen Halt in der Erde hätte (2919) würden wir, der Hypothese nach, nur eine geringe oder keine Veränderung bei der Nadel zu erwarten haben, besonders in den Monaten, in denen die Sonne über dem magnetischen Aequator ist. Allein weil eine Inclination vorhanden ist, und die Kraftlinien, welche die Nadel beherrschen, nach Süden in der Erde festgebunden (*tied up*) sind (2929), während sie sich in der Luft und im nördlich gelegenen Raum bewegen können, so haben wir sowohl bei der Declination als bei der Inclination eine Variation in vollkommen übereinstimmender Weise; und wenn man dieses sich einprägt, wird man, glaube ich, keine Schwierigkeit finden, die monatlichen Resultate gemäß der Hypothese zu verfolgen.

3060. Zunächst sind die Variationscurven am Tage denen zu St. Helena Monat für Monat so ähnlich, daß die für jene gelieferte Beschreibung auch für diese genügt (3048). Die Sonnenschwingung erfolgt zu derselben Zeit und der, wie ich glaube, von dem Charakter der beiden Hemisphären

1) Siehe die Curven Taf. V. Die Data für Singapore sind aus den neueren sehr werthvollen Arbeiten des Kapt. Elliot abgeleitet.

abhängige Effect stellt sich auch ein (3054. 2949). Im letzteren Theil des Sonnen-Rückgangs, so wie in den Nachtstunden von 5<sup>h</sup> bis 14<sup>h</sup>, zeigen sich indess auffallende Verschiedenheiten. Der Betrag der Variation erscheint gering; doch dieß rührt hauptsächlich davon her, daß die Horizontalebene, in der wir ablesen, fast mit der freien Nadel coïncidirt, und somit die vorhin (3009 Anmerk.) erwähnte Berichtigung, die zur Erlangung des wahren Werths der Variation erfordert wird, hier sehr klein ist.

3061. Betrachten wir erstlich den *Juni*, wie bei St. Helena, so bewegt sich das obere Nadelende unter dem Einfluß der Morgenkälte, ostwärts wie zuvor, bis 19<sup>h</sup>, steht dann still, geht darauf, von der Sonne getrieben, bis 22<sup>h</sup> nach Westen, schwingt herab und unten nach Osten bis 3<sup>h</sup>; nun folgt es der Sonne nach Westen bis 7<sup>h</sup>, steht still und kehrt, wegen der herannahenden Kälte (3065) immer langsamer kriechend nach Osten zurück. Im Juli östert die Nadel etwas mehr vor 19<sup>h</sup>, westert bis 23<sup>h</sup>, und östert abermals bis 4<sup>h</sup>. Die Sonnenschwingung ist also gegen die im Juni um eine Stunde vorgeschoben, was, wie ich glaube, mit der Anhäufung der Wärme über dem Lande (3054), so wie mit dem verzögernden Effect der Sonne (3053) zusammenhängt. Im August östert das Nadelende bis 19<sup>h</sup>, stärker als im Juli, und am stärksten unter allen Monaten; dann westert es stark vor der Sonne bis 23<sup>h</sup>, worauf die Sonnenschwingung beginnt und bis 5<sup>h</sup> anhält, wie wenn die warme Region hinter der Sonne wäre, vielleicht gar 2 Stunden. Die Schwingungszeit ist sehr verlängert und nicht unnatürlich, da der Ort am Aequator und deshalb unter der Sonne liegt. Im September ist das Oestern und das Western, so wie die Sonnenschwingung geringer. Der April ist dem September gleich, ausgenommen, daß letzterer den Effect der zuvor erwärmten Hemisphäre zeigt (3053).

3062. Dann giebt es zu Singapore vier Monate, November, December, Januar und Februar, wo die Sonne im Süden, und bei Tage ganz in den südlichen Quadranten steht (3058). Da die Sonne um 16<sup>h</sup> oder 17<sup>h</sup> aufgeht,

so bewegt sich der obere Theil der Kraftlinie (deren unterer in der Erde befestigt ist) bis  $19^b$  oder  $20^b$  nach Westen. Die Sonne ist zu dieser Zeit im südöstlichen Quadranten, und es stände vielleicht zu erwarten, daß, wenn überhaupt eine Veränderung einträte, das nördliche oder obere Nadelende nach Osten ginge; allein es ergeben sich aus der Hypothese zwei oder drei Gründe, weshalb dieß nicht geschieht. Zu diesem Effect müßte vor allem zunächst die Neigung Null seyn, und dann, wenn dieß der Fall wäre, ist die Sonne so nahe in der neutralen Linie des magnetischen Aequators, daß die Abweichung jedenfalls sehr klein wäre. Andererseits neigen die Kraftlinien gen Süden und werden also in der Erde gehalten. Die Wanderung der Sonne längs der neutralen Linie, welche bei ihrem Entstehen die ganze Kraftlinie nach Westen gesandt, und somit keine Declinationsveränderung bewirkt haben würde, kann jetzt nur die nördlichen Theile, so wie sie aus der Erde emporsteigen und mit dem allgemeinen Liniensysteme fortgeführt werden, nach Westen treiben, und somit den westlichen Gang der Nadel veranlassen, der wirklich eintritt. Außerdem hat man, obwohl die Sonne südlich von jener neutralen Linie und auch von Singapore steht, Grund zu der Vermuthung, daß die Mitte oder Resultante der warmen Region sogar von beiden nördlich ist (3063), was das eben beschriebene Western der Nadel unterstützen würde.

3063. Dove's Resultate zeigen, daß die nördliche Hemisphäre, als Ganzes, wärmer ist als die südliche (2949). Ferner finden wir, wenn wir auf den Meridian von Singapore blicken, daß in Norden weit mehr Land ist, was eine höhere Temperatur erzeugen muß als im Süden; und selbst aus den Tafeln der localen unteren Temperatur ergibt sich, daß in Singapore der Mai, Juni, Juli und August die heißesten Monate sind, der November, December, Januar und Februar die kältesten, was Alles uns vermuthen läßt, daß die warme Region der Atmosphäre im Norden der Sonne und selbst gar von Singapore liegt (3067).

34 \*

3064. Um 20<sup>h</sup> beginnt die Sonnenschwingung von West nach Ost, und dauert bis 2<sup>h</sup>; dann geht die Nadel nach West, der Sonne folgend, bis 10<sup>h</sup> oder 11<sup>h</sup>, wo sie ihrem Mittel nahe ist; darauf fährt sie fort, sehr langsam nach Westen zu gehen, bis 17<sup>h</sup>, wo die Wirkung der Morgensonne dieses Western beschleunigt, bis 20<sup>h</sup>, wo die östliche Sonnenschwingung erfolgt. Die Curve in diesen Monaten ist von sehr einfachem Charakter; der Nacht- oder Kälte-Effect scheint nur klein zu seyn, indem er eher durch ein Stocken als durch eine deutliche Bewegung nach Osten angezeigt wird.

3065. Die östliche Bewegung des Nadelendes im Mai, Juni, Juli und August steht mit der westlichen im November, December, Januar und Februar während derselben Stunden bis 19<sup>h</sup> im auffallenden Gegensatz, und ich schreibe dies dem Effect der kalten Region zu, welcher in den ersteren Monaten aus Osten kommt (3061) und in den letzteren fehlt. In Bezug hierauf haben wir ferner zu erwägen, daß die warme Region nordwärts vom Aequator ist (3063), und daß sie, so wie die Sonne sich von Norden nach Süden bewegt, es ebenfalls thut, sich jedoch nördlich von ihr hält. Die beiden kalten Regionen also, die unter höhern Breiten (3006) vor der Sonne in den Meridian gelangen, werden zu Singapore nicht dieselbe Relation haben, denn die im Süden wird dem Orte (*it*) näher, oder jedenfalls kräftiger, seyn als die im Norden. Wenn z. B. die Sonne nahe und am südlichen Wendekreis steht, wird die warme Region wahrscheinlich *über* Singapore hinweggehen und deshalb, weil sie am nächsten ist, zu dieser Zeit die kräftigste und directeste Lage haben; die kalten Regionen werden daselbst die schwächste Kraft und auch die ungünstigste Lage haben. Wenn aber die Sonne am nördlichen Wendekreis ist, ist die Kraft der warmen Region geschwächt, sowohl durch Entfernung als durch Richtung, und die südliche kalte Region erlangt durch vermehrte Stärke und grössere Nähe einen erhöhten Einfluß, und bewirkt so das Oestern vor 19<sup>h</sup>.

3066. Noch wird man zu St. Helena und Singapore von 5<sup>h</sup> bis 14<sup>h</sup> einen auffallenden Unterschied in der Richtung der Nachtcurven bemerken. Am ersteren Ort sucht das Nadelende erst ostwärts dann westwärts zu geben, während es sich am letzteren erst nach Westen und dann nach Osten bewegt. Die Verschiedenheit, glaube ich, entspringt daraus, daß die kalte Nachtwirkung zu St. Helena in größerer Ausdehnung erscheint als zu Singapore. Singapore zeigt jene Wirkung, wie eben beschrieben (3065), im Juni, Juli und August, doch nur in geringem Grade, und zur spätern Stunde. Zu St. Helena, welches unter 16° S. liegt, muß aus den oben (3065) gegebenen Gründen, der Kälte-Effect mit größerer Kraft auftreten und deshalb erfolgt das Oestern um 6<sup>h</sup> und später; daß dies die Ursache sey, zeigt sich auch einigermaßen durch die Temperaturtafeln. Denn während zu Singapore der Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum in 24 Stunden nur 3° bis 4° ist, beträgt er auf St. Helena 4°,5 bis 7°, und vier Fünftel oder gar fünf Sechstel dieser Depression erfolgt um 9<sup>h</sup>, so daß 4 oder 5 Stunden früher eine kalte Region in Osten aufgeht, welche die in den Curven ausgesprochene östliche Ablenkung hervorbringt.

3067. Die *Inclinationsveränderung* zu Singapore ist höchst einfach, und so, wie es sich nach der Hypothese erwarten läßt. Die Sonne oder die Wärmeregion, ist, beim Durchgang durch den Meridian, immer über den Linienn und drückt sie nieder. Die Veränderung (*it*) ist in allen Monaten gleich, am größten bei Tage, am kleinsten am Mittage, von 8<sup>h</sup> bis 18<sup>h</sup> ist die Inclination (*it*) fast gleich, dann, sowie die Sonne aufgeht, nimmt sie rasch ab, bis 23 oder 24<sup>h</sup>, worauf sie, sowie die Sonne fort ist, fast eben so rasch zunimmt bis 7<sup>h</sup> oder 8<sup>h</sup>. Der Betrag der Variation ist am größten, wenn die Sonne vorüber ist oder südlich von Singapore steht, am kleinsten dagegen im Juni und Juli, wenn letztere dem nördlichen Wendekreis nahe ist. Im December und Januar, wenn die Sonne dem südlichen Wendekreis nahe ist, ist sie bedeutender als im

Juni oder Juli, was abermals zu zeigen scheint, daß die Wärme-Region hauptsächlich im Norden der Sonne liegt (3063).

3068. Die totale Kraft verändert sich einfach; sie ist ein Maximum von 9 bis 12<sup>h</sup>, und ein Minimum um 22 oder 23<sup>h</sup>, oder gegen Mittag. Die größte Variation erfolgt im April und October oder zur Zeit der Nachtgleichen, die kleinste im Juli und Juni oder zur Zeit der Solstitien. Die Kraft ist am kleinsten gegen Mittag, wenn, wie ich vermüthe, die obere Luft sich im Zustande der schlechtesten Leitung befindet, und ein Magnet darin eine größere Kraft zeigen würde. Allein, wie dieß auf die Curven unten an der Erde, wo sie dicht zusammengedrängt sind, einwirken würde, ist zweifelhaft. Alles was die Intensität betrifft, ist zu unsicher, und zu verwickelt, als daß ich sie hier mit Nutzen betrachten könnte.

3069. Ich hoffe bald fernere experimentelle Data zur Erläuterung und Prüfung der von mir aufgestellten Ansicht über die physikalische Ursache der magnetischen Variationen zu geben, namentlich diejenigen, welche ich mittelst der Differential-Waage zu erlangen hoffe in Betreff der Wirkung des Sauerstoffs, die Magnetkraftlinien unter verschiedenen Umständen abzulenken <sup>1</sup>).

*Royal Institution, 1850 Nov. 16.*

1) Es folgt nun noch im Originale eine Reihe numerischer Tafeln über die stündlichen Veränderungen der magnetischen Elemente am Cap, zu St. Helena und Singapore, die wir hier fortlassen, da die Hauptresultate derselben auch durch die Curven auf Taf. V. ausgedrückt werden. P.