

6 Briefedition

Bei der Briefedition wurden die Kriterien angewendet, die im Abschnitt „Editionskriterien“ dargelegt sind. Die Briefe Hansteens stellen insofern einen Sonderfall dar, weil Hansteen nicht deutscher Muttersprache war. Er sprach und schrieb zwar vorzüglich in deutscher Sprache, dennoch sind einige sonderbare Wortschöpfungen sowie Rechtschreib- und Grammatikfehler nicht zu übersehen. Bei der Transkription wurde stets die Hansteenske Schreibweise und Interpunktion beibehalten. Nur in wenigen Fällen wurden Ausnahmen gemacht.

Bei den bereits publizierten Autographen, einschließlich der Teilpublikationen, wird eine neue Transkription vorgestellt. Bei der vorliegenden Edition handelt es sich also nicht um eine buchstabengetreue Wiedergabe der bereits veröffentlichten Briefe und Briefteile. Auch ein Exzerpt aus dem Brief von Gauß an Schumacher vom 3. März 1832 (Brief Nr. S) wird nach dem handschriftlichen Original zitiert und nicht gemäß der vorhandenen Edition wörtlich übernommen. Insbesondere die Briefe von Hansteen enthalten zahlreiche Formeln und Tabellen mit Daten. Bei der Wiedergabe konnte leider wegen mannigfacher Schwierigkeiten kein einheitliches Verfahren zugrunde gelegt werden.

Verzeichnis der Briefe

Brief-Nr.	Datum	Verfasser / Empfänger
S	3.3.1832	Gauß an Schumacher ¹²⁹
1	14.4.1832	Hansteen an Gauß, 10 S.
2	29.5.1832	Gauß an Hansteen, 4 S. ¹³⁰
3	18.6.1832	Hansteen an Gauß, 2 S.
4	22.12.1832	Gauß an Hansteen (Abschrift), 2 S.
5	o.D.	Hansteen an Gauß, 8 S.
6	14.7.1834	Hansteen an Gauß, 3 S. sowie Briefcouvert
7	3.8.1834	Gauß an Hansteen (Abschrift), 2 S.
8	14.5.1839	Hansteen an Gauß, 10 S.
9	7.7.1839	Gauß an Hansteen (Abschrift), 3 S.
10	4.8.1840	Hansteen an Gauß, 8 S. Kopenhagen
11	11.2.1841	Hansteen an Gauß, 12 S. ¹³¹
12	19.2.1841	Hansteen an Gauß, 4 S.
13	6.5.1841	Gauß an Hansteen (Abschrift), 4 S.

129 Veröffentlicht in: Briefwechsel Gauß–Schumacher 1860–1865: 2, S. 294–298; Teilpublikation in: Gauß–Werke: 11,1, S. 73–77.

130 Veröffentlicht in: Gauß–Werke: 12, S. 138–144.

131 Teilpublikation in: Hansteen 1841a.

- 14 22.7.1841 Hansteen an Gauß, 22 S.¹³²
- 15 22.12.1853 Hansteen an Gauß, 2 S.
- 16 7.7.1854 Gauß an Hansteen (Abschrift), 3 S.
- 17 7.8.1854 Hansteen an Gauß 5 S. sowie 6 S. (Beobachtungsdaten)

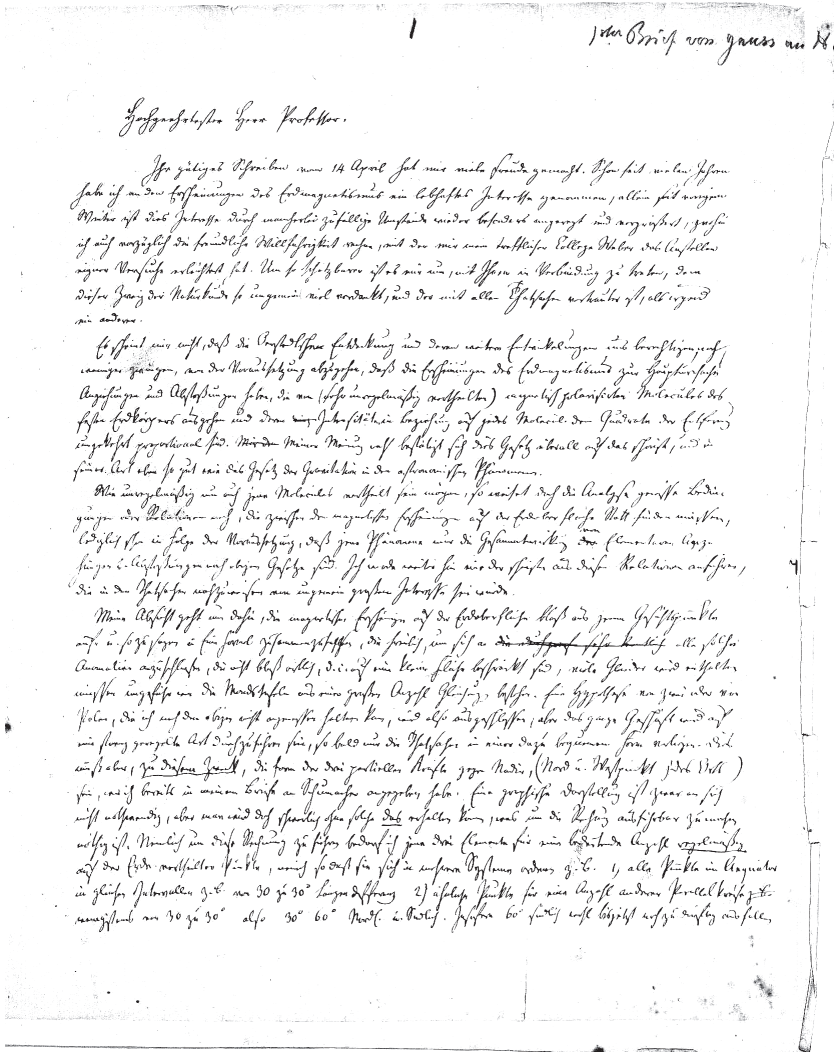


Abb. 36: Erste Seite des Briefes von Gauß an Hansteen vom 29. Mai 1832 aus Göttingen (Brief Nr. 2) als Schriftprobe. Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe B : Hansteen, Nr. 1, Bl. 1r.

132 Teilpublikation in: Hansteen 1841b; Hansteen 1841c.

Brief Nr. 5**Gauß an Schumacher, 3. März 1832, Göttingen (Exzerpt)**

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe B : Schumacher, Nr. 191, 4 S. sowie Briefcouvert.

Publikation: Briefwechsel Gauß–Schumacher 1860–1865: 2, S. 294–298, Brief Nr. 412.

Teilpublikation: Gauß–Werke: 11,1, S. 73–77.

[Der erste Absatz des Briefes wurde weggelassen, weil er für das Thema Hansteen irrelevant ist.]

[S. 1] Jetzt lass[e]n Sie mich Ihnen noch einiges Wissenschaftliche schreiben. Ich bin, wie Sie leicht denken können, zu wissenschaftlichen Arbeiten lange Zeit wenig aufgelegt gewesen,¹³³ habe aber doch in der letzten Zeit ein ziemlich lebhaftes Interesse für einen Gegenstand gewonnen, oder vielmehr erneuert, denn von jeher habe ich denselben als einen sehr reichhaltigen betrachtet, aber erst jetzt ist mir alles, was mir früher darin dunkel war, in große Klarheit getreten. Dies ist der Erdmagnetismus, und ich möchte wohl Ihre Verwendung ansprechen, um einen Wunsch in Erfüllung gehen zu sehen. Der vortreffliche Hansteen hat uns vor einiger Zeit eine Karte der isodynamischen Linien geliefert, und hoffentlich haben wir von demselben auch bald neue Declinations- und Inclinationskarten zu erwarten. Dadurch werden dann die magnetischen Erscheinungen vollständig dargestellt, und für die meisten Personen wird die Darstellung in dieser Form am angenehmsten sein. Allein – was Ihnen vielleicht anfangs paradox scheinen wird – für denjenigen, der versuchen will, das Ganze der Erscheinungen einer möglichst einfachen Theorie unterwürfig zu machen, ist dieser [sic] Darstellung nicht die zweckmäßigste, sondern eine andere wäre zu diesem Zweck von viel unmittelbarer Brauchbarkeit. Nämlich durch drei Karten, die die drei partiellen Intensitäten vor Augen legen. Es sei m die ganze magnetische Kraft, i die Neigung, δ ¹³⁴ die Abweichung;

[S. 2] dann werden die drei partiellen Kräfte:

$\xi = m \sin i$	in verticaler Richtung	
$\eta = m \cos i \cos d$	in horizontaler Richtung	nach Norden
$\zeta = m \cos i \sin d$	-----	nach Westen

Wären die drei Karten für ξ , η , ζ vorhanden, so wäre ich geneigt, einen Versuch der oben angedeuteten Art zu machen; vielleicht entschlösse sich Herr Hansteen dazu solche zu liefern oder allenfalls auch nur Eine derselben. Meine theoretische Untersuchung zeigt sogar, daß, eine vollständige Darstellung Einer partiellen Kraft an sich zureichend ist die andern a priori abzuleiten. Selbst solche Karten erst zu entwerfen, werde ich mich nicht entschließen, da dazu eine längere innige kritische Bekannt-

¹³³ Im Jahre 1830 war Gauß' zweiter Sohn Eugen nach Amerika ausgewandert. Am 12. September 1831 verstarb Gauß' zweite Frau Minna.

¹³⁴ Gauß schreibt hier δ , in den folgenden Formeln steht jedoch $\cos d$ und $\sin d$.

schaft mit den Quellen erforderlich ist. Die Zurückführung auf eine kleine Anzahl von Polen z. B. 4, halte ich übrigens für nicht naturgemäß; solche Pole sind nur Symptome in den Erscheinungen, die keine scharfe Bedeutung haben, und wenn wir erst im Besitz der allgemeinen alles auf einmahl umfassenden Formel sind, ergeben sich diese sogenannten Pole, wenn man sie wissen will von selbst mit. Vielleicht wird Ihnen, was ich damit sagen will durch ein analoges Beispiel deutlicher. Die Zeitgleichung bietet im Jahre mehrere Maxima und Minima dar, aber man würde Unrecht haben diesen eine ganz besondere Bedeutung beizulegen.

Mit einer andern und wohl an sich nicht viel weniger wichtigen Seite des Gegenstandes habe ich mich in den letzten Wochen viel, und wie mir deucht nicht ohne Erfolg beschäftigt, nemlich mit einem Mittel, die Intensität des Erdmagnetismus auf eine absolute Einheit zurückzuführen. Wenn ich nicht irre hat Poisson¹³⁵ zuerst ein Verfahren angegeben,¹³⁶ und ich finde auch in Poggendorf's [sic] Annalen, einen Versuch, solches zur Anwendung zu bringen. Allein ich finde dabei verschiedenes, was ich durchaus für unzulässig halten muß, und halte mich überzeugt, daß durch solche Behandlung auch nicht einmahl ein grob genähertes Resultat erhalten werden kann. Ich habe mehrere Reihen Versuche, aber unter andern Umständen, gemacht, deren schärfere Berechnung wie ich schon jetzt erkenne, eine ziemliche Annäherung geben werden, deren Resultat aber himmelweit von dem in Poggendorf's Annalen verschieden ist [etwa $\frac{1}{20}$ so groß*].

135 Siméon-Denis Poisson (1781–1840) wurde 1806 Professor an der École polytechnique als Nachfolger von Jean Baptiste Joseph Fourier (1768–1830), 1808 Astronom am Bureau des Longitudes, 1809 Professor für Mechanik an der Faculté des Sciences in Paris, 1812 Mitglied des Institut Impérial de France, 1827 Nachfolger von Pierre-Simon de Laplace (1749–1827) an der Académie des Sciences. Er war Verfasser von zahlreichen Arbeiten über den Magnetismus und den Erdmagnetismus.

136 Hier bezieht sich Gauß auf eine kleine Schrift von Poisson „Solution d'un problème relatif au magnétisme terrestre“ (Poisson 1825). François Arago führte später hierzu aus: „Poisson hat eine Methode erdacht, welche von der Permanenz, von der Unveränderlichkeit des Magnetismus bei der zur Vergleichung dienenden Nadel vollkommen unabhängig ist. Diese Methode erfordert nicht einmal, daß die Beobachtungen an den verschiedenen Stationen mit derselben Nadel angestellt werden. Herr Gauß hat diese Methode, deren erste Idee immer Poisson angehören wird, vervollkommenet, indem er die Messung der Ausschlagwinkel an die Stelle der Bestimmung der Schwingungsdauer verschiedener Nadeln setzte. Das Verfahren des deutschen Geometers ist bereits mit vielem Erfolge während der denkwürdigen Expeditionen in Anwendung gebracht worden, welche die englische Regierung nach den entferntesten Regionen gesandt hat, um den Magnetismus unserer Erde zu erforschen“ (Arago 1854b, S. 517–518). Ernst Dorn (1848–1916) kommentierte dieses Poisson-Zitat von Gauß auf das vorzüglichste: „Gauss bezieht sich auf eine Arbeit von Poisson; indessen würde man fehlgehen, wenn man diesen als Erfinder des absoluten Maasssystems ansehen wollte. Poisson zeigt, dass, wenn die Einheit des Magnetismus auf eine gleiche in der Einheit der Entfernung die Kraft f ausübt, die Intensität des Erdmagnetismus sich mit Hülfe von f ausdrücken lässt. Das Mittel hiezu bietet die Beobachtung der Schwingungen von zwei Magnetnadeln unter dem Einfluss des Erdmagnetismus allein und jeder Nadel unter dem Zusammenwirken der anderen und des Erdmagnetismus. Man beachte, dass Poisson die Einheit des Magnetismus willkürlich lässt, während der Kern des Gauss'schen absoluten Maasssystems gerade darin liegt, dieselbe aus der Kraftwirkung zu bestimmen“ (Gauß 1894, S. 54).

Allein ich bin auf ein anderes Verfahren gekommen, welches ein viel reineres Resultat geben kann, und ich halte es für möglich, selbst die Genauigkeit des Resultats, wenn man alle nöthigen Vorkehrungen macht, so weit zu treiben, daß sie derjenigen, die durch vergleichende Beobachtungen mit Einer Nadel an die Seite gestellt werden kann, oder sie

[Anmerkung von Gauß am unteren Rand des Briefbogens] * Der Unterschied erscheint noch viel greller, wenn man erwägt, daß die Größe eigentlich aus ihrem Quadrate bestimmt wird, welches also dort 400 mal zu groß gefunden ist.

[S. 3] vielleicht noch überbietet. Schon jetzt geben die Versuche, die hauptsächlich Freund Weber¹³⁷ nach meinen Angaben gemacht hat, eine Genauigkeit, worin wohl schwerlich mehr als einige Procent Ungewißheit zurückbleiben; man wird es aber viel weiter treiben können. Es ist gewiß in zwiefacher Rücksicht sehr wichtig, daß wir hierin in's Klare kommen. Ist die Möglichkeit erst da, wenn auch unter Anwendung von einigen Vorkehrungen, die absolute Größe des Erdmagnetismus zu bestimmen, so soll man sich dies an einer Anzahl Oerter über der ganzen Erde angelegen sein lassen; reisende Beobachter führen invariable Nadeln bei sich, womit sie die Verhältnisse anderer Oerter unter sich bestimmen, und indem sie von Zeit zu Zeit solche Punkte berühren, wo die absolute Intensität ausgemittelt ist, versichern sie sich der belibenden Invariabilität ihrer Nadeln, und führen ihre Resultate auf absolutes Maaß. Aber noch wichtiger ist es für künftige Jahrhunderte, in denen eben so bedeutende Aenderungen in der absoluten Intensität zu erwarten sind, wie wir lange bei der Declination und Neigung kennen. Ich habe immer diese ungeheuren Aenderungen wie etwas höchst merkwürdiges betrachtet. Ohne Zweifel ist die magnetische Erdkraft nicht das Resultat von ein Paar großen Magneten in der Nähe des Erdmittelpunkts, die nach und nach viele Meilen weit sich von ihrem Platze bewegen, sondern das Resultat aller in der Erde enthaltenen polarisirten Eisentheile und zwar mehr derjenigen die der Oberfläche als der die dem Mittelpunkte näher liegen. Allein was soll man von den ungeheuren Aenderungen, die seit [ein] Paar Jahrhunderten Statt gefunden haben, denken? Mir hat immer diese Erscheinung eine besondere Gunst für die von Cordier¹³⁸ besonders hervorhehobene Hypothese zu erwecken geschienen, wonach die feste Erdrinde vergleichungsweise nur dünn ist. Natürlich können dann nur in dieser die magnetischen Kräfte ihren Sitz haben, und die allmähliche Verdickung dieser Rinde durch Erstarren vorher flüssig gewesener Schichten erklärt dann die eintretende große Veränderung in dem Erdmagnetismus auf das ungezwungenste, die sonst ein großes Räthsel bleibt. Auch der Umstand, daß die sogenannten ma-

137 Wilhelm Weber war seit Herbst 1831 Professor der Physik an der Universität Göttingen.

138 Pierre Louis Antoine Cordier (1777–1861), Generalinspecteur im Conseil des Mines, Professor für Geologie am Jardin des Plantes und am Musée d'histoire naturelle.

gnetischen Hauptpole der Erde in die kältesten Gegenden fallen, wo vermuthlich die Erdrinde am dicksten ist, scheint darauf hinzudeuten.

Doch ich breche hier ab, und bitte Sie, recht bald wieder mit einigen Zeilen zu erfreuen
Ihren ganz eigenen

C. F. G[auß]

Göttingen den 3 März 1832

[Es folgen noch weitere Zeilen und ein Zettel, die aber nicht in Zusammenhang mit Hansteen stehen.]

Brief Nr. 1

Hansteen an Gauß, 14. April 1832, Christiania

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe A : Hansteen, Nr. 1, 10 S.

Ihr Brief an Etatsrath Schumacher, welchen dieser die Güte gehabt hat mir mitzuthemen,¹³⁹ hat mir eine eben so große als unerwartete Freude gemacht. Meine Untersuchungen über den Magnetismus der Erde¹⁴⁰ ist eine Jugendarbeit, welche ich im Jahre 1807 anfang, eben als ich aus den Collegien herauskam. Meine mathematischen Kenntnisse waren folglich sehr eingeschränkt, und ich hatte weder Bücher noch Zeit sie zu erweitern. Da im J[ahre] 1818 unverhofft eine Gelegenheit sich darboth, diese Arbeit herauszugeben, hatte ich keine Zeit, die ganze Untersuchung umzuarbeiten, und die mühevoll Sammlung von Materialien, Zeichnung von Karten und andere Geschäfte hatten mich auch abgehallten [sic], eine solche mathematische Tüchtigkeit zu erwerben, daß ich hoffen konnte, diese Umarbeitung auf eine für unsere Zeit anständige Weise zu vollenden. Ich ließ daher die Arbeit so wie sie war herauskommen, in der Hoffnung, daß sie vielleicht einen Mathematiker bewegen könnte, mir hülfreiche Hand zu leisten. Im J[ahre] 1819 reiste ich deswegen nach Paris, um mit Hrn Biot¹⁴¹ Bekanntschaft zu machen; war aber nicht so glücklich ihm in der Stadt zu treffen. Seit dieser Zeit hatte ich beinahe alle Hoffnung, irgendwie eine thätige Theilnahme zu erhallten, aufgegeben. Daß Sie sich für diese Untersuchung interessiren sollten war ganz über meine Erwartung. In bessere Hände könnte sie nicht fallen.

Im J[ahre] 1807 war man noch ganz berechtigt, alles was auf eine Magnetenadel Wirkung hätte, als einen Magneten anzusehen. Ich nahm daher kein Anstand, die Erde als einen Magneten anzusehen, und suchte folglich die Anzahl und Lage ihrer

¹³⁹ Siehe Brief Nr. S.

¹⁴⁰ Siehe „Untersuchungen über den Magnetismus der Erde“ (Hansteen 1819).

¹⁴¹ Der Physiker und Mathematiker Jean Baptiste Biot (1774–1862) war seit 1808 Professor für Astronomie an der Faculté des Sciences de Paris. Von ihm stammen bedeutende Arbeiten auf dem Gebiet des Magnetismus und der Elektrizität, siehe Biot-Savart-Gesetz.

Pole zu bestimmen. Unmöglich war es nicht, daß die Sache sich so verhalten könnte; den wir kennen anomale Magnete mit 4 Polen; die Theorie des Magnetens, verglichen mit den Beobachtungen, würde bald zeigen, ob diese Vorstellungsart richtig wäre oder nicht. Seit Ørsteds Entdeckung¹⁴² hat sich aber die Sache sehr verändert. Eine ganz verschiedene Ursache der Erscheinungen ist möglich; meine Vorstellungsart ist nun bloß eine Hypothese. Unterdessen hielt ich es doch der Mühe werth die Untersuchung auf dem angefangenen Wege durchzuführen, da die

[S. 2] neuesten vollständige und genaue Beobachtungen bald zeigen müßten, ob meine Hypothese mit der Natur in Uebereinstimmung war oder nicht.

Dieses habe ich auch im vorigen Jahre ausgeführt. Alle drei Erscheinungen lassen sich wirklich ziemlich nahe durch die Annahme zweier kurzer Magnetachsen darstellen; doch kann man die kleine westliche Abweichung von 5° bei Jakutzk nicht herausbringen, ohne eine zu große Totalintensität daselbst zu erhalten. Ich habe daher die ganze Hypothese aufgegeben, und gestehe, daß wir von der Ursache gar nichts wissen. Der selige Gilbert¹⁴³ sagte im Jahre 1820, das ganze Resultat meiner Arbeit sey, daß ich unsere Unwissenheit über die Ursache der magnetischen Erscheinungen der Erde gründlich bewiesen habe;¹⁴⁴ diese Ehre war damals anticipirt. Wenn also die Erde kein Magnet im gewöhnlichem [sic] Verstande ist, so fallen freilich die Namen von Magnetpolen ganz weg, oder haben keine Bedeutung.

Daß man die Untersuchung ganz allgemein ohne alle Hypothese führen könnte, wie aus Ihrem Briefe erhellt, war mir nicht eingefallen. Eine Hypothese erleichtert die Untersuchung überaus viel, indem sie dem Calcul eine bestimmte Form giebt. Ist aber die Hypothese falsch, so ist freilich die ganze Frucht der Arbeit die Gewißheit, daß die Wahrheit auf diesem Wege nicht zu finden sey.

Die Ursachen, warum ich die drei Erscheinungen, Abweichung, Neigung und Totalintensität durch Karten vorzustellen suchte, waren folgende: a) Diese drei Erscheinungen sind das unmittelbare Resultat der Beobachtungen. b) Der Landmesser und der Seemann braucht die Abweichung; es kann dem letzteren auch bisweilen nützlich seyn, die Neigung und Intensität zu kennen. c) Um die drei Partial-Intensitäten,

142 Im Frühjahr 1820 entdeckte Hans Christian Oersted den Zusammenhang zwischen Magnetismus und Elektrizität. Eine erste Veröffentlichung dazu erfolgte am 21. Juli 1820 unter dem Titel „Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam“ (Oersted 1820a). Mit dieser Entdeckung Oersteds begann eine neue Epoche in der Physik, die Epoche des Elektromagnetismus.

143 Ludwig Wilhelm Gilbert (1769–1824) hatte an der Universität Halle studiert und war dort promoviert worden. 1801 erhielt er die Professur für Physik an der Universität Greifswald und 1811 diejenige an der Universität Leipzig, seit 1798 war er Herausgeber der „Annalen der Physik“.

144 Ludwig Wilhelm Gilbert betonte: „[...] alles das überläßt indeß Hr. Hansteen künftigen Forschern, – so daß wir doch noch nicht viel weiter, als bis zur gründlichen Einsicht unsers Nicht-Wissens gelangt wären, selbst in dem Falle, wenn über die Annahme zweier Magnetaxen in der Erde nicht mehr gestritten werden könnte“ (Gilbert 1822b, S. 50).

welche Sie wünschen, zu berechnen, muß man auf jedem Punkte alle drei vorerwähnte Erscheinungen kennen; dieses ist aber oft nicht

[S. 3] der Fall, und eine gute Intensität und Neigung wird durch eine falsche Abweichung, verdorben, oder umgekehrt. Indessen ist schon jetzt eine solche Masse von Beobachtungen vorhanden, und meine drey Karten sind so ziemlich vollständig, daß ich hoffe (wenigstens durch Interpolation aus den Abweichungskarten) eine solche Menge von Bestimmungen zusammenzubringen, die mehr als hinreichend werden soll, die Untersuchung zu begründen. Der größte Theil der sonst sehr interessanten Beobachtungen auf den Englischen Nordwest- Expeditionen wird aber ganz verloren gehen, da entweder die Intensität ganz unbrauchbar, oder die Neigung mittelmäßig ist.

Ehe ich zu der Arbeit schreite wünschte ich Ihre Erklärung zu hören, ob Sie wirklich zufolge Ihres Briefes eine graphische Darstellung der drei partiellen Kräfte brauchen, um vielleicht eine leichtere anschaulichere Uebersicht des ganzen Systems zu erhalten;¹⁴⁵ oder ob Sie nicht mit Tafeln, welche die Zahlenwerthe dieser drei Partial-Intensitäten, nebst der geographischen Lage des Beobachtungsortes enthielten, besser zufrieden seyn würden. Sonst müßten Sie die geographische Lage des Punktes aus einer kleinen Karte heraussuchen, welches keine Genauigkeit geben kann; oder Sie könnten eine Stelle der Karten benutzen, wo gerade die Linien durch wenige oder mittelmäßige Beobachtungen bestimmt waren. In Tafeln kann man aber viel leichter die Genauigkeit der Beobachtungen charakterisiren. Die Tafeln müßten z. B. folgende Rubriken enthalten: 1) Länge; 2) Breite; 3) Abweichung; 4) Neigung; 5) Totalintensität; ξ , η , ζ ; bey Nr. 3, 4, 5 eine Bemerkung ob gut, mittelmäßig oder bloß durch Interpolation gefunden, u. s. w. Sollten Sie mit diesem Vorschlage zufrieden seyn, so könnte ich diese Tafeln nach und nach berechnen, und in verschiedenen Lieferungen übersenden, nach meiner Bequemlichkeit und Zeit. Indessen bin ich auch zu Construction von Karten erbötig, wenn Sie es brauchbarer finden möchten.

Der zweite Theil Ihres Briefes war mir auch sehr interessant.¹⁴⁶ Poisson's Vorschlag zu einer Methode, die Intensität des Erdmagnetismus zu messen schien mir von theoretischer Seite so bedenklich, und in praktischer Hinsicht so wenig genau,¹⁴⁷ daß ich ungeachtet der Aufforderungen des Professors Erman,¹⁴⁸ diese Methode

145 Siehe Brief Nr. S.

146 Siehe Brief Nr. S.

147 Siméon-Denis Poisson (1781–1840) war Verfasser von zahlreichen Arbeiten über den Magnetismus und den Erdmagnetismus, vgl. Brief Nr. S. Zur Methode von Poisson siehe Schaefer 1929, S. 24–26.

148 Paul Erman (1764–1851) hatte ab 1791 eine Professur für Physik am Französischen Gymnasium und an der Académie des Nobles in Berlin inne, seit 1810 war er Ordentlicher Professor für Physik an der neugegründeten Universität zu Berlin.

[S. 4] auf der Sibirischen Reise zu versuchen, keine Lust fühlte Zeit daran zu wenden. Im J[ahre] 1819 war ich schon auf eine andere Methode gekommen, welche ich hier zu erklären versuchen werde. Vielleicht hat sie mit der Ihrigen einige Ähnlichkeit.

Fig. 1 [am Ende des Briefes]

Es sey ab eine um ihren Mittelpunkt c vollkommen bewegliche horizontale prismatische Magnetnadel, MQ der sogenannte magnetische Meridian, oder die Richtung des horizontalen Theils der magnetischen Kraft des Orts; Bc eine auf diesen Meridian senkrechte Horizontallinie; BA ein prismatischer Magnet. Wenn dieser Magnet auf die Linie Bc gelegt wird, so wird die Nadel aus dem Meridian heraustreten, und in einer Lage ab in Ruhe kommen, welche einen Winkel $Bcb = \nu$ mit der Linie Bc bildet. Es sey nun der Abstand der Mittelpunkte $Cc = a$, $AB = 2C$, $ab = 2l$, $CE = x$, $ce = y$; das Moment, womit der Erdmagnetismus die Nadel nach dem Meridian MQ zu drehen strebt = P ; das Moment, womit der Magnet AB sie nach der Richtung cA zu drehen strebt = Q . Die magnetische Intensität eines Theilchens von AB , dessen Abstand von $C = 1$, sey = M ; eines Theilchens von ab , dessen Abstand von $c = 1$, sey = m ; so ist die magnetische Intensität eines Theilchens in $E = M\varphi x$, und eines Theilchens in $e = m\varphi y$, wo φx , φy die Funktion der Intensitäts-Curve bezeichnet. Ist die Intensität des Erdmagnetismus = μ , ihre Wirkung auf ein Theilchen von ab , dessen Intensität = 1 gesetzt wird = $\mu \partial y$, so wird diese auf ein Theilchen in $e = \mu m \varphi y \cdot \partial y$, und folglich das Moment

$$P = \int m \cos \nu \int \varphi y \cdot \partial y \quad (\text{I})$$

welches Integral zwischen den Gränzen $y = +l$ und $y = -l$ genommen wird. Ebenso findet man die gegenseitige Attraction der Molecule ∂x und ∂y in E und

$$Q = \frac{Mm \varphi x \cdot \partial x \cdot \varphi y \cdot \partial y}{(\partial e)^2}, \text{ und folglich das Moment}$$

$$Q = Mm \iint \frac{\varphi x \cdot \partial x \cdot \varphi y \cdot \partial y \cdot \int \delta e \delta e}{(\partial e)^2} = Mm \int \int \frac{(a-x) \varphi x \cdot \partial x \cdot y \varphi y \cdot \partial y}{(\partial e)^2} \quad (\text{II}) (*)$$

zwischen den Gränzen $y = \pm l$, $x = \pm L$; wo

$$\partial e = \left[(a-x)^2 + 2(a-x)y \cos \nu + y^2 \right]^{\frac{1}{2}} = \left[(a-x-y \cos \nu)^2 + y^2 \sin^2 \nu \right]^{\frac{1}{2}}$$

[Es folgt eine lange Fußnote, die auf der unteren Hälfte der folgenden Seite 5 fortgesetzt wird:]

(*) Ist l sehr klein gegen a und L , so kann dieser Ausdruck in einer convergenten Reihe aufgelöst wer-

[S. 5, unten] den. In der Hypothese $\varphi x = x^2$, $\varphi y = y^2$ fand ich (J. 1819), wenn $L = 1$ gesetzt wird:

$$Q = M_m \int_m v \left[\left(\frac{a}{a^2-1} - a \log \left(\frac{a^2}{a^2-1} \right) \right) l^2 + \frac{\partial a^2+1}{6a(a^2-1)^2} (3 + \sin^2 v) l^4 + \dots \right];$$

wo das erste Glied vollkommen derselbe Ausdruck ist, welchen ich in meinem Magn[etismus] d[er] Erde S. 126 Formel V gefunden habe. Ist nun l sehr klein und a groß, so wird auch der Winkel v , wenig von 90° verschieden, und das zweite und die folgenden Glieder der Reihe können vernachlässigt werden. In den Göttinger Anzeigen wurde damals bemerkt daß dieses Verfahren nicht erlaubt sey.¹⁴⁹ Da aber meine Versuche (loco cit.) in großen Abständen und mit zwei Nadeln von sehr verschiedener Länge ($2\frac{1}{2}$ und 1 Zoll) ausgeführt waren, so scheint mir diese Approximation ebenso erlaubt wie alle andern, wenn der Versuch nicht über die gehörigen Grenzen ausgedehnt wird, zumal da hier die Uebereinstimmung beider Nadeln vollkommen zeigte, wie weit die Approximation genau genug war. Deswegen kommt mir auch mein Beweis, das die Wirkung der magnetischen Molecüle auf einander sich umgekehrt wie das Quadrat des Abstands verhalte, viel reiner vor als der Beweis des H[er]rn Coulomb mit der Drehungswage;¹⁵⁰ denn er behandelt die Totalanziehung des ganzen Systems von Punkten als eine elementare.

[S. 5, oben] Zufolge des Gleichgewichts ist $P = Q$; folglich erhält man:

$$\frac{k}{M} = \frac{\tan v \iint \frac{(a-x) \varphi x \partial x \cdot y \varphi y \partial y}{[a-x-y \cos v]^2 + y^2 \cdot \int_m^2 v}}{\int y \varphi y \cdot \partial y} \quad (\text{III})$$

Dieser Quotient $\frac{k}{M}$, welcher ganz unabhängig von der Intensität der Nadel ab ist, bezeichnet nun das Verhältniß zwischen der $\frac{\text{Wirkung}}{\text{Anziehung}}$ des Erdmagnetismus auf einer

¹⁴⁹ Siehe „Besprechung von Christopher Hansteen: Untersuchungen über den Magnetismus der Erde“ von Johann Tobias Mayer (Mayer J. T. 1821, S. 194–195); vgl. Kap. 2.6.4.

¹⁵⁰ Charles Augustin Coulomb (1736–1806) erhielt nach zahlreichen Erfolgen als Ingenieur den großen Preis der Pariser Akademie und wurde gleichzeitig 1781 deren Mitglied. Er veröffentlichte in den folgenden Jahren sieben Arbeiten über Elektrizität und Magnetismus, die Geschichte machen sollten. In seinem ersten Beitrag schilderte er seine Versuche mit einer elektrischen Waage, siehe „Premier Mémoire sur l'Electricité et le Magnétisme: Construction et usage d'une Balance électrique, fondée sur la propriété qu'ont les Fils de métal, d'avoir une force de réaction de Torsion proportionnelle à l'angle de Torsion“ (Coulomb 1788a). In seinem zweiten Beitrag formulierte Coulomb ein nach ihm benanntes Abstandsgesetz, siehe „Second Mémoire sur l'Electricité et le Magnétisme: Où l'on détermine, suivant quelles loix le Fluide magnétique, ainsi que le Fluide électrique, agissent, soit par répulsion, soit par attraction“ (Coulomb 1788b). Es erschien auch eine deutsche Übersetzung beider Abhandlungen (Coulomb 1890, S. 3–11 und S. 12–42).

gewissen magnetischen Molecüle, und des einen Theils des Magneten AB (auf derselben Molecüle), welcher die $\frac{\text{Volumen}}{\text{Maße}} = 1$, den Abstand = 1 und die Intensität = M hat.

Hängt man nun den Magneten AB in seinem Mittelpunkt C horizontal auf, und beobachtet eine gewisse Anzahl horizontaler Schwingungen, welche allein von der Einwirkung des Erdmagnetismus hervorgebracht werden, so findet man die Zeit t einer Schwingung in einem unendlich kleinen Bogen. Setzt man das magnetische Moment des Magneten $AB = s$, so ist

$$s = \mu M \int x \varphi x \cdot \partial x$$

[S. 6] das Integral zwischen den Gränzen $\pm L$ genommen. Ist S das Moment der Trägheit des Magneten AB , so ist ebenfalls:

$$s = \frac{\pi^2}{t^2} \cdot \frac{S}{2g}$$

folglich

$$\mu M = \frac{\frac{\pi^2 S}{2gt^2}}{\int x \varphi x \cdot \partial x} \quad (\text{IV})$$

Multiplicirt man III mit IV so erhält man endlich

$$\mu^2 = \frac{\pi^2 S}{2gt^2} \text{ tang } v \cdot \frac{\iint \frac{(a-x) \varphi x \partial x \cdot y \varphi y \cdot \partial y}{[(a-x-y \cos v)^2 + y^2 \sin^2 v]^{\frac{3}{2}}}}{\int x \varphi x \partial x \cdot \int y \varphi y \partial y} \quad (\text{V})$$

Die Brauchbarkeit dieser Methode beruht nun auf folgende zwei Bedingungen: 1) Daß damit keine unüberwindliche theoretische Schwierigkeit verbunden sey; 2) Daß sie eine hinreichende Schärfe in der Bestimmung von μ gebe. Was die erste Frage betrifft, so haben meine Versuche gezeigt, daß man sehr nahe annehmen kann $\varphi x = x^2$. Wenn der Abstand Cc ziemlich groß, die Nadel ab gegen AB klein ist, und der Winkel v nicht unter 50° ist, so ist es begreiflich, daß eine kleine Aenderung in der Form der Function φx beinahe keinen Einfluß auf das Resultat haben kann. Nun hat es keine Schwierigkeit, den Magneten AB eine Länge von z. B. 12 bis 18 Zoll zu geben, und mit einem solchen Magneten kann man schon in einer beträchtlichen Entfernung Cc eine Abweichung Mcb der Nadel von 20° bis 30° erhalten.

Da die Nadel ab nicht zu groß seyn darf, so scheint dieses einer scharfen Ablesung des Winkels ν hinderlich zu seyn. Allein auf einer Nadel von 3 Zoll (Durchmesser des getheilten Kreises) kann man ohne Schwierigkeit mittelst einer Loupe durch doppelte Ablesung an beiden Enden einen Winkel bis auf 3 Minuten bestimmen; und man könnte, wenn es nöthig wäre, die Nadel durch zwei Spitzen von einer unmagnetischen Materie, so viel man wollte verlängern, und mittelst mikroskopischer Apparate oder eines größeren getheilten

[S. 7] Kreises die Ablesung wenigstens bis auf die Genauigkeit einer Minute treiben.

Da der Versuch aus zwei verschiedenen Haupttheilen besteht, 1) aus einer Vergleichung der Wirkung des Magneten AB mit derjenigen des Erdmagnetismus, 2) aus einer Vergleichung des Moments von AB mit der Schwere, so muß sowohl die Intensität μ des Erdmagnetismus, als die Intensität M des Magneten AB in beiden Theilen des Versuchs als von derselben Größe angenommen werden. Folglich muß die Temperatur des Magneten AB in beiden Theilen des Versuchs beobachtet werden, und die Variationen des Erdmagnetismus zu verschiedenen Tageszeiten, müssen aus anderweitigen Versuchen bekannt seyn, damit man beide Theile des Versuchs auf denselben Zustand reduciren könne. Der Magnet AB muß in jedem Abstände Cc zwei verschiedene Lagen bekommen, einmal mit A , das andere Mal mit B gegen c gekehrt. Dabey wird die Wirkung einer unsymmetrischen Vertheilung des Magnetismus in AB eben so wie der Theilungsfehler, und diejenige einer nicht genauen Einstellung des Compasses in den magnetischen Meridian aufgehoben. Man könnte auch die Linie Bc auf der entgegen gesetzten Seite des Compaßes verlängern, und den Magneten auf dieser Verlängerung in zwei verschiedene Lagen hinlegen, wobei die Wirkung einer fehlerhaften Einstellung des Mittelpunkts der Magnetnadel ab über den Anfangspunkt c der Abscißen aufgehoben wird. Man könnte auch zur Controlle den Abstand Cc variiren, und Magnete von verschiedener Länge brauchen, wobey immer derselbe Werth von μ herauskommen sollte. Endlich müssen die Experimente fern von Häusern gemacht werden, damit der beinahe niemals fehlende Local-Magnetismus der Gebäude keinen störenden Einfluß habe. Um die symmetrische Vertheilung des Magnetismus in der Nadel durch eine Erweiterung und Durchbohrung in der Mitte nicht zu stören, könnte man sie vollkommen prismatisch machen, und sie auf Chinesische Art in ein glockenförmiges Hütchen einstecken wie in Fig. 2.

Da die Gleichungen des Gleichgewichts viel einfacher sind, als diejenigen der Bewegung, so scheint mir diese Methode einen entschiedenen Vortheil vor der Poissonschen zu haben, und es würde mir sehr angenehm seyn, Ihre Meinung darüber zu erfahren.

[S. 8] Es kommt mir aber nicht wahrscheinlich vor, daß man jemals auf diese Weise eine solche Genauigkeit erhalten könne, wie durch die Beobachtung der Schwingungen eines unveränderlichen Cylinders. Die Berechnung aller meiner Beobachtungen hat mir gezeigt, daß der wahrscheinliche Fehler eines Zeitintervalls (z. B. zwischen der ersten und letzten Schwingung) ungefähr $\frac{1}{10}$ Secunde ist; folglich wird ein Mittel aus 7

Intervallen, welche ich immer beobachte, einen wahrscheinlichen Fehler von $0''{,}058$ haben, welches, wenn die ganze Zeit von 300 Schwingungen = $800''$ ist, nur $0{,}0000725$ der ganzen Schwingungszeit ausmacht.

Diese Berechnung hat mir ein merkwürdiges Resultat gegeben, welches ich mir mitzuthemen erlaube. Ich beobachte immer die größten Elongationen des Cylinders, weil der Durchgang durch den Meridian eine genauere Aufstellung des Instruments und eine größere Unbeweglichkeit des Stativs erfordern würde, als man auf freiem Felde erhalten kann.

Folgendes Beyspiel wird meine Methode erläutern:

Christiania 1830, 25 Juni $10^h 53'$ Vormit[tag]

[Spaltenüberschriften: Elongat[ion], 1^{tes} 100, Elongat[ion], 2^{tes} 100, 3^{tes} 100, 4^{tes} 100, Zeit von 300 Schwing[ungen] (I beobachtet, II berechnet), Beobachtungs= Fehler]

Elongat.	1 ^{tes} 100	Elongat.	2 ^{tes} 100	3 ^{tes} 100	4 ^{tes} 100	Zeit von 300 Schwing.		Beobachtungs-Fehler
						I beobachtet	II berechnet	
20°	45 ^h .6	19 ^h .2	52 ^h .0	24 ^h .8	13' 39 ^h .2	- - 39 ^h .29	+ 0 ^h .09	
	12.8		46.4	19.2	52.0	- - 39.2	- - 39.10	- 0.10
	40.4		18.6	46.5	19.2	- - 38.8	- - 38.94	- 0.14
15°	7.8	41.0	14.0	46.4	- - 38.6	- - 38.80	+ 0.20	
	35.2		8.4	41.2	14.0	- - 38.8	- - 38.69	- 0.11
	2.5		35.6	8.4	41.2	- - 38.7	- - 38.60	- 0.10
10°	29.8	50 ^h .2	25.6	8.4	- - 38.6	- - 38.52	- 0.08	
	57.2		30.2	2.9	Mittel = 13' 38 ^h .84	Folglich wahrscheinlicher Fehler eines Intervalls = 0 ^h .0897		
	24.4		57.4	30.4	= 38 ^h .84			
	51.8	24.8	57.2					

[Am Ende der obigen Tabelle] Folglich wahrscheinlicher Fehler eines Intervalls = $0''{,}0897$

Die berechnete Zeit jedes Intervalls (II) habe ich dadurch gefunden, daß ich zu dem Mittel $818''{,}84$ den aus der Abnahme des Schwingungsbogens hervorgehenden berechneten Unterschied jedes Intervalls vom Mittel hinzufügte. Nun ergibt sich dieser wahrscheinliche Fehler eines Intervalls aus den sämtlichen Beobachtungen von mir und Lieut[enant] Due folgendermaßen

Für eine Schwingungszeit von	Hansteen	Due
900 ^h	0 ^h .128	
850	0.114	
800	0.101	0 ^h .104
750	0.089	
700	0.077	0.076
650	0.066	

[S. 9] Hierbey sind zwei Umstände bemerkenswerth: 1) Der wahrscheinliche Fehler eines Intervalls verhält sich äußerst nahe wie die Quadrate der Schwingungszeiten, d. h. umgekehrt wie die Quadrate der Geschwindigkeiten oder umgekehrt wie die Intensitäten. 2) Die absolute Größe des Fehlers ist für beide Beobachter beinahe vollkommen gleich.

Wie soll man dieses erklären? Die Dauer eines Chronometerschlags oder $0''{,}4$ muß wohl einerseits die Genauigkeit der Beobachtung für beide Beobachter auf die nämliche Weise bestimmt haben; eine größere Geschwindigkeit macht auch die kleinen Oscillationen des Mittelpunkts des Cylinders, welche selten vermieden werden können, weniger schädlich; vielleicht haben auch andere kleine atmosphärische Störungen der magnetischen Intensität einen geringeren Einfluß in kleineren magnetischen Breiten, wo die horizontale Kraft größer ist.

Wenn man jede 10^{te} Schwingung notirt, $n = 2p \cdot 10$ Schwingungen beobachtet, und $T, T', T'' \dots$ das Zeitintervall zwischen der ersten und n^{ten} , zwischen der 10^{ten} und $(n - 10)^{\text{ten}}$, zwischen der 20^{ten} und $(n - 20)^{\text{ten}}$ Schwing. u. s. w. bezeichnet, und

$$\theta = p T + (p-1) T' + (p-2) T'' + \dots$$

s0 kann man den wahrscheinlichsten Werth einer unendlich kleinen Schwingung t aus dieser Reihe durch folgende Formel finden:

$$t = \frac{\theta}{\frac{10}{3} p(p+1)(2p+1) + \mathcal{A} \left(\frac{p(1-m^{40p+10})}{1-m^{20}} - \frac{m^{20}(1-m^{40p})}{(1-m^{20})^2} \right) + \mathcal{B} \left(\frac{p(1+m^{80p+40})}{1-m^{40}} - \frac{m^{40}(1-m^{80p})}{(1-m^{40})^2} \right)}$$

Gewicht = $10 \sqrt{\frac{2}{3} p(p+1)(2p+1)}$

wo m den Verhältnißexponenten zwischen den auf einanderfolgenden Elongationen der Nadel $e; e_1; e_2; \dots e_n$ bezeichnet,

und $\mathcal{A} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1+m^2}{1-m^2} \cdot \left(\frac{e}{24}\right)^2; \mathcal{B} = \frac{11}{24} \cdot \frac{1+m^4}{1-m^4} \cdot \left(\frac{e}{24}\right)^4$ ist. (In dem obigen Beispiele

ist $e = 20^\circ; e_{80} = e m^{80} = 10^\circ$, folglich $m^{80} = \frac{1}{2}$). Folglich ist

das Gewicht von	100 Schwingungen	= 148,7; $p = 5$
	200 —	= 392,4; $p = 10$
	300 —	= 704,3; $p = 15$

Für $p = 5$ ist die Berechnung von θ sehr leicht; wenn aber $p = 15$, ist die Multiplication mit 15, 14, 13 . . . 1 schon sehr beschwerlich, und Fehler können sich leicht einschleichen. Bei meiner Methode, wo man bis 360 Schw. beobachtet und ein Mittel

aus 7 verschiedenen Intervalle von 300 Schw[ingungen] nimmt, ist das Gewicht = $300\sqrt{7} = 793.7$, die Rechnung äußerst leicht, und jeder Fehler leicht zu entdecken (man sieht nämlich gleich ob die drei Unterschiede zwischen den 1^{ten}, 101^{ten}, 201^{ten}, 301^{ten} Schwingung gleich sind). Indessen habe ich drei kleine Tafeln für den Werth des Nenners des obigen Ausdrucks berechnet, für $e = 20^\circ$, und $e = 30^\circ$ und für $p = 5, 10, 15$. Das Argument der Tafel ist die Zahl der Schwingung, wo die Elongation = $\frac{1}{2} e$ ist. Alle meine Intensitätsbeobachtungen sind

[S. 10] doppelt berechnet, erstens nach meiner gewöhnlichen Methode, zweitens nach obiger Methode aus den ersten 200 Beobachtungen, bisweilen auch wo ein Zweifel obwaltete aus den ersten 100, 200 und 300 Schwingungen, wobey jeder mögliche Zweifel eines Fehlers aufgehoben ist, da die kleinen Differenzen der verschiedenen Resultate immer innerhalb der Gränzen des wahrscheinlichen Beobachtungsfehlers liegen.

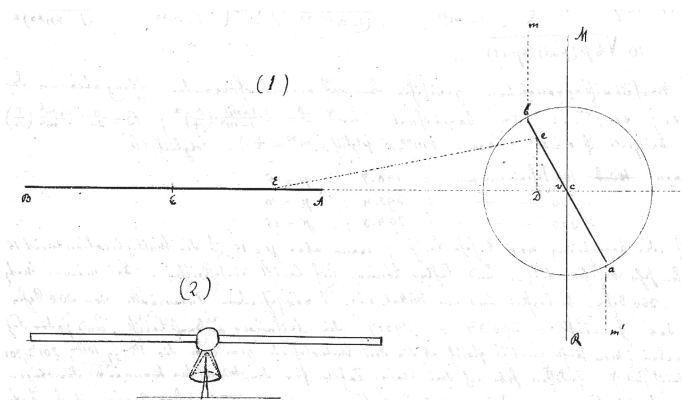
Auf einem kleinen Duodezblatt habe ich eine Tafel über den wahren Werth der Chronometerschläge von jedem 5^{ten} Theilstrich gerechnet; und drei logarithmische Correctionstafeln für die Temperatur des Cylinders, für den Schwingungsbogen und für die Torsion des Fadens zusammengestellt. Die Correction wegen des Gangs der Uhr geschieht äußerst leicht, indem die logarithmische Correction eines Zeitintervalls, wenn man mit 5 ciphrige Logarithmen rechnet, und die tägliche Retardation der Uhr = r Secunden ist, sehr nahe = $+\frac{1}{2} r$ ist. Solchergestalt könnte auf der Reise die vollständige Reduction der Beobachtung immer auf der Stelle in weniger Zeit als einer Minute gemacht werden.

Die eingeschlossene kleine Karte zeigt die Form der Intensitätslinien in der nördlichen Polargegend.¹⁵¹ Ich bitte meine Weitläufigkeit [sic] für dies Mal zu entschuldigen, und bin mit der größten Hochachtung

Ihr ganz ergebener

Christiania den 14^{ten} April 1832.

Christ. Hansteen.



¹⁵¹ Diese kleine Karte ist nicht mehr vorhanden.

Brief Nr. 2**Gauß an Hansteen, 29. Mai 1832, Göttingen**

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe B : Hansteen, Nr. 1, 4 S.

Publikation: Gauß-Werke: 12, S. 138–144.

Hochgeehrtester Herr Professor.

Ihr gütiges Schreiben vom 14 April hat mir viele Freude gemacht. Schon seit vielen Jahren habe ich an den Erscheinungen des Erdmagnetismus ein lebhaftes Interesse genommen, allein seit vorigem Winter ist dies Interesse durch mancherlei zufällige Umstände wieder besonders angeregt und vergrößert, wohin ich auch vorzüglich die freundliche Willfährigkeit rechne, mit der mir mein trefflicher Colleague Weber das Anstellen eigner Versuche erleichtert hat. Um so schätzbarer ist es mir nun, mit Ihnen in Verbindung zu treten, dem dieser Zweig der Naturkunde so ungemein viel verdankt, und der mit allen Thatsachen vertrauter ist, als irgend ein anderer.

Es scheint mir nicht, daß die Oerstedtsche [sic] Entdeckung und deren weitere Entwicklungen uns berechtigen, noch weniger zwingen, von der Voraussetzung abzugehen, daß die Erscheinungen des Erdmagnetismus zur Hauptursache Anziehungen und Abstoßungen haben, die von (sehr unregelmäßig vertheilten) magnetisch polarisirten Molecüles des festen Erdkörpers ausgehen und deren Intensitäten in Beziehung auf jedes Molecül dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional sind. Meiner Meinung nach bestätigt sich dies Gesetz überall auf das schönste, und in seiner Art eben so gut wie das Gesetz der Gravitation in den astronomischen Phänomenen.

Wie unregelmäßig nun auch jene Molecüles vertheilt sein mögen, so weist doch die Analyse gewisse Bedingungen oder Relationen nach, die zwischen den magnetischen Erscheinungen auf der Erdoberfläche Statt finden müssen, lediglich schon in Folge der Voraussetzung, daß jene Phänomene nur die Gesamtwirkung von Elementaren Anziehungen u[nd] Abstoßungen nach obigem Gesetze sind. Ich werde weiter hin eine der schönsten aus diesen Relationen anführen, die in den Thatsachen nachzuweisen von ungemein großem Interesse sein würde.

Meine Absicht geht nun dahin, die magnetischen Erscheinungen auf der Erdoberfläche bloß aus jenem Gesichtspunkte auf= u[nd] so zu sagen in Eine Formel zusammenzufassen, die freilich, um sich an alle solche Anomalien anzuschließen, die nicht bloß örtlich, d. i. auf eine kleine Fläche beschränkt sind, viele Glieder wird enthalten müssen ungefähr wie die Mondstafeln aus einer großen Anzahl Gleichungen bestehen. Eine Hypothese von zwei oder vier Polen, die ich nach dem obigen nicht angemessen halten kann, wird also ausgeschlossen; aber das ganze Geschäft wird auf eine streng geregelte Art durchzuführen sein, so bald nur die Thatsachen in einer dazu bequemen Form vorliegen. Dies muß aber, zu diesem Zweck, die Form der drei partiellen Kräfte gegen Nadir, (Nord- u[nd] Westpunkt jedes Orts) sein, wie ich bereits

in meinem Briefe an Schumacher¹⁵² angegeben habe. Eine graphische Darstellung ist zwar an sich nicht nothwendig, aber man wird doch schwerlich ohne solche das erhalten können, was um die Rechnung ausführbar zu machen nöthig ist. Nemlich um diese Rechnung zu führen, bedarf ich jene drei Elemente für eine bedeutende Anzahl regelmäßig auf der Erde vertheilter Punkte, nem[lich] so daß sie sich in mehrere Systeme ordnen, z. B. 1) alle Punkte im Aequator in gleichen Intervallen z. B. von 30 zu 30° Längendifferenz 2) ähnliche Punkte für eine Anzahl anderer Parallelkreise wenigstens von 30 zu 30° also 30° 60° Nördl[ich] u[nd] Südlich. Insofern 60° südlich wohl bis jetzt noch zu dürftig ausfallen

[S. 2] wird, ist zu wünschen, daß diejenigen Parallelkreise, für welche man die erforderlichen Zahlen ausmittelt, etwas enger als 30° liegen. – Freilich wird noch viel fehlen, für alle solche Punkte die erforderlichen Data mit Zuverlässigkeit anzugeben. Allein immerhin mag dabei vorerst einiges nach dem sonst kenntlichen Zuge der Linien supplirt werden. Übrigens bemerke ich, daß der Besitz der Data für die solchergestalt regelmäßig vertheilten Punkte an sich nicht unumgänglich nothwendig sondern daß es theoretisch betrachtet möglich ist die Eliminationen aus einer großen Zahl beliebig liegender Punkte zu führen; allein die Arbeit würde dann 100 mahl größer sein, und ich würde davon abstrahiren. Man hat vorerst nur auf jene Art gleichsam die erste Annäherung zu machen; die spätere Ausfeilung wird sich lediglich auf die einzelnen unmittelbar durch Beob[achtungen] bekannten Punkte stützen müssen.

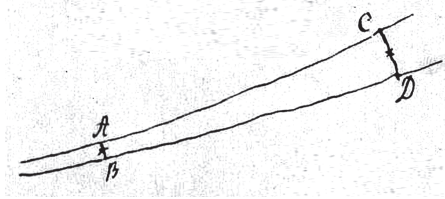
Sehr zu wünschen wäre nun freilich wenn Sie selbst eine solche Darstellung, wenn nicht von allen 3 Kräften doch von Einer vornähmen. Kann dies aber für jetzt nicht geschehen, so könnte ich vielleicht einen Versuch dazu auf anderem Wege machen lassen, wenn nur die zuverlässigen Grunddata vorlägen. Dann können Sie sich also die Berechnung der 3 partiellen Kräfte ersparen, und hätte ich dann nur um Mittheilung der Grunddata zu bitten. Dabei brauche ich kaum zu bemerken, daß es zu diesem Zweck wenig Werth hat aus irgend einem vergleichungsweise kleinen Theile der Erdoberfläche sehr viele Angaben zu haben, für ganz Europa werden z. B. drei oder vier recht zuverlässige hinreichend sein.

Vielleicht spricht Sie noch mehr als jene drei graphischen Darstellungen eine vierte auf einem andern Princip beruhende an, die ich schon lange gewünscht habe, und die mit einer oben angedeuteten Relation zusammenhängt, nemlich eine Darstellung einer Anzahl von Linien auf der Erdoberfläche die an jedem Punkt den magnetischen Meridian senkrecht durchschneiden (also ein specieller Fall von loxodromischen Linien, die sich auf den magnetischen Meridian beziehen []). Es läßt sich nemlich a priori (unter der oben angeführten Voraussetzung, daß der Erdmagnetismus das Aggregat von unendlich vielen partiellen Wirkungen ist, die von Punkt zu Punkt

152 Siehe Brief Nr. S.

gehen, und deren Intensität nach einerlei Gesetz von der Entfernung abhängt, selbst wenn dies nicht das verkehrte der Quadrate wäre) beweisen:

- 1) daß jede solche Linie genau in sich selbst zurückkehren muß
- 2) daß in einer (streng genommen unendlich schmalen) Zone zwischen zwei solchen Linien die Intensität des horizontalen Magnetismus verkehrt der Breite der Zone proportional ist, z. B.

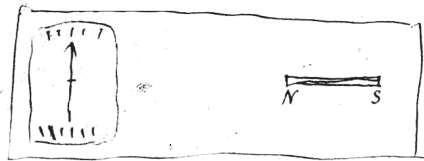


die Intensität zwischen A und B (am genauesten, wenn die Breite der Zone AB nicht unbeträchtlich ist in der Mitte) verhält sich zu der zwischen C und D wie $\frac{1}{AB} : \frac{1}{CD}$.

Es wäre höchst interessant, dieß in den Thatsachen nachzuweisen und ich sollte glauben, daß man wenigstens große Stücke solcher Linien zu ziehen viele hinlängliche Data müßte zusammenbringen können. Ich brauche nicht zu erinnern, daß wenn die Zeichnung nach Mercators (oder auch einer andern in den kleinsten Theilen ähnlichen) Darstellung gemacht wird, diese Linien mit den Erdparallelen überall solche Winkel machen, die der Declination

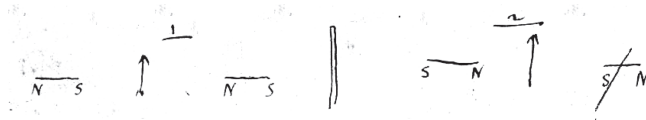
[S. 3] gleich sind.

So viel heute über die theoretischen Ansichten. Über meine eignen praktischen Versuche könnte ich einen sehr langen Brief oder vielmehr schon ein kleines Buch schreiben; allein da ich noch nicht ganz mit meinen Einrichtungen fertig bin so sehe ich alle meine bisherigen Versuche nur erst als provisorische an. Inzwischen denke ich bald jene Einrichtungen hinlänglich vollkommen zu haben,¹⁵³ und werde Ihnen dann ausführliche Mittheilungen machen. Vorläufig heute nur noch ein Paar Worte über die absolute Intensität.

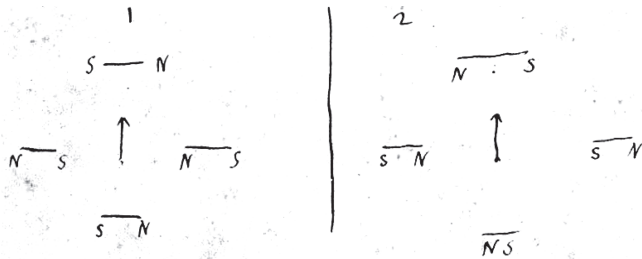


¹⁵³ Das neue Magnetische Observatorium in Göttingen war erst Ende des Jahres 1833 fertiggestellt, so dass es im Januar 1834 in Betrieb gehen konnte, siehe Kap. 3.4.3.

Ich habe es damit auf alle verschiedenen Arten versucht, und finde die Benutzung des Gleichgewichtszustandes vortheilhafter als die der Schwingungen, obwohl auch letztere nicht unbrauchbar sind. Eine Art den Gleichgewichtszustand zu benutzen war, eine bewegliche Nadel (über einen Gradbogen spielend) mit dem einwirkenden Stabe auf Einem Brett zu haben, letztern so zu legen, daß er rechtwinklich gegen denjenigen Radius des Gradbogens liegt, mit dem die Richtung der Nadel coincidirt, ehe der Stab hingelegt war, und dann das Ganze zu drehen bis die Nadel wieder auf denselben Punkt kommt. Die Drehung des Bretts muß gemessen werden, und man findet leicht Mittel, solches auf 1' genau zu thun. Offenbar braucht auch kein Gradbogen sondern nur ein Index da zu sein. Man verdoppelt die Genauigkeit wenn man den Stab in zwei entgegengesetzten Lagen auflegt (N u[nd] S vertauscht), wo man sich dann um die Stellung des Bretts, bei welcher die Nadel mit dem Index ohne Zuziehung des Stabs coincidirt gar nicht zu bekümmern braucht; man vervierfacht die Genauigkeit, wenn man anstatt Eines Stabes zwei anwendet



und man versechsfacht sie wenn man vier Stäbe gebraucht



[Bemerkung von Gauß am rechten Rand des Briefbogens zu den Zeichnungen] nemlich in gleichen Entfernungen wirkt ein südlich oder nordlich liegender Stab nur halb soviel als ein in Ost oder West liegender.

Die Versuche sind in verschiedenen Distanzen gemacht, die aber immer ein bedeutendes Vielfaches der Längen der Nadel u[nd] der Stäbe sein müssen und wobei die Wirkung, ganz comme il faut, dem Cubus der Entfernung verkehrt proportional wird.

Indessen habe ich jetzt die Sachen etwas anders eingerichtet. Allein da meine Versuche bisher nur

[S. 4] vorläufige sind, so behalte ich mir eine nähere Anzeige auf einen spätern Brief vor. Doch geben auch diese vorläufigen Versuche ein Resultat, das ich schon als sehr genähert betrachte, nemlich Intensität des horizontalen Erdmagnetismus in Göttingen = $\frac{1}{55}$ wenn man 1 Milligramm, 1 Millimeter und die Schwere in Göttingen als

Einheit nimmt. Ich habe Ursache zu glauben, daß der Nenner 55 schwerlich mehr als eine Einheit ungewiß ist (zwei Versuche mit ganz verschiedenen Nadeln gaben der Eine 54, der andere 56), auch sind noch nicht alle kleinen Correctionen z. B. wegen der Torsion des Fadens, mit in Rechnung genommen, obgleich ich die Elemente dazu habe; denn wie gesagt, diese Versuche, die bei einer wenig soliden Aufstellung gemacht sind, nur um meine erste Neugierde zu befriedigen, werden künftig ganz cassirt, und ich hoffe mit Zuversicht, dann eine viel größere Genauigkeit zu erhalten. Von H[errn] Riessers¹⁵⁴ Zahlen in Berlin weicht dies *toto coelo*¹⁵⁵ ab und H[errn] Ermanns¹⁵⁶ [sic] Zahl gibt auf meine Einheiten reducirt einen Nenner der fast um die Hälfte größer ist.

[Bemerkung von Gauß oben am linken Rand] Eine große Menge andrer vorläufiger Versuche mit weniger vollkommenen Einrichtungen und Nadeln von den aller ungleichsten Dimensionen, gaben immer nur wenige Einheiten anders.

Den Tadel, der gegen die Zulässigkeit Ihrer Annäherung in den Göttingischen Anzeigen gemacht ist, finde ich unpassend (der Verf[asser] jener Rec[ension] ist leicht zu erkennen).¹⁵⁷ Dagegen aber möchte ich die Zulässigkeit Ihrer Voraussetzung über die Vertheilung des Magnetismus in der Nadel ($\varphi x = xx$) bestreiten. Coulombs Versuche¹⁵⁸ geben eine Art logarithmischer Linien. Allein ich glaube nicht, daß man in allen Nadeln einerlei Vertheilung annehmen darf, auch wenn man sie auf gleiche Art gestrichen hat, und halte für unumgänglich nöthig, jedes Verfahren von der Kenntniß der Vertheilung so viel möglich unabhängig zu machen. Damit ist nun übrigens auch von selbst die Richtigkeit Ihrer Bemerkung über Biots Verfahren, aus Coulombs Versuchen das Gesetz $\frac{1}{r^2}$ zu deduciren, anerkannt.

Ich möchte wohl wissen, wo die Originalangabe Ihrer Bestimmung der thermometrischen Correction die verschiedentlich z. B. von Quetelet¹⁵⁹ gebraucht wird, und die ich nicht habe auffinden können, steht.¹⁶⁰ Ich habe mir vorgesetzt, auch hierüber künftig Versuche zu machen, was ich eben auf den Winter verspare, wo man sich leichter große Temperaturverschiedenheiten verschaffen kann. Ich werde dann

154 Gemeint ist wohl Peter Rieß (1804–1883), siehe „Ueber die Messung der Intensität des tellurischen Magnetismus“ (Moser/Rieß 1830).

155 Lat. *toto coelo* = durch und durch, vollkommen.

156 Siehe „Über die magnetischen Verhältnisse der Gegend von Berlin“ von Paul Erman (Erman P. 1831).

157 Siehe „Besprechung von Christopher Hansteen: Untersuchungen über den Magnetismus der Erde“ von Johann Tobias Mayer (Mayer J. T. 1821).

158 Charles Augustin Coulomb (Anm. 150), Verfasser von mehreren Arbeiten über Elektrizität und Magnetismus, siehe Brief Nr. 1, S. 4.

159 Adolphe Quetelet (1796–1874), seit 1828 Direktor des Observatoire Royal de Belgique in Brüssel. Siehe „Recherches sur l'intensité magnétique de différens lieux de l'Allemagne et des Pay-Bas“ (Quetelet 1830a) sowie „Recherches sur l'intensité magnétique de différens lieux de l'Allemagne et des Pays-Bas“ (Quetelet 1830b).

160 Siehe Brief Nr. 3, S. 2.

immer wenigstens zwei Nadeln gleichzeitig, die eine in einem warmen, die andere in einem kalten Locale schwingen lassen, und sie nachher umtauschen. Nur so, deucht mir, kann man die stündlichen Variationen (die bei meinen Versuchen ganz unabhängig von Temperaturänderungen auf das deutlichste hervortreten) von dem Einflusse der Temperatur trennen.

Sehr würde mich freuen, von Ihnen die im Anfang dieses Briefes angezeigten Mittheilungen zu erhalten. Ich möchte Ihnen aber zugleich anheim geben, ob es nicht gut wäre, von Zeit zu Zeit, etwa alle 5 oder 10 Jahre, gleichsam neue Ausgaben von den Tafeln zu geben, die wie in Ihrem Werke den Zustand unserer Kenntnisse von den zuverlässigsten Bestimmungen der 3 magnetischen Elemente darlegen ungefähr so, wie alle Jahr in der Conn[aissance] des T[ems] ein Verzeichnis der geographischen Positionen gegeben wird.

Ich schließe mit dem Ausdruck meiner aufrichtigen Hochachtung und Ergebenheit

C. F. Gauß

Göttingen den 29 Mai 1832

[Notiz von Unbekannt] 23 Juni 1832 Incl = 68° 22' 52''

Brief Nr. 3

Hansteen an Gauß, 18. Juni 1832, Christiania

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe A : Hansteen, Nr. 2, 2 S.

Christiania den 18^{ten} Juni 1832.

Da ich Morgen früh eine kleine Reise auf acht Tage antreten soll, und vermuthe, daß Sie neugierig sind, zu sehen, wie die magnetischen Karten ausfallen mögen, so sende ich hiermit einen Brouillon der ersten Karte.¹⁶¹ Ich habe nicht Zeit gehabt, sie rein zu zeichnen, welches ich zu entschuldigen bitte. Die aufgeschriebenen Zahlen zeigen deutlich, wo hinlängliche Beobachtungen vorhanden sind, und wo folglich die Karte zuverlässig ist, ebenso wo sie mehr oder weniger unsicher seyn muß.

In der nördlichen Halbkugel kann die Unsicherheit wohl nicht bedeutend seyn; in der südlichen Hälfte s[i]eht es aber sehr dürftig aus. Ich werde an Dr. Erman schreiben und versuchen ihm [sic] zu überreden, mir seine neu reducirte Intensitäten im Südmeer und dem Atlantischen Meer mitzuthemen, wobey ich hoffe die Linien 50 bis 60 Grade westwärts von Südamerika und auch etwas länger ostwärts verlängern zu können.

¹⁶¹ Diese ins Unreine gezeichnete Karte konnte im Gauß-Nachlass nicht gefunden werden. Vielleicht hat Gauß sie zurückgeschickt.

Können Sie dann diese Karte brauchen? Von Südamerika bis Neuholland haben wir gar keine Intensitätsbeobachtungen, obgleich eine recht brauchbare Sammlung von Abweichungs- und Neigungsbeobachtungen vorhanden ist. In dieser Gegend kann man deswegen nicht ohne zu große Willkürlichkeiten etwas anfangen, und ich wagte nicht Ihnen Muthmaßungen für Wahrheiten zu verkaufen. Die Aenderungen, die Sie wünschen möchten, werde ich mit Vergnügen gleich vornehmen. In diesem Falle muß ich bitten (da ich keine Copie habe) mir die Karte zurückzusenden; unterdessen werde ich die zwei

[S. 2] ändern vornehmen.

Ueber meine thermometrische Correction der Schwingungszeit (meiner) einer Magnetnadel ist eigentlich nichts gedruckt. Ich theilte Poggendorff¹⁶² meine Beobachtungsart mit, und obgleich diese Mittheilung auf keine Weise für ein größeres Publikum bestimmt war, so rückte er doch diese Notiz in sein Journal ein.¹⁶³ Ich darf diese Bestimmung noch nicht als definitiv ansehen; die Sibirische Reise hat mir aber gezeigt, daß sie sehr nahe richtig seyn muß, vielleicht etwas zu klein. Hier folgt die kleine Logarithmische Tafel die ich gebraucht habe.

[Spaltenüberschriften: Temperat. Réaum[ur], Corr., Therm., Corr., Therm., Corr.]

Temperat. Réaum.	Corr.	Therm.	Corr.	Therm.	Corr.
1°	12	11°	129	21°	247
2	24	12	141	22	259
3	35	13	153	23	271
4	47	14	165	24	282
5	59	15	177	25	294
6	71	16	188	26	306
7	82	17	200	27	318
8	94	18	212	28	329
9	106	19	224	29	341
10	118	20	235	30	353

Wenn man von dem Logarithmus der Schwingungszeit mit 5 Decimalen die in der Tafel angegebene Correction abzieht, so hat man den Logarithmus der reducirten Zeit. Mehrere Bemerkungen über meine Versuche dieser Correction betreffend, so wie über verschiedene Stellen Ihres interessanten Briefs muß ich auf das nächste Mal versparen.

Mit der größten Hochachtung

Ihr ergebenster

Chr. Hansteen

¹⁶² Der Physiker Johann Christian Poggendorff (1796–1877) war seit 1824 Herausgeber der „Annalen der Physik und Chemie“.

¹⁶³ Siehe „Ueber Beobachtungen der magnetischen Intensität bei Berücksichtigung der Temperatur, so wie über den Einfluß der Nordlichter auf die Magnetnadel“ (Hansteen 1827b).

Brief Nr. 4**Gauß an Hansteen, 22.12.1832, Göttingen**

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe B : Hansteen, Nr. 2, 2 S., handschriftliche Abschrift

Hochgeschätztester Herr Professor.

Recht lange habe ich Ihr gütiges Schreiben vom 18 Juni unbeantwortet gelassen, und recht lange ist mein Dank für die gütige Mittheilung des Entwurfs der graphischen Darstellung der ersten Coordinate des Erdmagnetismus verspätet. Ich habe dieses Moment des Gegenstands bisher erst noch bei Seite setzen müssen, da mich bisher hauptsächlich die Vervollkommnung der Beobachtungsmittel und die Bestimmung der absoluten Intensität an einem gegebenen Ort und die Ausarbeitung einer Abhandlung über letztern Gegenstand beschäftigt haben. Letztere ist seit kurzem vollendet, und die Sitzung der hiesigen Societät von [sic] 15 December vorgelesen; einen Bericht darüber, so wie über damit verwandte Gegenstände und namentlich die Einrichtung der Apparate werden Sie in Nro. 205, 206 u[nd] 207 der hiesigen gelehrten Anzeigen finden.¹⁶⁴ Die Abhandlung selbst wird in dem nächsten (d[en] 8^{ten}) Band der Commentationes der Societät aufgenommen werden also freilich erst in einigen Jahren,¹⁶⁵ da der 7^e – wie ich höre – bereits ganz fertig gedruckt ist und in Begriff steht ausgegeben zu werden. Vielleicht wird jedoch der Druck der Abhandlung bald Statt finden können.

Ich hoffe nun bald mich auch mit der andren Seite des Erdmagnetismus beschäftigen zu können, nämlich mit dem Versuche die Verschiedenheiten desselben für die verschiedenen Orte unter einen Hut zu bringen. Und dazu würde mir dann freilich nichts erwünschter sein als ähnliche Darstellungen, wie Sie mir für die eine Coordinate zu schicken die Gewogenheit gehabt haben, auch für die beiden andren zu

[S. 2] besitzen.

Ich glaube vor einiger Zeit den 2^{ten} Theil Ihres Werkes über den Erdmagnetismus citirt gefunden zu haben, kann mich aber nicht mehr erinnern, wo. Unsere Bibliothek besitzt nur den ersten Theil, welcher 1819 in Christiania erschienen ist, und unsre Bibliothekare meinen, dass der zweite Theil noch nicht erschienen sei.¹⁶⁶ Haben letztere Unrecht, oder beruht jenes Citat vielleicht auf einem Irrthum?

Mit grösster Hochachtung

stets

Ihr ergebenster Diener

Göttingen den 22 December 1832.

C. F. Gauß

¹⁶⁴ Siehe „Intensitas vis magneticae terrestri ad mensuram absolutam revocata“ in den „Göttin- gischen Gelehrten Anzeigen“ sowie eine verbesserte Version in den „Astronomischen Nachrichten“ (Gauß 1832).

¹⁶⁵ Dieser Band erschien erst im Jahre 1841 (Gauß 1841a).

¹⁶⁶ In der Tat gab es keinen zweiten Teil, siehe hierzu Kap. 5.2.

P. S. Ich finde jetzt ein solches Citat im physikalischen Wörterbuche Th. 1 pag. 155.¹⁶⁷ Allein ich sehe, dass der dort als T. II. citirte nur der besonders paginirte Anhang des ersten Theils ist. Ob aber dieses Citat dasselbe ist, was mich früher, zu einer Zeit wo ich das Buch nicht gleich zur Hand hatte, zweifelhaft gemacht hatte, kann ich mich nicht mehr erinnern.

[Vermerk] Richtige Abschrift [Unterschrift]

Brief Nr. 5

Hansteen an Gauß, o.D., o.O.

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe A : Hansteen, Nr. 3, 8 S.

Bemerkung: nicht von Hansteens Hand geschrieben

Hochzuverehrender Hr. Hofrath,

Schon das Siegel Ihres letzten Briefes zog mich an. Einige Tage, ehe ich ihn erhielt, redete ich mit unserm Philosophen Treschow¹⁶⁸ von Ihnen. Er äußerte unter andern: „Gauß schreibt nicht viel“. Ich antwortete: es sey eine löbliche Sitte der Mathematiker und Astronomen ersten Ranges, nichts zu veröffentlichen, als was classisch wäre und den Gegenstand erschöpfte, und zu solchen Arbeiten gehöre Zeit; übrigens hätten Sie viele gediegene Abhandlungen in Comment. Gotting.¹⁶⁹ geschrieben, welche ihm vermuthlich unbekannt waren. Das Siegel Ihres Briefes, welchen ich einige Tage später erhielt, war mir daher auffallend, weil es mit deutlichen Worten meine Aussage bestätigte. Ich habe mehrmals gegen Kupffer und Erman meinen Unwillen über die unter den deutschen Gelehrten niedern Ranges herrschende überschwängliche Schreiblust geäußert. Nicht sobald haben diese Herren eine unreife Idee aufgefaßt, als sie eilen, dieselbe bekannt zu machen. Dadurch werden die Bibliotheken überfüllt, die Lese-lust geschwächt und die Achtung vor dem hohen Berufe des Schriftstellers vermindert. Wie man sich in London und Hamburg verwundern muß, wer da kauft, so sieht es aus, als werde es in der gelehrten Welt dahin kommen, daß niemand mehr liest, sondern alle schreiben; und damit hebt sich denn dieser Unfug von selbst auf.

Daß ich Ihnen nicht schon längst die beiden andern verlangten Karten geschickt habe, ist gar nicht, weil ich eine Antwort von Ihnen erwartete. Sie können einen weit angemesseneren Gebrauch von Ihrer Zeit machen, und ich bin weit davon entfernt, Ansprüche in dieser Hinsicht zu haben. Doch hegte ich einigen Zweifel, ob Sie mit der überschickten fragmentarischen Karte zufrieden wären, oder ob Sie wünschten,

¹⁶⁷ Siehe „Abweichung der Magnetnadel“ (Horner 1825, S. 155).

¹⁶⁸ Niels Treschow (1751–1833), norwegischer Philosoph und Politiker, seit 1825 Mitglied der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm.

¹⁶⁹ Commentationes Societatis Regiae Scientiarum Gottingensis.

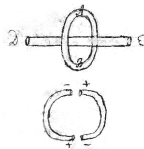
daß ich suchen möchte, die Lücken in der südlichen Kugel durch Muthmaßungen auszufüllen. Auch habe ich vergebens auf Antwort von Erman gewartet, welchen ich gebeten hatte, mir seine Beobachtungen in der südlichen Kugel mitzutheilen. Wiewol ich erklärte, daß ich selbst gar keinen Gebrauch von diesen machen wollte, sondern daß sie nur Ihren theoretischen Untersuchungen zur Grundlage dienen sollten, und wiewol der gute Mann von mir selber die Mittheilung eines Theiles meiner Beobachtungen zum Behufe seines Reiseberichtes verlangt und ohne die geringste Schwierigkeit erhalten hat, hat es ihm doch nicht beliebt, die Tugend der Wiedervergeltung zu üben.

Bei Absendung der vorigen Karte hatte ich schon die andern beinahe fertig, welche den auf den Meridian lothrechten Theil der Kraft vorstellt; da mir aber Seine Majestät zu der Zeit die Aufsicht über die geographische Vermessung Norwegens anvertraute, ward ich genöthigt, eine Reise nach Drontheim zu unternehmen, um einige Azimuthe zu beobachten, was mir einen ganzen Monat kostete. Darnach haben mich andre Geschäfte abgehalten, sie zu vollenden. Da Sie in Ihrem letzten Briefe keine Bemerkung über die Mängel der überschickten Karte gemacht haben, vermuthe ich, daß Sie dieselbe gleichwol, wie sie ist, brauchen können, und habe daher angefangen, an No. 2 zu arbeiten. Diese Karte hat indessen mehrere besondere Schwierigkeiten. Wir besitzen leider keine Sammlung gleichzeitiger

[S. 2] Abweichungsbeobachtungen über die ganze Erde. Ich habe vor mehreren Jahren die englische Admiralität ersucht, in je fünf oder zehn Jahren einen Auszug aus den besten derjenigen magnetischen Beobachtungen zu veröffentlichen, welche alljährlich von den auf allen Meeren kreuzenden englischen Kriegsschiffen an das hydrographical office in London abgeliefert werden. Die neuesten Abweichungsbeobachtungen, welche ich vom Südmeere habe, sind gegen 30 Jahre alt, und ob sich gleich die Abweichung hier an den meisten Stellen nur sehr langsam ändert, können sich doch Veränderungen von einem Grade und darüber ereignet haben. Nun ist die Abweichung ($= d$) im größten Theile des Südmeeres ziemlich gering, und mithin wird die Kraft $\eta = F \cdot \cos i \cdot \sin d$, welche auf dieser Karte vorgestellt werden soll, eine sehr kleine Größe. Nur an einer Stelle, nämlich an der Westküste von Nordamerika, steigt sie zu ungefähr $\frac{1}{4}$ von Humboldts Einheit (0,239), am Feuerlande, und an der Westküste von Afrika nahe am Aequator zu 0.3. Ein kleiner Fehler in der Abweichung d oder eine Vermengung älterer und neuerer Beobachtungen gibt also den krummen Linien eine ganz falsche Gestalt, und macht es überaus schwierig, an einzelnen Stellen zu entscheiden, ob drei oder mehrere Punkte, wo φ ungefähr die nämliche Größe hat, zu einer und derselben krummen Linie gehören, oder ob zwischen diesen Punkten vielleicht ein kleines Maximum oder Minimum liegt. Dazu kommt noch endlich, daß die beiden letztern Karten die Kenntniß aller drei magnetischen Erscheinungen erfordern; und es geschieht oft, daß ich nur die 2 habe und mir die 3^{te} fehlt.

Da ich deswegen mit diesem Briefe noch nicht die zweite Karte übersenden kann, erbitte ich mir die Erlaubniß, einige Bemerkungen äußern zu dürfen, welche durch Ihre Briefe und die Anzeige Ihrer Abhandlung: *Intensitas vis magneticae terrestris &c.* in den Götting[ischen] gelehr[en] Anz[eigen]¹⁷⁰ veranlaßt sind.

Sie nehmen an, die Ursache der magnetischen Thätigkeit der Erde sey die Gesamtwirkung aller in dem ganzen Erdkörper unregelmäßig vertheilter (also nicht systematisch geordneter) magnetisch polarisirter Moleculen. Bei dieser Vorstellungsart scheint mir folgende Schwierigkeit zu seyn. Die Wirkung einer polarisirten Molecule auf eine andre, die einen endlichen Abstand von derselben hat, muß eine verschwindende Größe seyn; denn die Anziehung des positiven Poles muß durch die Abstößung des negativen Poles aufgehoben werden, inmaßen die absoluten Kräfte bei d[em] Abstand r beider als gleich groß angenommen werden müssen. Nur wenn mehrere solche Moleculen in unmittelbarer Berührung mit einander und so systematisch geordnet sind, daß der positive Pol der einen den negativen der andern berührt, werden die entgegengesetzten Kräfte an den beiden entgegengesetzten Enden des Systems frei, und können dann erst auf Abstand wirken. Ein solches System aber macht, was man nennt, einen Magneten oder eine magnetische Axe aus. Wenn man durch einen stählernen Ring AB einen Meessingdraht DE steckt und durch diesen einen elektrischen Strom leitet, so werden die Moleculen des stählernen Ringes zwar polarisirt, aber der Ring zeigt gleichwohl keinen freien Magnetismus, ehe er zerbrochen wird; dann erst zeigen die Endflächen entgegengesetzte Polaritäten. Nehmen wir also an, daß diese polarisirten Moleculen im Erdkörper ganz ohne alle Ordnung vertheilt sind, so scheint mir, daß ihre Totalwirkung auf einen Punkt der Erdoberfläche = 0 seyn müsse; nehmen wir aber an, daß sie systematisch geordnet sind, so kommen wir wieder zur Idee von einer oder mehreren Axen.



Alle drei magnetische Erscheinungen der Erde zeigen überdies eine so vollkommene Symmetrie auf beiden Halbkugeln, daß wenn man durch den Aequator die südliche Halbkugel

[S. 3] von der nördlichen scheidet, und die erstere umdreht, die auf den beiden Hälften der Karte gezogenen Liniensysteme völlig ~~gleich gebildet~~ ^{ähnlich}¹⁷¹ und einerlei gelegen sind, so daß in dem einen keine Figur gefunden wird, welche keine

¹⁷⁰ Anzeige der „*Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata*“ von Gauß (Gauß 1832).

¹⁷¹ Das Wort „ähnlich“ ist im Original über die zwei durchstrichenen Wörter „gleich gebildet“ geschrieben.

entsprechende in dem andern hätte. Auf beiden Halbkugeln findet eine Duplicität Statt, nämlich ein größeres und ein kleineres System von östlichen und westlichen Abweichungen, von Maximum und Minimum der Inclination und Intensität. Diese große Symmetrie aller drei Erscheinungen, welche immer auf dieselben 4 Hauptpunkte hinweist, scheint mir einer ganz unregelmäßigen Vertheilung stark zu widerstreiten und auf eine doppelt systematische Anordnung in 2 Hauptrichtungen, weder auf mehr noch weniger, hinzudeuten. Ich habe daher keinen Grund, gerade diese Darstellungsart allein auszuschließen, welche doch die einzige ist, auf welche die Natur so deutlich hinweist, und ich vermuthete daher, die Analyse werde ein Resultat herausbringen, welches sich der Vorstellung von 2 Magnetaxen ziemlich nähert.

Die von Ihnen vorgeschlagene vierte Karte, vorstellend die magnetischen Loxodromien für den Winkel 90° , ist besonders merkwürdig. Wenn ich mit den 3 andern fertig bin, will ich versuchen, eine solche auszuführen. Nur befürchte ich, der vorher bemerkte Mangel der Gleichzeitigkeit der Abweichungsbeobachtungen werde ihrer Genauigkeit Eintrag thun. Auf jeden Fall wird sie doch ein nützlich Supplement zu den 3 andern. Vor mehreren Jahren her erzählte mir Etatsrath Oersted, Sie hätten – ich glaube in Altona – gegen ihn den Wunsch geäußert, ich möchte eine Karte von einer andern Art, als die gewöhnlichen 3, construiren; da aber Oersted kein Mathematiker ist, hatte er Ihre Meinung nicht klar aufgefaßt und konnte noch weniger sie mir begreiflich machen. Ich vermuthete, Sie wünschten die Art Linien, welche Euler routes magnetiques nennt, d. i. Curven, zu welchen die horizontale Magnetnadel überall Tangente ist, und hatte daher beschlossen, eine solche Karte zu liefern. Jetzt aber vermuthete ich, es sey dasselbe System von Trajectorien, welche jene unter rechten Winkeln schneiden, was Sie damals, wie jetzt, gewünscht haben.

Stellet man sich die Intensitäten der verschiedenen Punkte einer Magnetnadel als Ordinaten in einer krummen Linie vor, so muß diese Linie transcendent seyn, da sie die Axe unendlich viele Male schneiden kann. Indessen muß ein kurzes Stück derselben ziemlich genau durch eine parabolische Linie vorgestellt werden können, deren Gleichung ist $y = mx'$. Ich nahm $y = mx^2$ an, weil diese Hypothese besser zu den Versuchen mit den Stellungen einer Magnetnadel nahe einem Magneten stimmte, wie auch zu den Linien, welche von um den Magnet gestreuten Feilspähnen gebildet werden, als die Hypothese $y = mx$. Es versteht sich aber, daß eine ungleiche Potenz den Vorzug hat, da sie Zeichen mit x wechselt. Meine Absicht war nur, eine leidliche Annäherung durch leichte Formeln zu ermitteln. Sie haben gewiß völlig Recht, daß die Vertheilung nicht eins in allen Magneten ist, und daß man sonach bei einer so feinen Bestimmung, wie diejenige der absoluten Intensität des Erdmagnetismus, sich so viel wie möglich von der Kenntniß dieses Gesetzes unabhängig machen muß. Ich hatte nicht geglaubt, daß dies möglich sey.

Die Idee, das Brett, worauf sich der Magnet und die Nadel befinden, zu drehen, bis die Nadel wieder rechte Winkel mit dem Magnet bildet, ist vortrefflich.

Anlangend die Bestimmung des Einflusses der Temperatur auf die Schwingungen einer Nadel, hatte ich mit dem in Pogg. Ann. B. 9 S. 161¹⁷² beschriebenen Apparate

[S. 4] durch Mittel vieler Versuche gefunden $\frac{T}{1+\alpha(t-t')}$, wo T und T' die bei den Temperaturen t und t' beobachteten Schwingungszeiten sind und $\alpha = 0,000394$. Ob ich aber gleich in diesem Apparate, wenn es die Temperatur der Luft hatte, mit einer Anfangselongation = 20° ohne Schwierigkeit bis auf 100 Schwingungen beobachten konnte, hatte es die sonderbare Eigenschaft, daß es, wenn es erwärmt wurde, schnell die Schwingungen der Nadel in dem Grade veränderte, daß ich bisweilen nicht mehr als 100 beobachten konnte. Bisweilen nahm der Schwingungsbogen wieder zu und überstieg die Anfangselongation. Als das merkwürdigste Beispiel will ich folgende Beobachtung den 10 Sept[ember] 1826 anführen:

[Spaltenüberschriften: Uhrzeit, Temperatur des Apparates, Schwingungsbogen der Nadel]

Uhrzeit.	Temperatur des Apparates.	Schwingungsbogen der Nadel.
5 ^h 42'	47. 1	20 ^o
— 45	48. 2	14
— 50	48. 5	16
— 53	48. 4	23 ³ / ₄
— 55	48. 1	18 ¹ / ₂
— 57	47. 4	22
6 ^o 0	46. 8	19 ¹ / ₄
— 3	46. 4	25
— 16	42. 7	17 ¹ / ₂
— 17	42. 7	19 ³ / ₄
— 31		20
— 47	38. 0	7
7 ^o 0	36. 1	4
— 32	31. 0.	3

Der Versuch fing hier an, als die Uhr zeigte 5^h42' mit der Temperatur +47.1 und dem Schwingungsbogen 20°; bei der 60st Schwingung war die Temperatur gestiegen auf 48.2 und der Bogen hatte abgenommen bis 14°; darauf fing letzterer wieder an zuzunehmen und wuchs zu 23 ³/₄° bei der 200st Schwingung, nahm darauf mehrere Male ab und zu zwischen den Gränzen 17 ¹/₂° und 25° und war, als die Uhr 6^h31' wies, noch = 20°, um welche Größe sich also der Schwingungsbogen 49 Minuten lang gehalten hatte. Noch 1 Stunde 50 Minuten nach dem Anfange des Versuches schwang die Nadel 3° an jeder Seite des Meridians. Diese sonderbare Eigenschaft des erwärmten Metallapparates läßt sich wol auf keine andre Art erklären, als daß man annimmt, es entstehe in demselben durch die Erwärmung eine elektrische oder elektromagnetische Thätigkeit. Und da diese möglicher Weise Einfluß auf die Schwingungszeit selbst haben kann, fand ich es am gerathensten, einen andern Apparat zu verfertigen, wozu kein Metall angewendet wurde. In einem großen Glascylinder, gleich dem

172 Siehe „Ueber Beobachtungen der magnetischen Intensität bei Berücksichtigung der Temperatur, so wie über den Einfluß der Nordlichter auf die Magnetnadel“ (Hansteen 1827b).

am angeführten Orte bei Poggendorf [sic] beschriebenen Messingcylinder, wurde ein loser hölzerner Boden angebracht, welcher herausgenommen werden konnte. In diesem ließ ich den Cylinder in einer stark geheizten Stube schwingen, nachdem der Boden weggenommen war; darauf setzte ich wieder den Boden ein und setzte auf denselben einen Teller mit Schnee und Salz, wodurch sich die innere Temperatur des Apparates zur Nähe des Gefrierpunktes abkühlte. Dieser Apparat zeigte keine solche Anomalien; auch nicht der Messingapparat, wenn ich ihn unter der Temperatur der umgebenden Luft abkühlte. Durch Mittel von 3 Versuchen mit dem Glasapparate fand ich $d = 0,000274$, welcher der Ihnen mitgetheilte Werth ist, welchen ich bei der Reduc-tion meiner Beobachtungen auf der sibirischen Reise gebraucht habe. Ich habe nun wieder die 5 besten Beobachtungen mit beiden Apparaten berechnet

[S. 5] und den wahrscheinlichsten Werth für $\alpha = 0,0003423$ mit dem wahrschein-lichsten Fehler $= \pm 0,00000176$ gefunden. Also wird $\log \text{brigg} (1 + \alpha t) = 0,0001487 \dots t$, folglich (wie ich bereits aus den Beobachtungen in Sibirien vermuthete) etwas größer, als der vorige Werth ($\log(1 + \alpha t) = 0,000118 t$), welchen ich Ihnen im letzten Briefe mittheilte.

Um mein Verfahren noch mehr zu erläutern; will ich folgende Beobachtung mit dem Messingapparate den 20 Nov[ember] 1826 Nachmittags anführen:

No.	t	J
1	- 3°, 12	827,37
2	+ 46,90	842,21
3	+ 44,20	842,29
4	- 1,92	827,29

t ist eine Mittelzahl der Temperatur eines im Apparate eingelegten Thermometers, welche bei jeder 50sten Schwingung angezeichnet ist, T ist die Zeit von 300 Schwin-gungen reduzirt zu unendlich kleinen Bogen, und wahrscheinlich bis auf weniger, als $\frac{1}{10}$ Secunde sicher. Bei der Beobachtung No. 2 war die Temperatur noch etwas im Steigen; bei No. 3 dagegen nahm sie langsam ab. No. 1, verglichen mit No. 4, zeigt, daß die tägliche Variation während des Versuches unmerklich gewesen ist. Medium von 2 und 3, verglichen mit medium von 1 und 4, gibt $\alpha = 0,0003752$.

Ferner will ich folgende Beobachtungen in Sibirien anführen, welche die Richtigkeit des obigen Werthes von α zu bestätigen scheinen:

[Spaltenüberschriften: T' , t , r , e , x , Filament

Erste Spalte: Krasnojarsk, Tomsk.

Beide Bemerkungen am rechten Rand der Tabelle: „an einem andern Orte in der Stadt“]

				T'	t	r	e	x	Filament
Krasnojarsk	1	1829	Jan. 23, 10 ^h 11' Vorm.	724 ⁿ .09	-20 ⁿ .8	-22 ⁿ	20 ^o	85	No 1
	2	1829	Aug. 8, 5 ^h 47' Nachm.	732.13	+19.9	0	20	100	No 2
	3	1829	Aug. 21, 6 ^h 35' Nachm.	732.56	+16.35	0	20	100	No 2
Tomsk	1	1829	Jan. 2, 1 ^h 8' Nachm.	731 ⁿ .83	-16 ⁿ .95	-22 ⁿ	20 ^o	80	No 2
	2	1829	Jan. 14, 0 ^h 4' —	731.66	+20.9	-22 ^o	20	85	- 1
	3	1829	Sept. 10, 2 ^h 28' —	739.36	+15.3	-2	20	100	- 2 ...

T' bezeichnet hier ein Mittel aus 7 Werthen der Zeit von 300 Schwingungen; t das Mittel der Temperatur am Anfange und Ende des Versuchs, r den täglichen Gang der Uhr, e den Schwingungsbogen am Anfange, x die Nummer der Schwingung, wo der Bogen war = $\frac{1}{2} e$ (10°). Das Filament No. 1 war ganz einfach, und seine Torsionskraft kann angesehen werden = 0; No. 2 war ein zusammengesetztes, welches in Schum. astron. Nachr.¹⁷³ erwähnt wurden; die Reduction dieser Beobachtungen gibt also folgende Resultate:¹⁷⁴

	Krasnojarsk		
	1	2	3
$\log T' =$	2.85979	2.86459	2.86484
Correct. für die Temperatur = t	+ 309	- 295	- 243
— für den Bogen e	- 43	- 34	- 34
— für die Retard. der Uhr	- 11	0	0
Torsion	0	+ 39	+ 39
$\log T =$	2.86234, $J = 728n.35$	2.86149, $J = 726n.93$	2.86226, $J = 728n.22$
	Tomsk		
	1	2	3
$\log T' =$	2.86441	2.86431	2.86386
Correct. für $t =$	+ 251	+ 310	- 227
— $e =$	- 40	- 43	- 24
— $x =$	- 11	- 11	- 1
Torsion	+ 39	0	+ 40
$\log T =$	2.86680	2.86687	2.86644
$J =$	735 ⁿ .87	735 ⁿ .99	735 ⁿ .26

[S. 6] Alle sind auf freiem Felde beobachtet, aber No. 2 und 3 in Krasnojarsk an einem andren Orte in der Stadt, als No. 1, und ebenfalls No. 3 in Tomsk anderswo, als No. 1 und 2. Demungeachtet stimmen diese Beobachtungen nach der Reduction so gut überein, als man nur verlangen kann, wiewol zwischen den Winter= und Sommerbeobachtungen $\frac{3}{4}$ Jahre verlaufen und Variationen von $1''$ im Verlaufe des Jahres nicht

173 Die „Astronomischen Nachrichten“ wurden von Heinrich Christian Schumacher herausgegeben.
 174 Es folgt eine Tabelle mit den Daten: $\log T'$, Correct. für die Temperatur = t , Correct. für den Bogen e , Correct. für die Retard. der Uhr, Torsion für Krasnojarsk und Tomsk.

selten sind. In Krasnojarsk ist No. 1 eine Vormittags=, No. 2 und 3 Nachmittagsbeobachtungen, da T gewöhnlich $1\frac{1}{2}$ Secunden kleiner ist, als des Vormittags.

Die von Ihnen vorgeschlagene Methode, den Einfluß der Temperatur durch gleichzeitiges Observiren zweier Nadeln, der einen in einem kalten, der andern in einem warmen Locale und darnach durch Umtauschen derselben zu bestimmen, ist ganz vortrefflich. Ich habe sie lange angewandt, um das Localverhältniß zwischen zwei verschiedenen Stellen im Hause zu bestimmen, wenn ich genöthigt worden bin, den Beobachtungssplatz zu verändern. Da man blos die ersten und letzten Schwingungen einer jeden Nadel zu observiren braucht, so können beide Observationen fast ganz gleichzeitig seyn.

Der zweite Theil meines Magn. d. Erde,¹⁷⁵ welcher vom Nordlichte handeln sollte, ist nicht herausgekommen, und kommt wol nie unter der Form heraus. Ich habe bei dem ersten so viel verloren, daß, wenn ich einen solchen Band unter ähnlichen Umständen schreiben sollte, ich ein ruinirter Mann werden würde. Ich habe einmal Poggendorff zu verstehen gegeben, daß ich alles zur Geschichte des Nordlichtes Gehörige, was mir bekannt ist, in einem kurzen Aufsatz für seine Annalen zusammenziehen könnte; da er mir aber nicht darauf geantwortet hat, vermuthe ich, es sey ihm nichts daran gelegen. Ich ließ 1819 mir große künstlichen Magneten verfertigen, jeden bestehend aus 32 Stangen von 3 Fuß Länge, um mit denselben zu versuchen, ob nicht die Vereinigung der entgegengesetzten Pole starker Magnete in luftleerem Raum Luftphänomene wie das Nordlicht hervorbringen könnte. Es war mir eine Freude, zu sehen, daß Faraday¹⁷⁶ nunmehr Luftphänomene durch den Magneten, wiewol auf eine andre Art hervorgebracht hat.¹⁷⁷ Sonach ist die von mir in der Einleitung zum Magn[etismus] d[er] Erde S. 13 so bestimmt ausgedrückte Vermuthung von der genauesten Verbindung zwischen dem Erdmagnetismus und dem Nordlichte zur Wahrheit geworden. Auch hoffe ich, die S. XII in der Vorrede geäußerte Verbindung zwischen einer stärkern magnetischen Intensität und einer geringern Temperatur, wovon die Hudsonsbay, der östliche Theil Sibiriens und das Feuerland so deutliche Beispiele gibt, werde sich als richtig bewähren. Dr. Brewster hat diese Idee erfaßt und, so viel ich bemerkt habe, für seine eigene ausgegeben. Da er kurz vorher mein Buch in seinen Journale angezeigt, und sogar mein Ausdruck auf derselben Seite XII der Vorrede als

175 Siehe „Untersuchungen über den Magnetismus der Erde“ (Hansteen 1819).

176 Michael Faraday (1791–1867), 1833 Professor für Chemie an der Royal Institution in London, unterrichtete auch an der Royal Military Academy in Woolwich.

177 Siehe „Experimental Researches in Electricity. Second series“ von Michael Faraday: „I hardly dare venture, even in the most hypothetical form, to ask whether the Aurora Borealis and Australis may not be the discharge of electricity, thus urged towards the poles of the earth“ (Faraday 1832, S. 177). Vgl. hierzu Alexander von Humboldt: „1831. Faraday’s Inductionsströme [...] große Entdeckung der Lichtentwicklung durch Magnete“ (Humboldt 1845–1862: 4, S. 70–71).

abgeschmackt getadelt hatte,¹⁷⁸ wird er schwerlich vorgeben können, diese Aeußerung nicht gelesen, mithin seine Kältepole nicht bei mir gefunden zu haben.¹⁷⁹

Ihre Anzeige in Gött[ingischen] gel[ehrten] Anz[eigen] 205–206–207¹⁸⁰ hat ganz besonders meine Sehnsucht erregt, Ihre Arbeit in ihrem ganzen Umfange kennen zu lernen. Ich will mir darüber ein Paar kleine Bemerkungen erlauben.

Humboldt ist nicht der Erste, welcher Aufschlüsse über die Intensität des Erdmagnetismus gegeben hat, sondern de Rossel.¹⁸¹ Schon neun Jahre früher beobachtete dieser Schwingungen einer Neigungsnadel in Brest, auf Teneriffa, Java, Amboina, und im Van=Diemens=Lande. Er reduzirte auch die Schwingungszeit zu unendlich kleinen Bogen, und vergewisserte sich von der Unveränderlichkeit der Nadeln dadurch, daß er nach der Rückkehr von Van=Diemens=Land noch ein Mal auf Amboina beobachtete. Hieraus erhalte er, daß, wenn die Intensität auf Amboina gesetzt wird = 1,

178 Brewster war der Autor der in den Jahren 1820 und 1821 in dem „Edinburgh Philosophical Journal“ erschienenen Besprechung von Hansteens „Untersuchungen über den Magnetismus der Erde“ (siehe Kap. 2.6.3). Hansteen hatte in seinem Werk geschrieben: „Europas Mathematiker haben seit Keplers und Newtons Zeiten sämmtlich die Augen gen Himmel gekehrt, um die Planeten in ihren feinsten Bewegungen und gegenseitigen Störungen zu verfolgen; es wäre zu wünschen, daß sie jetzt eine Zeitlang den Blick hinab in den Mittelpunkt der Erde senken möchten, denn auch allda sind Merkwürdigkeiten zu schauen. Es spricht die Erde mittelst der stummen Sprache der Magnetnadel die Bewegungen in ihrem Innern aus, und verstünden wir des Polarlichtes Flammenschrift recht zu deuten, so würde sie für uns nicht weniger lehrreich seyn“ (Hansteen 1819, S. XI–XII). In der Besprechung von Brewster wurde genau diese Stelle übersetzt wiedergegeben: „«The mathematicians of Europe,» (says Mr Hansteen, with more truth than taste), «since the times of Newton and Kepler, have all turned their eyes towards the heavens, to follow the planets in their minutest movements and mutual disturbances: it is to be wished, that now for a while they could cast a glance down into the centre of the earth, for there also wonders are to be seen. By the stifled voice of the magnetic needle, the earth proclaims the movements of her interior; and could we rightly interpret the flaming page of the polar light, it would not be less instructive for us“ (Brewster 1820/1821, S. 127). Es war also der in Klammern stehende Zusatz „(says Mr Hansteen, with more truth than taste)“, den Hansteen als Tadel empfunden hatte („abgeschmackt“).

179 Siehe die Abhandlung „Observations on the Mean Temperature of the Globe“ von David Brewster in „Transactions of the Royal Society of Edinburgh“ (Brewster 1821). Hansteen wird von Brewster auf Seite 223 zitiert. Hierzu siehe auch den Brief von Hansteen an Alexander von Humboldt vom 22. Juni 1852 (Anhang 4, Briefzitat auf S. 2).

180 Anzeige der „Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata“ (Gauß 1832).

181 Elizabeth Paul Édouard de Rossel (1765–1829) nahm 1791 an der von Joseph-Antoine Raymond Bruny d’Entrecasteaux (1739–1793) geleiteten Expedition auf den Schiffen „La Recherche“ und „L’Espérance“ teil, die von Brest absegelten. Die Aufgabe war, nach Spuren der vermissten La Perouse-Expedition zu suchen sowie weitere wissenschaftliche Beobachtungen und Entdeckungen zu machen. Bruny d’Entrecasteaux segelte über Kap Horn in den Südpazifik. Über Van Diemens Land kam er nach Neu Guinea, nach Amboina usw. Er starb 1793 auf Neu Guinea. Siehe hierzu „Voyage de d’Entrecasteaux envoyé à la recherche de la Pérouse“ von Elizabeth Paul Édouard de Rossel (Rossel 1808). Siehe ferner „The Study of Earth’s Magnetism (1269–1950): a Foundation by Peregrinus and subsequent Development of Geomagnetism and Paleomagnetism“ (Courtillet/Le Mouël 2007, S. 13–14).

diejenige in Van=Diemens=Land war = über 1,6 und in Brest über 1,3. Humboldt machte keine Reduction für die Größe des Bogens; es ist nicht einmal bekannt, ob die Anfangs=Elongation immer dieselbe war; für die Unveränderlichkeit seiner Nadel hat man keinen Beweis; denn er kehrte ihre Pole in Mexiko um; er beobachtete nicht die Zeit einer

[S. 7] gewissen Anzahl Schwingungen, sondern die Anzahl von Schwingungen in einer gegebenen Zeit (10 Minuten); und da diese Anzahl immer in ganzen Zahlen angegeben wird, so steht seine Beobachtungsweise in jedem Betrachte an Genauigkeit weit hinter der Rossells. Der größte Theil der Humboldtschen Reihe fällt zufällig zwischen die Intensitätslinien 1.3 und 1.2; da Rossells Reihe reicht bis 1,6 in der südlichen und 1.35 in der nördlichen Kugel, so daß man aus letzterer mit noch größerer Evidenz das einzige Resultat ziehen könnte, was sich aus diesen isolirten Beobachtungen ermitteln läßt, nämlich daß die Intensität in beiden Halbkugeln gegen die Pole hin zunimmt. Humboldt hat sicherlich viele, vielleicht sogar große Verdienste; da er sich aber selber immer den gehörigen Ruhm zuzuthemen weiß, scheint mir nicht, daß man nöthig hat, diesen dadurch zu erhöhen, daß man ihm mehr zumißt, als ihm mit Fug und Recht zukömmt. (Siehe die pomphafte Einleitung einer kleinen Abhandlung in Pogg. Ann. B. XV,¹⁸² wo man, nachdem man an die Periode erinnert worden, in welcher Fermat¹⁸³ und mehrere Mathematiker durch glänzende Entdeckungen den Wissenschaften einen neuen Aufschwung ertheilten, erwarten sollte, in das innerste Heiligthum der Natur hineingeführt zu werden; nach dem Durchlesen finde ich wenigstens kein anderes Resultat, als die Mittheilung von 5 – 6 Neigungsbeobachtungen zwischen Berlin und Paris, im gleichen einige unreife Ideen und meines Bedünkens ganz unrichtige Vermuthungen über verschiedenerlei Gegenstände, unter die Theorie des Erdmagnetismus gehörig). Wol möglich, daß ich etwas parteiisch gegen ihn bin; denn er hat mich immer mit einer vornehmen Hintansetzung behandelt, deren Grund ich nicht einsehen kann, und nie meinen Namen genannt, außer wo er glaubte, Anlaß zu Tadel zu finden. Ich bitte daher, diese freimüthige Aeußerung zu entschuldigen, welche Sie blos als Ausübung des jus talionis¹⁸⁴ ansehen mögen.

Im strengsten Sinne ist kein Zweifel, daß die comparative Methode, wodurch die magnetische Intensität bestimmt wird, nicht einen logischen Cirkel enthalte, und daß eine absolute Methode eine höchst wünschenswerthe und äußerst wichtige Entdeckung sey. Indessen kann es einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit für die Brauchbarkeit der Methode geben, wenn man keine bessere hat. Die Erfahrung lehrt, 1, daß der Verlust von Intensität, welchen alle stark gehärtete Nadeln erleiden, am größten in den ersten Monaten nach der Magnetisirung ist und sich nach und nach

¹⁸² Siehe „Ueber die Mittel, die Ergründung einiger Phänomene des tellurischen Magnetismus zu erleichtern“ (Humboldt 1829a).

¹⁸³ Pierre der Fermat (1607/8–1665), herausragender französischer Mathematiker, der als Jurist in Südfrankreich tätig war.

¹⁸⁴ Lat. ius talionis = das Recht auf gleiche Wiedervergeltung eines empfangenen Schadens am Körper.

vermindert, bis sie eine gewisse Gränze erreichen. 2, Ferner ist es aus Beobachtungen mit solchen Nadeln, welche dieser Gränze schon nahe sind, sichtlich, daß die jährliche Veränderung in der horizontalen Intensität der Erde so gering ist, daß sie im Laufe weniger Jahre als verschwindend betrachtet werden kann. Man kann also fast mit völliger Gewißheit bestimmen, ob eine Nadel sich im Laufe eines Jahres verändert habe, oder nicht; und wenn sie der Gränze erst so nahe gekommen ist, daß ihre Veränderung die jährliche Veränderung des Erdmagnetismus nicht übersteigt, so wird sie im folgenden Jahre aller Wahrscheinlichkeit nach noch geringer werden oder ganz aufhören. 3, Endlich ist es ganz unwahrscheinlich, daß die Intensität der Nadel zunehmen könne; wenn also die Schwingungszeit einer Nadel kürzer wird, muß dies allein dem Zuwachse des Erdmagnetismus zugeschrieben werden. So gab meine Nadel durch Mittel von Vormittag und Nachmittag folgende für Temperatur corrigirte Schwingungszeiten in Christiania

1820	.	.	.	814	"	50
1830	.	.	.	816	"	52
1831	.	.	.	816	"	85
1832	.	.	.	816	"	04

Es ist hier wol unzweifelhaft, daß die Intensität des Erdmagnetismus etwas von 1820 bis 1830 abgenommen und von 1830 bis 1832 wieder etwas zugenommen hat. Es versteht sich aber, es läßt sich immerhin denken, daß sie von 1820 bis 1832 absolut etwas zugenommen haben könne, statt daß die comparative Methode mit der Nadel eine äußerst geringe Abnahme zeigt. Aus der Erfahrung No. 1 scheint es indeß sehr wahrscheinlich, daß man mit dieser Nadel Veränderungen nach Verlauf von 100 Jahren müßte bestimmen können, wenn diese ein Paar Zeitsecunden übersteigen, vorausgesetzt daß solche Nadeln sich wirklich einer gewissen festen Gränze nähern. Allein Gewißheit ist besser als Vermuthung.

Auf Reisen wird wol die comparative Methode mit kleinen und leichten Nadeln immer gebraucht werden, wie ein solcher Apparat an jeder Stelle auf einem kleinen leichten Stativ leicht

[S. 8] aufzustellen ist und hinlängliche Genauigkeit gewährt. Selbst auf einer festen Station, wo es die Bestimmung der täglichen Variation gibt, sind die kleinen Nadeln ganz brauchbar, da man dadurch, daß man die Bewegung des Bildes der Theilungstriche des Bodens auf der blanken Endfläche des Cylinders beobachtet, das Aufhören jeder Schwingung fast mit der Genauigkeit $\frac{1}{10}$ Secunde bestimmen kann.

Es kommt mir vor, als hätte ich schon in der That das magnetische Elementargesetz, daß sich die gegenseitige Wirkung der Molecule umgekehrt wie die Quadrate der Abstände verhalte, außer allem Zweifel gesetzt, wiewol mein Beweis der Eleganz des Ihrigen ermangelt. Ist die Länge eines lineären Magneten = $2l$, die Intensität seiner Endpunkte = m , einer Molecule im Abstände = x , vom Indifferenzpunkte = $\frac{mx'}{r'}$, so

habe ich gefunden (Magn. d. Erde S. 144), daß seine Totalwirkung auf eine Molecule in der verlängerten Magnetaxe in einem Abstände = a vom Indifferenzpunkte (unter Voraussetzung jenes Elementargesetzes) seyn muß

$$K = 4m \left(\frac{1}{r+2} \cdot \frac{12}{a^3} + \frac{2}{r+4} \cdot \frac{14}{a^5} + \frac{3}{r+6} \cdot \frac{16}{a^7} + \dots \right)$$

und auf eine Molecule in der Perpendicularären durch den Indifferenzpunkt, aber in dem nämlichen Abstände von derselben

$$K' = 2m \left(\frac{1}{r+2} \cdot \frac{12}{a^3} - \frac{3}{2(r+4)} \cdot \frac{14}{a^5} + \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4(r+6)} \cdot \frac{16}{a^7} \dots \right)$$

In großen Abständen ist also ohne Rücksicht auf den Werth von r , r' , r'' , unabhängig von der Vertheilung des Magnetismus, $K = 2K'$, und beide verhalten sich umgekehrt, wie die Cubi der Abstände a . Nimmt man dagegen die Elementarwirkung als im umgekehrten Verhältnisse der 1st oder 3^{te} Potenz des Abstandes an, so würde nach den Formeln ibid. S. 125. 126 folgen, daß das erste Glied der Reihen K und K' die Factoren $\frac{12}{a^2}$ oder $\frac{14}{a^4}$ enthielte. Nun zeigt die Berechnung S. 131 der Versuche S. 128, 129, daß die Formeln, welche aus den 2 letztgenannten Hypothesen abgeleitet werden, himmelweit von der Wahrheit abweichen, daß hingegen die obigen Formeln K und K' von $a = 11 l$ bis $a = 4 l$ ¹⁸⁵ auf das allergenaueste mit dem Experimente übereinstimmen, welches sich noch deutlicher aus der Tabelle S. 133 zeigt. Zwar ist die Hypothese, daß die Intensitätscurve durch die Function $\frac{mx'}{r}$ vorgestellt werden könne, nicht ganz richtig; da aber die Formeln IV, V, VI, welche respective voraussetzen $r=1$, $r=2$, $r=3$, alle drei fast gleich gut mit dem Experimente übereinstimmen, so zeigt dieses augenscheinlich, daß in so großen Abständen die Vertheilung des Magnetismus im Magnete keinen merklichen Einfluß auf das Resultat hat.

Ich bitte Sie sehr, zu entschuldigen, daß ich Sie so lange mit diesen unbedeutenden und weitläufigen Bemerkungen aufgehalten habe, welche allein durch mein besonderes Interesse für die fragliche Sache hervorgerufen sind. Sobald es mir möglich ist, werde ich die zweite Karte übersenden und darauf mit der dritten anfangen. Mit der größten Hochachtung verharre ich

Ihr ganz ergebenster
Chr. Hansteen.

Die Neigung werden Sie auf freiem Felde wahrscheinlich mehrere Minuten kleiner finden als $68^{\circ}22'52''$

[Die Unterschrift und der darauf folgender Satz stammen von Hansteens Hand].

¹⁸⁵ Im Original: $a = 11 l$ bis $a = 4 l$.

Brief Nr. 6**Hansteen an Gauß, 14. Juli 1834, Kopenhagen**

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe A : Hansteen, Nr. 4, 3 S., mit Couvert

Copenhagen den 14^{ten} July 1834.

Hochgeschätzter H^r Hofrath!

Ich weiß kaum wie ich es entschuldigen soll, daß ich noch nicht die zwei letzten magnetischen Karten gesendet habe. Sie können kaum darauf zweifeln, daß die mathematische Behandlung der magnetischen Erscheinungen mir eben so viel interessiren müßen, als Ihnen. Die zweite Karte war schon halb fertig, da ich die erste abschickte; hier trafen mir [sic] aber verschiedene Schwierigkeiten. Zu den zwei letzten Karten braucht man die Abweichung; und da die Abweichungslinien viel verwickelter sind als die Neigungslinien, so werden auch die zwei letzten Karten viel schwerer zu construiren, als die erste. Um den Gang der Intensitätslinien nicht ganz zu verfehlen, müßte ich sehr viele nahe aneinanderliegende Punkte bestimmen; um dieses mit Leichtigkeit bewerkstelligen zu können, war ich genöthigt verschiedene Specialkarten über Declination und Neigung auf denselbigen Maasstaab zu reduciren, in welchen die algemeine Intensitätskarte construirt ist, so daß alle diese drei Generalcharten aufeinandergelegt werden könnten. Nachdem ich sehr lange vergebens auf Ermans Beobachtungen gewartet hatte, fieng ich diese Arbeit am Schlusse des vorigen Jahres an; zog mir aber durch anhaltendes Arbeiten eine Augenentzündung zu, so daß ich wieder aufhören müßte. Endlich war ich genöthigt, als Lehrer bei der hiesigen militairen Hochschule ein Lehrbuch über die mechanischen Wissenschaften und neun Vorlesungen über die mathematische

[S. 2] Geographie auszuarbeiten,¹⁸⁶ und da ich sehr kränklich und Hypochonder aus Rusland zurückkehrte, und deswegen nur wenige Stunden des Vormittags zu arbeiten im Stande war, so gieng die Arbeit sehr langsam von der Hand (*)

[Anmerkung von Hansteen am linken Rand des Briefbogens] (*) Diese Arbeit hat in beinahe zwei Jahren alle meine wenigen zur Arbeit tauglichen Freistunden aufgenommen.

Jetzt ist Gott Lob! diese Arbeit geendigt und der Druckerei übergeben, und ich bin daher wieder etwas freier. Sobald ich von Kopenhagen, wo ich jetzt eine kurze Zeit verweilen werde, wieder nach Christiania zurückkehre, werde ich die Arbeit wieder anfangen und fleißig betreiben. Ich darf kaum Ihre Vergebung wegen dieses großen Aufschubs erwarten. Gern hätte ich auch bloß durch ein Paar Worthe Ihren Urtheil über die vorige Karte gehört, ob der Maasstaab nicht zu klein war, ob Sie etwas dabei geändert wünschten, oder ob Sie sie in der jetzigen Form brauchen können. Jede

186 Siehe „Laerebog i Plangeometrie“ (Hansteen 1835) sowie „Laerebog i Mechanike“ (Hansteen 1836/1838).

schlaflose Nacht hat mein Gewissen mich [sic] sehr geplagt über die Aufschiebung dieser Arbeit.

Wie sehr muß ich bedauern, daß die Umstände mir nicht erlauben, H^{em} Etatsrath Ørsted nach Göttingen zu begleiten. Ihre Abhandlung über die absolute Bestimmung der magnetischen Intensität habe ich mit derselbigen Bewunderung durch studiert, als der mit welcher man ein Kunstwerck betrachtet. Es scheint mir ein wahres Kunststück von Beobachtungskunst und Calcule zu seyn.

[S. 3] H^r Etatsrath Ørsted hat versprochen mein Intensitäts-Apparat nach Göttingen mitzubringen, damit man eine unmittelbare Vergleichung zwischen der Göttinger Intensität und meiner großen Sibirischen Beobachtungs-Reihe erhalten [sic] könne; worinn jetzt auch Paris eingeschlossen ist, da H^r Arago¹⁸⁷ mir die Güte gezeigt hat, ein Paar Beobachtungen damit in dem Garten der Sternwarte anzustellen. Sie werden gewiß einen Gehülften überreden können, ein Par [sic] Beobachtungen damit auf freiem Felde in Göttingen anzustellen. Sehr wünschte ich eine Beobachtung zwischen 10 und 11 Uhr des Vormittags und eine zwischen 5 und 7 Nachmittags zu erhalten. Ich fange gewöhnlich die Beobachtung an mit ei[n]er¹⁸⁸ Elongation von 20° (bisweilen auch 30°), und notire bei welcher Schwingung sie auf die Hälfte abgenommen hat (10° oder 15°); notire die Uhrzeit und Temperatur bem Anfang und Ende; beobachte die Zeit der größten Elongationen und nicht des Durchgangs durch den magnetischen Meridian, welche letzte Methode leicht constante Fehler giebt, wenn das Instrument nicht genau aufgestellt ist (*); wie dieses allemal das beigelegte Observationsbüchlein¹⁸⁹ auszeigt.

[Anmerkung von Hansteen am linken Rand des Briefbogens] (*) auch suche ich das Instrument für die Sonnenstra[h]len zu beschützen.

Ich bitte noch ein mahl recht sehr um Vergebung wegen meiner großen Langsamkeit, und werde suchen bald möglichst die zwei letzten Karten zu beendigen.

Mit der größten Hochachtung ihr
ergebenster

Chr. Hansteen

[Couvert]

Seiner Hochwohlgebohrnen
Dem Herrn Hofrath Ritter C. F. Gauß

187 François Arago war seit 1830 Direktor des Observatoire de Paris. Zusammen mit Joseph Louis Gay-Lussac (1778–1850) gab er von 1816 bis 1840 die „Annales de chimie et de physique“ heraus.

188 Papierverlust.

189 Dieses Büchlein diente dazu, dass Gauß die mit Hansteens Instrument in Göttingen gemachten Beobachtungen eintragen konnte. Danach wurde das Büchlein an Hansteen zurückgeschickt, siehe Brief Nr. 7, S. 2.

Direktor der Sternwarte
zu
Göttingen

Hiermit ein magnetischer Intensitäts-Apparat.
Durch die Güte des H^e Etatsraths Ørsted.

Mein hochwohlgeborner
Herrn Hofrath Herr C.F. Gauß
Direktor der Sternwarte
Hiermit ein magnetischer
Intensitäts-Apparat.
Durch die Güte des H^e Etatsraths
Ørsted.

Zu
Göttingen

Brief Nr. 7

Gauß an Hansteen, 3. August 1834, Göttingen

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe B : Hansteen, Nr. 3, 2 S., handschriftliche Abschrift

Hochwohlgeborner Herr

Hochgeschätzter Hr Professor

Recht sehr habe ich bedauert, dass Sie H[errn] Oersted nicht hierher haben begleiten können. Es würde mir überaus erwünscht gewesen sein, Ihre persönliche Bekanntschaft zu machen, und Ihnen würden die hiesigen magnetischen Einrichtungen mannigfaltiges Interesse dargeboten haben. Sie werden von diesen einen bereits vor acht Tagen in die Druckerei gegebenen kleinen Artikel nächstens in den hiesigen gelehrten Anzeigen finden.¹⁹⁰ Seitdem und während der Anwesenheit des H[errn] Etatsraths Oersted ist noch ein sehr wichtiger Zusatz dazu gekommen. Da nämlich zu vielen Beobachtungen z. B. für Collimationsfehler, Torsionselemente, alles was die Intensität angeht, Versuche über Temperatureinfluss etc. etc. durchaus ein zweites [sic] Apparat da sein muss, bei welchem es nur auf die Aenderungen ankommt, ohne dass man wegen des Absoluten eben ängstlich zu sein braucht, so habe ich in der Sternwarte bisher eins der kleinen Apparate als Vergleichungspunkt für das Magnetische

¹⁹⁰ Siehe „Ein eigenes für die magnetischen Beobachtungen und Messungen errichtetes Observatorium“ (Gauß 1834).

Observatorium stehen lassen. Aber in diesen Tagen habe ich dafür eine 25 pfundige, an der Decke an einem Metal[l]faden aufgehängte Nadel substituiert. Die Beobachtungen damit haben eine ganz bewunderungswürdige Eleganz und – schon jetzt – Harmonie, die noch vergrößert werden wird, wenn erst ein ordentlicher Aufhängungsapparat dazu gemacht sein wird.

Leider bin ich während der ganzen Zeit von H[errn] Oerstedts An-

[S. 2] wesenheit sehr unwohl gewesen, daher ich mit Ihrer Nadel nur einmahl, und nicht ganz zu der von Ihnen gewünschten Stunde habe beobachten können. Ich habe aber nicht die Stillstände wie Sie beobachtet, sondern Vorübergänge über den Nullpunkt, ein Verfahren was viel genauer ist, wenn man es richtig anwendet. Sie bemerken mit Recht, dass das Verfahren nichts taugt, wenn man den Nullpunkt als absolut richtig voraus setzt d. i. bloss Vorübergänge in einem Sinn beobachtet. Allein ich nahm jedesmal zwei auf einander folgende Vorübergänge hin und zurück, woraus eine mittelbare Bestimmung des dazwischen liegenden Stillstandes folgt. Dies Verfahren erfordert freilich bei so kurzer Schwingungsdauer viel mehr Einübung und ist auch dann viel fatiganter. Es geht mir aber doch ganz gut von Statten. Die Resultate habe ich in Ihr Buch eingetragen, die Reduction bloss mit Bleistift notirt, und überlasse die definitive Reduction Ihnen selbst.

Ungemein verbinden werden Sie mich durch die Anfertigung der beiden versprochenen Karten, freilich ist sehr zu bedauern, dass bis jetzt nur mangelhafte Data vorliegen; aber auch so wie sie sind hoffe ich einen guten Gebrauch daraus machen zu können.

Verzeihen Sie meiner heutigen Eile und erhalten Ihr freundliches Andenken

Ihrem ganz ergebensten

Göttingen den 3 August 1834

C. F. Gauß

[Vermerk] Richtige Abschrift [Unterschrift]

Brief Nr. 8

Hansteen an Gauß, 14. Mai 1839, Christiania

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe A : Hansteen, Nr. 5, 10 S.

Christiania, den 14^{ten} May 1839.

Ich eile Ihnen eine kleine Entdeckung mitzutheilen, die Ihnen bei Reduction der magnetischen Beobachtungen auf eine bestimmte Epoche, wahrscheinlich nützlich seyn wird. Ich habe nämlich gefunden, daß der horizontale Theil der magnetischen Kraft der Erde außer den bekannten regelmäßigen täglichen Variationen, und den unregelmäßigen während des Nordlichtes, noch zwei Variationen habe, eine von langer

Periode, welche wahrscheinlich mit der Periode der allgemeinen Veränderungen des ganzen Systems der Abweichungen und Neigungen zusammenfällt; und eine zweite von kurzer Periode, welche mit der Periode des aufsteigenden Mondknotens zusammenfällt, oder um vorsichtiger und bescheidener zu sprechen, zusammen zu fallen scheint.

Im Jahre 1819 erhielt ich bey Dollond in London¹⁹¹ den kleinen magnetischen Stahlcylinder, womit Sie die Güte hatten in Göttingen den 30^{sten} Julius 1834 zu beobachten. Ich fieng damit den 23 November 1819 in Christiania in einer Stube ohne Ofen eine Reihe stündlicher Beobachtungen von 8 Uhr Morgens bis Mitternacht. Diese Beobachtungen wurden den 23^{sten} December abgebrochen durch eine Reise nach Kopenhagen, aber wieder fortgesetzt vom Anfang März 1820 bis Ende April 1821, jedoch vom 1^{sten} April 1820 bloß 5 Mal täglich, um 8, 10 ½ Vorm[ittags] und 4, 7, 11 Nachmittags. Das allgemeine Resultat dieser Beobachtungen war, 1) daß die Zeit von 300 horizontalen Schwingungen ein Maximum hat Vormittags ungefähr um 10 ½ ; und Nachmittags etwas vor Sonnenuntergang, also früher in den Winter- als in den Sommermonathen. 2) Die mittlere Schwingungszeit in dieser Stube war ungefähr 811'' ; der Unterschied zwischen Maximum und Minimum ist in den Wintermonaten nur ¼ Secunde, in den Sommermonaten 1 ½ bis zwei Secunden, nachdem die Atmosphäre trübe oder heiter ist. Bey diesen Beobachtungen wurde leider die Temperatur der Stube nicht aufgezeichnet, und dabey haben sie den größten Theil ihren Werth verlohren. – Bisweilen machte ich unterdessen Beobachtungen im Freien, theils um das Verhältniß der Schwingungszeit in der Stube und im Freien zu bestimmen, theils um andere magnetische Cylinder, womit ich verschiedene literaire Freunde ausrüstete, mit meinem Standard zu vergleichen; und diese zufällige Beobachtungen sind brauchbar, indem es zu vermuthen ist, daß der Apparat unter der Aufstellung im Freien und unter der Beobachtung, die über eine Viertelstunde dauert, ungefähr die Temperatur der umgebenden Luft angenommen habe. Die Temperatur der Luft zur Zeit der Beobachtung läßt sich endlich aus einem hier gehaltenen meteorologischen Tagebuche ziemlich genau interpoliren. Ein Fehler von einem Grade des Reaumurschen Thermometers wird einen Fehler von ¼ Secunden in der reducirten Schwingungszeit verursachen; es ist aber nicht wahrscheinlich, daß der Fehler immer nach derselben Seite hin fallen sollte; und wird sich folglich in einem Mittel aus mehreren Beobachtungen größtentheils aufheben. Seit 1826 ist ein Thermometer in dem Apparat angebracht, dessen Stand am Anfange und Ende der Beobachtungen angezeichnet wird; die seit dieser Zeit ausgeführten Beobachtungen sind deswegen von dieser Seite untadelhaft.

Ich lasse jetzt die Beobachtungen folgen; sie sind auf einer gemeinschaftlichen Temperatur (+ 7,5° R.) und auf verschwindende Bogen reducirt; ebenso ist Reduction

¹⁹¹ Peter Dollond (1730–1820), Instrumentenbauer, übernahm von seinem Vater John Dollond (1706–1761) dessen Londoner Werkstatt.

wegen der Torsionskraft des Filaments angebracht, wo diese eine bemerkbare Größe hatte. T bedeutet die reducirte Zeit von 300 Schwingungen.

[S. 2]

[Spaltenüberschriften: 1820, Tageszeit, Beobacht. Platz, T (Vormitt[ag], Nachmitt[ag])]

1820	Tageszeit	Beobacht. Platz	Vormitt.	Nachmitt.
May 27	7 $\frac{1}{2}$ P.M.	a		814 ⁰⁰
July 4	4 $\frac{3}{4}$ P.M.	b		811.33
5	11 $\frac{3}{4}$ A.M.	c	815 ⁰⁴	
Sept 13	6 $\frac{1}{2}$ P.M.	d		813.84
19	9 $\frac{3}{4}$ A.M.	a	815.86	
19	10 A.M.	a	816.36	
Oct 5	11 $\frac{1}{2}$ A.M.	a	815.30	
5	11 $\frac{3}{4}$ A.M.	a	815.72	
5	0 $\frac{1}{2}$ P.M.	d		814.90
Dec 19	0 $\frac{3}{4}$ P.M.	e		813.82
19	1 $\frac{1}{4}$ P.M.	e		813.73
Mittel			815 ⁰⁶	813 ⁶⁰

Der mittlere Beobachtungstag und Mittel aus Vormittag und Nachmittag ist 1820 Sept[ember] 15, $T = 814^{\circ}63$.

Die mit denselben Buchstaben bezeichneten Beobachtungen sind auf derselben Stelle gemacht; (b) im Garten meines damaligen Wohnhauses, wo auch alle die folgenden Beobachtungen von 1822 bis 1834 ausgeführt sind; (c) auf dem Eise des Christiania Fjords; die übrigen auf verschiedene Wiesen, die daß Haus und den Garten (b) umringen. Seit 1834 ist der Beobachtungsplatz im Garten der neuen Sternwarte.

In Juli und August 1821 wurde der Cylinder auf eine Reise nach Bergen gebraucht.

[Spaltenüberschriften: 1822, Tageszeit, T (Vormitt[ag], Nachmitt[ag])]

1822	Tageszeit	Vormitt.	Nachmitt.
June 26	10 A.M.	815 ¹⁴	
July 4	5 $\frac{3}{4}$ P.M.		815 ²²
Sept 4	9 $\frac{3}{4}$ A.M.	815.95	
4	10 $\frac{3}{4}$ A.M.	814.67	
Oct 11	11 A.M.	814.54	
Decbr 23	2 P.M.		813.96
Mittel		815.07	814.59

1822 Sept. 7, $T = 814^{\circ}83$.

(*) In Juli und August 1822 wurde der Cylinder auf einer Reise in Dänemark beobachtet.

[Spaltenüberschriften: 1823, Tageszeit, T (Vormitt[ag], Nachmit[ag])]

1823	Tageszeit	Vormitt.	Nachmit.
May 31	4 $\frac{3}{4}$ P.M.		8 14'' 54
June 1	11 A.M.	8 15'' 08	
Aug 7	6 $\frac{1}{4}$ P.M.		8 12.76
8	10 $\frac{1}{4}$ A.M.	8 14.26	
8	11 $\frac{1}{2}$ A.M.	8 13.17	
8	11 $\frac{3}{4}$ A.M.	8 13.86	
		8 14.09	8 13.64

1823, Julius 16, T = 813'' 87.

Zwischen Anf[ang] Sept[ember] und Nov[em]b[er] 1824 wurden Beobacht[ungen] angestellt auf einer Reise nach Berlin von Skagen über Altona nach Berlin. Zwischen Julius und Oct[ober] 1825 auf einer Reise nach Torneå und zurück durch Finnland, Åbo, Stockholm.

[Spaltenüberschriften: 1825 & 1826, Tageszeit, T (Vorm[ittag], Nachm[ittag])]

1825 & 1826.	Tageszeit	Vorm.	Nachm.
1825 Oct 22	10 $\frac{1}{4}$ A.M.	8 15'' 88	"
1826 März 2	2 $\frac{3}{4}$ P.M.		8 17.78

1825, Dec 26, T = 816'' 83.

[Spaltenüberschriften: 1827, Tageszeit, T (Vorm[ittag], Nachm[ittag])]

1827	Tageszeit	Vorm.	Nachm.
April 8	1'' 15 P.M.		8 15'' 16
9	1 30 P.M.		8 14.82
17	0 21 P.M.		8 15.32
May 13	5 55 P.M.		8 14.64
June 17	5 53 P.M.		8 16.73
27	10 16 A.M.	8 18.77	
(*) 27	7 5 P.M.		8 16.28
Sept 11	10 45 A.M.	8 18.43	
14	6 47 P.M.		8 17.39
Oct 30	4 23 P.M.		8 18.41
	Mittel =	8 18.60	8 16.09

1827, Juni 27, T = 817'' 35

(* Von Anfang Juli bis Sept[ember] Beobachtungen auf einer Reise über Kopenhagen nach Altona.

[Spaltenüberschriften: 1828, Tageszeit, T (Vorm[ittag], Nachm[ittag])]

1828	Tageszeit	Vorm. T	Nachm.
Januar 10	11 ⁿ 31 ⁿ A.M.	817 ⁿ 99	
15	11 47 A.M.	818.77	
18	0 26 P.M.	818.88	
April 16	11 45 A.M.	820.35	
May 13	11 25 P.M.	818.48	
Mittel =		818 ⁿ ,89	

Da diese fünf Beobachtungen in der Nähe des täglichen Maximums fallen, kann man wenigstens 0^{''}5 oder 1^{''} vom Mittel abziehen, um sich dem täglichen Mittel zu nähern. Ich nehme daher an

1828, Febr[uar] 26, $T = 818^{''}39$.

Zwischen den 19 May 1828 und den 22 Junius 1830 Beobachtungen auf der Sibirischen Reise.

[Spaltenüberschriften: 1830, Tageszeit, T (Vorm[ittag], Nachm[ittag])]

1830	Tageszeit	Vorm. T	Nachm.
Junii 24	8 ⁿ 37 ⁿ P.M.		815 ⁿ 53
25	10 53 A.M.	817 ⁿ 45	
27	0 21 P.M.		816.92
Julii 11	1 20 P.M.		816.79
11	1 44 P.M.		815.92
Aug 25	2 34 P.M.		816.84
		817 ⁿ ,45	816 ⁿ ,40

1830, Julius 11, $T = 816^{''}93$.

Von Oct[ober] 1830 bis Febr[uar] 1831 Cylinder geschickt nach London, und beobachtet in Woolwich.

[S. 3]

[Spaltenüberschriften: 1831, Tageszeit, T (Vorm[ittag], Nachm[ittag])]

1831	Tageszeit	Vorm.	Nachm.
Febr. 24	4 ^h 39' P.M.		815" 49
März 31	6 10 P.M.		815.14
Sept 25	11 25 A.M.	816,38	
*) 25	5 15 P.M.		815.13
Decb 14	1 50 P.M.		814.78
Mittel		816,38	815,13

1831, Julius 25, $T = 815''{,}75$

(*) Im Monate November wurde der Cylinder nach Paris geschickt, und von Arago beobachtet im Garten der Sternwarte.

[Spaltenüberschriften: 1832, Tageszeit, T (Vormitt[ag], Nachmitt[ag])]

1832	Tageszeit	Vormitt.	Nachmitt.
April 17	5 ^h 36' P.M.		815" 44
Juli 17	11 14 A.M.	814" 63	

1832, Junius 1, $T = 815,94$

In der letzten Hälfte von Juli und der ersten Hälfte von Aug[ust] 1832 Beobacht[ungen] auf einer Reise nach Throndhjem.

[Spaltenüberschriften: 1834 & 1835, Tageszeit, T (Vorm[ittag], Nachm[ittag])]

1834 & 1835	Tageszeit	Vorm.	Nachm.
*) 1834 Junius 5	8 ^h 5' P.M.		814" 53
1835 Junius 6	8 20 P.M.		813.34

1834, Dec[ember] 20, $T = 813''{,}94$

*) Im Juli 1834 wurde der Cylinder von Ørsted nach Göttingen gebracht, und beobachtet von Gauß im Garten der Sternwarte.

[Spaltenüberschriften: 1838, Tageszeit, T (Vormittag), Nachmittag]]

1838	Tageszeit	Vormit.	Nachmitt.
May 31	10 ^h 49 ^m N.M.	812 ^{''} 28	
Juni 1	0 40 P.M.		812 ^{''} 76
Novbr 15	10 27 N.M.	811. 12	

1838, Julius 26, $T = 812''$,05

Dieses Mittel muß eigentlich zu groß seyn, da alle Beobachtungen in der Nähe des Maximums fallen.

*) Zwischen Juni und Nov[em]b[er] wurde der Cylinder auf der Französischen Expedition des Hrn Gaimard nach Spitzbergen beobachtet.¹⁹²

[Spaltenüberschriften: 1839, Tageszeit, T (Vormittag), Nachmittag]]

1839	Tageszeit	Vormit.	Nachmitt.
Febr 7	11 ^h 27 ^m N.M.	813 ^{''} 17	
Apr. 7	1 38 P.M.		813 ^{''} 12
	6 25 P.M.		811.75 (b)
8	11 16 P.M.	809,52 (b)	
8	4 23 P.M.		810.98
14	5 49 P.M.		810.14
15	10 42 P.M.	812,66	
	Mittel	811,56	811,40

1839, März 30, $T = 811''$,60

Die beiden mit (b) bezeichneten Beobachtungen sind im Garten (b) meines vorigen Wohnhauses (siehe oben 1820–1834) ausgeführt, um zu erfahren, ob ein Local-Unterschied statt finden sollte. Ein strahlendes Nordlicht zeigte sich zwischen 9 und 10 Uhr Abends den 8^{ten}, 9^{ten} und 14^{ten} April; daher rührt wahrscheinlich die Anomalie, daß die Schwingungszeit Vormittags den 8^{ten} April kleiner war im Garten (b) als am vorhergehenden Nachmittage auf derselben Stelle. Die Intensität steigt gewöhnlich vor dem Nordlichte und abnimmt unter der Erscheinung. Daher ist diese Vergleichung weniger sicher.

¹⁹² Joseph Paul Gaimard oder Gaymard (1796–1858), Schiffschirurg, Naturforscher und Biologe, war von 1838 bis 1840 Leiter einer französischen Expedition nach Spitzbergen, siehe „Voyage de la commission scientifique du Nord, en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feröe, pendant les années 1838, 1839 et 1840 sur la corvette La Recherche“ (Gaimard 1840–1852). Ferner existiert im Gauß-Nachlass, Sign. Phys. 17 Blatt 2: Gaimard, Beobachtungen in Bossekop im Okt., Nov. 1838, an Gauß geschickt am 18.6.1839, graphische Darstellung auf gelbem Transparentpapier, schmaler Streifen.

[Spaltenüberschriften: 1839, Tageszeit, T (Vorm[ittag], Nachm[ittag])]

1839	Tageszeit	T	
		Vorm	Nachm.
Apr. 26	11 ^h 25 ^m A.M.	811",13	
26	5 ^h 35 ^m P.M.		810",55
May 4	11 ^h 3 ^m A.M.	811",86	
4	7 ^h 3 ^m P.M.		808",78 *
4	7 ^h 29 ^m P.M.		807",76
5	10 ^h 31 ^m A.M.	810",76 *	
5	10 ^h 49 ^m A.M.	812",22	
12	10 ^h 56 ^m A.M.	813",98	
12	6 ^h 7 ^m P.M.		811",80
Mittel =		811",99	809",72

1839, May 4, T = 810",85

*) Dieser große Unterschied zwischen zwei unmittelbar nach einander folgenden Beobachtungen rührt wahrscheinlich daher, daß das Instrument von einer kalten Stube genommen wurde, und nicht die Temperatur der Luft angenommen hatte.

Bei der ersten Beobachtung den 5^{ten} May 10^h31^m A. M.¹⁹³ z. B. stieg das Thermometer unter den Beobachtungen von + 6°9 auf + 12°,8. Es ist möglich, daß die Veränderung des magnetischen Moments nicht augenblicklich mit der Veränderung der Temperatur eintritt.

Diese zweite Reihe in 1839 ist nach der Berechnung der übrigen Beobachtungen ausgeführt, und konnte folglich bei den folgenden Untersuchungen nicht benutzt werden.

[S. 4] Drückt man den Zeitabstand jedes Mittels von 1820,0 in Julianischen Jahren aus, berechnet die Länge $N \Omega C$ des [Mondknoten] für diesen Zeitpunkt, und ist n die Anzahl der Beobachtungen in jeder Gruppe, so hat man

193 Mögliche Lesung: 10^h38^m A. M.

[Spaltenüberschriften: $t-1820$, T , n , N]

$t-1820$	T	n	N
0.709	814.63	11	352° 45'
2.684	814.53	6	314 29
3.540	813.87	6	298 0
5.954	816.83	2	250 33
7.492	817.35	10	221 34
8.163	818.39	5	208 38
10.534	816.93	6	162 22
11.572	815.75	5	140 55
12.428	815.04	2	124 42
14.980	813.94	2	77 35
18.578	812.05	3	5 55
19.263	811.60	7	355 0

Aehnliche Veränderungen habe ich auch an andern Stellen gefunden, z. B. [in Kopenhagen, in Lübeck und in Altona]

In Kopenhagen	1820 . . .	787.49
	1822 . . .	783.48
	1827 . . .	791.06
In Lübeck	1824 . . .	776.20
	1827 . . .	781.38
In Altona	1824 . . .	774.90
	1827 . . .	778.20

Die Schwingungszeit T hat folglich um 4'' zugenommen von 1820 oder 1822 bis 1828, und wieder um 7'' abgenommen von 1828 bis 1839. Ist T eine Function von N , so muß sie auch eine Secularveränderung haben, oder eine Veränderung von langer Periode, weil N in 1820 und 1839 ungefähr dieselbe Größe hatte. Nimmt man diese zweite Veränderung als mit der Zeit proportional an, so kann folglich T durch einen Ausdruck von folgender Form dargestellt werden:

$$T = a + b(t-1820) + c_1 \sin(\alpha_1 + N) + c_2 \sin(\alpha_2 + 2N); \quad (I)$$

wo a , b , α_1 , α_2 , c_1 , c_2 constante Größen sind. Setzt man in dieser Gleichung die 12 Werthe von T , $t-1820$ und N aus obiger Tafel, so findet man mit Hinsicht auf das Gewicht n jedes Mittels, durch die Methode der kleinsten Quadrate:

$$T = 816^{\text{m}}54.19 - 0^{\text{m}}18.796(t-1820) + 2^{\text{m}}2205 \sin(266^{\circ}8' + N) + 0^{\text{m}}5808 \sin(54^{\circ}23' + 2N); \quad (a)$$

und diese Formel stellt die Beobachtungen folgendermaßen dar:

[Spaltenüberschriften: *T* (beobachtet, berechnet, Differenz)]

beobachtet	berechnet	Differenz
814.62	814.62	+ 0.01
814.82	814.33	+ 0.50
813.87	814.53	- 0.66
816.83	816.32	+ 0.51
817.35	817.51	- 0.16
818.29	817.81	+ 0.48
816.93	817.13	- 0.20
815.15	816.10	- 0.95
815.04	815.23	- 0.19
813.94	813.27	+ 0.67
812.05	811.92	+ 0.13
811.60	811.71	- 0.11

Die Uebereinstimmung der Formel mit den Beobachtungen ist so gut, wie man sie aus so wenig zahlreichen und für die Hinsicht nicht planmäßig angelegten Beobachtungen nur erwarten konnte. Für eine solche Untersuchung sollten die Beobachtungen in jedem Jahr zu derselbigen Jahres- und Tages-Zeit angestellt seyn, oder wenigstens eine gleich große Anzahl zu der Zeit des täglichen Maximums und Minimums, und genau auf demselbigen Platze. Das Instrument sollte wenigstens eine Viertelstunde vor der

[S. 5] Beobachtung in freier Luft im Schatten hingestellt werden, damit der Cylinder und das Thermometer dieselbige Temperatur annehmen könnten, wie ich es auf der Sibirischen Reise immer gemacht habe. Obgleich nun diese Vorsichts-Maassregeln nicht in Acht genommen sind, und die größeren Differenzen von einer halben Secunde wahrscheinlich ihren Ursprung aus dieser Quelle haben, so scheint mir doch der Zusammenhang der periodischen Variation mit der Länge des \mathfrak{N} \mathfrak{C} [Mondknoten] unverkennbar.

Ist H die horizontale Intensität, die zu der Schwingungszeit a einer Magnetnadel, dessen Moment unveränderlich ist, H' die, welche zu der Schwingungszeit $\alpha - \beta - \gamma$ gehört, wo β und γ kleine Größen sind, deren höhere Potenzen weggelassen werden können, so ist

$$H' = H \left(1 + \frac{2\beta}{a} + \frac{2\gamma}{a} \right) ;$$

und wenn man setzt

$$\alpha = 816'' ,54, \quad \beta = 0'' ,15796 (t - 1820),$$

$$\gamma = 2'' ,2205 \sin (86^\circ 8' + N) + 0'' ,5808 \sin (234^\circ 23' + 2N),$$

so ist für Christiania

$$H' = H \left[1 + 0,0003968(t-1820) + 0,005580 \sin(86^\circ 8' + N) + 0,001489 \sin(234^\circ 23' + 2N) \right] \quad (b)$$

Die Schwingungszeit einer Magnetnadel ist abhängig von der Intensität auf dem Beobachtungsorte, und von dem magnetischen Momente der Nadel. Dieses Moment kann nicht wohl eine periodische Veränderung haben; der periodische Theil der Gleichungen (a) und (b) muß folglich von den Veränderungen des Erdmagnetismus herrühren. Ebensovienig scheint es denkbar, daß das magnetische Moment der Nadel zunehmen könnte, wenn sie nicht in der Nähe kräftiger Magneten kommt. Eine Abnahme ist aber bei den meisten Nadeln gewöhnlich, wenn sie stark magnetisirt sind und nicht gut gehärtet sind. Das von $t - 1820$ abhängige Glied in (b) muß folglich die Summe der jährlichen Veränderungen des Erdmagnetismus und des magnetischen Moments der Nadel, oder richtiger ungefähr $\frac{1}{19}$ der¹⁹⁴ Summe beider Veränderungen zwischen 1820 und 1839 (befreit von der periodischen Ungleichheit). Da das besagte Glied einen positiven Coefficienten hat, und die Veränderung des Moments des Cylinders, wenn es nicht verschwindend ist, einen negativen Werth haben muß, so ist die Secularveränderung des horizontalen Theils des Erdmagnetismus jetzt positiv, welcher auch zu vermuthen war, da die Neigung abnimmt. Wenn die horizontale magnetische Intensität nicht jetzt nahe ein Maximum oder ein Minimum ist, so muß ihre Veränderung ungefähr mit der Zeit proportional sein. Dieß kann aber mit der Abnahme des magnetischen Moments der Nadel nicht der Fall seyn. Ein künstlicher Magnet verliert immer in den ersten Tagen nach der Magnetisirung am meisten, und diese Abnahme nähert sich nach kürzerer oder längerer Zeit einer gewissen Gränze, welche von dem Widerstande der Materie gegen die Vereinigung der entgegengesetzten Kräfte oder magnetischen Flüssigkeiten, also von der Härtung des Stahles abhängt. Sobald diese zwei Kräfte (daß Bestreben nach Vereinigung und der Widerstand des Stahls) in Gleichgewicht kommen, hört die Abnahme auf. Dieses hat die Erfahrung durch meine Beobachtungen mit einer Menge Magnetnadeln bestätigt; so viel ist wenigstens gewiß, daß die Abnahme des magnetischen Moments in längerer Zeit nicht mit der Zeit proportional, sondern stark abnehmend ist. Folglich können diese zwei Veränderungen durch die Calcule, von einander getrennt werden. Ist M das

[S. 6] magnetische Moment einer Nadel, t die seit der Magnetisirung verlaufene Zeit, so muß ∂M eine mit der Zeit abnehmende Function von t seyn. Setzt man z. B.

$$\partial M = -ce^{-qt} \partial t$$

wo c und q constante Größen sind, die von der Härtung des Stahls, c zugleich von der anfänglichen Größe des Moments, q von der Zeiteinheit abhängen, e die Grundzahl der natürlichen Logarithmen, und integrirt man diesen Ausdruck von $t = 0$, in welchem Augenblicke $M = A$ sein mag, so hat man

$$M = A - \frac{c}{q} (1 - e^{-qt}) = A \left[1 - \frac{c}{Aq} (1 - e^{-qt}) \right]$$

194 Im Original: der der.

Bei dem weichen Eisen, welches beinahe augenblicklich nach der Magnetisirung ihre ganze Kraft verlieret, müssen c und q sehr große Zahlen seyn, und $A = \frac{c}{q}$; bei dem harten Stahle muß dagegen $\frac{c}{Aq}$ ein sehr kleiner Bruch seyn.

Ist a die Schwingungszeit, welche zu dem Momente A der Nadel gehört, und T die, welche bey unveränderten Erdmagnetismus zu dem Momente M gehört, so ist, wenn $\frac{c}{Aq}$ ein kleiner Bruch ist, dessen höhere Potenzen vernachlässigt werden können,

$$T = a \left[1 - \frac{c}{Aq} (1 - e^{-qt}) \right]^{-\frac{1}{2}} = a \left[1 + \frac{c}{2Aq} (1 - e^{-qt}) \right] = a \left[1 + p (1 - e^{-qt}) \right],$$

wenn $\frac{c}{2Aq} = p$ gesetzt wird. Wollte man nun in der Formel (I) statt a diese Größe

$$a \left[1 + p (1 - e^{-q(t-1820)}) \right] \text{ einführen,}^{195}$$

[Einfügung von Hansteen am linken Rand des Briefbogens] $p = q(t - 1820)$

und die wahrscheinlichsten Werthe von p und q suchen, so würde man gewiß für p einen verschwindenden Werth finden, denn sonst würden die Differenzen zwischen die beobachteten und nach der Formel (a) berechneten T in der ersten Hälfte der Periode überwiegende positive, und in der zweiten Hälfte überwiegende negative Werthe erhalten haben; wozu kaum eine Spur sich zeigt. Nach der Aussage des Verfertigers war mein Cylinder „as hard as fire and water could make it“. Hat er etwas verloren, so muß er zwischen August 1819 und May 1820 beinahe seine Gränze erreicht haben. Wollte man annehmen, daß die Differenz $+0''5$ zwischen dem beobachteten und berechneten T in 1822 von einer Abnahme des Moments herrührte, und nimmt man einen willkürlichen Werth von q an, z. B. $q = \frac{1}{2}$, oder $q = 1$, so findet man $p = 0,0009688$ oder $p = 0,0007079$, und die Zunahme der T von 1820 wird in diesen zwei Hypothesen, da $\alpha = 816''5$ ist

t	$q = \frac{1}{2}$	$q = 1$
1821	$= 0,212$	$0,265$
1822	$= 0,500$	$0,400$
1823	$= 0,615$	$0,540$
1824	$= 0,654$	$0,568$
∞	$= 0,791$	$0,578$

Hierbey würde zwar die Differenz in 1822 verschwinden, aber in 1823 dagegen auf $-1''27$ oder $-1''20$ steigen, was nicht zuläßig ist. Werden die Beobachtungen bis 1841 fortgesetzt, und läßt man die Bestim[m]ung von T in 1820 aus, und sucht einen

195 Es steht: $a [1 + p (1 - e^{-q(t-1820)})]$.

neuen Werth der Constanten a, b, c , etc. so wird es sich zeigen, ob das von der Zeit abhängige Glied in (I) einen größeren negativen Coefficienten b erhält, und folglich ob daß Moment des Cylinders abgenommen habe. Ich glaube sonach, daß man auch durch die comparative Methode, ohne einen logischen Kreiß zu beschreiben, sich über die Veränderungen der Intensität auch für einen längeren Zeitraum überzeugen könnte. Meine Absicht mit dieser weitläufigen Exposition, für welche ich um Entschuldigung bitte, war bloß zu zeigen, daß die comparative Methode wenigstens ein Zeugniß als „non contemnenda“¹⁹⁶ verdiene; Ihre absolute Bestimmungen werden natürlich die Sache auf ein festeres Fundament setzen.

Ist α die Länge des \mathcal{S} \mathcal{C} [Mondknoten] im Anfange des Jahres 1820, β die jährliche Veränderung, so ist $\alpha = 6^\circ 27'$, $\beta = 19^\circ,3414$, folglich

[S. 7]

$$N = 6^\circ 27' - 19^\circ,3414(t-1820) = \alpha - \beta(t-1820), \quad \frac{\partial N}{\partial t} = -\beta.$$

Differentiiret man die Gleichung (I), findet man

$$\frac{\partial J}{\partial t} = b - c_1 \beta \cos(\alpha_1 + N) + 2c_2 \beta \cos(\alpha_2 + 2N),$$

und wenn diese Größe = 0 gesetzt, und die Gleichung mit Hinsicht auf N gelöst wird, findet man die zwei Werthe von N , welche das Maximum und Minimum von T geben, und die dazugehörigen t ; nämlich für das Minimum:

$$N = 320^\circ 24' \quad \left\{ \begin{array}{l} t = 1822,825, \quad J = 814^{\text{h}} 237 \\ t = 1841,451, \quad J = 811,297. \end{array} \right.$$

und für das Maximum

$$N = 196^\circ 27' \quad \left\{ \begin{array}{l} t = 1828,752, \quad J = 817^{\text{h}} 903 \\ t = 1847,366, \quad J = 814,926. \end{array} \right.$$

Setzt man

$$\frac{\partial^2 J}{\partial t^2} = -c_1 \beta^2 \sin(\alpha_1 + N) + 4c_2 \beta^2 \sin(\alpha_2 + 2N) = 0.$$

so findet man die zwei Werthe von N und t , bei welchen ∂T ein positives oder negatives Maximum hat, nämlich

¹⁹⁶ Lat. non contemnenda = eine nicht zu verachtende [Methode], d. h. eine sehr gute Methode.

$$N = 262^{\circ} 50', \quad t = 1826, 873, \quad \frac{\partial T}{\partial t} = +0,9099,$$

$$N = 133^{\circ} 52', \quad t = 1832, 026, \quad \frac{\partial T}{\partial t} = -1,0417.$$

Setzt man die periodische Gleichung $c_1 \sin(\alpha_1 + N) + c_2 \sin(\alpha_2 + 2N) = 0$, so findet man

$$N = 263^{\circ} 48', \quad t = 1826, 307, \quad T = 815,704$$

$$N = 109^{\circ} 1', \quad t = 1833, 310, \quad T = 814,440.$$

Durch Beobachtungen zu diesen zwei Zeiten könnte man also am Leichtesten die Secularveränderung b bestimmen.

Für daß das folgende Decennium giebt die Formel folgende Werthe von T :

t	T
1840,0	811,495
1841,0	811,372
1842,0	811,536
1843,0	812,034
1844,0	812,537
1845,0	813,733
1846,0	814,504
1847,0	814,925
1848,0	814,862
1849,0	814,313
1850,0	813,527

Hoffentlich wird mein Gefangener (die Intensität) nicht meine *compedes et catenas*¹⁹⁷ durchbrechen und den vorgegeschriebenen Weg überschreiten. In solchem Falle werde Ich bei Ihnen Hülfe suchen müßen. Es wird sich bald in 1842 zeigen.

Ist im Jahre 1820 F die ganze Intensität in Christiania, H der horizontale Theil, i die Neigung, und haben diese Größen im Jahre t folgende Werthe angenommen, $F(1 + \varepsilon)$, H' und $i - \delta$, so ist

$$H = F \cos i, \quad H' = F(1 + \varepsilon) \cos(i - \delta) = H(1 + \varepsilon + \tan i \sin \delta), \quad (1)$$

wenn man die Größen zweiter Ordnung vernachlässiget. Ist die mit[t]lere Schwingungszeit des Cylinders in 1820, befreiet von der periodischen Ungleichheit, = a , und im Jahre $t = a - e$, so ist

$$H' = H(1 + \frac{2e}{a}), \quad (2)$$

und wenn man aus (1) und (2) H eliminiret,

197 Lat. *compedes et catenae* = Fußfesseln und Ketten.

$$\varepsilon = \frac{2e}{\alpha} - \operatorname{tang} i \cdot \sin \delta,$$

[S. 8] In Christiania fand ich im Jahre 1820, $i = 72^{\circ}42'.6$, in 1838 $i - \delta = 71^{\circ}57'.6$, folglich $\delta = 0^{\circ}45'$ ferner ist $a = 816''54$, $e = 0''15796.18 = 2''8473$; also

$$\varepsilon = 0,00696 - 0,04205 = -0,03509;$$

d. h. wenn der magnetische Cylinder in diesen 18 Jahren vollkommen unverändert geblieben ist, hat die ganze Intensität ungefähr um $\frac{1}{30}$ abgenommen, welches eine jährliche Abnahme von 0,00195 geben würde. Hat das Moment des Cylinders etwas abgenommen, so wird diese Abnahme der Intensität etwas kleiner.

Sonach scheint meine in meinen „Untersuch[ungen] üb[er] den Magn[etismus] d[er] Erde“ S. 455–457 ausgesprochene Ahnungen über eine Verbindung zwischen der Länge des Ω \mathcal{C} [Mondknotens] und den magnetischen Erscheinungen auf der Erde, bestätigt zu werden. Gilpins¹⁹⁸ l. c.¹⁹⁹ angeführte Beobachtungen zeigen nämlich, daß der Unterschied der Vormittags- und Nachmittags-Declinationen am größten ist wenn $N = 270^{\circ}$, und am kleinsten, wenn $N = 90^{\circ}$. Dasselbe erhellet auch aus der Vergleichung zwischen den älteren Beobachtungen von Celsius,²⁰⁰ Hiorter,²⁰¹ Wargentin,²⁰² Wilcke²⁰³ in Stockholm, und von Canton²⁰⁴ in London und Cassini²⁰⁵ in Paris; und endlich aus Ihren eigenen Beobachtungen in Göttingen. Diese Unterschiede waren nämlich im März z. B.

198 George Gilpin († 1810), 1776–1781 Gehilfe auf der Sternwarte in Greenwich, Schreiber bzw. Protokollführer bei der Royal Society, machte in London in den Räumen der Royal Society von 1786 bis 1805 erdmagnetische Beobachtungen (siehe Gilpin 1806).

199 Lat. loco citato (l. c.) = am angeführten Ort.

200 Anders Celsius (1701–1744), 1730 Professor für Astronomie in Uppsala, war von 1736 bis 1737 Teilnehmer an der unter der Leitung von Pierre Louis de Maupertuis (1696–1759) stehenden Lappland-Expedition. Er sorgte für die Errichtung einer Sternwarte in Uppsala, die 1740 fertiggestellt war. Celsius vermutete als erster, dass das Nordlicht Veränderungen des Erdmagnetismus hervorrufen werde.

201 Olof Hiorter (1696–1750), schwedischer Astronom, wurde 1732 Lecturer an der Universität Uppsala.

202 Pehr Wilhelm Wargentin (1717–1783), seit 1748 Professor für Astronomie in Uppsala, 1749 Ständiger Sekretär der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, übernahm 1753 die Leitung der Sternwarte in Stockholm.

203 Johann Carl Wilcke (1732–1796) war in Berlin Schüler von Leonhard Euler, seit 1770 Professor an der Universität Stockholm, 1784 Mitglied der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm.

204 John Canton (1718–1772), englischer Physiker, war Lehrer an einer Privatschule in London. Er wurde durch seine Herstellung künstlicher Magnete berühmt und wurde 1751 mit der Copley-Medaille ausgezeichnet.

205 Jean-Dominique Cassini (1748–1845), seit 1770 Mitglied der Académie des sciences, von 1784 bis 1793 Direktor des Observatoire in Paris als Nachfolger seines Vaters César-François Cassini de Thury (1714–1784), zog sich später auf Schloss Thury an der Oise zurück und betrieb Lokalpolitik.

		N
1824 =	8' 24",4	90° 5'
1825 =	10 7,7	70 44
1826 =	12 15,0	51 24
1827 =	13 20,0	32 4

Hoffentlich werden sie zunehmen bis 1843 und später abnehmen bis 1853. Wahrscheinlich werden sie durch eine Formel von der Form (I) dargestellt werden können. Ritters Vermuthung,²⁰⁶ daß ein Maximum (ein Minimum) der Nordlichter immer eintrete, wenn $N = 90^\circ$, und $N = 270^\circ$, habe ich dreimal bestätigt gefunden, daß ist wenn die Schiefe der Ekliptik ihren mittleren Werth hat; das Argument dieser Veränderung muß folglich $2N$ seyn. Das größte von N abhängige Glied der Gleichung (b) ist $0,00577 \cos N$ und hat somit das selbige Argument, wie die Nutation. Der Einfluß des Mondes auf den magnetischen Erscheinungen der Erde kann folglich entweder unmittelbar seyn, oder mittelbar vermittelt der veränderten Lage der Erdachse, und der dadurch bewirkten verschiedenen Einwirkung der Sonnenstrahlen. Bessels²⁰⁷ merckwürdige Entdeckung über die Oscillationen des Halleyschen Cometen, und der daraus folgenden polarischen Kraft der Sonne ist nicht zu vergessen. Doch ich enthalte mich allen der unsicheren Schlußfolgen, die man aus diesen Zusammenstellungen zu machen versucht werden könnte; diese werden Sie selbst besser ausfinden. Unterdessen „es denckt sich vieles bei den Zahlen“, und es schadet nicht auf seiner Hut zu seyn, und die Fantasie als Spürhund zu gebrauchen.

Durch Ihre Beobachtung mit meinem Cylinder in Göttingen im Julius 1834 finde ich, wenn ich die absolute Intensität für Göttingen Julius 19 = 1,7748 annehme, für Christiania

1828,16,	$J = 815",29$,	$M = 1,52777$
1834,58,	$J = 814,06$,	$M = 1,5439$
1839,26,	$J = 811,60$,	$M = 1,5533$

Die jährliche Veränderung ist folglich um 1834 ungefähr = + 0,023. Sind die Beobachtungen I – IV (Intens. vis magn. Pag. 41) frey für Lokal-Einwirkungen, so ist die

206 Der Physiker und romantischer Naturphilosoph Johann Wilhelm Ritter (Anm. 8) wirkte zunächst in Jena, entdeckte 1801 die Existenz ultravioletter Strahlen; 1805 Mitglied und Mitarbeiter der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München. Hier zitiert: „Einiges über Nordlichter und deren Periode, und über den Zusammenhang des Nordlichts mit dem Magnetismus, und des Magnetismus mit den Feuerkugeln, dem Blitze und der Electricität“ (Ritter 1803).

207 Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846), seit 1810 Professor für Astronomie an der Universität Königsberg und Direktor der dortigen Sternwarte.

jährliche Zunahme in Göttingen zwischen 1832 und 1834 = + 0,0018. Sie werden wahrscheinlich später einen vergrößerten Werth der absoluten Intensität gefunden haben.

[S. 9] Ich habe die Hofnung hier ein magnetisches Observatorium zu erhalten, und Erlaubniß gesucht, nach Göttingen im August dieses Jahres zu reisen, um bei Ihnen das ganze Verfahren mit dem Magnetometer zu sehen und zu lernen. Ich war niemals so glücklich in Ihrer Nähe zu kommen, um etwas bei Ihnen zu lernen; jetzt da ich älter und kränklicher bin, ist es beinahe zu spät. Wußte ich, daß keine spätern Verbesserungen mit dem Magnetometer vorgenommen waren, so wollte ich gleich einen Apparat von der Art, wie es in den „Beobachtungen des magnet[ischen] Vereins im Jahre 1836“ beschrieben ist,²⁰⁸ bei Hern Meyerstein²⁰⁹ bestellen; Theodolith und Uhr habe ich schon. Sollten Sie sich dazu überreden können, während meines Aufenthalts in Göttingen eine absolute Intensitätsbestimmung auszuführen, jetzt da die horizontale Intensität in ihrer Periode so nahe dem Maximum ist, so könnte ich durch gleichzeitige Schwingungsbeobachtungen meines Cylinders ein vorläufiges Resultat der absoluten Intensität in Christiania finden; und dieses würde für die Reduction meiner Sibirischen Beobachtungen auf dieselbe Einheit, nützlich seyn.

Die zweite Karte über die Curven der west-östlichen Componente der ganzen magnetischen Intensität hatte ich, da ich die erste absendete, beinahe so weit fertig, wie es die äußerst mangelhaften Materialien erlaubten. An einer Stelle hat man Neigung ohne Intensität, auf einer andern horizontale Intensität ohne Neigung, auf einer dritten Stelle bloß Abweichung u. s. w. Man ist genöthigt, aus unvollkommenen Karten zu interpoliren, und am Ende schien mir die Arbeit zu stümperhaft, um einem Gauß als Grundlage zu einer so wichtigen Arbeit angeboten zu werden. Eine Augen-Entzündung zwang mich eine zeitlang die Arbeit abzubrechen. Inzwischen nöthigte meine Stellung als Lehrer bei der Universität und der militäiren Hochschule ein Paar Lehrbücher über Geometrie und Mechanik auszuarbeiten; und da in dem letzten mehrere neue Untersuchungen vorkommen (z. B. eine neue Bearbeitung des ballistischen Problems, Bestimmung des Luftwiderstandes-Coefficienten, der Elasticität des Pulverdampfs als Function der Dichtigckheit, aus hiesigen zahlreichen Schußversuchen abgeleitet), so hat diese Arbeit meine ganze Zeit und Kraft (die jetzt leider sehr geringe ist) in 6 Jahren aufgenommen, und meine Gedancken toto coelo²¹⁰ von magnetischen Studien entfernt. In einer kleinen Hauptstadt, wie Christiania, wo außerhalb der Universität keine wissenschaftliche Hülfe erhalten werden kann, ist der Lehrer der angewandten Mathematik immer der feste Consultant der Regierung in allen Fällen, wo mathematische Kenntniße erforderlich sind. Solchergestalt habe ich ein neues System für Maaß und Gewichte aus[ge]arbeitet, alle die Original- und Normal-Einhei-

²⁰⁸ Siehe „Bemerkungen über die Einrichtung magnetischer Observatorien und Beschreibung der darin aufzustellenden Instrumente“ (Weber 1837a).

²⁰⁹ Moritz Meyerstein (1808–1882), seit 1834 Instrumentenhersteller in Göttingen.

²¹⁰ Lat. toto coelo = durch und durch, vollkommen.

ten mit Unterabtheilungen regulirt, eine Instanz für Schiffsmessung geliefert, habe die Leitung der geographischen und hydrographischen Vermessung des Landes, bin Mitglied einer Commission zur Aufsicht mit und Beurtheilung von allen privaten Versorgungs-Anstalten. Hinnzu kommen Vorlesungen an zwei Lehranstalten, und Kränklichkeit, die mich nicht erlaubt, des Nachmittags zu arbeiten. Dieses kann gewiß mein Versäumniß mit den magnetischen Karten nicht ganz entschuldigen; und ich habe in dieser langen Zeit jeden Tag, und besonders in jeder schlaflosen Stunde der Nacht, ein drückendes Gewißen über mein Versäumniß gefühlt. Jetzt sind, Gott Lob! die literairen Arbeiten geendigt, und ich athme etwas freier; die obige kleine Entdeckung (wenn sie diesen Nahmen verdient) hat wieder meine Interesse für die magnetischen Studien belebt. Ich werde die Karte No 2, so unvollkommen wie sie ist, nach Göttingen mitbringen. Finden Sie sie brauchbar, und ist es nicht schon zu spät, so wird

[S. 10] eine freundliche Aufnahme noch zu fortgesetzter Arbeit aufmuntern, und Ihre lehrreiche Bemerkungen darüber, werden mich unter der Ausarbeitung der letzten Karte leiten.

Ich bitte meine Sprachfehler gütigst zu übersehen; den Brief übersetzen zu laßen, hätte die Absendung aufgeschoben; den Sinn werden Sie wenigstens errathen. Mit der größten Hochachtung bin ich Ihr

ganz ergebener
Christoph Hansteen.

Daß die Abweichung und Neigung eine ähnliche 19 jährige Periode haben, kann wohl kaum bezweifelt werden. Bei der Neigung wird es schwerer seyn sie nachzuzeigen; bei der Declination hat es keine Schwierigkeit, wenn man bloß eine so lange fortgesetzte Beobachtungsreihe mit jetzigen Instrumenten hätte.

Brief Nr. 9
Gauß an Hansteen, 7. Juli 1839, Göttingen

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe B : Hansteen, Nr. 4, 3 S., handschriftliche Abschrift

Für die mir in Ihrem gütigen Schreiben gemachten Mittheilungen sage ich Ihnen meinen verbindlichsten Dank. Mit Interesse habe ich die in extenso gegebene Aufzeichnung der Schwingungsdauer Ihrer kleinen Nadel, seit 19 Jahren, gesehen, da man meines Wissens von keiner anderen Nadel so zahlreiche und einen solchen Zeitraum umfassende Bestimmungen besitzt; zur Begründung weiterer Folgerungen würde freilich vor allem andern wünschenswerth sein, dass man die Zunahme der horizontalen erdmagnetischen Kraft in Christiania anderswoher und unabhängig von precären Voraussetzungen kannte, wodurch sich dann das Verhalten Ihrer Nadel erst recht klar herausstellen würde.

Höchst erfreulich ist mir die Aussicht, die Sie mir machen, theils auf ein in Christiania zu errichtendes magnetisches Observatorium, theils auf Ihre Herkunft nach Göttingen im Laufe dieses Sommers. Durch die letztere wird mein lange gehegter Wunsch, Sie persönlich kennen zu lernen, die Erfüllung erhalten, auf welche ich sonst bei der grossen Entfernung und weil mich selbst Gesundheitszustand und andere Hindernisse an grössere Reisen gar nicht denken lassen, wenig Hoffnung haben würde. Bei einer mündlichen Besprechung lassen sich auch manche Dinge viel leichter und besser abmachen als durch Briefe möglich ist. So ist z. B. bei dem Bifilarmagnetometer, wenn gleich solches seit der ersten Ausführung keine wesentlichen Aenderungen erfahren hat, doch die Beziehung auf die schicklichsten

[S. 2] Dimensionen mancherlei berücksichtigen. Hr Meierstein²¹¹ hat übrigens solche Apparate in verschiedenen Dimensionen, für Philadelphia, Helsingfors, Breda und Cremsmünster geliefert, und arbeitet jetzt wieder an einem für die französisch-scandinavische Expedition.

Ihre[n] Charten für die horizontalen Componenten der erdmagnetischen Kraft sehe ich mit Verlangen entgegen. Schon eine blosser Karte für die horizontale Intensität würde mir überaus erwünscht gewesen sein; ich habe das Verlangen danach schon seit Jahren bei vielen Gelegenheiten obwohl vergeblich ausgesprochen. Die erste Bestimmung der Elemente der allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus würde dadurch eine große Erleichterung erhalten haben. Indem ich jenes Verlangen nicht mehr hoffen konnte bald erfüllt zu sehen, habe ich mich entschliessen müssen, die Arbeit ohne dieselbe vorzunehmen. Das Resultat davon ist eine kleine Schrift die unter dem Titel

Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus

den ersten Artikel des dritten Jahrganges der Resultate des magnetischen Vereins bildet, welcher dritte Jahrgang hoffentlich nächstens wird erscheinen können (der Druck ist bis auf den letzten Bogen vollendet und auch die Charten etc. sind grösstentheils fertig lithographirt).²¹²

Ihre Klagen über Beschränkung der Zeit durch heterogene Geschäfte weiss Niemand besser zu würdigen als ich selbst. Auch mir geht es eben so. Namentlich ist meine Zeit in diesem Sommer sehr beschränkt, da die mir aufgetragene Darstellung der Normalmasse

²¹¹ Siehe Anm. 209.

²¹² Siehe „Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus“ (Gauß 1839a).

[S. 3] und der Gewichte einen überaus grossen Zeitaufwand erfordert,²¹³ wozu noch mehrere zu haltende Vorlesungen kommen, so dass ich im Laufe dieses Sommers an wissenschaftliche Arbeiten, die ungetheilte Zeit erfordern gar nicht denken kann. In dieser Beziehung würde die Möglichkeit einer absoluten Intensitätsbestimmung während Ihres Hierseins leichter zu erreichen sein, wenn letzteres anstatt in dem August, in dem September fiele, wo die Vorlesungen geschlossen sind. Es ist aber wohl ganz überflüssig zu bemerken, dass Sie Ihrer eigenen Convenienz zu folgen haben und mir zu jeder Zeit willkommen sein werden.

Noch im Laufe des gegenwärtigen Monats erwarte ich Lloyd²¹⁴ und Kupffer²¹⁵ hier: im September dagegen wird auch Lottin²¹⁶ einer mir von Gaymard²¹⁷ gegebenen Benachrichtigung zufolge nach Göttingen kommen.²¹⁸

Mit ausgezeichnete Hochachtung verharre ich

Ihr ergebenster
C. F. Gauß

Göttingen 7 Julius 1839

[Vermerk] Richtige Abschrift [Unterschrift]

213 Seit 1828 war Gauß Mitglied der Hannoverschen „Kommission zur Regulierung des Maßwesens“ und beschäftigte sich mit der Prüfung und Eichung von amtlichen Maßstäben und Gewichten. Die 1836 geplanten Normalgewichte lagen 1839 vor (Reich/Roussanova 2011, S. 374–375).

214 Humphrey Lloyd (1800–1881) war seit 1831 Professor für Experimentalwissenschaften am Trinity College in Dublin. Er sorgte für die Errichtung eines Magnetischen Observatoriums in Dublin, das 1837 fertiggestellt war.

215 Adolph Theodor Kupffer (1799–1865) war ein ehemaliger Student von Gauß in Göttingen. Im Jahre 1828 wurde er Ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg und leitete seitdem alle von ihm errichteten Magnetischen Observatorien in der russischen Hauptstadt. Im Jahre 1839 besuchte Kupffer Gauß in Göttingen zweimal, im August und im Oktober (Roussanova 2010; Reich/Roussanova 2011, S. 369–370).

216 Victor Charles Lottin (1795–1858) war in den Jahren 1835/36 Teilnehmer der unter der wissenschaftlichen Leitung von Gaimard stehenden Expedition nach Island und Grönland. Lottin führte hierbei die erdmagnetischen Messungen aus.

217 Joseph Paul Gaimard oder Gaymard (Anm. 192) war von 1835 bis 1836 wissenschaftlicher Leiter einer Antarktis-Expedition, 1835 leitete er eine französische Mission nach Island, von 1838 bis 1840 war er Leiter einer französischen Expedition nach Spitzbergen.

218 Mitte Oktober 1839 fand in Göttingen eine internationale Konferenz des Magnetischen Vereins statt, an der Adolph Theodor Kupffer, Karl August Steinheil, Humphrey Lloyd und das Ehepaar Edward und Elizabeth Sabine teilnahmen, siehe auch Kap. 3.7.3.

Brief Nr. 10**Hansteen an Gauß, 4. August 1840, Kopenhagen**

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe A : Hansteen, Nr. 6, 8 S.

Kopenhagen den 4^{ten} August 1840.

Hochgeehrtester H^r Hofrath.

Es ist mir sehr unangenehm, daß ich Ihre Commission, Aufschluß über die Sicherheit der Schwedischen Anleihe zu verschaffen, nicht zu meiner Zufriedenheit habe ausrichten können. Auf der Rückreise nach Christiania traf ich auf dem Dampfschiffe einen Norwegischen Kaufmann, der mir versprach, sich über diese Sache zu erkundigen. Nach etlichen Tagen erhielt ich von ihm folgende schriftliche Nachricht: „Es ist kein anderer Prospectus oder Exposé der Schwedischen Anleihen vorhanden, als der in den Obligationen selbst befindliche, nach welchem sich die Anleihe auf Hypothek in schwedischen Bergwerken gründet. Die Anleihe von 1835 war 4 $\frac{1}{2}$ Mill. Mk. H. C. auf 40 Jahre, und die neue 6 Mill. Mk auf 40 $\frac{1}{2}$ Jahr. Die Zinsen 4 % werden jeden dritten Monath bezahlt“ . –

„Von Obligationen findet sich kaum irgend eine allhier (in Christiania). Meines Wissens geschieht das Darlehen aus den für die Partial=Obligationen einkommenden Fonds an die Bergwerksbesitzer gegen Pfand in ihren Gütern bis $\frac{2}{3}$ des Taxationsbetrages, den letztern gegen Entrichtung einer sechsprozentigen jährlichen Rente und Abzug, welcher von einer Centralcommission zur Verzinsung und Amortisation der im Auslande aufgenommenen vierprozentigen Anleihe angewendet wird. Welche Garantien man für die Verwaltung einer solchen Centralcommission hat, vermag ich nicht anzugeben“. Bertelsen. 16 Oct[ober] 1839. Da der letzte Passus mich in Zweifel über die Hauptsache setzte, so schrieb ich an H^{rn} Professor Sefström²¹⁹ in Stockholm, der früher in Fahlun²²⁰ angestellt war, und bat ihn mir sichere Aufschlüsse zu verschaffen, habe aber noch keine Antwort bekommen. Endlich traf ich in der Versammlung der Dän[ischen] Schwed[ischen] und Norweg[ischen] Naturforscher, welche hier in Kopenhagen zwischen den 3^{ten} und 12^{ten} Julius gehalten wurde, Hrn Baron Berzelius,²²¹ und klagte ihm meine Noth; er antwortete, daß wenn diese Anleihe von dem sogenannten

219 Der schwedische Chemiker und Mineraloge Nils Gabriel Sefström (1787–1845) entdeckte 1831 das Element Vanadium wieder, nachdem es bereits von Andrés Manuel del Rio (1764–1849) in einem mexikanischen Bleierz gefunden worden war. Sefström war Student von Jöns Jakob Berzelius. Von 1820 bis 1839 lehrte er an der Bergschule in Falun (Fahlun). Danach arbeitete er als Laboratoriumsvorsteher des Königlichen Bergkollegiums in Stockholm.

220 Fahlun bzw. Falun (schwedisch: Fälu), eine Stadt in Nordschweden, war früher berühmt für Kupferminen und -bergwerke. Der Abbau wurde inzwischen eingestellt, die Industrielandschaft gehört zum Weltkulturerbe der UNESCO.

221 Jöns Jakob Berzelius (1779–1848), schwedischer Chemiker, von 1818 bis 1848 Ständiger Sekretär der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm.

„Eisencontoire“ in Stockholm gemacht wäre, so wäre die Sache vollkommen sicher; da ich aber den Namen der Corporation, welche die Anleihe gemacht hat, nicht anzugeben wußte, so konnte er nichts weiteres darüber sagen.

In Göttingen verschaffte ich mir die zwei letzten Jahrgänge der Resultate aus den Beobacht[ungen] des magn[etischen] Vereins für 1837 und 1838; den Jahrgang für 1836 kannte ich schon aus Christiania. Diese Berichte steigen, wenn es möglich ist, an Reichhaltigkeit und Interesse. Am Ende der Vorrede meiner Unters[uchungen] über den Magnet[ismus] der Erde habe ich eine Prophezeihung gewagt, die über meine Hoffnung erfüllt ist. Ich habe nämlich da geäußert, daß wenn die mächtigeren see-fahrenden Nationen Expeditionen ausrüsten wollten, um Materialien zu sammeln; und die Lacunen der magnetischen Karten auszufüllen, und die größern Mathematiker sich vereinigen wollten, diese Materialien zu bearbeiten, würde man binnen ein Paar Decennien die magnetischen Erscheinungen der Erde mit derselbigen Genauigkeit berechnen können, wie die Bewegungen der Himmelskörper. Gilbert meinte damals, die Hoffnungen wären zu sangwinisch, und der alte Parrot²²² sagte mir in 1830 in Petersburg: „Was wollen Sie da soviel rechnen? Daraus kommt nichts heraus; in dem Erdmagnetismus ist nichts systematisches, was man durch Rechnung darstellen kann“ u. s. w. Unterdessen waren seit der Herausgabe meines Buchs (1819) kaum zwei Decennien verflossen, da Sie Ihre weit umfassende allgemeine Theorie herausgaben, und England hat sich, daß zweite Desideratum, Materialien herbeizuschaffen, durch eine beispiellose Expedition übernommen. – Glück auf! Sagen die Bergleute, wenn etwas reichhaltiges zu Tage gefördert wird.

Die eingelegte Abweichungskarte²²³ ist Copie einer größern, die ich in 1821 nach Beobachtungen construiert habe, welche ich in 1819 in den Archiven der Englischen Admiralität in London gesammelt habe. Die Curven in Norwegen, Schweden, Rus[s]-land und Sibirien sind aber nach meinen eigenen Beobachtungen und denen des H^m Baron Wrangel²²⁴

222 Georg Friedrich Parrot (1767–1852) war seit 1802 Professor der Physik an der Universität Dorpat, siedelte 1826 nach St. Petersburg über, wurde dort Ordentliches Mitglied der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Parrot und Hansteen trafen sich im April 1830 am Ende von Hansteens Russlandreise, siehe Kap. 2.10.2.

223 Diese Karte fehlt im Briefnachlass.

224 Ferdinand von Wrangel / Фердинанд Петрович Врангель (1796–1870) studierte an der Universität Dorpat bei Wilhelm Struve, war von 1817 bis 1819 Teilnehmer an Lütkes Weltumsegelung, von 1820 bis 1824 Teilnehmer an der Erkundung der Nordküste Sibiriens und des Eismeer, von 1825 bis 1827 Teilnehmer an einer Expedition nach Kamtschatka, später Generalgouverneur von Russisch-Amerika (Alaska) und von 1836 bis 1849 Direktor der „Russisch-Amerikanischen Compagnie“.

[S. 2] und Capit. Lütke²²⁵ und Fuß²²⁶ später zugefügt; der nordöstliche Theil der Karte ist in Poggend[orffs] Annalen schon längst publicirt.²²⁷ Aus der Vergleichung dieser Karte mit der nach Ihrer Theorie berechneten, ebenso wie aus Result. des magn. Vereins für 1838 wird es mir wahrscheinlich, daß Sie meine sibirischen Beobachtungen im höheren Norden (*)

[Vermerk von Hansteen am linken Rand des Briefes] (*) Die Beobachtungen von Christiania bis Orenburg sind in einem Briefe an Kupffer in den Comtes rendues de l'Academie de S. Petersburg für 1830 abgedruckt.²²⁸ Freilich eine vorläufige Reduction.

weder gekannt noch benutzt haben.²²⁹ Denn meine Karte giebt nach den Beobachtungen 5 bis 6 Grade größere östliche Abweichungen gegen Norden als Ihre Theorie. Da ich nach Vollendung mehrerer Arbeiten für unsere Regierung, etwas freier athmen könnte, fieng ich an etliche von meinen Beobachtungen mit ihrer Theorie zu vergleichen. Ich theile hier als Beispiel etliche mit.

225 Fëdor Petrovič Lütke bzw. Litke / Фёдор Петрович Литке (1797–1882), russischer Marineoffizier, von 1817 bis 1819 Weltumsegelung im Auftrag der russischen Regierung, von 1821 bis 1824 Kamtschatka-Expedition, weitere Expeditionen in den Norden Russlands; 1843 Vizeadmiral, 1856 Admiral, von 1864 bis 1882 Präsident der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg.

226 Georg Albert Fuß (1806–1854) unternahm von 1830 bis 1832 zusammen mit Alexander Bunge (1803–1890) eine Expedition nach Sibirien und China. 1836/37 nahm er an der Expedition in den Kaukasus zur Ermittlung des Höhenunterschieds zwischen dem Schwarzen und dem Kaspischen Meer teil, ab 1839 Astronom an der russischen Hauptsternwarte in Pulkowo, ab 1848 Direktor der Sternwarte in Wilna.

227 Siehe „Fragmentarische Bemerkungen über die Veränderungen des Erdmagnetismus, besonders seiner täglichen regelmäßigen Variationen“ (Hansteen 1831a), dazu Tafel V: „Abweichung der Magnetnadel 1829“.

228 Siehe „Extrait d’une lettre de M. Hansteen contenant quelques positions géographiques de la Sibérie, communiquée par M. Kupffer“ (Hansteen 1831d), ferner „Extrait d’une lettre de M. Hansteen sur la ligne sans déclinaison retrouvée par ce voyageur en Sibérie et sur quelques positions géographiques, communiquée par M. Kupffer“ (Hansteen 1831e) sowie „Observations magnétiques de M. Hansteen“ (Hansteen 1831f).

229 In der Tat hatte Gauß seiner „Allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus“ (Gauß 1839a) die Karte mit den Deklinationslinien von Peter Barlow (Barlow 1833) zugrundegelegt, siehe hierzu Kap. 3.71.

[Spaltenüberschriften: No, Ort, Breite ε , Länge Greenw. λ , δ , i , t , x , y , z , ψ]

No	Ort	Breite ε	Länge Greenw. λ	δ	i	t	x	y	z	ψ
1	Bezdellona	41° 25'	2° 15'	+21° 10'	62° 14,9	695,02	339,2	216,6	1129,7	1,2877
2	Alena	53 33	7 26	+13 42,8	69 2,4	742,44	439,8	138,7	1267,3	1,2871
3	Thronhjøm	63 26	10 24	+20 0	74 1,3	807,09	362,0	131,8	1361,3	1,4146
4	Kjøbenhavn	55 41	12 24	+17 40	69 57,9	737,61	447,2	142,4	1239,3	1,2721
5	Mosina	38 11	15 34	+16 10*	36 7,7	649,75	659,0	191,0	1020,4	1,2321
6	Regostovskoië	59 45	60 7	-9 9,0	71 26,0	775,85	475,1	-76,32	1446,5	1,5245
7	Sempalatinsk	50 24	50 21	-6 43,2	65 17,8	666,51	647,6	-76,30	1417,4	1,5602
8	Turechansk	65 35	57 33	-15 0,3	77 46,2	902,83	343,2	-92,0	1629,4	1,6775
9	Jeniseisk	58 27	92 11	-6 57,0	73 24,2	778,22	474,7	-57,87	1604,7	1,6744
10	Viluisk	62 49	119 27	+1 32,0	76 45,9	846,65	403,9	+13,16	1718,2	1,7650
11	San Pedro de Atacama	-32 2	307 40	-11 0*	-30 4,3	588,40	821,3	-139,75	-434,5	0,9668

Die mit (*) bezeichneten Abweichungen δ sind aus der Karte genommen, die übrigen beobachtet.

- 1) Von Lieutenant Hagerup²³⁰ aus der Norweg[ischen] Marine; Inclinations-Instrument von Ertel, welches auf der Sibirischen Reise gebraucht wurde; Schwingungs-Zeit t beobachtet mit einem Cylinder; der mit meinem Sibirischen (Dollondschen) vor und nach der Reise verglichen wurde, und auf diesen Cylinder reducirt. Jahr 1834, wenn ich nicht irre, denn ich habe hier nicht die Originalien bei der Hand.
- 2) Hansteen 1839. Inclination Gambey; Schwingungen Dollond.
- 3) Hansteen 1832 oder 1833. Incl[ination] Ertel. Schw[ingungen] Dollond.
- 4) Hansteen 1839 Incl[ination] Gambey, Schw[ingungen] Doll[ond]
- 5) Capitain Breihan, ein Schiffer aus Thronhjøm, instruiert durch Hagerup. Incl[ination] Ertel. Schw[ingungen] dasselbe Instrument wie in No. 1. Häufig wiederholte und gut übereinstimmende Beobachtungen.

“) ²³¹ Lieutnt. Hagerup 1835. Instrument wie in No 1.

Um die Intensität auf der Humboldtschen und auf Ihrer absoluter Einheit reduciren zu können, habe ich folgende Beobachtungen angewendet:

- a) In Paris machte Arago im Garten der Sternwarte 1831, Nov[ember] 16 zwei Schwingungsbeobachtungen von 300 Schw[ingungen] mit dem Dollondschen Cylinder welche nach allen Reductionen gaben $t = 752''\text{,}25$; Neigung $i = 67^{\circ}41'\text{,}2$. Totale Intensität nach Humboldt = 1,3482.
- b) In Göttingen 1839 fand ich ein Mittel aus 96 Beobachtungen $t' = 757''\text{,}90$, die horizontale Intensität in absolutem Maaße war ohngefähr zu derselbigen Zeit = 1,7766. (Briefliche Mittheilung von Dr. Goldschmidt).

230 Henrik Steffens Hagerup (1806–1859), Marineoffizier.

231 Sieht aus wie 11, bedeutet aber soviel wie usw., kommt nochmals vor, siehe Brief Nr. 11, S. 5.

Hieraus findet man für einen andren Beobachtungsort, wo die Schwingungszeit t , die horizontale Intensität in absolutem Maaße = f , die totale = F , die Neigung = i ist; aus (b)

$$\log f = 6,00881 - 2 \log t; \quad F = f \cdot \sec. i;^{232}$$

also für Paris aus (a) $f = 1,8034$, $F = 4,7499$; folglich ist der Quotient zwischen der absoluten und der Humboldtschen Einheit = $\frac{4,7499}{1,3482} = 3,5232$, $\log = 0,54693$.

[S. 3]

Dieser Quotient $C = 3,5232$ gilt natürlich bloß für die Beobachtungszeit in Paris 16 Nov[ember] 1831 weil die Humboldtsche Einheit sich verändert mit der Neigung. Sie haben auf anderem Wege 3,4941 gefunden (Resultate 1838 S. 45).²³³ Da ich bei der Construction der allgemeinen Karte für die isodynamischen Linien die Humboldtsche Beobachtungsreihe von 1799 und 1805 nicht entbehren konnte, so war ich genöthigt, diese veränderliche Einheit fürs Erste beizubehalten, um wenigstens eine ungefähre Uebersicht des ganzen Systems zu erhalten.

Durch diese Formeln für f , F und C habe ich aus t , i und δ die Werthe ψ , x , y , z in der obigen Tafel berechnet. Aus Ihrer Theorie finde ich aber:

[Spaltenüberschriften: No, δ (beobachtet, berechnet, Untersch.), i (beobachtet, berechnet, Untersch.), ψ (beob., berechn., Untersch.), x , y , z]

No.	beobachtet	berechnet	Untersch.	δ	beobachtet	berechnet	Untersch.	i	beobachtet	berechnet	Untersch.	ψ	x	y	z
1	21° 10'	20° 44'	+ 26'	2° 43'	61° 14'	61° 12'	- 2'	1° 23'	1,2877	1,2235	+ 0,0642	253,6	236,7	1139,8	
2	15° 42'	15° 27'	+ 15'	1° 45'	69° 2,4'	68° 3,6'	- 0° 58,8'	1,2571	1,4081	+ 0,0430	299,1	152,9	1104,1		
3	20° 00'	19° 16'	+ 84'	0° 16,7'	74° 11,3'	74° 7,0'	- 0° 4,3'	1,4146	1,4433	+ 0,0267	350,8	140,7	1420,7		
4	21° 10,0'	19° 37,0'	+ 173,0'	0° 37,0'	67° 39,9'	68° 31,6'	- 1° 51,7'	1,2721	1,4189	+ 0,0468	284,9	160,0	1323,0		
5	16° 10,0'	15° 19,7'	+ 90,3'	1° 50,3'	56° 9,5'	54° 12,3'	- 1° 57,2'	1,2321	1,2191	- 0,0130	673,1	232,1	933,8		
6	9° 0,0'	8° 38,3'	+ 21,7'	3° 20,7'	71° 26,0'	70° 44,2'	- 0° 41,8'	1,5245	1,5561	+ 0,0316	570,6	230,4	1469,1		
7	6° 42,2'	6° 50,2'	- 8,0'	0° 7,0'	65° 47,8'	64° 44,2'	- 0° 32,6'	1,5602	1,5572	- 0,0030	677,3	- 79,8	1402,2		
8	15° 0,3'	15° 19,2'	- 18,9'	0° 18,9'	77° 46,2'	74° 20,2'	- 0° 36,0'	1,6745	1,6619	- 0,0126	379,7	- 59,0	1621,5		
9	6° 57,0'	6° 32,3'	+ 24,7'	0° 23,7'	73° 24,2'	72° 32,7'	- 0° 51,5'	1,6744	1,6469	- 0,0275	490,7	- 26,4	1571,0		
10	1° 28,0'	1° 36,7'	- 8,7'	1° 18,3'	76° 43,9'	75° 44,5'	- 0° 51,5'	1,7650	1,6755	- 0,0895	412,8	+ 4,4	1633,9		
11	11° 0,0'	7° 29,0'	+ 31,0'	3° 31,0'	30° 4,3'	33° 14,5'	- 3° 10,2'	0,9668	0,9968	+ 0,0300	329,0	- 103,3	- 548,0		

Die ersten 5 Beobachtungspunkte in dieser Tafel liegen in Europa zwischen $2\frac{1}{11}$ und $15\frac{1}{2}$ Grad Länge von Greenwich; die 5 folgenden in Sibirien zwischen 60 und $119\frac{1}{2}$ Grad Länge. Aus der ersten Gruppe ersieht man a) Daß in Europa gilt Ihre Theorie. Die Declination δ und die westliche Kraft y zu groß; in der Nähe des 40^{sten} Breitengrades ist der Fehler von $\delta = + 2^\circ$, und von $y = + 40$ Einheiten; in der Nähe von Thronhjem (Drontheim) wird der Fehler sehr verringert. b) Daß die Neigung i , zu klein, und die nördliche Kraft x zu groß ist. Auch dieser Fehler ist größer im südlichen Theile von

232 Im Original: $F = f \cdot \sec. i$.

233 Siehe „Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus“ (Gauß 1839a, S. 45; vgl. Gauß-Werke: 5, S. 166).

Europa, nämlich bei Messina beinahe 2 Grad, bei Kopenhagen und Altona ungefähr 1 Grad, bey Throndhjem verschwindend. Der Fehler von x ist bei Messina und Barcellona + 14 und + 24 Einheiten, bei Altona und Kopenhagen + 31 und + 37, und bei Throndhjem + 19. Z ist (Messina ausgenommen) überall zu groß. c) Daß die Intensität ψ überall (Messina ausgenommen) zu groß ist, bey Throndhjem ist der Fehler + $\frac{1}{20}$, bei Barcellona + $\frac{1}{40}$; gegen Süden also kleiner. Aus der Sibirischen Gruppe (6 – 10) folgt: a) Daß die Abweichungen sowohl die östlichen als westlichen, zu klein sind, ebenso die Werthe von y ; die Fehler vergrößern sich gegen Norden in Bogoslowskoie und Turuchansk. b) Die Neigungen i sind überall zu klein; c) Die Intensität ψ zu klein. Folglich scheint die Intensität des Sibirischen Pols (Pol in meinem Sinne verstanden) zu klein zu sein. Die Werthe von x sind etwas zu groß, von z zu klein.

Der größte Theil meiner Karte ist, wie oben gemeldet, nach Beobachtungen zwischen 1800 und 1819 construirt. Die Londonsche Karte²³⁴ kenne ich nicht, und weiß nicht, ob sie nach neuern Beobachtungen construirt ist; habe auch keine Idee von ihrer Genauigkeit. Seit 1819 müssen die

[S. 4] Curven im südlichen Atlantischen Meer sich etwas gegen Westen geschoben haben, und daher muß wahrscheinlich eine Verkleinerung der östlichen Declination längst der östlichen Küste von Südamerika von ein Paar Graden entstanden seyn. Die Curven in dem südöstlichen Theile des stillen Oceans zwischen 20° nördlicher und 50° südlicher Breite, also beinahe die ganze untere lincke Seite der Karte, ist nach zahlreichen Beobachtungen von den Spanischen Ingenieuren gezogen, welche sich auf einer handschriftlichen Karte im Admiraltäts-Archive zu London sich befand. Diese Karte wurde auf einem von den Engländern genommenen Spanischen Kriegsschiffe gefunden, und die zahlreichen Beobachtungen stimmten sehr gut mit einander, weswegen die Form der Linien gewiß sehr correct ist. Das Minimum von östlicher Abweichung ist ungefähr 4°; die theoretische Karte hat – 6°. Vor anderthalb Jahrhundert war hier eine kleine westliche Abweichung von 1°. Ob das Minimum jetzt schon auf – 6° gestiegen ist, darf ich nicht verneinen; hege doch einigen Zweifel, da die jährliche Veränderung in dieser Region sehr klein ist. Merkwürdig ist die kleine Einbiegung der herzförmigen Curven, welche Form nach den Beobachtungen von Fuß²³⁵ in China vollkommen ähnlich wieder kommt zwischen Jakutzk[,] Ochotzk, und Peking. Diese Symmetrie in der nördlichen und südlichen Halbkugel zeigt deutlich hin auf einer zweiten schwächeren magnetischen Richtung im Erdkörper von Sibirien nach dem südöstlichen stillen Meer, oder wie ich es ausgedrückt habe, „auf einer zweiten magnetischen Achse“.

²³⁴ Siehe „On the present Situation of the Magnetic Lines of equal variation, and their Changes on the Terrestrial surface“ (Barlow 1833).

²³⁵ Georg Albert Fuß, siehe Seite 2 dieses Briefes, Anm. 226.

Daß die Sabinische neue Ausgabe meiner Intensität-Karte²³⁶ einige Ballhornische Verbesserungen enthält, ist meine Ueberzeugung; ich kenne seine leichtfertige Reductions-Methoden und Berechnungen, und werde mich wohl ein Mal eine neue Revision und eine restitutio in integrum²³⁷ übernehmen. Die Hornerische Neigungskarte²³⁸ habe ich auch nicht besehen, aber hoffe demungeachtet eine bessere liefern zu können, wenn Gott mir Ruhe und Gesundheit schenken wollte.

Ich erlaube mir noch einige Bemerkungen hinzuzusetzen:

Ein Mittel zwischen meinen und Ermanns Intensitätsbeobachtungen zu nehmen muß ich aus folgende Gründe mir verbitten: 1) Ermanns Cylinder war veränderlich, und seine Intensitäten wurden dadurch bestimmt, daß ich in Petersburg, Tobolsk und Irkutsk Vergleichen zwischen meinem unveränderlichen Dollondschen und dem Ermannschen anstellte, wobey ich ihm drey Reductionslogarithmen verschaffte, wodurch er die Schwingungszeit seines Cylinders auf die des meinigen durch Interpolation reduciren könnte. Sie sind folglich bloß eine Copie der meinigen. 2) Sie sind eine schlechte Copie, a) weil er mehrmals Aufhängungsfilament änderte, und eine Zeit lang ein sehr grobes brauchte, ohne auf die Wirkung der Torsionskraft Acht zu haben; das eine war so grob, daß es nothwendig eine Schwingungszeit von ein Paar 100 Secunden mehr als eine Secunde verkürzen müßte. b) Weil er bloß 100 Schwingungen, während ich immer 7 Mal 300 Schwingungen beobachtete. c) weil er nicht immer seinen Beobach-

[S. 5] tungsplatz mit der behörigen Vorsicht wählte; kaum wie ich, jede Schwingung (größte Elongation) auf die Genauigkeit von $\frac{1}{10}$ oder $\frac{2}{10}$ einer Secunde beobachten könnte; die Reduction für den Schwingungsbogen (wenigstens damals) nicht richtig zu bestimmen wußte, und sich darüber nicht belehren lassen wollte; keine Reduction für den Gang des Chronometers und für die Excentricität des Chronometerzeigers und falsche Eintheilung des Rings anbrachte; die für meinen Cylinder gefundene Temperatur=Correction brauchte u. s. w.

Was seine Declinations-Beobachtungen betrifft, so hatte er ein viel größeres und vollkommenes Instrument, als ich, weil er aber nicht immer seinen Beobachtungsplatz mit Umsicht wählte, so war bisweilen offenbar der Fehler auf seiner Seite. So sagte ich in Perm, aus der Lage seines Instruments gegen eine vertikale Dachrinne aus Eisenblech, voraus, er würde die Declination merklich größer finden als ich. Nach der

²³⁶ Vgl. „On the Phaenomena of Terrestrial Magnetism. Being an Abstract of the Magnetismus der Erde of Professor Ch. Hansteen“ (Sabine 1836). Siehe auch: „Report on the Variations of the Magnetic Intensity observed at different Points of the Earths Surface“ (Sabine 1838). Diese Veröffentlichung enthält Sabines neueste, von Gauß zitierte Isodynamenkarte, vgl. Kap. 2.6.8.

²³⁷ Lat. restitutio in integrum = Wiederherstellung in ein Ganzes, vollkommene Wiederherstellung.

²³⁸ Siehe „Magnetismus der Erde“ von Johann Caspar Horner, Kapitel XVII im „Physikalischen Wörterbuch“ (Horner 1836, S. 1023–1147, hier S. 1139). Dazu die Charten II und IV im „Kupfer-Atlas zu Johann Samuel Traugott Gehler’s Physikalischem Wörterbuch“ (Horner 1842).

Berechnung zeigte sich wirklich eine Differenz zwischen uns von $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Grad. Wenn die Declinations=Nadel sich auf einer Stahlspitze bewegt, so muß ihre Beweglichkeit häufig geprüft werden. Vor jeder Beobachtung zog ich meine Nadel mit einem Schlüssel mehrmal einen Viertelgrad oder $\frac{1}{2}^\circ$ aus ihrer Lage, und bemerkte, ob sie genau auf den vorigen Punkt zurück kam. Widrigenfalls wurde die Spitze ausgeschroben, und konisch spitz geschliffen, bis die Nadel die nöthige Beweglichkeit hätte. Ich beobachtete 5 – 10 oder mehrere magnetische Azimuthe der Sonne oder eines Sterns, welche regelmäßig zu- oder abnehmen sollten, und nahm daraus ein Mittel.

E[rman] hatte keine mechanische Geschicklichkeit um diese Verbesserungen und Prüfungen auszuführen; ich half ihm zwar ein Paar Mal damit zurechte, und schliff seine Spitze, die sehr stumpf geworden war; er beobachtete bloß ein Azimuth, und hatte folglich bloß eine einzige Ablesung und keine Controlle. Sie werden deswegen bemerken, daß meine Declination beinahe immer zwischen den Resultaten von Ermann [sic] und Fuß, oder E[rman] und Feodorow²³⁹ liegt (Resultate 1838 S. 40–41).²⁴⁰ Durch einen verständigen Gebrauch eines weniger guten Instruments kann man bekanntlich bessere Resultate erhalten, als durch einen weniger vorsichtigen Gebrauch eines viel besseren Instruments.

Etwas ähnliches muß ich von seine Neigungsbeobachtungen sagen: er hatte ein Gambey'sches Instrument, ich ein kleineres und weniger bequemes Ertel'sches. Wenn man eine Neigungsnadel, selbst eine Gambey'sche, aufhebt und wieder auf den Steinplatten sanft niederlegt, nimmt sie selten genau die selbige Neigung an, sondern man erhält Unterschiede von etlichen Minuten, welche bisweilen auf 10´ ja sogar auf 20´ Minuten steigen können. Meine Methode war deswegen, die Nadel in jeder Lage wenigstens 4 Mal aufzuheben, und ein Mittel aus den 4 Ablesungen zu nehmen. Die definitive Neigung war deswegen immer ein Resultat aus 32 Ablesungen. E[rman] machte bloß eine Beobachtung in jeder Lage, und seine Neigung war ein Resultat aus 4 oder 8 Beobachtungen. Ich hatte drei verschiedene Achsen, welche in der Nadel umgedreht werden könnten, und wo die Zeit es erlaubte, wurden zwei oder alle drei Achsen nach einander angebracht, und bisweilen umgedrehet z. B. um 90°.

Ich will hiermit gar nicht andeuten, als wären seine magnetische Beobachtungen unbrauchbar; sie sind sogar viel besser, als manche andere von den gewöhnlichen Beobachtern. Ich bin aber vollkommen überzeugt, daß meine Intensitäten ohne Wiederrede [sic] vorzuziehen sind, und daß sie von allen bisherigen comparativen die genauesten sind. Ich hatte so viel Uebung, und so viel über die Fehlerquellen nach-

²³⁹ Vasilij Fëdorovič Fëdorov / Василий Фёдорович Фёдоров (1802–1855) studierte an der Universität Dorpat, Schüler von Wilhelm Struve, 1825 Assistent in Dorpat, war Teilnehmer an mehreren Expeditionen, 1837 Professor für Astronomie an der Universität Kiew.

²⁴⁰ Siehe „Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus“ (Gauß 1839a, S. 40–41; vgl. Gauß-Werke: 5, S. 155–156).

gedacht, daß ich diese Versicherung mit Zuversicht und ohne Unbescheidenheit aussprechen darf. Auch darf ich meine Abweichungen und Neigungen dreist an der Seite der Beobachtungen anderer reisender Beobachter hinstellen. – In Berggegenden z. B. in Norwegen, Schweden, an der Uralschen Bergkette, kommt es so viel an den Beobachtungsort an, daß bisweilen eine Veränderung

[S. 6] des Beobachtungsortes von 100 Schritte, einen Unterschied von $\frac{1}{2}$ Grad in der Neigung und mehrerer Grade in der Abweichung hervorbringen kann.

Wenn ich auch etliche Bemerkungen über ein Paar Äusserungen in Ihrer allgemeinen Theorie hinsetze, so kann ich freilich in Gefahr kommen, theils Ihre Geduld zu sehr in Anspruch zu nehmen, theils sogar Ihren Unwillen zu erwecken, welches mir sehr unangenehm seyn sollte. Untertessen [sic] werde ich es wagen, vertrauend auf Ihrer Billigkeit, und in der Hoffnung, Sie haben unter meiner Anwesenheit in Göttingen keine Spur von Unbescheidenheit bei mir entdeckt.

Sie machen mich Unrecht, wenn Sie S. 4 sagen: „H. hat die Hypothese zweier unendlich kleiner Magnete“ u. s. w.²⁴¹ Unter den Constanten, die in meiner Theorie (wenn ich mir dieser Benennung bedienen darf) vorkommen, sind zwei (ich erinnere nicht recht, ob sie mit ρ und ρ' bezeichnet sind) welche die Länge der Magnetachsen im Verhältniß [sic] zum Erddurchmesser bezeichnete. Die Größe dieser Zahlen habe ich durch Versuche zu ungefähr $\frac{1}{3}$ oder 0,3 gefunden; bei kleinern Werthe[n] wurden die Intensitäten, die Neigungen und die Abweichungen in der Nähe der Pole zu klein gefunden. Die Werthe der Constanten, bei welche ich am Ende stehen blieb, war bloß als eine äusserst grobe Annäherung zu betrachten, da die höchst mangelhaften Materialien keine feinem erlaubten; eine größere Annäherung war einer künftigen Bearbeitung vorbehalten [sic], wenn mehrere und bessere Beobachtungen gesammelt werden könnten. Es ist kein Zweifel, daß, wenn ich zwei neue Elemente zugefügt hätte, nämlich den Mittelpunkt der von mir sogenannten schwächeren Achse etwas gegen die Oberfläche der nördlichen Hemisphäre, und den Mittelpunkt der stärkern Achse etwas gegen die Oberfläche der südlichen Hemisphäre gerückt hätte, und durch die Methode der kleinsten Quadrate versucht hätte, die 11 Elemente nach neueren und vollständigeren Beobachtungen zu bestimmen, eine viel bessere Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung hätte hervorgebracht werden können. Eine Magnetachse von 570 geographischen Meilen ist doch kein unendlich

241 Gauß: „Hansteen ist einen Schritt weiter gegangen, indem er die Hypothese *zweier* unendlich kleiner Magnete von ungleicher Lage und Stärke den Erscheinungen anzupassen versucht hat. Die entscheidende Prüfung der Zulässigkeit oder Unzulässigkeit einer Hypothese bleibt immer die Vergleichung der in ihr erhaltenen Resultate mit den Erfahrungen. Hansteen hat die seinige mit den Beobachtungen an 48 verschiedenen Oertern verglichen, unter denen sich jedoch nur 12 befinden, wo die Intensität mit bestimmt ist, und überhaupt nur 6, wo alle drei Elemente vorkommen. Wir treffen hier noch Differenzen zwischen der Rechnung und Beobachtung an, die bei der Inclination fast auf 13 Grad steigen“ (Gauß 1839a, S. 4; vgl. Gauß-Werke: 5, S. 124).

kleiner Magnet. In einer von den letzten §§ habe ich deswegen die Frage aufgeworfen: ob nicht vielleicht der innere Kern der Erde eine Metallische Kugel (*) sey,

[Anmerkung von Hansteen am linken Rand des Briefbogens] (*) Dessen Durchmesser gleich ein halber Erddurchmesser

bestehend aus ein Gemisch von Eisen, Nickel und Kobalt, welche die drei einzigen bekannten Metallen sind, die Magnetismus annehmen können? Diese zwei Magnetachsen waren nicht gingirt (S. 5), sondern von den Beobachtungen (übereinstimmend von Declinationen, Inclinationen und Intensitäten) angegeben, und diese Beobachtungen geben nicht die geringste Spur von mehr als zwei Achsen; so ist deutlich eine Duplicität aber keine Multiplicität vorhanden. Daß Ihre Methode die bessere, ja die allein richtige sey, daraus kann ja kein Zweifel seyn.

In § 12 bemühen Sie sich zu zeigen, daß die Erde bloß 2 magnetische Pole habe, indem „andere Physiker die Meinung aufgestellt haben, daß die Erde zwei magnetische Nordpole und zwei Südpole habe“.²⁴² Es ist mir nicht bekannt, daß irgend ein Physiker außer mir die Meinung von vier Polen aufgestellt habe; ich verstehe aber bei dem Worte Magnetpol etwas ganz anderes als Sie, nämlich Endpunkte der Magnetischen Achsen oder Punkte, wo die ganze Intensität ein Maximum ist, und von diesen giebt es unstreitig 4. Die Punkte, wo die

[S. 7] Neigung = 90° ist, und folglich die horizontale Kraft = 0 ist, habe ich keinen Nahmen gegeben, weil sie bloß eine mathematische und keine physische Bedeutung haben. Von diesen kann es natürlicherweise bloß zwei existiren, die in jeder Hemisphäre zwischen den beiden Polen, und näher an dem stärkeren als an dem schwächeren Pole liegen müssen. Ob unwissende Seeleute z. B. Capit[aine] Ross, diese Begriffe mit einander verwechselt haben, weiß ich nicht; meine Magnetachsen machten mit der Erdachse einen Winkel von ungefähr 30 Graden, aber die beiden Punkte, wo die Resultante senkrecht ist, liegen bloß 20° von den geographischen Erdpolen, wie in meine Untersuchungen auf mehrere Stellen vorkommt. Es sieht wirklich aus, als hätte ich eine Dum[m]heit gesagt oder eine Verwirrung der Begriffe veranlaßt, woran ich ganz unschuldig bin. Ich habe außer den 4 Polen bloß von Convergenzpunkte[n] gesprochen, von welchen die zwei bloß real sind, und mit Ihren zwei Polen zusammenfallen; die zwei anderen sind imaginär, indem die Convergenz in höheren Breiten verschwindet (in Sibirien und unter dem Feuerlande).

Ihre Benennung von Pol scheint mir aber unbequem 1) weil sie gegen den gewöhnlichen Sprachgebrauch ist, da man bei Pol eines Magneten immer die Punkte der Oberfläche versteht, wo die Resultante am größten ist; 2) weil sie sich nicht auf einen prismatischen künstlichen Magneten anwenden läßt; denn die Resultante ist senk-

²⁴² Siehe Gauß: „Von einigen Physikern ist die Meinung aufgestellt, daß die Erde zwei magnetische Nordpole und zwei Südpole habe“ (Gauß 1839a, S. 14; vgl. Gauß-Werke: 5, S. 134).

recht auf der Oberfläche, erstens in der Mitte *A, B* der beiden Endflächen, zweitens in zwei Druchschnittsflächen *E F, G H* in der Nähe der Endflächen, senkrecht auf die Achse.

[Zeichnung von Hansteen am linken Rand des Briefbogens]



3) Weil eine veränderte Form der Oberfläche des Magneten auch die Lage des Pols nach dieser Benennung ändert, ohne daß die Vertheilung des Magnetismus in dem ganzen Körper im geringsten geändert ist.

Mir ist diese Neuerung und Protestation gegen 4 magnetische Pole aus follgender Ursache unangenehm und schädlich geworden. In einer Anmeldung von Ihrer allgemeinen Theorie in der Leipziger allgemeinen Zeitung, welche in allen Zeitungsblättern, auch den Norwegischen, übergegangen ist, ist von diesem vermeintlichen Fehlgriffe von 4 magn. Polen der Erde weit und breit gesprochen.²⁴³ In jedem Staate kann der Wissenschaftsmann für seine Wissenschaft nichts ausrichten, wenn er nicht die Opinion mit sich hat; die Regierung versteht nichts davon, die Versammlung der Repräsentanten ebenso wenig. Soll ein Vorschlag zu Anlagen oder Expeditionen, welche Geld kosten, durchgehen, so muß der Proponent mit einiger Art von Auctorität ausgerüstet seyn. Fällt diese, so kriegt er kein Gehör. In Norwegen glaubt natürlich seit dieser Zeitungs-Artikel der gemeine Mann und die Regierung, daß alle meine Bemühungen für das Studium des Erdmagnetismus seit 1807 wären zu Wind geworden; und sollte ich jetzt erst die Sibirische Expedition betreiben, oder suchen ein magnetisches Observatorium zu erhalten, so würde ich gewiß den Beutel verschloßen finden. Gott Lob! Die Reise ist vollendet, und das Observatorium steht in diesem Augenblicke oder bei meiner Zurückkunft nach Christiania schon fertig, und ich habe wahrscheinlich keine weitere Wünsche durchzusetzen. Und doch ist die

[S. 8] ganze Sache bloß die Folge eines Wortstrait, oder eines Mißverständnisses. Ich hoffe, Sie werden nichts dagegen einzuwenden haben, daß ich bei der Publication

²⁴³ Leipziger Allgemeine Zeitung, 6. August 1839, Nr. 218, Beilage, S. 2566, siehe Anhang 3.

meiner Sibirischen Beobachtungen diese Misverständnisse ganz kurz berichtige. Ich bin nämlich in derselben Lage, wie der arme Mann im Evangelio, von wem der alte Tobias Mayer bei einer solchen Gelegenheit spricht, der nur ein einziges Schaaf besaß, welches er nicht verlieren könnte, ohne alles zu verlieren.²⁴⁴

Es kommt mir vor als schiene ein kleiner Unwillen gegen mich auf ein Par Stellen der Abhandlung vor [sic]. Ich kann mich zwar darüber nicht beklagen, und finde es sehr natürlich, weil Sie so lange vergebens auf die versprochenen zwei letzten Karten warteten. In dem Briefe, welcher die erste Karte begleitete, bat ich um Nachricht ob Sie diese Karte, so mangelhaft sie war, wohl brauchen könnten, oder ob Sie sie und die folgenden auf irgend eine Art ergänzt wünschten? Kurz ich wünschte zu wissen wie viele Parallele und wie viele Punkte auf jeder Parallele Sie eigentlich brauchten. Hätten Sie diese Frage beantwortet, so hätte es mich aufgemuntert, weiter zu arbeiten; ich wußte was zu prä[s]entiren und was unnöthig war; jetzt aber schwebte ich im Dunkeln und wußte nicht ob diese Arbeit, die von [sic] Dichtung und Wahrheit bestehen müßte, gebraucht werden könnte oder nicht. Die wenigen Worte im 25^{sten} Artikel (S. 30) „12 Punkte auf 7 Parallelkreisen“ wären mir eine zureichende Richtschnur gewesen.²⁴⁵

Die Ernennung als correspondirendes Mitglied der Göttinger Academie ist eine unverdiente Ehre, die Ich [sic] Ihrer Güte verdanken muß. Könnte ich bloß Ihre Erwartungen oder Wünsche erfüllen!²⁴⁶

Mayor Sabine²⁴⁷ hat ein magnetisches Observatorium in Hammerfest gewünscht; daß Concept einer Adresse der Royal Society ist mir communicirt worden; ich habe dieses Concept unserem Stathalter überliefert, der daß Reussiren des Vorschlags als unzweifelhaft erklärte, und das Concept an unseren Minister in Stockholm schickte. Dieser hat es wieder an den Kronprinzen communicirt. Aber mehr als ein halbes Jahr ist verfloßen, ohne daß die Original-Adresse von England gekommen ist. Jetzt höre

244 Es handelt sich um eine Anekdote über den Göttinger Studenten Butschari und Tobias Mayer: „Als nun einmal von Butschari's großem Herzenleide [jemand war auf einer anderen Universität mit seiner Dissertation Magister geworden] gesprochen wurde, sagte Mayer: *Ich bedauere ihn von ganzem Herzen; er ist mit dem armen Manne im Evangelio zu vergleichen, der nur ein einziges Schaaf hatte und dem dieses gestohlen ward*“ (zit. nach Mayer T. 1812, S. LXIV; vgl. Niebuhr 1804, 488).

245 Siehe Gauß: „Die der Rechnung unterzulegenden Data wurden aus der erwähnten Karte für die Intensität, der Barlowschen für die Declination (*Philosophical Transactions* 1833), und der von Horner entworfenen für die Inclination (Physikalisches Wörterbuch Band 6.) entnommen, und zwar für je zwölf Punkte auf sieben Parallelkreisen“ (Gauß 1839a, S. 30; vgl. Gauß-Werke: 5, S. 149).

246 Siehe dazu Kap. 5.10; vgl. Abb. 37.

247 Edward Sabine (1788–1883), Teilnehmer an zahlreichen Expeditionen, sorgte ab 1830 zusammen mit Humphrey Lloyd für den Ausbau des britischen magnetischen Beobachtungsnetzes; 1839 Generalsekretär, 1852 Präsident der British Association for the Advancement of Science, 1845 Sekretär, 1850 Schatzmeister und von 1861–1871 Präsident der Royal Society.

ich, daß Kupffer²⁴⁸ und Gaymard²⁴⁹ mit einem neuen Projecte von einem Französisch-Russischen Observatorium in Alten (bey Bosekop)²⁵⁰ 10 Meilen südlicher, in die Quere gefallen sind,²⁵¹ sonst wäre die Sache wahrscheinlich schon in Ordnung.

Ich empfehle mich und meinen Brief Ihrer Geduld und einer freundlichen Gesinnung.
Mit der größten Hochachtung

Ihr ergebenster
Christoph Hansteen.

248 Adolph Theodor Kupffer (1799–1865), Physiker, Ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg.

249 Joseph Paul Gaimard oder Gaymard (Anm. 192) war von 1838 bis 1840 Leiter einer französischen Expedition nach Spitzbergen (vgl. Brief Nr. 8, S. 3).

250 Bosekop (Wahlfischbucht), Hafen von Altengaard.

251 Dieses Projekt wurde nicht verwirklicht, siehe Kap. 5.13.

Brief Nr. 11**Hansteen an Gauß, 11. Februar 1841, Christiania**

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe A : Hansteen, Nr. 7, 12 S.

Teilpublikation des überarbeiteten Abschnittes in: Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1840. Leipzig 1841, S. 59–63 (Hansteen 1841a), hier angemerkt durch [***. . . ***].

Christiania den 11^{ten} Februar 1841.

Hochgeehrtester Hr Hofrath!

Mein magnetisches Observatorium kam zwar im Anfange des Novembers 1840 unter Dach; da aber der starcke Winter bald darauf eintrat, so sind die Wände noch so feucht, daß ich nicht gewagt habe, die Instrumente aufzustellen. Da das Dach mit Dornscher Bekleidung²⁵² (Thon mit Theer bestrichen) nicht ganz dicht befunden war, hat man das ganze äußere Gerüste nicht wegnehmen können, sondern bis eine mildere Jahreszeit eintrifft, darauf ein Schirmdach stellen müssen, welches verschiedene eiserne Nägel enthält. Für Declinations-Variationen wird dieses nun nichts bedeuten, und für absolute Intensität und Declination warscheinlich sehr wenig. Die Ziegeln (Backsteine) sind zwar nicht ganz ohne Magnetismus, da aber die Dimensionen des Gebäudes etwas größer sind als die des Göttingschen Observatoriums, hoffe ich daß die Einwirkung auf das Magnetometer als verschwindend betrachtet werden könne. In der folgenden Woche hoffe ich doch meinen Magnetstab schwingen zu sehen, sobald der Befestigungsapparat für die Scala vom Instrumentmacher fertig wird.

[*** Der nachfolgende Abschnitt wurde in überarbeiteten Form veröffentlicht (Hansteen 1841a, S. 59–63, hier ab S. 59) ***]

Unterdessen habe ich mit dem kleinen transportablen Weberschen Magnetometer fleißig gearbeitet,²⁵³ und für die absolute Intensität (horizontale) auf freiem Felde auf einem marmornen Pfeiler im Park der Sternwarte folgende Werthe gefunden:

²⁵² Das „Dornsche Lehmdach“ wurde nach seinem Erfinder, dem preußischen Fabriks-Kommissionsrat in Berlin Johann Friedrich Dorn (* 1782) benannt. Bei dieser Art von Bedachung wurden hauptsächlich Lehm, abgeschälte Baumrinde und Steinkohlenteer verwendet (Karmarsch 1877).

²⁵³ Vgl. „Das transportable Magnetometer“ (Weber 1839b).

Tafel I

[Spaltenüberschriften: Beobachtungszeit, n , θ , T , M , F , F']

Beobachtungszeit	n	θ	T	M	F	F'
1840 Aug 28	5	+20.9	1,5600	13594.10 ³	17277.10 ³	-6915.10 ⁶
31	5	+20.6	1,5616	13671	17583	-115837
Sept 1	5	+19.1	1,5621	13565	17207	-10619
3	3	+21.1	1,5669	13497	17078	-748
8	3	+16.4	1,5677	13481	17050	+4721
13	3	+8.6	1,5755	13463	16943	+69225
Oct. 6	2	+5.2	1,5679	13563	17291	+15667
7	5	+11.6	1,5610	13495	17215	+8622
Dec. 6	2	-5.4	1,5788	13453	16968	+361
1841 Jan. 10	3	-1.0	1,5623	13515	17227	+23570
13	3	+0.6	1,5638	13493	17181	+6267

[Kommentar von Hansteen am rechten Rand der Tabelle]

Im Mittel findet sich hieraus $T = 1,5644 \pm 0,0019$ für das letzte Vierteljahr 1840 in Christiania.

In der obigen Tafel bedeutet n die Anzahl der verschiedenen Werthe des Abstandes R des Ablenkungs-Cylinders in jedem Versuche, θ die mittlere Temperatur in Reaurschen Graden unter dem Schwingungs- und Ablenkungsversuche. Wo der Unterschied der Temperatur in beiden Theilen des Versuches ein Paar Graden ausmachte, habe ich die Schwingungszeit auf die Temperatur unter dem Ablenkungsversuche reducirt. Die Buchstaben M , T , F , F' haben dieselbige Bedeutung wie im Intens[itas] vis magnet[icae]. Alle Beobachtungen sind zwischen 10 Uhr Vorm[ittag] und 3 Uhr Nachm[ittag] ausgeführt. Das Trägheitsmoment des Ablenkungscylinders fand ich = 60913000; in Göttingen wurde es nach der Mittheilung des H[errn] Meyerstein, wahrscheinlich von H[errn] Dr. Goldschmidt, gefunden = 60870000. Der letzte Werth von K würde T auf 1,5639 herabsetzen.

In den zwei letzten Versuchen Jan[uar] 1841 wurden gleichzeitig sowohl mit den Schwingungs- als Ablenkungs-Beobachtungen, die Zeit von 300 Schwingungen des Dollondschen Cylinders beobachtet, und dadurch die Schwingungszeit des Ablenkungs-Cylinders auf die Zeit der Ablenkungsversuche reducirt. Diese Beobachtungen stimmen auch etwas besser mit dem Mittel als etliche der vorhergehenden. Bei den übrigen wurde zwar eine Schwingungsbeobachtung des Ablenkungscylinders vor und nach dem Ablenkungsversuche gemacht; da aber das Minimum der Intensität ungefähr um 11 Uhr Vorm[ittag] eintritt, und die Intensität von 12 Uhr an ziemlich geschwind zunimmt, so ist ein Mittel zwischen beiden Schwingungszeiten wahrscheinlich etwas verschieden von der mit dem Ablenkungsversuche gleichzeitigen Schw[un-]

[S. 2] gungszeit; besonders weil das Wegtransportiren des einen Instruments und die Aufstellung des anderen auf demselbigen Pfeiler etwas weitläufig und zeitraubend ist. Ich habe deswegen bisweilen bloß die bei dem Ablenckungsversuche nächst fallende Schwingungsbeobachtung in der Berechnung angewendet, da eine Interpolation unter diesen Umständen unsicher ist. Sonst habe ich so viel wie möglich gesucht alle Quellen zu constanten Fehlern wegzuräumen, indem ich die Dimensionen so genau wie ich könnte gemessen, die Theilen der Scala in wahre Millimeter ausgedruct, die Torsionskraft des Filaments, oder der verschiedenen Filamente (da ein neues eingesetzt worden ist) mehrmals bestimmt habe u. s. w.

Bei diesen Resultaten finde ich nun folgendes zu bemerken:

I) Ist t die Zeit von 300 horizontale Schwingungen meines Dollondschen Cylinders reducirt auf die Temperatur $+ 7^{\circ}5$ R. T die gleichzeitige horizontale Intensität, so ist $T t^2 = C$ eine Constante wenn das Moment M dieses Cylinders constant ist, wie ich nach 20jährige Beobachtungen annehme. Im Garten der Göttinger Sternwarte fand ich zwischen

27 Aug[ust] und 10	40 Beobachtungen	Vormittags	$t = 758''12$
Sept[ember] 1839 aus	56 -----	Nachmittags	$t = 757.67$
also im Mittel aus	96 -----	-----	$t = 757.90$

Aus drei Bestimmungen den 9 und 10 Sept[ember] 1839 wurde nach Dr. Goldschmidts Mittheilung in Göttingen gefunden $T = 1,7766$. Für welchen Zeitpunkt diese Bestimmung gilt ist nicht angegeben. Den 10 Sept[ember] beobachtete ich um $4^h41'$ und $4^h59'$ Nachm[ittag] im Garten daselbst, und fand im Mittel $t = 757''16$. Wende ich den mittleren Werth aller 96 Beobachtungen an, oder setze $t = 757''90$, so finde ich $\log C = 6,00881$, und folglich auf jedem anderen Beobachtungsorte $\log T = 6,00881 - 2 \log t$.

Aus den 9 ersten Beobachtungen der obigen Tafel zwischen 28 Aug[ust] und 6 Dec[ember] 1840 findet man für Christiania $T = 1,5647$; aus 5 Beobachtungen mit dem Dollondschen Cylinder auf demselbigen Pfeiler im Garten zwischen den 5^{ten} und 27 September 1840, also ungefähr in derselbigen Periode, fand ich $t = 812''51$; also

$$\log C = 6,01408.$$

Vollkommen gleichzeitig waren folgende zwei Beobachtungen

		T	t	$\log C$
1841	Jan[uar] 10	1,5623	$813''20$	6,01415.
—	Jan[uar] 13	1,5638	$813,27$	6,01465.

Ein Mittel aus diesen drei Letzten nicht sehr abweichenden Resultaten giebt

$$\log C = 6,01429,$$

der Göttinger Werth $\log C = 6,00881.$

Woher diese große Abweichung ???

Der Göttinger Werth von C würde für Christiania geben entweder $T = 1,5448$ oder $t = 807''{,}66$

Der Christiania Werth von C würde für Göttingen geben entweder $T = 1,7992$ oder $t = 762''{,}69$

Unter den 96 Beobachtungen in Göttingen traf der kleinste Werth von t ein den 30 Aug[ust] um $4^{\text{h}}14'$ Nachm[ittag] und war $t = 755''{,}73$; der größte Werth wurde beobachtet den 4^{ten} Sept[ember] um $11^{\text{h}}49'$ Vorm[ittag] und war $t = 759''{,}87$. Eine Schwingungszeit $t = 762''{,}69$ daselbst scheint mir daher ebenso unzulässig, als $t = 807''{,}66$ für Christiania, wo der kleinste Werth von t , den ich je gefunden

[S. 3] habe eintraf den 27^{sten} und 29 März 1840 um $6\frac{1}{2}$ Uhr bei Sonnenuntergang, $t = 810''{,}22$ und $t = 810''{,}25$; der größte aber in 1840 war März 30 um $10^{\text{h}}29'$ Vorm[ittag] $t = 815''{,}04$. Ebenso wenig kann man nach der guten Uebereinstimmung der verschiedenen Werthe von T in Christiania, wo der wahrscheinliche Fehler des Mittels ist $= \pm 0,0019$, annehmen $T = 1,5448$, welches einen Fehler des mittleren Werths $T = 1,5644$ von $- 0,0196$, oder das zehnfache des wahrscheinlichen Fehlers, geben würde. Die größten und kleinsten Ablenkungen welche die Länge der Röhren und die Größe der Scala des Weberschen Apparats gelassen, liegen zwischen $3^{\circ}5'$, und $9^{\circ}44'$. Wenn man nun in jedem Versuche 5 Beobachtungen (verschiedene Ablenkungen) gemacht hat, und die Werthe von ν alle bis auf $10''$ oder $20''$, oder in seltenen ungünstigen Fällen, wenn das Wetter sehr windig ist, eine einzelne bis auf eine Minute durch die Werthe von F , F' und R dargestellt werden; wenn in den verschiedenen Versuchen die Werthe von R sehr variirt werden, ebenso der Abstand zwischen Spiegelfläche und Scala, und alle Dimensionen richtig gemessen werden, so kann ich mir keinen bedeutenden constanten Fehler als existirend denken. Es scheint mir deswegen deutlich, daß aus irgend einer Local-Ursache ein Unterschied sein muß zwischen der Intensität im Garten und in dem magnetischen Observatorium in Göttingen. Der Verdacht muß natürlich auf den Garten fallen, wo das Eisengitter und die langen vertikalen Dachrinnen und Eisenstangen bei Fenstern und Thüren der Sternwarte nothwendig einigen Einfluß haben müssen. Diesen Verdacht wünschte ich in Göttingen selbst zu beseitigen durch vergleichende Beobachtungen im Garten und auf der Wiese in der Nähe des magnet[ischen] Observatoriums; ließ mich aber aus einer zu großen Nachgiebigkeit abhalten durch Dr. Goldschmidts Einwendungen. Mir würde es sehr interessiren diese Zweifel ins Reine gebracht zu sehen; und die Sache ist nicht ganz ohne allgemeine[s] Interesse, weil mehrere Beobachter vergleichende Beobachtungen auf demselbigen Platze gemacht haben. Ein Unterschied von $4''{,}8$ auf $758''$ ist leicht zu entdecken weil er doppelt so groß ist als die tägliche Variation, und die größte Differenz der Temperatur-Correctionen in einem Tage übersteigt. Zwei Schwingungsbeobachtungen im Garten und eine zwischenliegende auf freiem Felde in der Gegend des magn[etischen] Observatoriums selbst ohne Temperatur-Correction wird hinreichend

sein. Die ganze Sache kann in einer Stunde zuendegebracht sein. Ich bitte daher sehr diese Untersuchung H[er]rn Dr Goldschmidt oder H[e]rrn Prof. Weber zu empfehlen. Ich bin sehr neugierig zu sehen, was „*sensor ille metuendus*“²⁵⁴ das große Magnetometer dazu sagen wird.

II) In der Gleichung $2 \log t = 2 \log r + \log K - \log T - \log M$

sind t, K, M abhängig von der Temperatur. Angenommen daß bei einer Temperatur-Erhöhung von einem Reaumurschen Grade verändern sich $\log t, \log K$ und $\log M$ zu $\log t + x, \log K + y, \log M + z$, so ist

$$2x = y - z, \text{ oder}$$

[S. 4]

$$\Delta \log M = -2 \Delta \log t + \Delta \log K.$$

Durch eine Reihe von Beobachtungen, von welchen ich nachher etwas mehr sprechen werde, habe ich für den aus Weberschen Gusstahle gefertigten Ablenckungscylinder gefunden

$$\Delta \log t = 0,0001731.$$

Für meinen Dollondschen Cylinder fand ich aus Beobachtungen in 1827 auf eine ganz verschiedene Weise $\Delta \log t = 0,000149$. Obgleich die Beschaffenheit des Stahls und die Dimensionen dieser zwei Cylinder so ausserordentlich verschieden sind, so sind doch die Temperatur-Correctionen beinahe gleich groß. Nimmt man die Länge des gehärteten Stahls bei der Temperatur des kochenden Wassers = 1,0012, die Länge bei der Temperatur des schmelzenden Eises als Einheit genommen, so wird

$$\Delta \log K = 0,000013. \text{ Hieraus würde folgen}$$

$$\Delta \log M = -0,000333.$$

Ich habe aber in der folgenden Rechnung $\Delta \log K$ negligirt, und angenommen $\Delta \log M = -0,0003462$. Mit dieser Correction habe ich die Momente M in der ersten Tafel auf die Temperatur 0° reducirt, und die in der untenstehenden Tafel angeführten Wehrte gefunden, wo die seit 28 Aug[ust] 1840 verlaufene Tage durch t ausgedruckt sind. Hieraus zeigt sich nun, was zu erwarten war, daß das Moment M nach und nach abgenommen habe. In einem früheren Briefe habe ich angemerckt, daß ich bei Beobachtung aller der von mir gefertigten magnetischen Cylinder gefunden habe, daß das Moment eine Function der Zeit sey, welche durch die folgende Form ausgedrückt werden kann

$$M = A + B e^{-at}$$

²⁵⁴ Lat. *sensor ille metuendus* = jener zu fürchtende Zensor.

wo A der Gränzwert von M ist, wenn $t = \infty$, $A + B$ der Werth für $t = 0$, und α eine Constante, welche von der Beschaffenheit des Stahls und der Zeiteinheit abhängig ist. Durch die Methode der kleinsten Quadrate habe ich die wahrscheinlichsten Wehrthe der Constanten A , B und α gesucht, und für den Uslarschen Ablenkungscylinder²⁵⁵ gefunden:

$$A = 13474400, \quad B = 355930, \quad \alpha = 0,039596.$$

Diese Werthe geben nun folgende Unterschiede zwischen Beobachtung und Formel

Tafel II

M

[Spaltenüberschriften: Beobachtungstag, t , beobachtet, berechnet, Differenz]

Beobachtungstag	t	beobachtet	berechnet	Differenz
1840 Aug 28	0	13 822 000	13 820 300	- 8 300
31	3	13 897 000*	13 790 400	+ 106 700
Sept 1	4	13 773 000	13 773 200	- 5 200
3	6	13 726 000	13 755 100	- 29 100
8	11	13 689 000	13 704 700	- 45 700
13	16	13 536 000*	13 663 300	- 107 300
Oct 6	39	13 619 000	13 530 400	+ 68 600
7	40	13 620 000	13 547 400	+ 72 600
Dec 6	100	13 395 000*	13 481 200	- 86 200
1841 Jan. 10	135	13 504 000	13 476 100	+ 27 900
13	138	13 499 000	13 475 900	+ 23 100

[Anmerkung am rechten Rand] Die drei Beobachtungen 1840 Aug[ust] 31, Sept[ember] 13 und Dec[ember] 6, welche für T in der ersten Tafel starck abweichende Resultate gegeben haben, treten auch hier starck hervor, und zwar so, daß wenn T zu klein gefunden ist, ist M zu groß, und umgekehrt. Unter diesen Beobachtungen müssen wahrscheinlich unregelmäßige Veränderungen des Erdmagnetismus eingetroffen haben, welche nicht eliminiert werden könnten, weil keine correspondirenden Beobachtungen mit einem Hülfapparate gemacht sind. Wollte man diese drei Beobachtungen ausschieben, so könnte man eine viel bessere Uebereinstimmung zustande bringen. Bei den übrigen tritt der Unterschied erst in dem 4^{ten} oder 5^{ten} Cipher von oben ein. Theilt man 138 in zwei oder drei gleiche Theile und setzt $t = 69$ oder $t = 46$, $t = 92$ in der Formel, so erhält man folgende Werthe für M

255 Uslar ist eine kleine, nordwestlich von Göttingen gelegene Stadt.

$$\begin{array}{l}
 t = 0, \quad M = 13830330 \\
 t = 60, \quad M = 13497365 \\
 t = 138, \quad M = 13475908
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \Delta M \\
 332765 \\
 21667
 \end{array}
 \quad
 \left.
 \begin{array}{l}
 t = 0, \quad M = 13830330 \\
 t = 46, \quad M = 13531989 \\
 t = 92, \quad M = 13489718 \\
 t = 138, \quad M = 13475908
 \end{array}
 \right\}
 \begin{array}{l}
 \Delta M \\
 298341 \\
 48271 \\
 7810
 \end{array}$$

woraus die starcke Abnahme der Veränderungen von M in der letzten Hälfte der Periode in Vergleichung mit der ersten Hälfte deutlich wird. In 138 Tagen hat bei diesem Cylinder M sich schon sehr starck an dem Gränzwerthe $A = 13474400$ genähert; der Unterschied ist bloß 1508, oder etwas über eine Einheit in dem fünften Cipher von oben, welches auf die Zeit einer Schwingung einen

[S. 5] kaum merckbaren Einfluß haben würde. Hiebei ist doch zu bemerken, daß der Cylinder schon mehrere Monathe vor dem 28^{sten} August in Göttingen magnetisirt war, und daher, da ich meine Beobachtungen anfang, sich der Reife oder dem Gleichgewicht schon starck genähert hatte. (*) In dieser Hinsicht ist auch der Uslarsche Stahl sehr zu empfehlen, weil der Englische Gusstahl und andere Stahlsorten bisweilen in 3 – 4 Jahren noch nicht ganz zur Unveränderlichkeit gekommen sind.

[Anmerkung von Hansteen auf dem linken Rand des Briefbogens] (*) Die beigelegte Curve²⁵⁶ zeigt die Abnahme des Moments nach der Formel; die kleinen Cirkeln 1, 2, 3, ...²⁵⁷ die beobachteten Werthe.

[*** Ende des veröffentlichten Abschnitts (Hansteen 1841a, hier bis S. 63) ***]

III) Bei dem Factor F in Tafel I ist nichts weiter zu bemerken, als daß er beinahe constant ist, doch etwas abgenommen habe ebenso wie M , indem die Schwingungsdauer zugenommen hat, und daß die drei mit * bezeichneten Bestimmungen auch hier etwas aus der Reihe treten.

IV) Bei dem Factor F' kommt es mir merkwürdig vor, daß der in den ersten 4 Beobachtungen gefundene negative Werth in einen positiven übergegangen ist. Zwar hängt die Bestimmung dieses Factors in einem Haare; wenn man aber die Ablenkungen in 3 bis 5 verschiedene Abstände beobachtet hat, und diese nicht nach der Größe von R vorgenommen sondern bisweilen mit dem größten bisweilen mit dem kleinsten, bisweilen mit dem mittleren Werthe von R angefangen hat, bisweilen am Ende des Versuchs die Ablenkung wieder in demselbigen Abstände, womit man anfang, von neuem beobachtet hat, so scheint diese durchgehende Veränderung von F' nicht zufällig zu sein können. Auch hier treten die drei mit (*) bemerckten Beobachtungen am stärcksten aus der Reihe hinaus. Ich kann mir diese Veränderung von F' nicht anders erklären, als durch eine veränderte Vertheilung des freien Magnetismus im Stabe, nämlich so, daß die Intensität in der Mitte des Stabes mit der Zeit stärker

²⁵⁶ Diese hier erwähnte „beigelegte Curve“ ist nicht mehr vorhanden.

²⁵⁷ Das Zeichen " bedeutet hier wahrscheinlich soviel wie usw.; es kommt im Brief Nr. 10, S. 2 vor.

abnimmt als in der Nähe der Endflächen. Es würde mich sehr interessiren Ihre Gedancken über diese Bemerkungen zu hören.

Meine Bestimmung der Temperatur-Correction des Göttingschen Ablenkungscylin-
ders wurde folgendermaßen ausgeführt. Der Kürze wegen will ich diesen Cylinder mit
 G , den Dollondschen mit D benennen. Ist T die Zeit einer Schwingung von G , t die Zeit
einer Schwingung von D , beide auf verschwindende Bögen reducirt, und unter voll-
kommen gleiche Umstände (Zeit, Temperatur, Localität) gemacht, so sey $T = t x$, oder
wenn a ein genäherter Werth von x ist:

$$T = a t (1 + x) .$$

Ist T in der Temperatur θ beobachtet, geht T über in $T(1 + \theta y)$ und da bei D schon die
Temperatur=Correction bekannt ist, verstehe ich bei t den auf eine constante Nor-
maltemperatur reducirte Werth. Ich machte erst zwei Paare gleichzeitiger Beobach-
tungen auf freiem Felde mit G und D , in einem solchen Abstände von einander, daß
kaum gegenseitige Einwirkung zu befürchten war, indem erst 30 Schwingungen von
 G beobachtet wurden, dann 360 Schwingungen von D und gleich darauf 30 Schwin-
gungen von G . Indem T ungefähr $5^{\circ} 33$ ist, könnte die in der Zwischenzeit ausgeführte
Anzahl der Schwingungen von G nicht zweifelhaft werden. Ich erhielt auf diese Weise
zwei Gleichungen von der Form

$$T(1 + \theta y) = a t (1 + x)$$

Danach machte ich zwei gleichzeitige Beobachtungen von G in einem kalten Flügel
 A der Sternwarte und von D in meiner warmen Stube B . Verändert sich T , wenn G von
 A nach B gebracht wird, unter übrigens ganz gleiche Umstände in $T(1 + z)$, wo also
 z bloß aus der Localwirkung der Zimmer herrührt, so findet sich hieraus eine Glei-
chung von der Form

$$T_1(1 + \theta_1 y) = a t_1 (1 + x);$$

und da nachher G und D mit einander vertauscht wurden

$$T_2(1 + \theta_2 y) = a t_2 (1 + x)(1 + z).$$

Hierauf wurde G erst in dem kalten Locale A , danach auf dem Platze B beobachtet,
und auf einer dritten Stelle wurde beidemal D als Hilfsapparat gleichzeitig beobach-
tet

[S. 6] um die beiden T auf dasselbige Zeitmoment reduciren zu können. Hieraus ent-
stand eine Gleichung von der Form:

$$T_3(1 + \theta_3 y)(1 + z) = T_4(1 + \theta_4 y).$$

Hierauf wurde D wechselseitig in A und B beobachtet und gleichzeitig G als Hilfsap-
parat gebraucht; dieser Versuch wurde zweimal wiederholt, woraus ich zwei Glei-
chungen von folgender Form erhielt

$$t_5 = t_6 (1 + z).$$

Aus diesen 7 Gleichungen, in welchen die größten Temperaturdifferenzen auf 30° stiegen, wurden die wahrscheinlichsten Werte von x , y und z bestimmt, indem die Producte von x , y und z vernachlässigt wurden.

Meiner Meinung nach ist es vergebens die Temperatur-Correction eines Magnetstabes untersuchen zu wollen, eher als sein Moment sich der Gränze starck genähert hat; denn die Aufwärmung beschleunigt die bleibende Abnahme des Moments, und diese Veränderung vermischt sich mit der von der Temperatur herrührenden Änderung. Die erste Abnahme des Moments scheint eine Folge der wirklichen Vereinigung der magnetischen Kräfte (Flüssigkeiten) in jeder Molecule des Stahls; die von der Temperaturerhöhung eines unveränderlichen Magneten folgende Verringerung des Moments dagegen aus einer durch die Wärme verursachten verkleinerten Wirksamkeit der Flüssigkeiten.

Ich erlaube mir noch einige Bemerkungen über die absolute Intensitätsmessung hinzuzusetzen. 1) Es scheint mir nicht rathsam, den Ablenckungsstab kurz vor der Beobachtung von neuem zu magnetisiren; je älter und bemooster (wie Sie es nannten) er ist, je besser. Hat M nahe seinen Grenzwert erhalten, so sind die Kräfte in jeder Molecüle in Gleichgewicht mit der Tenacität²⁵⁸ des Stahls, und der Stab kan Veränderungen an der Temperatur und Repulsionen eines anderen Stabes vertragen ohne bleibende Veränderungen des M zu erleiden. Hat man ihn neulich umgestrichen, so ist alles herumgewühlt, die Intensitätscurve hat eine neue Form bekommen, welche nicht mehr für die Tenacität jedes Molecüls passt, und daher wandelbar ist. Nach und nach reißt sich etwas loß. Und was hat man dabei gewonnen? Bisweilen gewinnt der Stab etwas bey der Umstreichung, bisweilen verliert er so gar, wie es bei der Intensitätsmessung in Göttingen der Fall war; das kommt alles auf die Manipulation und Geschicklichkeit des Streichers an.

2) Durch die Schwingungszeit des Ablenckungsstabes erhält man den Werth von TM , durch die Ablenckungsversuche den Werth von $\frac{M}{T}$. Hat M und T in beide Versuche denselbigen Werth, so erhält man hieraus richtig den Werth von T ; ist das nicht der Fall, so setzt man einen Bruch, dessen Zähler und Nenner verschieden sind, = 1. Soll aber M in beide Versuche den selbigen Werth haben, so muß man a) die Temperatur des Stabes in beide Versuche und die Reduction von M für 1° des Thermometers kennen. Es ist kaum anzunehmen, daß eine Temperatur-Differenz von ein Paar Graden oder mehr in beide Versuche nicht statt finden sollte. Unter den Ablenckungsversuchen wird der Stab oder dessen hölzerne Einfassung bei der häufigen Umlegung

258 Tenacität = Widerstandsfähigkeit eines Stoffes gegen Bruch oder Riss, Zähigkeit, Reißfestigkeit.

durch warme Hände berührt, bisweilen scheint die Sonne durch die Fenster, bisweilen nicht,

[S. 7] selbst wenn sie den Stab oder den Schwingungskasten nicht unmittelbar bestrahlt, macht es doch leicht eine Differenz von ein Paar Graden; wenn man nicht in einem Keller beobachtet, so hat die Temperatur in jedem Zimmer eine bedeutende tägliche Variation; und zwischen dem Ablenckungs- und Schwingungsversuche verläuft wohl wenigstens eine Stunde, in welcher diese Variation merklich seyn kann. Nehmen wir, wie es oben gefunden wurde, für $1^\circ R.$ $\Delta \log M = -0,00034$ (sehr verschieden scheint dieser Werth selbst für verschiedene Staatsorten und Dimensionen nicht zu seyn), und eine Temperaturdifferenz bey beiden Theilen des Versuches von 3° , so ist $\Delta \log M = 0,00102$, oder der eine Werth von M ist $1,003$; wenn der andre = $1,000$ ist. b) Da MT durch die Zeit t einer Schwingung bestimmt wird, so soll auch T und t unter beiden Theilen des Versuchs denselbigen Werth haben; deswegen macht man gleichzeitige Schwingungs=Versuche mit einem anderen Hilfsstaabe. Dieß muß in einem anderen Locale gemacht werden; haben hier die Fenstern eine andere Lage gegen den Meridian, als in dem magnetischen Observatorium, oder hat das Zimmer mehrere Fenster, oder andere Dimensionen, so wird die Temperatur-Änderung in der Zwischenzeit in beiden Localen verschieden; nicht unmöglich ist es, daß die Reduction für beide Stäbe etwas verschieden seyn kann; folglich wird die Reduction von t auf die mittlere Zeit des Ablenckungsversuchs etwas fehlerhaft, wenn die Reduction für die Temperatur für beide Stäbe nicht durch anderweitige Versuche bekannt sind. c) Verändert sich die Declination unter dem der Ablenckungsstab bei unverändertem R um gelegt wird, so wird der Unterschied beider beobachteten Scalenpunkte nicht den wahren Werth von 20 geben (ν = Ablenckungswinkel). Die Beobachtung der Declinationsvariationen durch ein Hilfsapparat würde dieses abhelfen; dieses erfordert aber drei gleichzeitige Beobachtungen in drei von einander entfernte Localen, nämlich Ablenckungen, Schwingungen und Declinationsvariationen, welches wenigstens sehr beschwerlich sein würde.

Nach den oben angezeigten Schwierigkeiten scheint es mir, daß die absolute Intensitätsmessung, so wie sie jetzt ausgeführt wird (in so weit ich die jetzt angewendeten Versuchsmaaßregeln richtig aufgefaßt habe) nicht Anspruch auf eine so große Feinheit haben kann, als man, wie es mir scheint, sich vorstellt. Dagegen hat man, nach meiner Meinung die Brauchbarckheit der comparativen Methode viel zu tief herabgesetzt (z. B. Webers Äusserungen bei der Beschreibung des transportablen Magnetometers „Resultate“ 1838²⁵⁹ und anderwärts). Es ist wahr, man kann schlechte comparative ebenso wohl wie schlechte absolute Bestimmungen machen; daß kommt alles auf die Geschicklichkeit des Beobachters an.

259 Siehe „Das transportable Magnetometer“ (Weber 1839b).

Kreils²⁶⁰ absolute Bestimmungen in Milano schwancken unter 7 Beobachtungen mit demselbigen Instrumente in 1836 in dem botanischen Garten zwischen 2,1171 und 1,9399 welches ein Unterschied von 0,1772 oder 0,087 der ganzen Intensität giebt; und in 1837 unter 10 Beobachtungen zwischen 2,0980 und 1,9861, welches einen Unterschied von 0,1119 oder 0,055 der ganzen Intensität ist. In Milano ist die horizontale Intensität $\frac{1}{3}$ Mahl größer als in Christiania, und die regelmäßige tägliche Variation ebenso wie die unregelmäßigen Störungen müssen da nothwendig viel geringer seyn. Denn ungeachtet ist der größte Unterschied zwischen meine Bestimmungen auf freiem Felde mit dem kleinen Weberschen Reiseapparate nur $1,5788 - 1,5416 = 0,03720$ oder $0,024$ des Ganzen. Ich kann nicht zweifeln, daß die großen Unterschiede in Milano hauptsächlich aus Beobachtungsfehlern herrühren. Der comparativen Methode sind wir beinahe alles schuldig, was wir jetzt von dem magnetischen Systeme der Erde kennen. Ich habe dadurch die tägliche Variation der Intensität entdeckt in 1820; ihre Veränderungen nach den Jahreszeiten, und ungefähr die Zeit des täglichen Maximums und Minimums gefunden. Ich weiß nicht ob die absolute Methode diese Variation angegeben habe (*); da

[Anmerkung von Hansteen am linken Rand des Briefbogens] (*) Kreilsche Bestimmungen würde sie wahrlich nicht entdeckt haben.

[S. 8] sie zu viel Zeit erfordert, ist sie dazu nicht bequem. Das Bifilar-Magentometer gründet sich auf der comparativen Methode, auf ein unveränderliches Moment. Kennt man nicht die Einwirkung der Temperatur auf das Moment, so ist es eigentlich bloß ein sehr sensibles Magnetoskop, welches die Variationen von 5 zu 5 Minuten sehr fein angiebt, sondern nicht die Veränderung von Vormittag bis Nachmittag oder von Sommer nach Winter, weil die Temperatur verschieden ist. Bei der comparativen Methode habe ich eine Säcularveränderung der horizontalen Intensität gefunden, zufolge dessen die horizontale Intensität hier in Christiania jährlich um 0,0003869 seiner ganzen Größe zunimmt, und eine Veränderung von kurzer Periode, die etwa von 19 Jahren zu seyn scheint. Die Länge der Periode kann zwar noch zweifelhaft seyn, bis eine zweite Periode zurückgelegt ist, aber es ist doch ein Zeugniß von der Brauchbarkeit der Methode, selbst zu feineren Bestimmungen und in längeren Zeiträumen. Sie haben zwar kein Zutrauen an der ganzen Sache. Ich hoffe aber getrost, daß die Zeit das Resultat rechtfertigen werde: Alle meine Beobachtungen in 20 Jahren mit so vielen Cylindern haben gezeigt, daß das Moment durch die oben angegebene exponentiele Function der Zeit ausgedrückt werden kann, und folglich einen Gränzwert haben muß. Wenn dieser erreicht ist, wenigstens so nahe, als es durch die Beobachtungen angegeben werden kann, oder wenn die drei Constanten der Function bestimmt sind, erst dann ist der Stab (Cylinder) für Beobachtungen

260 Karl Kreil (1798–1862), von 1826 bis 1830 Assistent an der Sternwarte in Mailand; 1838 Adjunkt und 1845 Direktor der Sternwarte des Prager Clementinums, 1851 Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien.

brauchbar. Zunehmen kann das Moment nicht; und eine unregelmäßige Abnahme kann bloß statt finden, wenn die Nadel zu starck aufgeheizt wird, oder in der Nähe starcker Magneten kommt. Die Methode erfordert folglich eine ängstliche Vorsorge und Bewachung der Nadel; so lange sie aber in dem Besitze eines einzelnen Mannes, der ihre Geschichte von Tag zu Tage in der ganzen Periode der Beobachtung kennt, so kann er wenigstens die volle Ueberzeugung haben, daß alles richtig ist. Kommt sie aber in andere Hände, kann man allenfalls zweifelhaft werden. Darinn liegt der Hauptvorthheil der absoluten Methode. – Die comparative Methode ist beinahe überall falsch angewendet worden, wenn ich die Beobachtungen des Professor Forbes²⁶¹ ausnehme. Man hat keine Reduction für den Schwingungsbogen angebracht (Humboldt, Sabine²⁶² und alle die übrigen Engländer), oder diese Correction mit verkehrtem Zeichen angebracht (Sabine); keine Correction für Temperatur (Humboldt, Sabine, Quetelet,²⁶³ mehrere Engländer, beinahe alle Beobachter); nicht die Schwingungszeit der Nadel vor und nach der Reise auf demselbigen Punkt beobachtet; nur die Veränderungen des Moments der Nadel zu erforschen (Quetelet, und selbst Rudberg,²⁶⁴ der doch sonst ein genauer Beobachter war, und vielleicht mehrere Beobachter); man hat es für sicherer gehalten mit 1 – 6 veränderliche, als mit einer unveränderlichen Nadel die Beobachtungen anzustellen (Quetelet, Sabine); man hat die Nadel bei jeder Beobachtung neu gestrichen um einen vermeintlichen constanten Sättigungsgrad zu erreichen, ohne sich vor der Reise durch Beobachtungen zu überzeugen, ob dieser Sättigungsgrad mehr als eine lose Idee ist (Parrot²⁶⁵); man hat mehrere solche Nadeln paarweise mit zwischengelegten eiserne Anker aufbewahrt, um ihre Veränderlichkeit zu vermindern, ohne zu wissen, daß eine jede Berührung mit Eisen oder Magnet das Moment verändern kann (Sabine); man hat auf der Reise das einfache Aufhängungs-filament zerrissen, und statt dessen einen groben gezwirnten Nähfad eingesetzt, ohne anzumercken wann und wo diese Veränderung vorgenommen ist, wobey eine Schwingungszeit von 600 Secunden um 10 Secunden verringert ist (King,²⁶⁶ Cronstrand²⁶⁷).

261 James David Forbes (1809–1868), Physiker und Geologe, 1833 Professor an der Universität Edinburgh. Vgl. Brief Nr. 17 erste Seite der Anlage.

262 Edward Sabine (1788–1883), Teilnehmer an zahlreichen Expeditionen, sorgte ab 1830 zusammen mit Humphrey Lloyd für den Ausbau des britischen magnetischen Beobachtungsnetzes. Vgl. Brief Nr. 10, Zitat auf S. 8.

263 Adolphe Quetelet (1796–1874), seit 1828 Direktor des Observatoire Royal de Belgique in Brüssel. Vgl. Brief Nr. 2, Zitat auf S. 4.

264 Frederik Rudberg (1800–1839), seit 1828 Professor der Physik an der Universität Uppsala.

265 Es ist nicht klar, ob hier Georg Friedrich Parrot (vgl. Anm. 222) oder sein Sohn Friedrich Parrot (vgl. Kap. 2.10.6) gemeint ist.

266 Kapitän Philip Parker King (1793–1856), machte von 1826 bis 1830 auf dem Schiff „Beagle“ an der Ost- und der Westküste Südamerikas magnetische Beobachtungen.

267 Simon Anders Cronstrand (1784–1850), Astronom und Mitglied der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, Professor beim Topographischen Corps.

[S. 9] Alle diese Schweinereien fallen aber nicht der Methode, sondern den Beobachtern zur Last. Sollten diese Herren absolute Bestimmungen machen, so würden diese noch schlechter ausfallen. Kommen nun solche rohen Beobachtungen unter der Reductionsfeder eines Sabine, so ist es nicht zu verwundern, daß man aus den Beobachtungen eines Fitz Roy²⁶⁸ eine Intensität = 1,017 finden kann, wo Erman 1,179 gefunden hat; und wo Erman unstreitig das richtige Resultat mit einer ziemlichen Annäherung angegeben hat. Sein Cylinder war mit meinem verglichen, die Veränderlichkeit des Moments ziemlich gut bestimmt, er applicirte meine Correction für die Temperatur, hatte von mir ein Kästchen mit eingelegtem Thermometer bekommen, und daß Filament war von derselbigen Rolle, wie das meinige; zwar nicht ganz ohne merckliche Torsionskraft, worauf er keine Rücksicht genommen hat; aber die Correction könnte nicht mehr ausmachen als ein Paar Einheiten in der 4^{ten} Decimalstelle der $\log t$. Wenn ein vernünftiger Mann Zeit und Geduld gehabt hätte, diesen Augias Stall zu reinigen, so würde man nicht Anlaß gefunden haben, eine sehr brauchbare Methode so starck und unverdient herabzusetzen.

Die comparative Methode hat den großen Vortheil, daß die Beobachtung in der Zeit von 20 Minuten zuendegebracht, und die Reduction auf der Stelle in ein Paar Minuten ausgeführt werden kann; daß man in ein Paar Stunden Beobachtungen auf 4 oder mehrere verschiedene Stellen in der Gegend anstellen kann, um sich von Localitätswirkungen, die in Gebirgsgegenden wie in Schweden und Norwegen sehr oft und ziemlich starck sich zeigen, frei zu machen und sie zu entdecken. Das große Magnetometer bedarf ein Haus, und das Webersche Reisemagnetometer entweder einen steinernen Pfeiler oder wenigstens ein schwer zu bewegendes großes und starckes Statif oder einen Tisch, welchen man nicht immer eisenfrei oder bequem bei der Hand hat. Zu der Beobachtung und Berechnung braucht man viel Zeit; die Berechnung kann kaum auf der Stelle ausgeführt werden, und man weiß folglich nicht, ob man vielleicht unglücklicherweise auf einen Punkt beobachtet hat, der mit Localmagnetismus behaftet ist, eher²⁶⁹ [sic] als lange nachdem man die Gegend verlassen hat. Wünscht man einen Mittelwerth der Intensität für den Beobachtungsplatz, so ist die comparative Methode sehr bequem, indem man von halber zu halber Stunde den ganzen Tag durch leicht Beobachtungen ausführen kann; und wenn die Nadel unveränderlich ist, und da die Schwingungsbeobachtung mit größerer Schärfe ausgeführt werden kann als die Ablenkungen, so fehlt nichts in der Genauigkeit der Bestimmung. Wenn ich noch ein Mal eine magnetische Beobachtungsreise in Sibirien vornehmen sollte, würde ich kaum einen Magnetometer mitbringen, Anstatt mehrere 100 Bestim-

268 Kapitän Robert FitzRoy (1805–1865) hatte bereits unter dem Kommando von Kapitän Philipp Parker King in Südamerika in den Jahren 1828–1830 die „Beagle“ befehligt; in den Jahren von 1831 bis 1836 hatte FitzRoy bei einer weiteren Weltumsegelung mit dem Schwerpunkt Südamerika das alleinige Kommando auf der „Beagle“ inne. Der später berühmteste Teilnehmer an dieser Expedition war Charles Darwin.

269 Lesung unsicher.

mungen auf den verschiedensten Punkten gemacht zu haben, würde ich mit großer Anstrengung kaum 10 zurückgebracht haben, und wenn

[S. 10] mehrere von diesen durch Localwirkungen zufälligerweise verunstaltet waren, was man bei so wenigen weit auseinander liegenden Beobachtungspunkten nicht entdecken könnte, so war dabei für die Theorie gewiß mehr verloren als gewonnen. Die äussersten Extreme meiner 96 Schwingungsbeobachtungen in Göttingen in 14 Tagen Vormittags und Nachmittags waren 759''87 Vormittags nach einem Nordlichte und 755''73 Nachmittags (*).

[Vermerk von Hansteen am linken Rand des Briefbogens] (*) Der wahrscheinliche Fehler einer Schwingungszeit von 300 Schwingungen nach meiner Methode und mit meinem Cylinder ist unten 0''1, wenn die ganze Schwingungszeit 800'' ist, folglich ist der Fehler $\frac{1}{8000}$ des Ganzen. Sturm und andere störende Ursachen können diesen Fehler etwas vergrößern, aber er geht niemals über eine halbe Secunde.

[Fortsetzung des Absatzes] Diese Differenz fasset sowohl die ganze tägliche Variation als die unregelmässigen Veränderungen und die möglichen kleinen Beobachtungsfehler ein. Mit dem obenangeführten Göttinger Werth von $\log C$, erhält man hieraus die Extreme der Werthe von der horizontalen Intensität T in dieser Periode in absolutem Maasse 1,7868 und 1,7673 mit einer Differenz = 0,0195 oder 0,011 der ganzen Größe; 9 Magnetometer-Beobachtungen in Milano gaben einen Unterschied = 0,087, und 11 in Christiania mit dem Weberschen Instrumente einen Unterschied = 0,024 beide in Theilen des Ganzen. Hier scheint folglich die bessere Uebereinstimmung ganz auf die Seite der comparativen Bestimmungen zu fallen, indem hier die Differenz 8 Mal kleiner ist als in Milano, obgleich die regelmässigen und unregelmässigen Variationen in Göttingen nicht größer zu erwarten sind als in Milano. In Christiania liegen die Extreme der Schwingungszeit in einigen Jahren nicht weiter aus einander, als in Göttingen (810'',22 – 815'',04)[.]

Das Verhältniß zwischen den absoluten und comparativen Intensitätsmessungen, ist ungefähr dasselbige, als zwischen Längen=bestimmungen durch Mondsdistanzen und durch Chronometer. Wollte man die Conturen einer Seeküste durch Mondsdistanzen bestimmen, würde man leicht in Gefahr laufen, ein Vorgebirge als eine Bucht und eine Bucht als ein Vorgebirge zu verzeichnen, obwohl der Schwerpunkt der ganzen Insel (sit venia verbo²⁷⁰) ziemlich nahe die richtige Länge bekommen würde, selbst wenn sie in der Nähe der Antipoden ihren Platz hätte; für die Contour des Landes würde aber das Chronometer vortreffliche Hülfe leisten. Auf der Reise dahin aber würde mehrere Gruppen von Mondsdistanzen verglichen mit gleichzeitige Chronometerbestimmungen den absoluten Stand des Chronometers berichtigen, und somit auch dessen Gang controlliren. Meine Gedanken über die Anwendung des Magnetometers sind daher folgende: man sollte auf mehreren feste Observatorien sehr

270 Lat. sit venia verbo = man verzeihe den Ausdruck.

zahlreiche Gruppen von absolute Bestimmungen mit der äussersten Anstrengung um die größte Genauigkeit zu erreichen z. B. jedes 5^{te} oder 10^{te} Jahr machen, und zugleich zu jeder Bestimmung eine gleichzeitige Schwingungsbeobachtung mit einem als constantem oder nahe als constantem Magnetstabe machen, um das für ihm

[S. 11] geltende $C = \frac{\pi^2 K}{M}$. Für diesen Intensity-keeper (ad formam²⁷¹ time keeper), hatte man dann den Stand von Zeit zu Zeit, und folglich auch, wenn er sorgfältig aufbewahrt wurde, seinen Gang, welcher durch die Formel $M = A + B e^{-at}$ interpolirt werden könnte, wenn man K bestimmt hatte, und das letzte Glied noch nicht ganz verschwindend war, welches doch bald eintreten würde. Eine jede Schwingungsbeobachtung mit diesem Intensitätsträger würde dann die mittlere absolute Intensität in der Zeit der Beobachtung mit der ganzen Genauigkeit der gesammten beiden nächstliegenden Beobachtungsgruppen wieder geben, weil die Fehler einer Schwingungsbeobachtung beinahe als verschwindend betrachtet werden können. Durch Schwingungsbeobachtungen mit diesem Stabe, dessen Wärmecorrection auf das genaueste bestimmt werden müßte, könnte man dann die mittlere absolute Intensität jeder Stunde des Tages für jeden Monat, die mittlere Intensität des Monats und des Jahres bestimmen, und endlich die größeren periodischen und secularen Veränderungen. Zerstreute absolute Bestimmungen mit dem Magnetometer auf unbestimmte Tages- und Jahres-Zeiten können ja doch nichts decidiren in einer so delicaten Untersuchung, wenn sie auch ziemlich zahlreich sind, wegen der großen täglichen Variationen. Auf Reisen würde ich kein anderes Mittel für die Intensitätsmessung brauchen, als einen solchen Intensitätsträger. Auf meiner Reise auf dem Fluße Angara und Jeniseisk von Irkutsk nach Turuchansk machte ich jeden Tag, wenn ich ein Paar Stunden vor oder nach Mittag bei einem Dorfe ankam, mit meiner Barke Halt. Die Instrumente standen schon in meiner Cajüte fertig. Ich stieg aus, beobachtete am Ufer erst 5 Höhen des obern, dann 5 Höhen des untern Sonnenrandes mit Barometer- und Thermometerstand und Indexfehler des Sextanten; dann 10 magnetische Azimuthe der Sonne nach dem Chronometer; danach eine Schwingungsbeobachtung; ferner eine vollständige Inclinationsbeobachtung, endlich wieder 5 Höhen des obern und 5 Höhen des untern Sonnenrandes. Zu der Aufstellung und Beobachtung des Schwingungsapparats brauchte ich niemals mehr als ungefähr 20 Minuten; zu der Inclination, gegen eine Stunde. Gewöhnlich war die Barke nach zwei Stunden schon wieder in Bewegung; und alles dieses wurde von mir ganz allein ohne Gehülfe ausgeführt, denn Lieutn. Due²⁷² war damals in Jakutzk. Ich hatte somit Materialien zu Breite, Länge, Declination, Inclination und Intensität. Am nächstfolgenden Mittage war schon alles berechnet. Ich hatte somit eine Breite wenigstens auf 10'' und eine Zeitbestimmung und Länge auf ein Paar Zeitsekunden genau, eine gute Intensitätsbe-

271 Lat. ad formam = der Form nach.

272 Der norwegische Offizier, Hydrograph und Maler Christian Due (1805–1893), Reisebegleiter von Hansteen in Russland, vgl. Kap. 2.10.1.

stimmung, Declinationsbestimmung auf 3 bis 5 Minuten Fehler (versteht sich für den Augenblick der Beobachtung); und eine Neigung die wohl selten einen Fehler von 10 Minuten hatte. Wenn die Lage der Achse verändert wurde oder mit ein Gewicht eine zweite oder dritte Beobachtung gemacht wurde, war der Unterschied selten so groß. Hätte ich mit einem Weberschen Magnetometer beobachten wollen, so hätte ich kaum in ein Paar Tage von jedem Beobachtungsort wegkommen können, wenn es auch auf einer solchen Reise möglich gewesen wäre ein Statif für ein solches Instrument mitzuschleppen, und ich hätte eine ziemlich schwankende Intensitätsbestimmung gehabt als Lohn für eine zehnfache Anstrengung.

[S. 12] Auf diese Weise bestimmte ich die Lage aller Krümmungen des Flußes, und schieb den nördlichsten Theil des Flußes ganze 3 Grad westwärts. Die Bestimmungen auf der Reise nach Turuchansk wurde auf mehreren Stellen auf der Rückkehr nach Jeniseisk durch wiederholte Beobachtungen constatirt. Das Magnetometer wird am Ende jeden Reisenden ermüden und faul machen. Er soll immer jeden Tag in ein Par Jahren von neuem die Constante C bestimmen, welche er in seiner Heimath vor der Abreise hätte bestimmen sollen, und nach der Rückreise wieder mit aller Genauigkeit constatiren kann. Kein Chronometer behält besonders auf einer Reise, es möge nun mit der größten Sorgfalt behandelt werden, in zwei Jahren seinen unveränderten Gang. Ist aber der Gang und Stand eines Intensitätsträgers genau untersucht, so kann er ohne Schwierigkeit so aufbewahrt werden, daß man nichts zu befürchten habe. Er braucht kein Öl, und wird nicht durch den Gebrauch abgenutzt wie das Chronometer, kann alle Lagen und kleine Erschütterungen vertragen u. s. w.

Wenn Sie hieraus schliessen wollten, daß ich den großen Werth der herrlichen absoluten Methode nicht recht zu schätzen wüßte, so werden Sie mich sehr Unrecht thun. Ich habe ja in 1820 selbst ein Bedürfniß gefühlt, eine solche absolute Methode zu Stande zu bringen, und war, wie Sie vielleicht erinnern werden, genau auf denselben Weg eingeschlagen, durch eine Combination von Ablenkungs- und Schwingungsversuche das Ziel zu erreichen; es fehlte mir aber die nothwendige analytische Fertigkeit und die ebenso nothwendige Unterstützung, von mechanischen Künstlern, die hier nicht zu erwarten ist, um etwas brauchbares herauszubringen. Ich erkenne die Methode als ein wahres Meisterstück von Beobachtungskunst, und als eine ganz und nothwendige Verbesserung. Ich wünsche aber bloß eine unpartheiische Würdigung sowohl dieser als anderer zugleich brauchbaren Methoden; daß man eine jede Methode bloß da anwenden solle, wo sie am brauchbarsten ist; und ein Resultat nicht übersehen solle, weil es durch eine andere Methode gefunden ist. Am Ende ist es doch gleichgültig auf welchem Wege eine Wahrheit gefunden ist. Endlich bitte ich das Obige bloß als eine freie Discussion einer wissenschaftlichen Frage anzusehen; es ist nun meine Natur, immer meine Gedancken über eine Sache gerade herauszusagen.

Ich werde noch ein Paar magnetische Bestimmungen hinzufügen welche auf einer Expedition der Norwegischen Corvette Ørnen (die Adler) im Mittelmeer von den H[e]rrn Capitaine Konow und Valeur in 1840 gemacht sind.²⁷³ Das Neigungs-Instrument war das Gambey'sche, der hiesigen Sternwarte angehörige, mit zwei Nadeln versehen; der Cylinder war ein von der Größe des Dollondschen, mit diesem genau verglichener Cylinder, dessen Verhältniß zu dem Dollondschen in zwei Jahren unveränderlich gefunden ist. Die Beobachter waren im voraus von mir eingeübt und vollkommen instruiert.

Gibraltar

Inclination		Abweichung	Zeit von 300 Schw. von Dollond	Breite	Länge
13. 15 Juni und 13 Juli	}	59°40',0 (4)	21°40' (2)	667''11 (6)	36°39'50'' 7°29'10'' westl. Paris

Algier

30 Juni		47°42',6 (2)	----	655'',07 (3)	
---------	--	--------------	------	--------------	--

Die in () eingeschlossene Zahlen bedeuten die Anzahl der Beobachtungen. Bei der Neigung wurden beide Nadeln beobachtet; alle Beobachtungen auf freiem Felde. Bei den Schwingungsbeobachtungen sind alle Reductionen angebracht, und die Zeit auf meinen Dollondschen reducirt. Nehme ich den in Christiania gefundenen Werth von C an, $\log C = 6,01429$, und ist t die obige Zeit von 300 Schw[ingungen] so ist $T = 6,01429 - 2 \log t$, also in absolutem Maaße für

	Gibraltar	Algier
horizontale Intens[ität]	2,3222	2,4083
verticale ---	3,9687	3,8114
totale ---	4,5981	4,5085 ²⁷⁴

²⁷³ Goldschmidt berichtete in seiner Abhandlung „Vergleichung magnetischer Beobachtungen mit den Ergebnissen der Theorie“: „Die Bestimmungen in Gibraltar wie die Inclination und Intensität in Algier sind 1840 auf einer Expedition der Norwegischen Corvette Ornen von den Capitains Konow und Valeur ausgeführt und uns von Herrn Professor Hansteen mitgetheilt“ (Goldschmidt 1840, S. 159).

²⁷⁴ Berichtigungen zu diesen Beobachtungen in Gibraltar und in Algier, siehe Brief Nr. 14, S. 15.

Brief Nr. 12

Hansteen an Gauß, 19. Februar 1841, o.O.

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe A : Hansteen, Nr. 8, 3 1/2 S.

Den 19^{ten} Februar 1841.

Gestern machte ich noch eine absolute Bestimmung mit dem Weberschen Magnetometer, nachdem ich die Röhren etwas verlängert hatte, um größere Abstände des Ablenkungscylinders zu erhalten und fand

[Spaltenüberschriften: R, S, beobachtet ν , berechnet, Unterschied]

R	S	beobachtet ν	berechnet	Unterschied
6091.90	183.42	2° 57' 36",5	2° 57' 49"	+ 7",5
329.49	412.86	6 24 32,5	6 35 20	- 27,5
463.05	621.71	9 40 46,0	9 40 26	+ 20,0

[Bemerkung von Hansteen am rechten Rand der Tabelle] Der doppelte Abstand der Scala von der spiegel[n]den Fläche war $2p = 1780^{\text{mm}}$, aber reducirt in Theilen der Scala, die nicht wahre Millimeter angeibt, $2p = 1765^{\text{m}},45$.

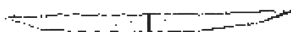
S bedeutet den doppelten Winkel 2ν in Scalatheilen. Hieraus wurde gefunden

(*)

[Bemerkung von Hansteen am linken Rand des Briefbogens] (*) Die Beobachtung war in der Temperatur $-1^{\circ},1$ gemacht; reducirt auf 0° wird $M = 13472200$. Die Formel $M = A + Bt^{-\alpha\tau}$ giebt für $\tau = 174$, $M = 13474765$ mit einer Differenz = $- 2565$ von der Beobachtung.

$$T = 1,5654 \quad M = 13484000 \quad F = 17152 \cdot 10^3, \quad F' = - 1,664 \cdot 10^6 \quad \lg C = 6,01442$$

wobei C die obige Constante (S. 2) für den Dollondschen Cylinder ist. Der plötzlich wieder eintretende negative Werth von F' machte mich auf einen Umstand aufmercksam, welchen ich lange bemerckt hatte, ohne seinen Einfluß genauer zu untersuchen. Die dünne hölzerne Scala, welche auf der Hinterseite fernisirt [sic] ist, auf der Vorderseite mit Papier überzogen, ist starck hygroskopisch, und wird theils aus dieser Ursache, theils durch das Anschrauben an den Theodolithen durch zwei Krepfen, welche gegen die Mitte angebracht sind, etwas concav auf der Vorderfläche, die gegen den Spiegel wendet. Diese Krümmung wird immer größer wenn die Scala aus kalter und feuchter Luft in einer warmen Stube gebracht wird. [Zeichnung von Hansteen am linken Rand des Briefbogens]



[Fortsetzung des Absatzes] Ich maß die sagitta dieses Bogens und fand sie erst = 3^{mm}, später nachdem die Scala eine halbe Stunde in der warmen Stube gelegen hatte 5^{mm}, später so gar 7^{mm}; die Länge der Scala ist 641,5^{mm}. Da diese Krümmung, welche nicht ganz gleichförmig ist, so wandelbar ist, (welches auch das Augenmaaß unter den verschiedenen Beobachtungen gezeigt hatte), so lassen sich die obigen Beobachtungen mit diesem Instrumente nicht einmal corrigiren, und meine halbjährige Mühe ist verloren. Um doch zu sehen, welchen Einfluß eine solche Krümmung auf das Resultat haben könnte, habe ich unter der Hypothese einer parabolischen Krümmung mit den Werthe sagitta = 6^{mm}, die obige Beobachtung berechnet, und gefunden:

beobacht[et] v	berechn[et]	
2° 58' 1'',5	2° 57' 47''	+ 14
6 35 28,0	6 36 43	- 75
9 44 53,5	9 44 0	+ 53

$$T = 1,56986 \quad M = 13\,446\,000 \quad F = 17\,055\,800 \quad F' = + 42\,416\,000\,000$$

Die Krümmung der Scala macht folglich T und C noch größer als vorher, und der Unterschied mit Göttingen wird vergrößert. Die Veränderlichkeit von F' in den verschiedenen Versuchen kann also größtentheils von der Veränderlichkeit der Krümmung der Scala abgeleitet werden. Diese unangenehme Erfahrung hat mich noch mehr wieder²⁷⁵ die Anwendung des kleinen Magnetometers auf einer weitläufigen Reise eingenommen. Auf einer Reise kann ein solcher Fehler des Instruments nicht abgeholfen werden. Die Beschwerlichkeiten der Reise zwingt den Beobachter an[s]cheinende Kleinigkeiten zu übersehen. Auch der Nul[l]punkt der Torsion ist bei diesem Instrumente sehr veränderlich, weil der Cylinder nach jeder Beobachtung heruntergelaßen werden muß, um das Instrument wegtransportieren zu können, wobei das Filament schlaf wird.

Die Scalen des großen Magnetometers sind auch etwas krum, bei dem großen Abstände vom Spiegel wird diese Krümmung aber keinen so großen Fehler verursachen. Es wäre doch vielleicht rathsam auf der Hinterseite ein Messinglineal auf hoher Kante zu befestigen um die Biegung zu verhindern. Auch war es vielleicht nicht unnützlich, die verschiedenen Beobachter darauf aufmerksam zu machen, daß die Theilungen der Scala niemals wahre Millimeter sind. Meine drei große Scalen, und die kleine haben folgende Werthe:

275 Im Original steht: gegen wieder; d.h. das „wieder“ ist als „wider“ zu lesen.

[S. 2]

Wahrer Werth

[Spaltenüberschriften: Theile der Scala, Scala (I, II, III), Webersche Scala (Scalentheile, Wahrer Werth in Millimeter)]

Theile der Scala	Maßstab der Scala			Webersche Scala	Wahrer Werth in Millimeter
	I	II	III		
von 0 bis 200	198,5	199,7	198,9	0 - 200	198,4
200 - 400	198,25	199,3	198,4	200 - 400	198,7
400 - 600	198,3	198,8	198,0	400 - 600	198,1
600 - 800	199,07	199,2	198,8	600 - 630	29,9
800 - 1000	198,9	199,1	198,45	Summa = 630	624,5
Summa = 1000	993,02	996,1	992,55		

Lord Palmerston²⁷⁶ hat endlich eine Note an der Norwegischen Regierung übersendet um die Errichtung eines magnetischen Observatoriums in Bosekop in Alten (10 Meilen südlich von Hammerfest) wo die Französische Expedition ihre Station hatte, zuwegezubringen. Nachdem die Regierung meine Erklärung oder meinen Rath über diese Sache eingeholt hatte, hat man an den Englischen Consul Mr. Crowe²⁷⁷ in Alten geschrieben, um Nachricht über die Lage und Größe der von den Franzosen errichteten Gebäude zu erhalten, und beschloßen das nöthige Geld zu der Unternehmung aus der Norwegischen Staatskasse zuzuschießen, welches dem Englischen Minister gemeldet ist. Aus dem Antworte des H[er]rn Crowe aber erfährt man, daß die Gebäude klein und in schlechtem Zustande sind, in einem Abstände von 700 Fuß von einander und vom Wohnungshause liegen; daß unter den Instrumenten sich für magnetische Beobachtungen bloß ein Göttingsches Unifilarmagnetometer, und eine Gambey'sche Variationsboußole befindet; zwei Theodolithen, eine Menge Thermometer und etliche meteorologische und chemische Geräthschaften. Diese Instrumente sind aber an H[er]rn Crowe verpfändet für einen Wechsel auf 1000 Rthl Species (3000 $\frac{1}{2}$ Hamb. Bco [Banco]) welchen Gaynard auf die Französischen Regierung bey seiner Abreise gezogen hat, um damit eine Anleihe bey Crowe zu bezahlen; der Wechsel ist aber noch nicht bezahlt. Die Specification der nachgelassenen Instrumente, welche H[er]r Crowe übersendete, sieht auch ganz anders aus, als die brillante Liste welche ich

276 Henry John Temple Palmerston, Viscount (1784–1865), britischer Staatsmann.

277 John Rice Crowe (1795–1877), britischer Diplomat.

von Arago²⁷⁸ durch H[er]rn Mayor Sabine²⁷⁹ erhalten habe. Hierbey zeigen sich nun mehrere Schwierigkeiten. Sollen auf den Termintagen drei verschiedene Instrumente, Declinations=Variationen, Bifilar- und daß von den Engländern sogenantete [sic] vertical force – Magnetometer in drei verschiedene Gebäude, welche einen Abstand von 700 Fuß von einander haben, jede 5^{te} Minute beobachtet werden, so wird es eine größere Anzahl von Beobachtern erfordern, als worauf man vorbereitet ist (ein Officier mit drei Se[r]geanten). Unter dem 70sten Breitengrade kann man nicht in einer Winternacht in Schnegestöber und Sturm von einem Gebäude zu einem andern laufen, selbst wenn Zeit und Gesundheit es erlaubten, und in so kurze Zwischenräume gute Beobachtungen machen. Die Instrumente müßten folglich alle in einem Gebäude aufgestellt seyn. Aber die große Dimensionen der Göttinger Instrumente würde entweder ein zu großes Gebäude erfordern, oder zu starcke gegenseitige Perturbationen verursachen. Folglich mußte man die kleinen Englischen Instrumente vorziehen. Der Officier, der die Leitung des Ganzen übernehmen soll, kennt weder die Instrumente noch ihre Aufstellung und Verificationen, oder die Beobachtungsart. Er müßte folglich erst eingeübt werden. Hier in Christiania kann er bloß den Gebrauch der

[S. 3] Göttingschen Instrumente kennen lernen; und man darf ihm nicht anvertrauen, selbst die Englischen Instrumente in Alten aufzustellen und sich erst da einzuüben; denn dabey werden wohl viele Misgriffe einlaufen. Ich kann leider nicht dahin reisen um alles in Ordnung zu bringen, theils weil die Universitätsferien erst im Anfange Juli eintreten, theils wegen eine Menge anderer Beschäftigungen; endlich weil meine ohnehin nicht starcke Gesundheit durch einen harten Schlag des Schicksals sehr erschüttert worden ist, indem meine vortreffliche Frau im Anfange Decembers vorigen Jahres plötzlich von einem harten Nervenfieber (Typhus) angefallen wurde, und nach dreiwöchentlichem schwerem Leiden, endlich starb.²⁸⁰ Ich habe noch bloß die Hoffnung, daß Mayor Sabine vielleicht sich die Mühe übernehmen werde, dahin zu reisen, daß Observatorium in Ordnung zu bringen, und die Beobachter einzuüben, da jetzt eine Dampfschiff=Communication von England nach Christiansand, und von Christiania längst der Norwegischen Küste nach Hammerfest zu Stande gebracht ist. Unsere Regierung hat Bauholz für ein Gebäude von 40 Fuß Länge und 20 – 30 Fuß Breite in Alten vorbereiten laßen, um nöthigenfalls ein solches aufführen zu können, in dem Falle daß die Französischen Gebäude nicht brauchbar befunden werden sollten.

278 François Arago, von 1809 bis 1830 Professor für Geometrie und analytische Geometrie an der École Polytechnique, 1825 Copley-Medaille, 1830 Direktor des Observatoire de Paris.

279 Edward Sabine (1788–1883), Teilnehmer an zahlreichen Expeditionen, sorgte ab 1830 zusammen mit Humphrey Lloyd für den Ausbau des britischen magnetischen Beobachtungsnetzes, war seit 1839 Generalsekretär der British Association for the Advancement of Science.

280 Hansteen hatte am 15. Mai 1814 Johanne Cathrine Andrea Borch (1787–1840) geheiratet, die am 24. Dezember 1840 verstarb.

Ich fürchte, Sie werden kaum Geduld haben, diesen langen Brief durchzulesen; und bitte sehr um Entschuldigung wegen meiner Weitläufigkeit. Ein Paar belehrende Worte über Eins und das Andere würden mich sehr erfreuen. Sie sagten mir einmal in Göttingen, „ich hätte einigen Theil daran, daß Sie sich zu dem Studium des Magnetismus hingewendet haben“. Wenn dieses nach dem Buchstaben zu verstehen ist, so ist es die schönste Frucht meiner ganzen Lebenswirksamkeit. Ich kann dann sagen, ich habe den Wunsch des Thyge Brahe in Erfüllung gehen gesehen: non frustra vixisse videor.²⁸¹

Hansteen.

Ich bitte meinen freundlichsten Gruß an H[er]rn Dr. Goldschmidt zu vermelden. Ich werde bald an ihm selbst schreiben, ebenso wie an H[er]rn Meyerstein.

Durch 5 Beobachtungsreihen, in jeden 10 Azimuthe der ☉ [Sonne], mit einem kleinen Azimuthcompase zwischen 17 Febr[uar] und 17 April 1840 fand ich die Abweichung der Magnetnadel im Garten der Sternwarte = $18^{\circ}51',8$. Mit dem Weberschen Magnetometer fand ich 7 Sept[ember] 1840

$8^{\circ}48'48''$ Norm.	$18^{\circ}44'46''$ 2	6 Sept	$5^{\circ}56'$ Nachm	$18^{\circ}55'6''$ 2	7 Sept.	$5^{\circ}21'$ Nachm	$18^{\circ}48'15''$ 3
9 2 —	44 2,7	6 5 —	$54,10,5$	-46	-49	$58,3$	
10 9 —	47 2,2	-14 —	$55 19,0$	6 0	-50	$17,8$	
11 4 —	53 52,7	-23 —	$56 27,5$	-14	-50	$26,6$	
0 0 —	58 22,5	-30 —	$54 99,0$	-25	-51	$0,3$	
0 56 Nachm	$56 47,5$	-36 —	$54 52,0$	-43	-51	$27,8$	
1 21 —	$56 51,2$						
2 10 —	$56 46,2$						
3 12 —	$53 43,7$						
5 0 —	$49 20,0$						

Die Abweichung hat folglich hier in den letzten 20 Jahren im Durchsch[nit]t jährlich ungefähr 3' abgenommen.

[Text unter den Spalten] Die Abweichung hat folglich hier in den letzten 20 Jahren im Durchsch[nit]t jährlich ungefähr 3' abgenommen.

[S. 4] Die Inclination in Christiania wurde von mir durch 14 Beobachtungsreihen zwischen 1839, 30 Sept[ember] und 21 Nov[ember] mit drei verschiedenen Nadeln sowohl mit, als ohne Zulagegewicht im Mittel $71^{\circ}53',54$, der wahrscheinliche Fehler einer Beobachtung + $3'3965$. In Kopenhagen fand ich auf Holkens Bastion mit einem dem physikalischen Kabinette angehörigen Gambey'schen Instrumente mit zwei Nadeln.

²⁸¹ Lat. non frustra vixisse videor = ich scheine nicht umsonst gelebt zu haben.

				Nadel			
1840	15 Juli	1''	Nachm[ittag]	1	69° 52',9		
		2	–	2	– 50,4		
16 –		10	Vorm[ittag]	1	– 51,8		
		11		2	– 56,4		
		0	Mittag	2	– 50,9	}	Mit Gewicht nach Mayers Methode
		1	Nachm[ittag]	1	– 50,3		
		Mittel					

Der wahrscheinliche Fehler einer Bestimmung mit diesem Instrumente ist 2'985; folglich merklich kleiner, weil das Instrument noch ganz neu ist, und die Zapfen sehr vollkommen.

Brief Nr. 13

Gauß an Hansteen, 6. Mai 1841, Göttingen

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe B : Hansteen, Nr. 5, 4 S. Empfangsadresse auf dem Briefbogen

Hochgeehrter Herr Professor.

Ihr geehrtes Schreiben vom²⁸² 11 Februar ist von so großem Umfange und so reichem Inhalte, daß eine erschöpfende Beantwortung, Punkt für Punkt, die selbst nicht bloß eine eben so großen sondern vielleicht doppelt größern Umfang haben müsste, für jetzt wenigstens mir nicht möglich ist. Ich finde in dem Briefe vielfache Mittheilungen, die den verbindlichsten Dank verdienen; ich finde interessante Bemerkungen und Urtheile mit denen ich vollkommen, ich finde andere, mit denen ich bedingungsweise einverstanden bin, und noch andere, denen mein eigenes Urtheil gerade entgegengesetzt ist. Zu den letzten gehört Ihre Meinung von dem Bifilarmagnetometer, worin Sie nur ein Magnetoskop erkennen, während ich der Meinung bin, daß dieses Instrument zu den allerfeinsten Messungen dienen kann, wenn ich gleich gern zugebe, daß in Beziehung auf manche dabei in Betracht kommende Umstände erst fortgesetzte Erfahrungen alle dabei nöthigen Cautelen in das volle Licht setzen werden.

Unsere beiderseitigen Ansichten über den relativen Werth der Künstlichen Magnetometer und der absoluten Bestimmungen einerseits und der comparativen Methode vermittelt der Quentchensnadeln²⁸³ sind im Grunde wohl viel weniger verschieden als Sie selbst zu glauben scheinen. Solche comparative Bestimmungen werden immer einen großen Werth behalten, und Ihre Vergleichung mit chronometrischer Längen-

²⁸² Im Original „vom vom“.

²⁸³ Vielleicht ist das eine Anspielung auf die Tatsache, dass Gauß stets mit sehr schweren Nadeln experimentierte, während seine Kollegen kleine Nadeln verwendeten, die kaum ein Quentchen wogen.

bestimmung vis à vis von absoluten durch Sternbedeckungen oder Culminationen (aber nicht \llcorner [Mond] Distanzen mit winzigen Spiegelsextanten gemessen) finde ich nicht bloß sehr passend, sondern ich habe sie von Anfang an oft selbst ausgesprochen. Der Hauptunterschied unsrer Ansichten besteht wohl darin, daß

[S. 2] ich die Sachen immer nur in objectiver Rücksicht betrachte, Sie hingegen den subjectiven Standpunkt nehmen; denn in der That wenn ich mich mit Ihnen auf dieser Stelle, und die vielen „Schweinereien“ erwäge, die Sie bei den Matadoren der reisenden Intensitätsbeobachter schon bei dem Gebrauch eines so überaus einfachen Apparats wie die kleinen schwingenden Nadeln sind, nachweisen, so rufe ich mit Ihnen aus „geschieht das an grünem Holze, was wird an dürrer werden“, was werden dann reisende Beobachter die um $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ so geschickt sind, wie jene Matadoren mit künstlichen Apparaten für Dinge machen!

Über den Unterschied der Werthe von $\frac{(\text{Schwingungsdauer})^2}{\text{abs[olute]Intensität}}$ für Ihre Nadel, die Sie aus der Göttinger u[nd] Christiania'schen absoluten Bestimmung gefunden haben enthalte ich mich für jetzt eines Urtheils, um so mehr da mit den kleinen Weberschen Apparaten ich selbst nie beobachtet, also kein sicheres Urtheil habe über alles was dabei in Frage kommen mag. Weber selbst hat hier bei zahlreichen u[nd] mit verschiedenen Exemplaren gemachten absoluten Intensitätsbestimmung immer sehr gute Übereinstimmung mit dem Resultate des großen Magnetometers gefunden. Übrigens sind Ihrem Wunsche zufolge in meinem Garten und an mehreren Plätzen in den Anlagen neben dem magnetischen Observatorium vergleichende gleichzeitige Schwingungsbeobachtungen gemacht mit einer durchgängig so vollkommenen Übereinstimmung, wie nur überhaupt Schwingungsdauer beobachtet werden kann, so daß Ihre Vermuthung eines Einflusses der eisernen Gitter durchaus unstatthaft ist.

Ich wünschte daß Sie die absoluten Bestimmungen in Christiania nicht bloß mit dem kleinen Weberschen Apparate sondern mit dem größern Magnetometer ausführten, und besonders auch den Gang welchen die Werthe von M für den 4 W Stab mehrere Jahre lang beobachteten.

Ich bin ganz mit Ihnen einverstanden, daß man ein regelmäßiges langsames Fortschreiten nicht gleich nach der Bestreichung erwarten kann;

[S. 3] daß Versuche mit schneller künstlicher u[nd] beträchtlicher Erwärmung keinen sichern Maaßstab für den Einfluß der Temperaturveränderungen auf den Stabmagnetismus geben, daß vielmehr dieser Einfluß sich bedeutend anders verhält, wenn die Erwärmung sehr langsam, ohne Berührung mit bedeutend wärmern festen (oder richtiger dichtern) Körpern geschieht und innerhalb billiger Grenzen bleibt. Überträte der Verlust bei 1° Erwärmung die Erstattung bei 1° Abkühlung immer so viel, wie bei Webers Versuchen im 2^{ten} Bande der Resultate²⁸⁴ so müßte jeder Magnetstab

284 Siehe „Ueber den Einfluss der Temperatur auf den Stabmagnetismus“ (Weber 1839a).

nach einem oder ein Paar Jahren fast allen Magnetismus verlieren, in Folge der Temperaturwechsel die unaufhörlich nach Tags[-] u[nd] Jahreszeit Statt finden. Es bliebe sonach das Phänomen unerklärlich, daß Nadeln ohne neue Bestreichung nach vielen Jahren noch merklichen Magnetismus zeigen. Ich untersuchte neulich eine kleine Nadel die 1603 verfertigt und höchst wahrscheinlich in den 238 Jahren nicht wieder gestrichen ist; die Vergleichung der Schwingungsdauer, so wie ich sie vorfand, und nach neuer Bestreichung bis zur Sättigung gab das Verhältniß der beiden Werthe von M ungefähr wie 1 : 5; vertheilt man dieß auf die 238 Jahre in geometrischer Progression so kom[m]t für 1 Jahr die eine²⁸⁵ Abnahme $\frac{149}{150}$ [.]

In die von Ihnen gütigst mitgetheilten magnetischen Bestimmungen aus Gibraltar u[nd] Algier²⁸⁶ scheinen sich mehrere Schreibfehler eingeschlichen zu haben. Z. B. setzen Sie die Inclination in Algier am 30 Jan[uar] 1840 aus 2 Beob[achtungen] = $47^{\circ}42'6$, was theils an sich unstatthaft scheint, theils mit den von Ihnen daraus gefolgerten absoluten Zahlen

(
 korrig: 2.4083
 vert. 3.8114
 total 4.5085)

sich nicht eruiren läßt. Auch die Breite von Gibraltar, die Sie zu $36^{\circ}39'50''$ ansetzen, weicht stark von sonstigen Angaben ab.

Doch ich breche hier heute von der Magnetices ab um noch einen andern Gegenstand kurz zu berühren. Sie wissen, daß (der ältere) Herschel²⁸⁷ u[nd] andere vor 50–60 Jahren viel Lärmens von Vulcanen machten, die sie im \mathbb{C} gesehen haben wollten. Die neueste Beobachtung die unter diesem Namen gedruckt ist, ist meines Wissens von Kater²⁸⁸ 4 – 6 Febr[uar] 1821 (vergl. Philos[ophical] Trans[actions] 1821 p. 130)[.]²⁸⁹ Allein dieselbe Erscheinung hatte am 5. Febr[uar] Olbers beobachtet, von dessen Bericht in einem Briefe an mich auch einen Auszug in den Göttingischen Gelehrten Anzeigen 1821 S. 449 gegeben habe,²⁹⁰ den Sie, falls diese G[elehrten] A[nzeigen] Ihnen zur Hand sind, wie ich glaube mit Interesse lesen werden. Olbers widerspricht siegreich den vermeinten Vulcanen, u[nd] erklärt das Phänomen als eine spiegelartige Reflexion des \mathcal{Q} Lichts von einer Stelle in der nahe bei Aristarch.

²⁸⁵ Das Wort „eine“ steht über dem Wort „Abnahme“.

²⁸⁶ Siehe Brief Nr. 11, S. 12.

²⁸⁷ Siehe „An Account of Three Volcanoes in the Moon“ (Herschel 1787).

²⁸⁸ Henry Kater (1777–1835), britischer Kapitän, Teilnehmer am Survey of India, Instrumentenhersteller.

²⁸⁹ Siehe „Notice respecting a volcanic appearance in the Moon“ (Kater 1821).

²⁹⁰ Siehe „Ueber eine von Hrn Dr. Olbers am 5. Febr. d. J. am dunkelen Theile der Mondsoberfläche beobachtete Erscheinung“ sowie unter dem Titel „Mittheilung, eine Erscheinung am dunklen Theile der Mondoberfläche betreffend“ (Olbers 1821).

[S. 4] und das Phänomen müste dann bei ganz gleicher Stellung der δ wiederkehren. Nun finde ich (freilich nur nach einem flüchtigen Überschlage) daß am 24 Mai d. J. u[nd] noch etwas genauer am 20 Jun[i] d. J. ziemlich nahe dieselben Librationsverhältnisse eintreten wie am 5 Febr[uar] 1821 und es wird also wohl der Mühe werth sein, danach auszusehen. Ich theile Ihnen dieß um so lieber mit, da die Besorgniß daß an beiden Oertern (Göttingen u[nd] Christiania) die Witterung das Beobachten unmöglich macht geringer ist, als für Einen Ort, obwohl ich nicht verkenne daß in Christiania wegen der die ganze Nacht durch fortdauernden Dämmerung das Beobachten mißlicher sein wird als [in Göttingen].

Ich kann nicht unterlassen, Ihnen, liebster Herr Professor, wegen des großen Verlustes den Sie mir in Ihrem Briefe [mel]den, meine herzlichste Theilnahme zu bezeugen. Ich kenne die Größe u[nd] Schmerzlichkeit eines solchen Verlustes aus eigener Erfahrung. Und daß ähnliche Verluste bei vorgerücktem Alter das Gefühl der Vereinsamung noch schmerzhafter erregen, habe ich auch selbst im vorigen August durch den Verlust meiner geliebten Tochter erfahren, die an Prof[essor] Ewald verheirathet in Folge der unglücklichen hiesigen Verhältnisse schon mehrere Jahre von mir getrennt war.²⁹¹

Mit aufrichtiger Hochachtung

C. F. Gauß

Göttingen 6 Mai 1841

[Empfangsadresse in der Mitte des letzten Briefbogens]

Sr. Hochwohlgeboren

Herrn Professor Christiern²⁹² Hansteen

E. Mitglied der K[öniglichen] Soc[ietät] d[er] W[issenschaften] in Göttingen &c.

zu

Christiania

[Vermerk von Hansteen] F Gauss 6 Mai 1841

²⁹¹ Minna Ewald, geb. Gauß (* 29.2.1808) starb am 12. August 1840 in Tübingen. Sie war seit 1830 mit dem Orientalisten Heinrich Ewald (1803–1875) verheiratet, der einer der Göttinger Sieben war und daher im Dezember 1837 seine Stelle in Göttingen verlor. Ewald bekam kurze Zeit später eine Professur an der Universität Tübingen, wohin er mit seiner Frau übersiedelte.

²⁹² Der dänische Name Christiern anstelle von Christopher.

Ihr Hochwüchzigsteren

Herrn Professor Christiern Hanssen

E. Mitzler des A. P. v. d. M. - Götting
etc.

Zu

Gauß's 6. Mai 1841 Christiania

Brief Nr. 14**Hansteen an Gauß, 22. Juli 1841, Christiania**

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe A : Hansteen, Nr. 9, 22 S. (S. 1–16 und S. I–VI).
 Teilpublikation der überarbeiteten Abschnitte in: Resultate aus den Beobachtungen des
 Magnetischen Vereins im Jahre 1840. Leipzig 1841, S. 99–112 (Hansteen 1841b) sowie S. 113–118
 (Hansteen 1841c), hier angemerkt durch [***. . . ***].

Christiania den 22^{sten} Juli 1841.

[*** Der nachfolgende Abschnitt wurde in überarbeiteter Form veröffentlicht (Hansteen 1841b,
 S. 99–112, hier ab S. 99) ***]

Sobald das hiesige magnet[ische] Observ[atorium] einigermaßen trocken war, habe ich die Beobachtungen angefangen, und für die absolute Intensität folgende Resultate erhalten. Die 4 zweifüssige Magnetstäbe sind No I, II, III, IV marquirt; der in der untenstehenden Tafel benannte Magnetstab ist der als Ablenkungsstab gebrauchte.

[Spaltenüberschriften: 1841, Tageszeit, No, θ , f , F' , n , n' , H , M , $2 \log T$, $\log c$]

1841	Jagrszeit	No	θ	F	F'	n	n'	H	M	$2t_3 \sqrt{c}$	$t_3 c$	
Markt	21	10 20 Urm.	I	+1.9	696047.10 ³	-39317.10 ⁹	2	2	1.5449	538220.10 ³	5.82025	6.01008
	23	10 52 —	I					1.5442				
April	6	11 6 —	I	+3.0	686612	-51565	2	2	1.5478	537706.	5.82025	6.01008
	7	5 57 Nach.	I	+3.5	684940	-42773	2	2	1.5523	537953.	5.81899	6.00991
	12	5 42 —	III	+2.65	606093	-72872	2	3	1.5531	476258	5.81844	6.00964
	16	10 51 Urm.	III	+3.9	606939	-68245	2	3	1.5453	474233	5.81937	6.00888
	22	11 6 —	I	+4.85	652788	-68367	3	2	1.5376	507816	5.81900	6.00665
	29	3 3 Nach.	IV	+9.0	592395	-76338	3	3	1.5403	461634	5.81920	6.00631
May	9	1 42 —	II	+8.7	690079	-60562	2	3	1.5490	541908	5.81855	6.00560
June	15	11 56 Urm.	III	+7.7	608736	-72177	3	3	1.5426	477463	5.81945	6.00798

Tageszeit der mittlere Zeitpunkt des Ablenkungsversuches, da eine correspondirende Schwingungsbeobachtung mit dem Dollond'schen Cylinder gemacht wurde, und wozu alle die andern Beobachtungen reducirt sind.

- θ mittlere Temperatur im Observatorio unter dem Ablenkungsversuche, zu welcher alle Schwingungszeiten reducirt wurden.
- F, F' die gewöhnlichen Factoren.
- n Anzahl der verschiedenen Abstände r , in welche die Gewichte auf den virga transversalis t applicirt wurden.
- n' Anzahl der verschiedenen Abstände R des Ablenkungsstabs auf beiden Seiten des Kastens, gegen Ost und West.
- H horizontale Intensität (das Ihrige T).
- M Magnet[isches] Moment des Stabes.
- T Zeit von 300 Schwingungen des Dollond'schen Cylinders.
- c die Constante HT^2 .

Den 5^{ten} April zerriß das Filament von Seide wegen der großen Feuchtigkeit der Wände, und ein Messingdrath (Claviersaite No 5) wurde angebracht, welcher beinahe 10 Mal größere Torsionskraft hat.

Bei den 5 ersten Beobachtungen wurde die virga transversalis unten in der Mitte mit Colophonium gerieben, um eine größere Friction zu erhalten. Da aber die unregelmäßige Ab- und Zunahme des Schwingungsbogens und die Unregelmäßigkeiten der Schwingungszeiten, welche die möglichen Beobachtungsfehler weit überschritten, zeigten, daß die virga noch nicht fest genug war, wurde sie unten mit einem dünnen Ueberzuge von Gummipflaster be-

[S. 2] strichen, so daß ich jetzt die virga aufheben kann, ohne das der Magnetstab herunterfällt. Ich betrachte daher die 5 folgenden Beobachtungen als zuverlässiges. Es sind aber noch schädliche Bewegungen da, die man wohl vermindern, aber nicht ganz vernichten kann, und die ihre Wirkung auf die Schwingungszeit äussern: nämlich: vertikale Schwankungen des Magnetstabs und der virga, Pendelbewegung der Gewichte auf der Aufhängungsspitze, conische Pendelbewegung des Schwerpunkts des ganzen Systems; Drehung der Gewichte um die vertikale Achse durch die Aufhängungsspitze.

Ist die Friction auf der Spitze groß genug um die beiden Gewichte um diese vertikale Achse zu drehen, so kommt daß Trägheitsmoment dieser Gewichte um die Achse durch den Schwerpunkt zu dass Trägheitsmoment der übrigen Massen um das Aufhängungs-filament; ist diese Friction aber zu klein, so drehen diese Gewichte sich nicht in dem absoluten Raume, besonders wenn das ganze System etwas schaukelt, und dieses Trägheitsmoment ist bisweilen unwirksam, wobei Unregelmässigkeiten entstehen.

Die Bestimmung am 23^{sten} März ist unvollständig, da keine Ablenkungen beobachtet wurden, sondern der Werth von M aus der vorhergehenden Beobachtung entlehnt wurde. Die Bestimmung am 12^{ten} April ist zwar vollständig, und gab

$$H = 1,5443, \quad M = 473346 \cdot 10^3 \quad \log c = 6,00717.$$

Da aber kleine Unregelmässigkeiten der Schwingungszeiten eine unsichere Lage der virga transversalis anzudeuten schienen, so wurde das Trägheitsmoment K aus der folgenden Beobachtung am 16 April genommen. Welches von beiden das richtigste ist, kann ich nicht beurtheilen. Ueberall ist es etwas beunruhigend, daß die Werthe von K und C (nach Ihrer Benennung) bei verschiedenen Versuchen nicht besser übereinstimmen. C sollte doch für alle Magnetstäbe und K für denselbigen Magnetstab denselbigen Werth (\pm einen kleinen Beobachtungsfehler) erhalten.

Alle Beobachtungen sind doppelt gemacht, das ist, bei jedem Theile des Versuchs ist eine gleichzeitige Schwingungsbeobachtung des Weberschen Cylinders in der Sternwarte gemacht, wobei alle Schwingungszeiten des Ablencksstabs auf den mittleren Zeitpunkt des Ablenckungs-Versuches reducirt sind. Auch sind Reductionen wegen der kleinen Temperatur-Aenderungen der beiden Magnete, und natürlich wegen des Ganges der Uhren, angebracht.

Rechnet man die Bestimmungen vor 1 Uhr Nachmittags zu dem Minimum, die nach dieser Zeit zu dem Maximum, so hat man

<table border="0"> <tr> <td>März</td> <td>21</td> <td>10^h 20'</td> <td>1,5449</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>22</td> <td>10 52</td> <td>1,5442</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>April</td> <td>6</td> <td>11 6</td> <td>1,5478</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>16</td> <td>10 51</td> <td>1,5453</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>April 29</td> <td>0^h 2'</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>23</td> <td>11 6</td> <td>1,5476</td> <td>1,5403</td> <td></td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>23</td> <td>11 56</td> <td>1,5486</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mittel</td> <td>Vormittags</td> <td></td> <td>1,5454</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	März	21	10 ^h 20'	1,5449			—	22	10 52	1,5442			April	6	11 6	1,5478			—	16	10 51	1,5453			April 29	0 ^h 2'					—	23	11 6	1,5476	1,5403		—	23	11 56	1,5486			Mittel	Vormittags		1,5454			<table border="0"> <tr> <td>April</td> <td>7</td> <td>5^h 57'</td> <td>1,5523</td> <td rowspan="3">} täglich falls keine Variation auftritt gr.</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>12</td> <td>5 42</td> <td>1,5521</td> </tr> <tr> <td>May</td> <td>9</td> <td>42</td> <td>1,5490</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>grugs = 0,0086</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Nachmittags</td> <td>1,5515</td> </tr> </table>	April	7	5 ^h 57'	1,5523	} täglich falls keine Variation auftritt gr.	—	12	5 42	1,5521	May	9	42	1,5490						grugs = 0,0086					Nachmittags	1,5515
März	21	10 ^h 20'	1,5449																																																																							
—	22	10 52	1,5442																																																																							
April	6	11 6	1,5478																																																																							
—	16	10 51	1,5453																																																																							
April 29	0 ^h 2'																																																																									
—	23	11 6	1,5476	1,5403																																																																						
—	23	11 56	1,5486																																																																							
Mittel	Vormittags		1,5454																																																																							
April	7	5 ^h 57'	1,5523	} täglich falls keine Variation auftritt gr.																																																																						
—	12	5 42	1,5521																																																																							
May	9	42	1,5490																																																																							
					grugs = 0,0086																																																																					
				Nachmittags	1,5515																																																																					

[Anmerkung am rechten Rand] folglich hat die tägliche Variation sich deutlich gezeigt = 0,0081

[S. 3] Ein Mittel aus den 8 Werthen von $\log c$ ist 6,00857; wenn man aber die zwei ersten, wegen der unvollkommenen Befestigung der virga, ausschließt, $\log c = 6,00809$. Da $c = H T^2$, so findet man hieraus, und aus den obigen Mittelwerthen von H :

	Vormittags	Nachmittags
$T =$	812''58	810''34

welches sehr gut mit den Schwingungsbeobachtungen mit diesem Cylinder im Sommerhalbjahre stimmt, wo immer ein Unterschied von $2''$ zwischen Vormittag und Nachmittag statt findet. In Göttingen beobachtete ich am 10^{ten} Sept[ember] 4^h41['] Nachm[ittag] $T = 757''67$, und 4^h59['] $T = 756''64$; welche Werthe von T mit der obigen Constante c geben

$$10 \text{ Sept[ember] } 4^{\text{h}}41', H = 1,7747, \quad 4^{\text{h}}59', H = 1,7795.$$

Nach Goldschmidts Mittheilungen gaben die absoluten Bestimmungen in Göttingen

Stab	No 31	Sept[ember] 10	$H = 1,7757$
Stab	No 28	Sept[ember] 9	$H = 1,7812$
	No 28	Sept[ember] 10	$H = 1,7728$

Für welchen Zeitpunkt des Tages diese Werthe gelten, hat er leider nicht angegeben. Unterdessen sieht man, daß hier keine groben Fehler obwalten können; denn ein Mittel aus meinen zwei von Christiania übertragenen Bestimmungen geben für Göttingen 10 Sept[ember] 4^h50['] $H = 1,7771$; ein Mittel aus den 3 obenstehenden absoluten Bestimmungen auf der Stelle $H = 1,7766$. (*)

[Anmerkung von Hansteen am linken Rand des Briefbogens] (*) Den 30^{sten} Juli 1834 um 9 Uhr Vormittags hatten Sie die Güte, mit demselbigen Cylinder auf dem selbigen Platze eine Beobachtung zu machen, wodurch gefunden wurde $T = 759''29$. Diese giebt mit der obigen Constante c $H = 1,7672$. So klein wurde sie in 1839 nur den 4^{ten} und 5^{ten} Sept[ember] Vormittags nach dem Nordlichte den 3 Sept[ember] Abends gefunden.

Da es interessant ist zu wissen welche Genauigkeit ein sorgfältig ausgeführte absolute Bestimmung giebt, so ist dieses dazu ein untrügbares Mittel:

Bei jeder absoluten Bestimmung mache man eine gleichzeitige Schwingungsbeobachtung mit einem Magnetstabe, dessen Moment unveränderlich ist, das ist, dessen Moment nicht von der Zeit, sondern bloß von der Temperatur abhängig ist, und dessen Veränderungen durch Temperaturvariationen bekannt ist; reducire jede Schwingungszeit auf eine gewisse Normaltemperatur, und die absolute Intensität auf den mittleren Zeitpunkt der Schwingungsbeobachtung. Durch eine große Anzahl solcher Bestimmungen suche man den Werth der Constante c für diesen Magnetstab, und berechne wieder aus den beobachteten Schwingungszeiten t des unveränderlichen Stabes für jede Beobachtung durch Hülfe der Constante c den Werth von H . Diese Werthe, verglichen mit den unmittelbaren Bestimmungen von H , geben das Maaß für die Genauigkeit oder den wahrscheinlichen Fehler einer Bestimmung von H . Hiebei hat man nämlich die Wirkung der täglichen Variationen eliminirt. So finde ich z. B. aus meinen 8 obigen Bestimmungen und aus $\log c = 6,00857$ folgende

[S. 4]

[Spaltenüberschriften: H (beobachtet, berechnet, Unterschied)]

beobachtet	H berechnet	Unterschied
1,5478	1,5425	+ 0,0053
1,5523	1,5476	+ 0,0047
1,5531	1,5493	+ 0,0038
1,5453	1,5442	+ 0,0011
1,5376	1,5444	- 0,0068
1,5403	1,5465	- 0,0062
1,5490	1,5489	+ 0,0001
1,5436	1,5457	- 0,0021

Hieraus findet man den mittleren Fehler $\varepsilon = 0,004706$, und den wahrscheinlichen Fehler einer Bestimmung $\delta = 0,00317$, oder $0,00205$ in Theilen von H . Dieses setzt jedoch voraus, daß der Fehler einer Schwinngsbeobachtung in Vergleich mit dem Fehler einer absoluten Bestimmung verschwindend ist seye. Verändert T sich in $T + \Delta T$ in dem Augenblick da H in $H + \Delta H$ übergeht, so ist $\Delta T = -T \frac{\Delta H}{2H}$ und wenn man $\frac{\Delta H}{H_0} = \pm 0,00205$ $T = 810''$ setzt, wird $\Delta T = \pm 0''840$. Wenn das Schwingungsapparat vor Wind und Erschütterungen gesichert ist, so ist der wahrscheinliche Fehler eines Zeitintervalls etwas geringer als $0''1$, und wenn man, wie ich es thue ein Mittel aus 7 solchen für T nehme, so ist der wahrscheinliche Fehler von T folglich zwischen $0''03$ und $0''04$, und ist also wirklich gegen $0''840$ unbedeutend. Der wahrscheinliche Fehler des Mittels aus den 10 Bestimmungen für Christiania $H = 1,5475$ ist folglich noch $= 0,00100$ oder $= 0,00065$ in Theilen von H . Hieraus erfolgt, daß man durch absolute Bestimmungen nichts über die säculären Veränderungen von H entscheiden kann, wenn man nicht in zwei weit von einander getrennte Epochen eine große Menge Beobachtungen macht um die Wirkungen sowohl der täglichen regulären und irregulären Variationen, als der Beobachtungsfehler auszugleichen. Bey comparativen Bestimmungen durch einen Magnetstab mit unveränderliches Moment hat man allein mit der Variabilität der Kraft selbst zu kämpfen.

Um nichts zu versäumen, was constante Fehler ausschliessen könnte, habe ich die Masse der beiden Gewichte durch Vergleichung mit einer von Repsold²⁹³ gemachten Copie von Schumachers Platina Kilogramme, welche von Nehus²⁹⁴ und mir mit dem Original scharf verglichen wurde, bestimmt; und den Abstand $2r$ der verschiedenen Spitzen-Paaren der virga transversalis durch Vergleichung mit einem Fortinschen

²⁹³ Johann Georg Repsold (1770–1830), Feinmechaniker und Gründer einer Werkstatt in Hamburg. Ihm folgten seine beiden Söhne Georg Repsold (1804–1885) und Adolf Repsold (1806–1871) nach, die die Werkstatt weiterführten.

²⁹⁴ Johan David Leopold von Nehus (1791–1844), war seit 1818 Gehilfe von H. C. Schumacher.

Meter,²⁹⁵ dessen Unterabtheilungen vermittelt eines von Repsold gemachten mikroskopischen Meßapparats untersucht waren, auf das schärfste gemessen. Die beweglichen Spitzen, welche nicht vollkommene Umdrehungs-Körper sind, wurden immer in jedem Loche vermittelt eines auf dem gerändelten Kragen angebrachten Striches in dieselbige Lage gebracht, um die Wirkung der Excentricität der Spitze zu vernichten.

Da nun diese mit dem großen Magnetometer gemachten Bestimmungen sich so gut an die Göttinger Bestimmung anschließ[t], so war ein constanter Fehler in irgend einem Rechnungs-Elemente bei dem Weberschen Apparate vorauszusehen, und das Räthsel wurde bald gelöst. Mein Verdacht fiel zuerst auf die Masse der Gewichte $2p$. Hr Mayerstein hatte mir aufgegeben $2p = 50016$ mgr. Ich benutzte diese Constante getrost, weil ich dadurch ein Trägheitsmoment des magnetischen Cylinders fand, welches beinahe vollkommen mit dem von Göttingen aufgegebenen Werthe übereinstimmte. Da ich aber auf einer vortrefflichen

[S. 5] Repsoldschen Waage dieses Gewicht untersuchte, fand ich $2p = 49346$ mgr,^{2!} folglich 669 mgr 8 kleiner. Durch das Abschreiben muß gewiß hier eine Verwechselung mit dem $2p$ eines andern Exemplars vorgefallen seyn. Folglich wird die vorige Bestimmung $H = 1,5645$ mit diesem Instrumente in dem Verhältnisse $\sqrt{\frac{49346,2}{50016}}$ zu vermindern seyn; und man erhält $H = 1,5540$, welches freilich noch etwas zu groß zu seyn scheint; der Unterschied $0,0065$ von dem Ergebnisse $1,5475$ des grossen Magnetometers ist aber nicht mehr scandaleus. Vielleicht lassen sich noch andere kleine constante Fehler entdecken. Die Krümmung der Scala unter anderem ist nicht ohne Wirkung. Der Garten der Göttinger Sternwarte ist also von allen Verdacht gereinigt; ich hatte leider damals nicht Zeit dieses zu melden, um Sie hier die Mühe einer Untersuchung zu ersparen.

Da die absolute Intensitätsbestimmung wenigstens auf drei Schwingungsbeobachtungen (zwei mit Belastung), und auf zwei Ablenckungsversuchen beruhet, und zu diesen 5 Beobachtungen noch 5 gleichzeitige Schwingungsbeobachtungen mit einem Hilfsapparate kommen, so haben 10 Beobachtungsfehler Einfluß auf dem Endresultate. Hinzu kommen noch Uhrvergleichen, Ungleichheiten des Uhrganges, Einwirkungen der Temperaturveränderungen, Veränderungen in der Richtung und Größe der magnetischen Kraft, die nicht mit der Zeit proportional sind, und folglich nicht vollkommen eliminirt werden können. Es scheint mir deswegen beinahe ein Wunder, daß der wahrscheinliche Fehler nicht größer wird.

Den 10^{ten} und 11^{ten} April untersuchte ich den Einfluß der Temperaturveränderungen auf die Magneten I, III, IV; No II wurde gespart, weil die Zeit einer Schwingung

²⁹⁵ Jean Nicolas Fortin (1750–1831), Hersteller wissenschaftlicher Instrumente, Mitglied des Bureau des Longitudes.

sehr nahe = 30'' ist, welches für die täglichen Beobachtungen der Abweichung zu bestimmten Stunden und auch zu Terminsbeobachtungen sehr bequem ist, die Erwärmung würde sie etwas verlängert haben. Ein hölzerner Kasten wurde östlich von dem Magnetometer gestellt, und wechselsweise mit Schnee und mit warmes Wasser gefüllt, und darin der Ablenckungsstab immer genau in demselbigen Abstände gelegt, und umgekehrt.

No I

[Spaltenüberschriften: Temperatur Reaumur, Scala, mittlere Temperatur, Mittel, bei der mittl. Temp., Differenz]

<i>x</i>	Temperatur Reaumur	Scala	mittlere Temperatur	Mittel	bei der mittl. Temp.	Differenz
0°	124,235	0° 000	962,928	0 0,000	842,350	
	963,338	0° 000	120,078			
	115,922					
	962,468					
+43°	148,528	40° 000	921,180	+40° 228	774,903	
40.0	921,180	40,475	146,277			
37.35	144,025					
0°	923,338	0° 000	985,220	0 0,000	806,698	
	128,522	0,060	128,522			
	935,052					
39.9	140,105	36,800	913,475	+37° 175	775,113	
36.8	913,475	37,550	138,362			
35.2	136,618					
0°	925,700	0° 000	925,071	0 0,000	803,191	
	121,880	0,000	121,880			
	924,442					

[S. 6]

[Spaltenüberschriften: No IV (Temperatur der Stube, Scalatheile, Mittlere [Temperat[ur], Scalatheil], bei der mittl[eren] Temp[eratur], Differenz Scalath[eile]), No III (Temperatur der Stube, Scalatheile des Spiegel normals, Mittlere [Temperat[ur], Scalatheil], bei der mittl[eren] Temp[eratur], Differenz Scalatheile).]

No IV						No III					
Temperat[ur] der Stube	Scalath[eile]	Mittl[ere] Temp[eratur]	Scalath[eile]	Differenz Scalath[eile]	Mittl[ere] Temp[eratur]	Temperat[ur] der Stube	Scalath[eile]	Mittl[ere] Temp[eratur]	Scalath[eile]	Differenz Scalath[eile]	Mittl[ere] Temp[eratur]
+41°.1	175,450	+38°.40	877,765	+38°.875	704,287	+47°.45	899,03	+16°.675	897,93	+16°.738	740,28
38.4	877,785	+38.75	175,498			16.80	157,65	16.800	157.65		
36.4	171.515					13.90	896.33				
0°.0	139,800	0°.00	886,518		728,022	0°.0	903,502	0°.00	900,922	0,000	751,927
	886,518	0,00	158,496				148,995	0,000	148,995		
	157.192						878,242				
+39°.75	874,388	+37°.90	874,338		703,183	+33°.32	882,31	+33°.235	881,055	+32,502	724,405
37.55	171,655	27.55	171,655	+37,725		22,02	156,68	32,240	156,680		
36.05	875,288					31,05	879,86				
0°.0	886,205	0°.0	886,320		725,755	0°.0	141,242	0°.00	887,550	0,000	746,328
	160,595	0,0	160,595				867,550	0,00			
	886,435						140,202		141,222		

Bei dem ersten Eintauchen in warmes Wasser ist der Verlust des Moments so groß und nicht mit der Zeit proportional, wie man aus dem ersten Experimente mit No I sehen kann, wo die Scala=Differenz bei 0° von 842,850 nach der Temperaturerhöhung auf 806,698 herunter fiel, daß man besser thut, mit einer Erwärmung anzufangen wie ich es mit den beiden folgenden gethan habe. No III wurde deswegen von dem Experimente eine ganze Stunde in Wasser von der anfänglichen Temperatur +40°R. gelegt.

No I.

Vergleicht man deswegen ein Mittel aus 2) und 4) mit 3); und ein Mittel aus 3) und 5) mit 4), so hat man

$$\begin{array}{l}
 + 33°, 707 = 0, \quad 775, 008 = m' \\
 0, 000 \quad \quad \quad 806, 698 = m \\
 \hline
 \mu = \frac{m-m'}{m_0} = 0, 0010149
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 0°, 000 \quad 804, 944 = m \\
 + 37, 175 = 0 \quad 775, 112 = m' \\
 \hline
 \mu = 0, 0009969; \text{ Mittel } \mu = 0, 0010059
 \end{array}$$

No IV

$$\begin{array}{l}
 + 38° 15' = 0, \quad 703, 735 = m' \\
 0, 000 \quad \quad \quad 728, 022 = m \\
 \hline
 \mu = 0, 00087444
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 0°, 000 \quad 726, 879 = m \\
 + 27, 725 = 0, \quad 703, 183 = m' \\
 \hline
 \mu = 0, 00086414; \text{ Mittel } \mu = 0, 00086929
 \end{array}$$

No III

$$\begin{array}{r} + 24.770 = 0 \\ 0,000 \end{array} \begin{array}{r} , 732,343 = m' \\ , 751,927 = m' \\ 19,584 = m-m' \end{array} \begin{array}{r} 0,000749,128 = m \\ - 32,802 = 0,724,405 = m' \\ 24,723 = m-m' \end{array}$$

$$\mu = 0,00105148 \qquad \mu = 0,00100611$$

Multiplicirt man den ersten Werth mit 3, den zweiten mit 4, und dividirt die Summe der Producte mit 7 erhält man den mittleren Werth

$$\mu = 0,00102555$$

[S. 7] Bezeichnen ΔM , ΔK , Δt , die Veränderung des magnetischen Moments M , des Trägheitsmoments K und der Zeit einer Schwingung t für einen Reaumurschen Grad, so ist

$$\frac{\Delta M}{M} = -\mu \text{ und}$$

$$\frac{\Delta t}{t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta M}{M} + \frac{1}{2} \frac{\Delta K}{K};$$

folglich ist, wenn κ der Modulus des Brigg[sches] Systems bedeutet,²⁹⁶ und man die höheren Potenzen negligiert,

$$\log \left(1 + \frac{\Delta t}{t} \right) = -\frac{1}{2} \kappa \frac{\Delta M}{M} + \frac{1}{2} \kappa \frac{\Delta K}{K}.$$

Nimmt man für Stahl an $\frac{1}{2} \kappa \frac{\Delta K}{K} = 0,0000071$, so hat man für die drei Magnetstäbe

No I No III No IV

$$\frac{1}{2} \kappa \frac{\Delta M}{M} = + 0,0002184 + 0,0002227 + 0,0001888$$

$$\frac{1}{2} \kappa \frac{\Delta K}{K} = + 0,0000071 \qquad \qquad \qquad 71 \qquad \qquad \qquad 71$$

$$\log \left(1 + \frac{\Delta t}{t} \right) = + 0,0002255 + 0,0002298 + 0,0001959$$

²⁹⁶ In den „Resultaten aus den Beobachtungen des Magnetischen Vereins im Jahre 1840“ ist statt „ κ “ die Bezeichnung „ m “ verwendet (Hansteen 1841b, S. 106).

Durch unmittelbare Schwingungsbeobachtungen habe ich für den Weberschen Cylinder, dessen Gewicht bloß 1143 Engl[ischen] grains Troy²⁹⁷ = 74,03 grammes ist, und für den kleinen Dollondschen Cylinder dessen Gewicht = 41,2 gr. Tr. oder 2,668 grammes gefunden

$$\lg \left(1 + \frac{\Delta t}{t} \right) = 0,000173 \text{ und } 0,000149.$$

Obgleich nun diese 5 Magnete in Form und Größe so außerordentlich verschieden sind, und die Beobachtungsmethode bei den zwei letzteren auch ganz verschieden ist, so ist doch die Correction nicht sehr verschieden gefunden. Sie scheint mit den Dimensionen etwas zuzunehmen, und ist vielleicht auch etwas von der chemischen Beschaffenheit und Härtung des Stahls abhängig.

[*** Ende des veröffentlichten Abschnitts (Hansteen 1841b, hier bis S. 106) ***]

Die Ursache warum Hr Professor Weber durch seine Temperaturversuche nichts brauchbares herausgebracht habe, ist mir auf folgende Weise ganz klar, das magn. Moment des Stabes ist eine Function der Zeit t und der Temperatur θ , welche äußerst nahe durch folgende Form dargestellt wird:

$$M = [A - B (1 - e^{-qt})] [1 + \mu (\alpha - \theta)],$$

wo A die Größe des Moments in dem Augenblicke, da $t = 0$ und $\theta = \alpha$ war, B , q und μ Constanten, die von der Härtung und physischen Beschaffenheit des Stahls, Größe und Form des Stabes, q zugleich von der Zeiteinheit abhängen. Nun ist

$$\frac{\partial M}{\partial t} = -Bq e^{-qt} [1 + \mu (\alpha - \theta)], \quad \frac{\partial M}{\partial \theta} = -M\mu.$$

So lange θ nicht die Temperatur übersteigt, bei welcher der Stab beim Härten

[S. 8] abgekühlt wurde, behalten B und q ihre Größe unverändert. Sobald aber θ diese Temperatur übersteigt, verliert der Stahl etwas von seiner Härtung, B und q werden vergrößert, und die Function wird discontinuirlich. Die Vergleichung zweier Momente des Stabes vor und unter einer solchen Erwärmung, giebt folglich die Summe

$$\frac{\partial M}{\partial t} \Delta t + \frac{\partial M}{\partial \theta} \Delta \theta,$$

wo in der ersten Größe so gar zwei veränderliche Größen B und q vorkommen, statt in letzten Größe, welche man eigentlich allein sucht. Die erste Größe ist immer negativ; ist $\Delta \theta$ negativ, d. h. fängt man den Versuch mit der höheren Temperatur an, so wird

²⁹⁷ Grain = kleinstes Gewicht; nach dem englischen Troy-Gewichtssystem 1 Grain Troy = 0.0647654724449 Gramm (Dove/Moser 1837, S. 9).

das zweite Glied positiv; im umgekehrten Falle wird es auch negativ. Folglich: wenn man mit einer Erwärmung anfängt erhält man ein zu kleines, wenn man mit einer Abkühlung anfängt ein zu großes Resultat. Je größer t ist, je kleiner wird der erste Theil, mit dem man hier nichts zu schaffen hat; es führt folglich zu nichts, wenn man diese Versuche mit neugestrichene Magnete ausführt. Wenn t sehr klein ist, kann selbst in wenigen Stunden der erste Theil so groß werden, daß er sich dem positiven Werthe des zweiten Theils nähert. Dieses hat H^m Prof. Weber auf dem Trügschluße geführt „daß stärkere Magnete (es sollte eigentlich heißen neugestrichene) durch Temperaturveränderungen kleinere Veränderungen erleiden, als schwächere“ (ältere). Ich habe daher immer folgende Regeln gefolgt, wobei ich gut übereinstimmende Resultate gefunden habe.

- 1) Niemals neugestrichene Magnete zu irgend einem Versuche anzuwenden, am allerwenigsten zu Versuche über die Wirkungen der Temperaturänderungen.
- 2) Jeden Magnetstab bald nach der Magnetisirung bei Eintauchen in warmes Wasser eine mäßige Temperaturerhöhung zu geben, welche doch die höchste zu erwartende Temperatur der Atmosphäre übersteigt; z. B. 30° bis 40° R; hiebei hat man gewonnen, daß die von der Zeit abhängige Function in der Folge immer continuirlich bleibt.
- 3) Es ist sehr nützlich zu verschiedenen Zeiten das Moment des Magnets durch Versuche zu bestimmen um die drei constante Größen A , B , q zu finden. Der Magnetstab kann dann gebraucht werden, selbst wenn das Moment noch von dem Gränzwerthe etwas entfernt ist.

Die 200 Jahr alte Nadel, welche Sie beobachtet haben, muß gewiß eine sehr geringe Härtung haben, vielleicht ist sie in der Mitte ganz weich.

[S. 9] Da es bei der Bestimmung der mittleren Intensität in einer Epoche nur durch Wiederholung in einer späteren Zeit daraus die säculaire Veränderung zu finden, sehr wichtig, und auch um der Ursache auf die Spur zu kommen, interessant ist, die täglichen regulären oder periodischen Aenderungen von den irregulären zu trennen und die Zeit und Anzahl der Maxima, Minima und Media zu kennen; so habe ich um eine erste Annäherung zu erhalten in der beiliegenden Tafel der Beobachtungen auf meiner Reise in Deutschland in 1839 durch Hülfe der Constanten $\log c = 6,00811$ (siehe oben S. 1, 3) die absolute Intensität bei allen meinen Schwingungsbeobachtungen mit dem Doll. Cylinder auf dieser Reise berechnet. Da die irregulären Schwankungen gewöhnlich bloß in wenigen Minuten nach derselbigen Seite gehen, so werden sie bei Schwingungsbeobachtungen, die eine Viertelstunde dauern, sich einigermaßen aufheben, besonders wenn man ein Mittel aus Beobachtungen mehrerer Tage zu denselbigen Tageszeiten nimmt; oder bei Terminsbeobachtungen wenn man diese in Gruppen von Stunde zu Stunde theilt, und ein Mittel aus jeder Gruppe als die von den Schwankungen befreiete Intensität betrachtet. Meine Beobachtungen in Göttingen

den 31 Aug[ust] und 3 Sept[ember] 1839 waren ziemlich zahlreich, und fielen ziemlich nahe auf den nämlichen Tageszeiten. Durch Mittelzahlen und etliche Interpolationen der Beobachtungen in diesen zwei Tagen habe ich folgende Intensitäten H erhalten:

[*** Fortsetzung des veröffentlichten Abschnitts (Hansteen 1841b, hier ab S. 107) ***]

Magn[etische] Intensit[ät] in Göttingen 31 Aug[ust] 3 Sept[ember]
durch den Dollondschen Cylinder bestimmt.

[Spaltenüberschriften: Vormittag, H , Nachmittag, H]

Vormittag	H	Nachmittag	H
8 ^u 23 ^r	1,77314	0 ^u 3 ^r 5	1,77364
8 44	1,77410	0 12	1,77342
9 15	1,77334	0 33	1,77526
9 19	1,77341	2 24	1,77662
9 27	1,77234	2 38,5	1,77695
9 34,5	1,77193	3 1,5	1,77821
10 11,5	1,77145	3 14	1,77964
10 28	1,77201	3 32	1,77950
10 46	1,77167	3 40	1,77850
11 4	1,77283	3 51	1,77926
11 24	1,77127	3 59,5	1,77940
11 44	1,77243	4 8,5	1,77310
		4 36	1,77688

[Text am rechten Rand]

Zu der Reihe

$H = \mu + \alpha_1 \sin(a_1 + t) + \alpha_2 \sin(a_2 + 2t)$, wo $\mu, \alpha_1, \alpha_2, a_1, a_2$ Constanten sind, t den Stundenwinkel der Sonne, habe ich den wahrscheinlichsten Werth dieser Constanten gesucht und gefunden

$$H = 1,772356 + 0,005087 \sin(111^\circ 13' + t) + 0,005535 \sin(315^\circ 24' + 2t),$$

welche Reihe für den halben Tag zwischen 18^h und 6^h folgende Werthe giebt:

[Spaltenüberschriften: Stunde, H , Stunde, H]

Stunde	H	Stunde	H
18 ^u	1,778083	0 ^u	1,773212
19	6568	1	5068
20	4666	2	7013
21	2927	3	8339
22	1981	4	8489
23	1924	5	7141
		6	4401

[Text am rechten Rand] Nach diesen berechneten Werthen ist die beiliegende Curve construiert [vgl. Fig. 17 in: Hansteen 1841b, S. 107].²⁹⁸ Da die Beobachtungen bloß 8 Stunden oder $\frac{1}{3}$ des ganzen Tages umfassen, so kann die Formel nichts über die Veränderungen in den übrigen $\frac{2}{3}$ des Tages ent[s]cheiden.

Die Reihe giebt Maximum 3^h36´4 Nachm[ittag] = 1,778603
 Minimum 22^h32,6 Vorm[ittag] = 2,771909.

Die Kreuze x bezeichnen die Beobachtungen, wozu die Curve sich recht gut anschließt.

[Die nachfolgende Abbildung 38 stammt aus den „Resultaten“]

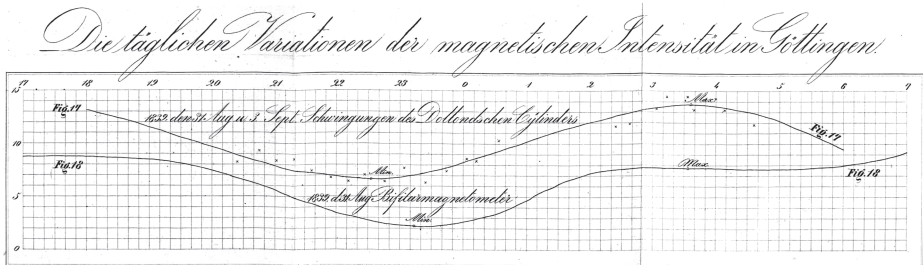


Abb. 38: „Die täglichen Variationen der magnetischen Intensität in Göttingen“, Fig. 17 und 18. Aus: Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1840, Leipzig 1841, Tafel VI. Exemplar der Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg.

[S. 10] Aus den Terminsbeobachtungen mit dem Bifilarmagnetom[eter] den 30 – 31 Aug[ust] 1839 in Göttingen habe ich ein Mittel aus der Intensität bei dem Anfangsmomente jeder Stunde, und den 6 vorhergehenden und den 6 nachfolgenden Beobachtungen in den vorhergehenden und folgenden halben Stunde genommen (siehe untenstehende Tafel), und daraus folgende Reihe für H gefunden:

$$H = 77,52 + 28,08 \sin(279^\circ 40' 5 + t) + 12,48 \sin(278^\circ 5' 7 + 2t) \\ + 9,08 \sin(336^\circ 29' 4 + 3t) + 7,40 \sin(308^\circ 41' 5 + 4t);$$

welche das Maximum um 3^h33´ Minimum um 23^h11´ giebt, was mit dem obigen aus den Schwing[ungs] Beobachtungen abgeleiteten Resultate ziemlich gut übereinstim[m]t, obgleich meine Beobachtungen ein Mittel aus zwei Tage ist, und folglich mit der Terminsbestimmung nicht identisch seyn kann. Die zweite Curve [vgl. Fig. 18 in: Hansteen 1841b, S. 110] stellt diese Variation vor. Jede Seite eines Quadrats stelle in der ersten Curve $\frac{1}{1772}$ [vgl. Fig. 17 in: Hansteen 1841b, S. 108], in der zweiten $\frac{1}{1792}$ [vgl. Fig. 18 in: Hansteen 1841b, S. 108] der kleinsten Intensität, folglich ist der Maaßstab

²⁹⁸ Diese und die anderen drei den Brief begleitenden Zeichnungen von Curven fehlen in dem Briefe. Die nachfolgenden Abb. 38 und 39 stammen aus der Veröffentlichung in den „Resultaten“.

für beide Curven beinahe derselbige. Beide Curven²⁹⁹ sind, so weit die Beobachtungen in der ersten reichen, d. i. von 8^h Vormittags bis 4^h Nachmittags ziemlich parallel, und wurden es wohl noch mehr gewesen, wenn ich bei der ersten Curve bloß die Beobachtungen des Terminstages benutzt hätte. Die beobachteten und berechneten Werthe von *H* sind folgende

Intensität Göttingen August 1839 Bifilarmagn[etometer]

[Spaltenüberschriften: *H* (Stunde, beobacht[et], berechn[et], Untersch[ied])]

Minut	beobacht.	berechn.	Unterschied	Minut	beobacht.	berechn.	Unterschied
0	19,07	26,37	-7,30	12	88,21	89,97	-1,76
1	30,41	46,64	-6,23	13	90,03	91,00	-0,97
2	47,35	70,92	-23,57	14	92,21	88,58	+3,63
3	76,39	77,99	-1,60	15	95,86	93,55	+2,31
4	79,78	77,67	+2,11	16	91,91	90,23	+1,68
5	70,06	76,28	-6,22	17	78,74	88,14	-9,40
6	81,59	79,78	+1,81	18	94,16	87,00	+7,16
7	89,93	91,73	-1,80	19	90,13	85,19	+4,94
8	113,09	103,37	+9,72	20	66,51	74,77	-8,26
9	94,91	108,48	-13,57	21	55,59	56,02	-0,43
10	106,35	103,29	+3,06	22	76,98	82,97	-5,99
11	102,81	95,46	+7,35	23	27,17	22,64	+4,53

[Text am rechten Tabellenrand] Hätte man noch die von 5 *t* und 6 *t* abhängigen Glieder bestimmt, würde man eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung gefunden haben. Die Reihe giebt 4 Maxima und 4 Minima, die zwei größten Maxima ungefähr um 9 Uhr und 15 Uhr, und die Intensität ist in der ganzen Nacht von 6 Uhr bis 20 Uhr über dem Mittelwerthe 77,52.

Um diese vorläufigen Resultate noch besser zu begründen, und zu untersuchen, wie viele von diesen Maximis und Minimis der regelmäßigen täglichen Variation zugehören, und welche irregulair sind, habe ich ein Mittel aus den beiden August Terminen 1837 und 1839 genommen. Obgleich der Werth einer Einheit in 1837 etwas geringer ist als in 1839 (ungefähr in Verhältniß von 9 : 11), so habe ich doch auf diesen kleinen Unterschiede keine Rücksicht genommen. Auf diese Weise habe ich für *H* folgenden Ausdruck erhalten:

$$\begin{aligned}
 H = 70,095 &+ 27,112 \sin(279^\circ 07' + t) + 11,315 \sin(308^\circ 22' + 2t) \\
 &+ 9,829 \sin(359^\circ 46' + 3t) + 3,404 \sin(315^\circ 11' + 4t) \\
 &+ 0,504 \sin(202^\circ 30' + 5t) + 2,749 \sin(147^\circ 16' + 6t). \quad (I)
 \end{aligned}$$

Diese Reihe giebt für Maxima, Minima und Media folgende Zeiten und Werthe:

Medium	2 ^h 47 ^m 3 ^s = μ	Maximum	10 ^h 26 ^m 0 ^s = $\mu + 22,439 = 92,534$
Maximum	3 22,3 = $\mu + 3,740 = 73,835$	Minimum	13 13,3 = $\mu + 10,169 = 80,264$
Medium	4 10,3 = μ	Maximum	15 30,1 = $\mu + 21,649 = 91,744$
Minimum	5 13,3 = $\mu - 4,335 = 65,760$	Medium	19 15,1 = μ
Medium	6 4,7 = μ	Minimum	22 19,5 = $\mu - 48,772 = 21,323$

299 Siehe Abb. 38.

[S. 11] In dieser sowohl als der folgenden Berechnung habe ich das vorletzte von 5 *t* abhängige Glied wegen des kleinen Coefficienten ausgelassen. Die folgende Tafel enthält die beobachteten und berechneten Werthe

Intensit[ät] Göttingen Aug[ust] 1837 – 1839 Bifilarmagn[etometer]

[Spaltenüberschriften: *H* (Stunde, beobacht[et], berechn[et], Untersch[ied])]

Numb ^r	1837			Numb ^r	1839		
	beobacht	berechn	Untersch		beobacht	berechn	Untersch
0	27,18	32,41	-6,23	12	83,37	87,21	-3,84
1	32,10	46,61	+3,49	13	83,56	82,39	+2,17
2	39,80	62,34	-2,54	14	84,18	84,74	-0,56
3	43,42	72,97	+0,45	15	88,80	90,82	-2,02
4	70,23	71,48	-1,25	16	93,44	90,74	+2,70
5	70,19	66,04	+4,15	17	83,06	83,32	-2,26
6	66,04	69,34	-3,30	18	81,87	80,60	+1,27
7	79,03	81,50	-2,47	19	73,23	73,42	-0,19
8	78,55	90,19	+7,36	20	86,61	86,25	+0,36
9	82,82	91,99	-8,17	21	83,08	83,33	-2,25
10	95,52	92,35	+3,17	22	82,13	82,03	+0,10
11	93,61	91,93	+1,68	23	87,47	86,91	+0,56

[Text am rechten Tabellenrand]

Die Constanten haben sich nicht bedeutend verändert bei der Zufügung des Termins von 1837; die berechneten Werthe schließen sich noch etwas besser an den beobachteten. Die dritte Curve stellt diese tägliche Variation dar [vgl. Fig. 19 in: Hansteen 1841b, S. 110].³⁰⁰

Endlich habe ich noch ein Mittel aus den beiden Terminsbeobachtungen 29 Juli 1837 und 28 Juli 1838 berechnet und daraus folgende Reihe für *H* gefunden:

$$\begin{aligned}
 H = 70,119 &+ 19,258 \sin(282^\circ 1' + t) + 9,154 \sin(308^\circ 17' + 2t) \\
 &+ 2,197 \sin(119^\circ 36' + 3t) + 3,575 \sin(221^\circ 21' + 4t) \\
 &+ 3,673 \sin(177^\circ 4' + 5t) + 3,349 \sin(219^\circ 10' + 6t),
 \end{aligned}
 \tag{II}$$

welche die in der folgenden Tafel berechneten Intensitäten giebt.

300 Siehe Abb. 39.

Intensität in Göttingen Juli 1837, 1838, Bifilarmagnetom[eter]

[Spaltenüberschriften: *H* (Stunde, beobacht[et], berech[n]et, Untersch[ied])]

Minut	<i>H</i>			Minut	<i>H</i>			Unterschied
	beobachtet	berechnet	Unterschied		beobachtet	berechnet	Unterschied	
0	38,84	41,62	-2,84	12	79,72	85,12	+4,60	Minimum $0^h 04,7 = \mu - 30,011 = 40,108$
1	37,11	40,45	-2,34	13	78,29	80,83	-2,54	Maximum $2^h 36,8 = \mu$
2	60,61	55,47	+5,14	14	88,04	89,79	-1,75	Maximum $4^h 2,5 = \mu + 5,396 = 75,515$
3	69,57	70,70	-0,33	15	92,40	90,90	+1,20	Minimum $4^h 44,8 = \mu + 5,036 = 75,155$
4	69,57	75,45	-5,88	16	85,33	84,53	+0,80	Maximum $9^h 11,8 = \mu + 10,642 = 83,761$
5	81,89	75,62	+6,27	17	78,23	79,70	-1,47	Minimum $4^h 56,1 = \mu + 4,989 = 75,108$
6	75,45	78,49	-2,04	18	74,22	75,55	-1,33	Maximum $14^h 41,3 = \mu + 21,587 = 91,706$
7	83,45	82,58	+1,07	19	65,58	62,79	+2,79	Maximum $18^h 30,8 = \mu$
8	81,08	83,51	-2,43	20	49,23	47,80	+1,43	Minimum $20^h 40,5 = \mu - 26,101 = 44,013$
9	89,20	82,74	+6,46	21	44,57	45,02	-0,45	Maximum $22^h 27,5 = \mu - 17,034 = 53,085$
10	79,08	82,83	-2,75	22	48,35	50,63	-1,78	
11	77,56	78,31	-0,75	23	57,39	51,17	+6,42	

Die unterste Curve stellt diese Variation vor nach den berechneten Werthen von *H* [vgl. Fig. 20 in: Hansteen 1841b, S. 110]. Diese Curve hat wieder 4 Maxima und 4 Minima; es ist aber klar, daß das letzte Maximum um 22^h27'5 bloß eine Folge einer anomalen Vergrößerung der Intensität zu Ende des Termins 29 Juli 1837 zwischen 22^h und 24^h ist. Wenn diese Perturbation ausgeblieben wäre, so würde die Juli – Intensität ebenso wie in August bloß 3 Maxima und Minima gehabt haben, indem die beiden Minima kurz vor und nach dem Mittage in einem Minimum um 22 1/2 Uhr zusammengefallen haben

[S. 12] würden. Diese zwei Curven³⁰¹ nähern sich ziemlich zur Parallelisme. Die Eigenschaften, die beiden Curven gemein sind, müssen wohl vor täglichen regelmäßigen Variation zugehören. Diese sind folgende:

- a) Das tiefste tägl. Minimum trifft ungefähr um 22 1/2 Uhr ein.
- b) Von diesem Augenblicke an steigt die Intensität ziemlich geschwind bis gegen 3 Uhr, da sie ihren mittleren Werth hat.
- c) Nach 3 Uhr steigt die Intensität noch etwas weniger, und erreicht gegen 4 Uhr ein Maximum welches den mittleren Werth nur sehr wenig übersteigt, nimmt nachher etwas ab, und erreicht eine Stunde später ein Minimum; in dieser Zeit zwischen 3 und 6 Uhr entfernt die Intensität sich sehr wenig von dem mittleren Werth.
- d) Ein höheres Maximum tritt ein zwischen 9 und 10 1/2.
- e) Ein kleines Minimum zwischen Mitternacht und 13 Uhr, welches über den mittleren Werth liegt.

301 Vgl. Abb. 39.

f) Das höchste Maximum tritt in den Morgenstunden ein zwis[ch]en 14 1/2 und 15 1/2 Uhr, worauf die Intensität erst langsam und später von der 19^{ten} Stunde geschwinde abnimmt, bis 1 1/2 Stunde vor Mittag, da das kleinste Minimum eintrifft.

g) Von der Stunde 3 bis 19, also die ganze Nacht ist die Intensität größer als der Mittelwerth; die übrigen 8 Stunden am Tage kleiner als der mittlere Werth.

[Die nachfolgende Abbildung 39 stammt aus den „Resultaten“]

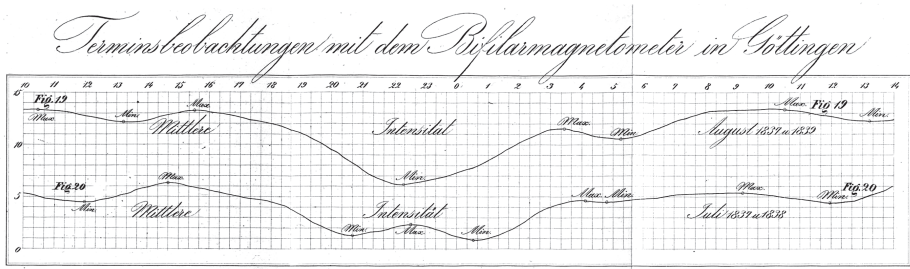


Abb. 39: „Terminsbeobachtungen mit dem Bifilarmagnetometer in Göttingen“, Fig. 19 und 20. Aus: Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1840, Leipzig 1841, Tafel VI. Exemplar der Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg.

Für die Praxis kann hieraus die nützliche Regel aus gebreitet werden, daß man, um einen von der täglichen Variation ziemlich freien Mittelwerth der absoluten Intensität zu erhalten, immer die Beobachtungen zwischen 2 1/2 und 6 1/2 Uhr Nachmittag anstellen, oder sie wenigsten auf diesem Zeitraum reduciren solle. So finde ich z[um] Beispiel aus meinen Beobacht[ungen] in Göttingen zwischen 27 Aug[ust] und 10 Sept[ember] 1839

[Spaltenüberschriften: Mittl[ere] Int[ensität], Anzahl der Beob[achtungen]]

Tag	Zeit	Mittl. Int.	Anzahl	Bemerkung
27 Aug	6 ^h 25 ^m bis 6 ^h 45 ^m	1,77945	2	Kugel
28	3 9 - 6 12	1,77828	4	2 ^{te} Korb.
29	3 2 - 4 7	1,77867	4	
30	5 14 - -	1,78414	1	
31	3 1 - 4 26	1,78446	6	
1 Sept	2 50 - 4 2	1,77912	5	
2	3 0 - 5 29	1,77046	9	(*) Abm[itt]l. g[em]eins. 10 ^h nachs. Beob[achtungen]
3	2 56 - 3 52	1,77310	4	
10	4 41 - 4 53	1,77225	2	

[Anmerkung innerhalb der Tabelle] (*) Abend zwisch[en] 9 und 10 1/2 rothes Nordlicht.

[Text am rechten Rand]

Folglich ist die mittlere von der täglichen Variation befreite Intensität in Göttingen zwischen 27 Aug[ust] und 10 Sept[ember] 1839, so fern meine Constante c richtig bestimmt ist, = 1,77766. Merckwürdig ist die gewöhnlich stattfindende, und auch hier eintretende starcke Verminderung der Intensität nach dem Nordlichte den 3^{ten} Sept[ember] Abends.

Will man durch diesen mittleren Werth die Reihe II für August Monath

[S. 13] wo jede Einheit ungefähr $\frac{1}{19819}$ der mittleren t[äglichen] Intensität bedeutet,³⁰² auf absolute Einheiten stellen, so erhält man

$$10000 H = 17776,6 \quad + 24,316 \sin (279^\circ 7' + t) + 10,146 \sin (308^\circ 22' + 2t) \\ + 8,816 \sin (359^\circ 16' + 3t) + 3,049 \sin (315^\circ 11' + 4t) \\ + 0,452 \sin (202^\circ 30' + 5t) + 2,466 \sin (147^\circ 16' + 6t),$$

woraus man findet	größtes tägl. Maximum um	$10^h 26' = \mu + 20,32$
	tiefstes tägl. Minimum um	$22^h 19' = \mu - 43,75,$

folglich totale regulaire tägl[iche] Variation = 64,07 oder in abs[olute] Einheiten = 0,006407.

[*** Ende des veröffentlichten Abschnitts (Hansteen 1841b, hier bis S. 112) ***]

Da die oben gefundene Resultate bloß für die zwei Sommermonate Juli und August gelten, so war es gewiß sehr interessant, die Terminsbeobachtungen nach und nach auf den übrigen Monaten des Jahres, wo noch Beobachtungen fehlen, zu verschieben. Eine ähnliche Beobachtung sowohl der Declinations- als Intensitätsvariationen in allen 12 Monaten des Jahres, würde unzweifelhaft zu nützlichen Resultaten führen.

Unsere Meinung über das Bifilarinstrument kann unmöglich verschieden seyn und indem Sie die Beachtung mehrerer nothwendiger „Cautelen“ einräumen, haben Sie eigentlich alles eingeräumt, was ich postulirt habe. Keine magnetometrische Operation ist möglich ohne durch Hülfe eines magnetischen Trägers, dessen Moment unveränderlich ist, oder wenigstens solange die Beobachtung dauert von einem Zeitpuncte auf einem anderen mit Sicherheit reducirt werden kann. Dieses gilt sowohl bei der absoluten Methode, wo die Beobachtung doch immer etliche Stunden dauert, als in noch höherem Grade bei den comparativen Methoden, z. B. der statischen Methode durch das Bifilarinstrument, wo eine Terminsbeobachtung 24 Stunden dauert, und bei der gewöhnlichen Schwingungsmethode, wo die Beobachtungsreihe auf einer Reise sich über ganze Jahre erstrecken kann. Da, wie oben S. 7 bemerckt ist, das Moment eine Function der Zeit und der Temperatur ist, so kann ein neugestrichener Magnetstab in 24 Stunden schon bedeutend von seiner Kraft verlieren; was aber noch wichtiger ist, eine

³⁰² In den „Resultaten“: $\frac{1}{19810}$ (Hansteen 1841b, S. 112).

Temperaturveränderung von 4 Reaumurschen Graden kann eine scheinbare Veränderung der Intensität hervorbringen, die ebenso groß ist, als die ganze tägliche reguläre Variation. Ohne Temperatur-Correction zeigt also das Instrument sehr fein und genau die irregulären Schwankungen von 5 zu 5 Minuten, auf welche man bisher allein die Aufmerksamkeit gerichtet zu haben scheint, weil in so kurzen Zwischenräumen die Temperaturänderungen unmerklich, und die von der Zeit abhängige Abnahme des Moments noch geringer sind; aber die tägliche Variation von Tag bis Nacht; die Zeitmomente und Größe der Maxima und Minima werden verschoben und entstellt durch die unmöglich ganz auszuschließende Temperaturänderung; noch weniger kann das Instrument die jährliche Variation zwischen Sommer und Winter angeben. Um diese Postulate durch Thatsachen zu unterstützen noch folgendes: durch meine Versuche (oben S. 6) habe ich die Abnahme des Moments der drei vierpfündigen Stäbe für 1 Grad R. ungefähr = 0,001 gefunden, und es durch mehrere Versuche wahrscheinlich gemacht, daß diese Abnahme für größere Stäbe eher größer als kleiner

[S. 14] sey. Nehmen wir also für den 25pfündigen Bifilarstab wenigstens $\mu = 0,001$ [.]

Bei der Terminsbeobachtung 30 – 31 Aug[ust] 1839 war der Werth eines Theils der Scala = $\frac{1}{17915}$ der kleinsten Intensität, welche um 23^h40' eintraf; diese war also in solchen Einheiten = 17915. Um 3^h55' war der Ueberschuß der Intensität über diesen kleinsten Werth = 93,17 solcher Theile, also die Intensität zu dieser Zeit = 18008,17. War nun die Temperatur des Stabes um 4 Uhr Nachmittags bloß um 1 Grad höher als um 11^h40' Vormittags, was nicht unwahrscheinlich seyn kann, so würde das Moment des Stabes um 0,001 seiner vorigen Größe verringert seyn, und folglich ebenso viel die scheinbare Intensität, dessen wahre Größe auf 23^h40' reducirt seyn würde = 18008,17 + 18,01 = 18 026,18, und die wirkliche Variation von 23^h40' bis 3^h55' = 111,17. Denselbigen Tag fand ich durch Schwingungsbeobachtungen mit dem Doll. Cylinder in absoluten Einheiten um 11^h41' Vormittag] kleinste = 1,77004, um 3^h57' größte = 1,78095, folglich die Variation = 0,01091. Aber $111,17 \times \frac{1,7700}{17915} = 0,01098$. Diese zwei Beobachtungen mit beiden Instrumenten waren bis auf eine und zwei Minuten gleichzeitig, und man braucht nicht mehr als ein Grad Temperatur-Unterschied anzunehmen, welcher eben in diesem Sinne wirken müßte, um sie in vollkommener Uebereinstimmung zu bringen, und ich weiß nicht, warum ich nicht die meinige Bestimmung als die richtigere ansehen sollte. Ob die Intensität wirklich die ganze Nacht von 6 Uhr Nachmitt[ag] bis 7 Uhr Vormitt[ag] über dem täglichen Mittel ist, oder ob dieses bloß eine Wirkung der niedrigeren Temperatur sey, ist nicht sicher, weil das Minimum zwischen 12 und 13 Uhr bloß 5 bis 10 Theile höher als das Mittel ist, und $\frac{1}{2}$ Grad Temperatur=Unterschied hinreichend ist um dieses Minimum dem Mittelwerthe gleich zu machen. (*)

[Anmerkung von Hansteen am linken Rand des Briefbogens] (*) Wenn man die gleichzeitigen Bifilarbeobachtungen an verschiedenen Stellen mit einander vergleicht, so sieht man, daß die Unterschiede bisweilen positiv, bisweilen negativ sind, welches ebensowohl aus einer nach den verschiedenen Localitäten zu verschiedenen Zeitpunkten eintretenden Temperaturveränderung, als aus einem wirklich verschiedenen Gange der Intensitätsvariationen erklärt werden kann.

[Fortsetzung des Absatzes] Die nothwendigen „Cautelen“ können wohl keine andern, als die von mir angezeigten seyn. Ich habe die Sache „objectiv“, Sie „subjectiv“ betrachtet (wie Sie mir einst bei einer ähnlichen Gelegenheit bemerkten); meine Bemerkung trifft nicht das Instrument, dessen sinnreiche Construction und Brauchbarkeit zu den delicatesten Untersuchungen ich im vollsten Maaße anerkenne, sondern die jetzige Beobachtungsmethode soweit sie mir bekannt ist (eigentlich Unterlassung nothwendigen Cautelen). Nichts ist leichter, als die Untersuchung der Temperatur-Correction des Bifilarstabes, (ich werde diese vornehmen eher als mein Instrument aufgestellt wird), und wenn ein Thermometer im Kasten angebracht wird, und wenigstens jede Viertelstunde des Termins beobachtet wird, so ist das Instrument auf seinem gebührenden Range gehoben. – In der Literarischen Republik ebenso wie in jedem monarchischen Staate ist eine vernünftige und moderate Opposition nützlich, und

[S. 15] eine kleine Retorsion kann bisweilen nicht schaden, um das Gleichgewicht aufrechtzuhalten. – Was die Bestimmungen mit „winzigen Sextanten“ angeht, so war es eine Zeit da 100 jährige Polhöhen durch 6 füssige Quadranten bestimmt, durch winzige 8 zöllige Sextanten berichtet wurden; und es ist nicht unmöglich Bestimmungen mit einem 25 pfündigen Magnetstabe durch Beobachtungen mit einem winzigen Cylinder, der bloß ein halbes Quentchen wiegt, zu berichtigen,

N. B. wenn man bei dem Letzten alle mögliche Cautelen in Acht nimmt, bei dem ersten eine wichtige versäumt.

Magnetische Beobachtungen in Gibraltar und Algier.

Habe ich in meinem Briefe geschrieben Inclination in Algier $47^{\circ}42',6$ so ist es ein Schreibfehler für $57^{\circ}42',6 = \text{Arc}(\tan g = \frac{3.8114}{2.4083}) = \text{Arc}(\sec = \frac{4.5085}{2.4083})$

Die speciellen Beobachtungen stehen so³⁰³

Beobachtungsort. 1840	Nadel	a	b	c	d	Mittel	
Gibraltar	Juni 13, $4\frac{1}{2}$ Nachm.	2	61° 55'1	61° 45'3	58° 33'2	59° 57'2	60° 33.9
	— 15, $10\frac{1}{4}$ Vorm.	3	59 7.2	59 4.5	57 30.8	59 54.9	59 21.8
	— 15, 11 Vorm.	2	60 52.8	59 52.6	58 44.7	60 0.5	59 52.7
	Juli 13, $4\frac{1}{2}$ Nachm.	2	61 30.1	60 40.6	57 16.0	59 48.5	59 48.1
	— 13, $5\frac{1}{2}$ Nachm.	3	59 24.8	59 5.8	57 25.6	60 24.1	59 37.6
Algier	Juni 30, $10\frac{1}{2}$ Vorm.	2	58 57.2	58 2.4	56 34.6	57 5.3	57 46.1
	— 30, $11\frac{1}{2}$ Vorm.	3	57 46.6	57 13.4	58 4.5	58 4.5	57 45.0

303 Es folgt eine Tabelle mit den Spaltenüberschriften: Beobachtungsort. 1840, Nadel, a, b, c, d, Mittel.

Bei der ersten Beobachtung in Gibraltar muß ein Fehler vorgefallen seyn.³⁰⁴ Ich vermuthe, man hat entweder bei einem von den zwei untenliegenden, oder von den zwei streichenden Magneten einen Südpol mit einem Nordpol oder umgekehrt verwechselt. Dann erhält die Nadel ein sehr schwaches Moment nach Umkehrung der Pole, und die Wirkung der excentrischen Lage des Schwerpunkts wird nicht vollständig eliminiert. Wenn diese ausgeschlossen wird, hat man im Mittel Gibraltar = $59^{\circ}40',0$, Algier = $57^{\circ}12',55$ [.] Der Beobachtungsplatz bei Gibraltar war außerhalb der Stadt, auf den sogenannten „neutralen Grund“, welcher aus Sand besteht, bey den Engli[s]chen Posten, welche nach Tofinos Karten in Breite $36^{\circ}59'50''$ und $7^{\circ}39'10''$ Länge westl. Paris liegen. Die Lage ist wohl deswegen gut begründet. Die Reduction auf absolute Einheiten muß aber berichtigt werden, weil sie auf der fehlerhaften Constante $\log c = 6,01429$, der durch das transportable Webersche Magnetometer gefunden war, beruhet.

Durch $\log c = 6,00808$, welche vermittelt des großen Magnetometers gefunden wurde, erhält man³⁰⁵

horiz. Int.	Gibraltar	Algier
	= 2,2892	2,2741
vertic. —	= 3,9123	3,7569
totale —	= 4,5327	4,4442

[S. 16] Obgleich der Himmel hier den 20 Juni sehr heiter war, so war doch die Dämmerung viel zu starck um das geringste von dem duncklen Theile der Mondscheibe sehen zu können.

Obleich ich nun auf verschiedene Stellen Einwendungen gemacht habe gegen unterlassene Cautelen in der Magnetometrie; so hoffe ich doch Sie werden es mit Geduld aufnehmen. Der Löwe tödtet nicht den kleinen Hund, der ihm spielend in die Ohrlappen beißt, sondern schüttelt ihm bloß ab, und legt einen schweren Pfoten auf ihm, wenn es ihm ennuirt.³⁰⁶

Sollten Sie finden daß einige von diesen Beobachtungen verdienten aufbewahrt zu werden, z. B. in den „Res[ultaten] aus den Beob[achtungen] des m[a]gn[etischen] Vereins“ mitgetheilt zu werden, würde es mich sehr schmeicheln; doch müßte dieses bloß dann geschehen, wenn Sie nicht gehaltvollere Arbeiten mitzutheilen hätten. In

304 Siehe Brief Nr. 11, Zitat auf S. 12 und Brief Nr. 13, Zitat auf S. 3.

305 Es folgt eine Tabelle mit Angaben der horizontalen, der vertikalen und der totalen Intensität für Gibraltar und Algier.

306 Gemeint ist: ennuieren.

diesem Falle war gewiß Dr Goldschmidt so freundlich, das brauchbare auszuziehen und zu ordnen (ich muß leider zufügen und „übersetzen“).

Damit Sie nicht bemüht werden sollen dieses weitläufige commerage durch zulesen, und leichter das Lesenswürdige finden, und das übrige überschlagen können, werde ich hier eine

Inhalts-Anzeige

mittheilen:

<u>Absolute Bestimmungen</u> der <u>Intensität</u> in <u>Christiania</u> ,	Seite 1.
Bemerkung über die befolgte <u>Methode</u>	2.
<u>Vergleichung</u> zwischen der Intensität in <u>Göttingen</u> durch die <u>absolute</u> und <u>comparative</u> Methode bestimmt	<u>3</u>
<u>Wahrscheinlicher Fehler</u> einer <u>absoluten Bestimmung</u>	3.4
Entdeckung des <u>Fehlers</u> bey der Bestimmung mit dem Weberschen Instrum	4.5
<u>Einfluß der Temperatur</u> auf das <u>magn. Moment</u> der Stäbe	5.6.7.
<u>Versuchte Maaßregeln</u> bei dieser Bestimmung	8.
<u>Tägliche reguläre Variationen</u> der Intens. in Göttingen durch <u>Schwingung des Doll. Cylinders</u> und das <u>Bifilar-Instrument</u> bestimmt und verglichen	9.10
Bestimmung der <u>Maxima</u> , <u>Minima</u> und <u>Media</u> in zwei <u>August-</u> und zwei <u>Juli</u> -Terminen in Göttingen mit <u>graphischer Darstellung</u> begleitet	10.11
Hieraus abgeleitete wahrscheinlich <u>algemeine Regeln</u> für diese Monathe	12
Bemerkungen über die Nothwendigkeit der <u>Temperatur</u> des <u>Bifilarstabes</u> zu <u>beobachten</u> , und dessen <u>Moment</u> auf <u>eine constante Temperatur</u> zu <u>reduciren</u>	13.14
<u>Berichtigung</u> eines <u>Schreibfehlers</u> und der <u>Reduction</u> der Beobachtungen in <u>Gibraltar</u> und <u>Algier</u> , in einem früheren Briefe mitgetheilt	15
<u>Magnet. Beobachtungen</u> auf einer Reise nach <u>Göttingen</u> in 1839 und auf einer Reise nach <u>Kopenhagen</u> in 1840	
<u>Terminsbeobachtungen</u> in Christiania 28–29 May 1841.	I–VI

Mit der größten Hochachtung

Ihr erge[be]nster

Chr. Hansteen.

[*** Der nachfolgende Abschnitt wurde in überarbeiteten Form veröffentlicht (Hansteen 1841c, S. 113–118) ***]

[S. I]

Magnetische Beobachtungen auf einer Reise
nach Göttingen in 1839, und nach Kopenhagen in 1840.

Inclination

[Spaltenüberschriften: No, 1839, Nadel, a, b, c, d, wahre Neigung, Bemerkungen]

No	1839	Nadel	a	b	c	d	wahre Neigung	Bemerkungen
1	Juli 16	0 2 Nadeln	70° 29',0	69° 26',1	69° 28',0	70° 28',3	70° 27',9	Kopenhagen, Holstens Bastion. Die Zapfen der Nadeln etwas angegriffen.
2	—	1 1/2 —	69 26.7	69 10.5	70 41.2	70 29.8	69 29.6	Altona, Kessels Garten. Die Achsen beider Nadeln wurden von Hrn. Kessels polirt, und die Nadeln von Hrn. Mechan. Baumann aus Berlin gereinigt.
3	— 22	11 Vorrm.	70 28.8	69 25.0	67 11.8	69 41.2	69 31.4	Altona, Kessels Garten. Die Achsen beider Nadeln wurden von Hrn. Kessels polirt, und die Nadeln von Hrn. Mechan. Baumann aus Berlin gereinigt.
4	— 28	1 Nadeln	70 42.2	69 21.5	67 27.5	69 41.4	69 30.9	Altona, Kessels Garten. Die Achsen beider Nadeln wurden von Hrn. Kessels polirt, und die Nadeln von Hrn. Mechan. Baumann aus Berlin gereinigt.
5	Aug. 1	2 1/2 Nadeln	70 32.2	69 18.0	67 4.7	69 41.6	69 31.2	Altona, Kessels Garten. Die Achsen beider Nadeln wurden von Hrn. Kessels polirt, und die Nadeln von Hrn. Mechan. Baumann aus Berlin gereinigt.
6	— 9	1 1/2 —	67 11.9	67 2.9	70 12.8	70 48.6	68 26.8	Altona, Kessels Garten. Die Achsen beider Nadeln wurden von Hrn. Kessels polirt, und die Nadeln von Hrn. Mechan. Baumann aus Berlin gereinigt.
7	Sept 18	1 1/2 —	66 51.0	67 11.4	70 24.7	70 55.0	68 28.0	Altona, Kessels Garten. Die Achsen beider Nadeln wurden von Hrn. Kessels polirt, und die Nadeln von Hrn. Mechan. Baumann aus Berlin gereinigt.
8	—	2 1/2 —	69 29.1	70 26.0	69 6.4	67 31.4	69 41.6	Altona, Kessels Garten. Die Achsen beider Nadeln wurden von Hrn. Kessels polirt, und die Nadeln von Hrn. Mechan. Baumann aus Berlin gereinigt.
9	—	3 1/2 —	67 25.8	66 51.4	70 27.8	71 2.4	68 39.4	Altona, Kessels Garten. Die Achsen beider Nadeln wurden von Hrn. Kessels polirt, und die Nadeln von Hrn. Mechan. Baumann aus Berlin gereinigt.
10	— 19	5 —	48 29.2	76 11.5	96 20.4	48 41.0	69 4.8	Bei No 10 und 12 ein Gewicht befestigt auf der einen Cante der Nadel in der Mitte.
11	— 20	9 Vorrm.	67 19.9	67 19.2	70 49.8	70 40.7	69 21.4	Bei No 10 und 12 ein Gewicht befestigt auf der einen Cante der Nadel in der Mitte.
12	—	10 1/2 —	48 0.1	102 46.4	102 14.5	47 2.7	69 1.5	Bei No 10 und 12 ein Gewicht befestigt auf der einen Cante der Nadel in der Mitte.
13	— 21	4 1/2 Nadeln	69 52.0	70 46.5	69 41.0	67 21.2	69 27.7	Kiel, Hotel Lübeck, Garten.
14	— 23	0 1/2 Nadeln	69 57.7	69 29.7	70 0.4	70 20.4	69 57.1	Kopenhagen, Holstens Bastion. Die Zapfen der Nadeln etwas angegriffen.
15	—	1 Nadeln	70 3.7	69 45.2	69 54.8	69 58.1	69 58.2	Kopenhagen, Holstens Bastion. Die Zapfen der Nadeln etwas angegriffen.
16	1840	2 —	69 52.3	69 21.4	69 57.0	70 18.2	69 52.9	Kopenhagen, Holstens Bastion. Die Zapfen der Nadeln etwas angegriffen.
16	Juli 15	0 2 Nadeln	69 52.3	69 21.4	69 57.0	70 18.2	69 52.9	Kopenhagen, Holstens Bastion. Die Zapfen der Nadeln etwas angegriffen.
17	—	1 1/2 —	69 59.0	69 41.0	69 46.0	69 34.0	69 58.4	Kopenhagen, Holstens Bastion. Die Zapfen der Nadeln etwas angegriffen.
18	— 16	10 Vorrm.	69 52.5	69 20.2	69 38.0	70 18.2	69 51.3	Kopenhagen, Holstens Bastion. Die Zapfen der Nadeln etwas angegriffen.
19	—	11 —	70 6.9	69 49.6	69 52.0	69 57.1	69 56.4	Kopenhagen, Holstens Bastion. Die Zapfen der Nadeln etwas angegriffen.
20	— 20	0 1/2 Nadeln	95 52.3	80 38.4	48 4.7	98 10.4	69 50.9	Kopenhagen, Holstens Bastion. Die Zapfen der Nadeln etwas angegriffen.
21	—	1 Nadeln	92 13.8	52 25.0	51 50.0	92 14.8	69 50.3	Kopenhagen, Holstens Bastion. Die Zapfen der Nadeln etwas angegriffen.

[Text am rechten Rand]

Kopenhagen, Holkens Bastion. Die Zapfen der Nadeln etwas angegriffen [zu No 1–2].

Altona, Kessels Garten.³⁰⁷ Die Achsen und Zapfen beider Nadeln wurden von Hrn. Kessels polirt, und die Nadeln von Hrn. Mechan. Baumann aus Berlin gereinigt [zu No 3–6].

Altona Schumachers Garten, unterste Terasse.

Bei No 10 und 12 ein Gewicht befestigt auf der einen Cante der Nadel in der Mitte [zu No 7–12].

Kiel, Hotel Stadt Lübeck, Garten [zu No 13].

³⁰⁷ Heinrich Johann Kessels (1781–1849) wirkte seit 1823 in Altona als Hersteller von Chronometern und Präzisionsuhren. Hansteen unterhielt mit Kessels einen intensiven Briefwechsel (Oestmann 2011, S. 44–46, 233–234).

Kopenhagen H[olkens] Bast[ion] mit einem neuen, dem physikal[ischen] Cabinette in Kopenh[agen] angehörigen vortreflichen Gambeyschen Instrumente, dessen Nadeln immer sehr nahe auf demselbigen Punkte des Gradbogens zurückkehrten. Bei No 20 und 21 ein Gewicht angebracht [zu No 14–21].

I[n] den 4 Lagen der Nadel a , b vor, und c , d nach der Umkehrung der Pole standen Limbus sowohl Ost als West, und bei jeder neuen Lage wurde die Nadel 4 Mahl aufgehoben und auf den Agat=platten niedergelegt; also besteht jede Bestimmung aus 32 Ablesungen. Bei den 4 Beobachtungen 10 – 12, 20, 21, wo ein Gewicht auf der Nadel angebracht war, berechnet man die Neigung i durch die Formel

$$\text{tang } i = \frac{\cot a + \cot d - \cot b - \cot c}{\cot c \cdot \cot d - \cot b \cdot \cot a},$$

wodurch man sich von der Voraussetzung frei macht, daß das Moment vor und nach der Umkehrung der Pole dieselbige Größe haben soll. Auch wird die Einwirkung möglicher Eisenpartikeln im Kreise und die Figur der Zapfen einigermäßen destruiert. Im Mittel ist also die Neigung in

<u>Kopenhagen</u> Holkens Bastion	}	1839 Aug 15	69°59',95	oder Sept. 25 = 69°56',15 wenn man 1) und 2) als verdächtig ausschließt
		1840 Juli 18	69 52,1	
<u>Kiel</u> Stadt Lübeck		1839 Sept 21	69°27,7	
<u>Altona</u> Kessels Garten		1839 Juli 30	69. 3,3	
Schumachers Garten		1839 Sept. 19	69. 2,1	

[Text in der linken Spalte der nachfolgender Tabelle auf S. II]

Kopenhagen Holkens Bastion Filament I (329'', 2)

Altona Kessels Garten

Bremen Dr. Fockes Garten

Altona Kessels Garten

Schum[achers] Garten

obere Terrasse

Sch[umachers] G[arten]

untere Terrasse

Kessels Garten

Magdeburg ausserhalb des Sudenburger Thores

Leipzig ausserhalb Peters Vorstadt auf dem Wahlplatze

Dresden auf dem Platze in der Nähe des neuen Theaters

Leipzig (wie oben)

Gotha Seeberg Filament II (145'', 2)

Eisenach am Fuße des Felsen worauf die Wartburg liegt

Cassel auf dem großen Kirchhofe

[S. II]

Horizontale Intensität = H

[Spaltenüberschriften: Beobachtungsort, 1839, Beobachtungszeit, α , r , θ , T , T' , H]

Horizontale Intensität = H

Beobachtungsort	1839	Beobachtungszeit	α	r	θ	T	T'	H
Kopenhagen Molans Bastion Selaunnd I (29,12)	16	11 ^h 8 ^m U.	-3.5	85	+18.1 + 19.8	789.21	785.58	1,6510
	16	11 22 -	-3.5	80	+19.1 + 18.9	789.43	786.38	1,6518
	16	7 22 N.	-3.5	40	+14.5 + 15.3	788.30	786.34	1,6518
	16	7 42 -	-3.5	85	+15.2 + 14.9	788.71	786.94	1,6494
Altona Kessels Garten	17	11 58 U.	-3.5	80	+16.2 + 17.9	789.56	786.24	1,6477
	17	0 17 N.	-3.5	80	+18.0 + 18.9	789.71	786.08	1,6488
	21	8 22 U.	-8.0	80	+17.1 + 16.7	774.96	771.85	1,7102
Bremen Dr. Fockes Garten	22	8 55 U.	-8.0	85	+18.7 + 17.9	795.24	772.10	1,7091
	22	10 35 U.	-8.0	85	+19.1 + 20.1	775.97	772.10	1,7091
	22	9 15 U.	-8.0	95	+17.3 + 17.4	775.50	771.92	1,7099
Altona Kessels Garten	25	10 58 U.	-8.0	85	+16.8 + 16.3	774.31	771.45	1,7119
	25	11 15 U.	-8.0	80	+16.6 + 16.4	774.82	771.52	1,7116
	25	6 58 N.	+8.0	85	+17.1 + 16.0	772.27	769.06	1,7226
Altona Kessels Garten Schm. Garten oben überst. Sch. G. unterst. Tannast.	28	8 54 N.	-8.0	80	+18.1 + 19.5	774.96	771.37	1,7123
	31	11 27 U.	-8.0	80	+17.2 + 17.2	777.20	774.00	1,7007
	31	11 51 -	-8.0	80	+17.5 + 17.95	776.84	773.80	1,7016
	31	0 25 N.	-8.0	80	+20.0 + 21.4	775.71	771.60	1,7113
Kessels Garten	31	7 56 N.	-8.0	90	+14.1 + 13.2	773.17	770.83	1,7148
	Aug 1	6 25 N.	-1.6	90	+16.3 + 16.5	773.39	770.78	1,7149
	1	7 16 N.	-1.6	80	+18.1 + 14.9	773.63	770.78	1,7140
Magdeburg auser halb des Sueden burger Tor	6	7 14 N.	-1.6	80	+15.1 + 12.4	772.70	770.35	1,7145
	12	0 43 N.	-1.6	85	+16.1 + 16.9	762.76	759.52	1,7662
Leipzig auf Petere Markt auf dem Hofplatz	13	11 50 U.	-1.6	80	+15.2 + 14.0	753.46	750.30	1,8098
Dresden auf dem Platz in den Hof der an Sphaere	15	8 18 U.	-1.0	85	+17.0 + 16.3	750.64	747.58	1,8230
	18	10 9 U.	-2.6	90	+17.5 + 17.9	751.11	747.73	1,8223
	20	5 42 N.	-2.2	85	+15.7 + 13.9	749.60	746.78	1,8270
	20	6 4 N.	-2.2	95	+15.9 + 14.1	749.23	746.32	1,8282
Leipzig (min oben)	21	6 30 N.	-2.2	85	+9.8 + 8.9	752.70	750.57	1,8086
Gotha Seeburg Selaunnd II. (14,12)	23	5 0 N.	-2.2	90	+11.2 + 11.2	752.26	750.65	1,8081
	23	5 25 N.	-2.2	85	+10.3 + 10.0	752.40	751.10	1,8060
	24	9 53 U.	-2.2	95	+11.9 + 14.1	753.97	751.38	1,8025
Eisenach am des Sphaere in Wartburg liegt.	24	9 57 U.	-2.2	85	+14.7 + 13.5	753.60	751.07	1,8061
	24	4 9 N.	-2.2	95	+15.1 + 14.2	755.50	752.92	1,7973
Cassel auf dem Hofplatz	26	9 6 U.	-2.2	85	+16.1 + 16.7	758.57	755.67	1,7842
	26	9 26 U.	-2.2	90	+16.9 + 17.2	759.17	756.02	1,7826

[S. III]

[Fortsetzung der Tabelle]

Beobachtungsort	1839	Beobachtung Zeit	a	r	θ	T'	T	M		
Göttingen im Garten der Sternwarte	Aug	27	26 22.5	0.0	80	+14.5 + 13.5	758.87	756.64	1.77967	
		27	6 45	0.0	90	+13.1 + 12.4	758.76	756.73	1.77924	
		28	10 52	0.0	90	+14.1 + 14.9	759.53	757.04	1.77777	
				10 25	0.0	90	+15.0 + 15.3	759.71	757.02	1.77786
				10 44	0.0	90	+15.2 + 13.7	759.54	757.12	1.77739
				11 5	0.0	90	+13.7 + 13.9	759.59	757.25	1.77679
				11 24	0.0	90	+13.9 + 13.7	759.60	757.27	1.77670
				11 45	0.0	85	+13.3 + 15.0	759.47	757.06	1.7768
				0 4	0.0	80	+15.1 + 16.4	759.34	756.60	1.77935
				3 9	0.0	90	+14.1 + 13.2	759.41	757.15	1.77725
				3 38	0.0	90	+12.95 + 12.95	758.99	756.90	1.77843
				3 55	0.0	90	+12.95 + 13.5	759.00	756.83	1.77876
				6 12	0.0	85	+13.3 + 12.2	758.83	756.85	1.77866
			29	9 58	+1.4	80	+13.1 + 13.0	759.73	757.57	1.77440
				11 55	+1.4	80	+17.4 + 16.1	760.24	757.26	1.77644
				3 2	+1.4	85	+15.0 + 16.2	760.27	757.47	1.77571
				3 25	+1.4	85	+16.3 + 16.1	759.11	756.17	1.78185
				3 45	+1.4	85	+16.2 + 16.2	760.17	757.23	1.77688
				4 7	+1.4	80	+16.05 + 16.05	759.31	756.32	1.78024
		Filament III. (163', 5)	30	11 8	-1.4	80	+16.1 + 17.6		758.33	1.77176
				11 36	-1.4	80	+12.8 + 19.9	761.87	758.20	1.77234
				11 59	-1.4	85	+19.1 + 19.0	761.44	757.74	1.77430
				5 14	-1.4	90	+16.1 + 16.1	758.66	755.70	1.78414
				8 28	-1.4	85	+14.8 + 13.8	760.88	758.18	1.77246
				8 44	-1.4	85	+15.9 + 16.3	760.86	757.97	1.77343
				9 2	-1.4	85	+16.3 + 16.8	761.10	758.05	1.77306
				9 21	-1.4	90	+16.6 + 16.2	760.93	757.90	1.77376
				9 39	-1.4	90	+16.3 + 17.0	761.45	758.25	1.77213
				9 57	-1.4	90	+17.0 + 16.9	761.73	758.54	1.77079
				10 14	-1.4	85	+16.9 + 16.95	761.56	758.42	1.77134
10 31	-1.4			85	+17.0 + 16.7	761.44	758.48	1.77106		
10 49	-1.4			85	+16.7 + 17.8	761.67	758.48	1.77106		
11 6	-1.4			85	+17.9 + 18.5	761.97	758.50	1.77097		
11 24	-1.4			85	+18.7 + 20.2	762.43	758.72	1.76995		
11 41	-1.4	80	+20.3 + 20.9	762.74	758.70	1.77004				
11 59	-1.4	80	+20.9 + 21.3	762.44	758.28	1.77199				
0 16	-1.4	80	+21.4 + 21.25	762.36	758.16	1.77255				
0 32	-1.4	80	+21.2 + 21.9	762.19	757.92	1.77266				
0 52	-1.4	70	+22.0 + 21.95	761.94	757.62	1.77506				
2 24	-1.4	95	+16.7 + 18.7	761.06	757.65	1.77492				
2 42	-1.4	100	+13.7 + 18.9	761.41	757.65	1.77492				
3 1	-1.4	95	+13.9 + 13.8	761.04	757.28	1.77664				
3 18	-1.4	90	+15.7 + 18.0	760.27	756.73	1.77923				
3 35	-1.4	90	+15.0 + 18.1	760.37	756.88	1.77852				
3 57	-1.4	90	+13.0 + 17.7	759.77	756.35	1.78095				

[Text in der linken Spalte]

Beobachtungsort

Göttingen im Garten der Sternwarte

Filament III. (163', 5)

[S. IV]

[Fortsetzung der Tabelle]

beobachtungsort	1839	beobacht. zeit	α	γ	ϱ	T'	T	M	
Göttingen	Aug	31	4 ⁿ 13' N	-1 ⁿ 4	90	+17 ^o 8 + 17 ^o 5	760,26	758,92	1,77833
		—	4 26 —	-1,4	90	+17 ^o 2 + 17 ^o 2	760,43	757,18	1,77711
		Sept	2	0 20 N	-0,9	90	+14,6 + 15,9	761,06	758,28
	—		0 40 +	-0,9	90	+18,1 + 15,9	761,04	758,08	1,77293
	3	8	44 U	-0,9	85	+12,9 + 12,3	759,70	757,86	1,77478
		9	1 —	-0,9	85	+12,2 + 12,2	759,34	757,93	1,77262
		9	17 —	-1,0	85	+11,2 + 12,05	759,91	758,05	1,77306
		9	35 —	-1,0	85	+12,05 + 12,3	760,05	758,16	1,77435
		9	52 —	-1,0	85	+12,2 + 12,6	760,00	758,06	1,77306
		10	9 —	-1,0	85	+12,8 + 13,5	760,05	758,37	1,77156
		10	25 —	-1,0	85	+13,5 + 13,05	760,30	758,07	1,77297
		10	43 —	-1,0	85	+13,0 + 13,4	760,34	758,15	1,77228
		11	2 —	-1,0	80	+13,7 + 14,05	759,97	757,70	1,77469
		11	47 —	-1,0	80	+14,1 + 14,1	759,99	757,68	1,77492
	4	0	8 N	-1,0	80	+14,1 + 14,4	759,93	757,57	1,77319
		2	35 —	-1,0	85	+14,4 + 14,9	759,34	756,78	1,77899
		2	53 —	-1,0	85	+14,6 + 15,5	759,21	756,60	1,77985
		3	10 —	-1,0	90	+15,5 + 14,95	759,34	756,60	1,77985
		3	28 —	-1,0	90	+14,9 + 14,3	759,04	756,47	1,78047
		3	45 —	-1,0	90	+14,3 + 14,05	759,54	757,08	1,77757
		4	2 —	-1,0	85	+14,0 + 13,9	759,44	757,02	1,77786
		11	50 U	-1,3	85	+12,7 + 12,15	761,94	759,37	1,76460
		0	9 N	-1,3	86	+13,7 + 14,6	762,01	759,65	1,76562
		0	29 —	-1,3	86	+14,6 + 14,0	761,62	759,24	1,76753
	5	0	49 —	-1,3	86	+14,0 + 14,2	761,96	759,56	1,76604
		1	6 —	-1,3	80	+14,25 + 15,1	761,64	759,13	1,76804
		2	41 —	-1,3	85	+13,2 + 15,0	761,67	759,28	1,76737
		3	0 —	-1,3	85	+13,2 + 15,2	761,09	758,43	1,77130
		3	13 —	-1,3	80	+13,2 + 15,4	761,00	758,54	1,77030
		3	27 —	-1,3	80	+13,2 + 15,2	761,39	758,77	1,76971
		3	54 —	-1,3	80	+13,2 + 14,9	760,63	758,03	1,77215
		4	13 —	-1,3	84	+14,6 + 13,6	760,46	758,14	1,77265
		4	32 —	-1,3	80	+13,5 + 13,3	760,91	758,63	1,77036
4		52 —	-1,3	80	+13,25 + 11,9	761,17	759,10	1,76518	
6	5	11 —	-1,3	90	+12,9 + 11,9	760,74	758,73	1,76990	
	5	29 —	-1,3	85	+11,8 + 11,2	761,12	759,42	1,76668	
	10	26 U	-1,0	85	+11,9 + 13,9	761,70	759,15	1,76795	
	10	34 —	-1,0	85	+13,9 + 14,2	761,93	759,58	1,76594	
	11	11 —	-1,0	85	+14,2 + 15,1	761,29	758,58	1,76920	
	11	29 —	-1,0	80	+15,2 + 16,2	761,36	758,58	1,77029	
	11	47 —	-1,0	80	+15,9 + 16,6	761,27	758,40	1,77144	
	0	5 N	-1,0	80	+16,85 + 16,9	761,18	758,14	1,77265	
	0	22 —	-1,0	85	+16,9 + 17,3	761,53	758,26	1,77162	
	0	40 —	-1,0	80	+17,9 + 19,1	761,51	758,03	1,77215	
7	0	57 +	-1,0	80	+19,1 + 19,3	761,67	758,03	1,77215	
	2	56 —	-1,0	85	+14,5 + 14,75	760,74	758,08	1,77292	
	3	14 —	-1,0	95	+14,7 + 15,3	760,73	757,97	1,77343	
	3	24 —	-1,0	95	+15,5 + 15,0	760,89	758,05	1,77306	
	3	52 —	-1,0	90	+14,9 + 14,6	760,67	758,07	1,77277	

[Text in der linken Spalte]

Beobachtungsort
Göttingen

(*) Des Abends zwischen 9 und 10½ ein starckes rothes Nordlicht welches die Intensität den folgenden Tag um 0,01 oder 0,06³⁰⁸ in Einheiten der vorigen Größe heruntersetzte. Den 10^{ten} Sept[ember] hatte sie noch nicht die vorige Größe erreicht.

[S. V]

[Fortsetzung der Tabelle]

Beobachtungsort	1840	Zeit	α	τ	θ	T'	T	H
<u>Göttingen</u>	Sept 10	4 ^u 41 ^N	-0,9	85	+18°35' +19,9	761 ^u 45	757 ^u 67	1,77433
<u>Hannover</u> nördl. von der Vaterloo Säule	10	4 59-	-0,9	95	+20,0 +20,15	760,71	756,64	1,77967
<u>Altona</u> Schum[achers] Garten, unt[ere] Terrasse	12	11 22U.	-0,9	80	+21,8 +23,9	767,57	762,27	1,7490
<u>Bramstedt</u> Garten	16	2 40N	-0,9	90	+15,05 +15,05	774,59	771,85	1,7102
<u>Kiel</u> Stadt Lübeck Gart[en]	16	2 58N	-0,9	85	+15,3 +15,6	774,93	772,18	1,7087
<u>Götheborg</u> in der Nähe des Badehauses	17	10 29V	-0,9	90	+14,8 +15,8	776,16	773,24	1,7026
<u>Christiania</u> Garten der Sternwarte	17	11 36-	-0,9	85	+13,9 +16,1	775,71	772,77	1,7061
	17	1 19N	-0,9	90	+16,95 +17,45	776,00	772,68	1,7065
	21	6 45U	-1,0	90	+11,9 +11,9	779,36	777,45	1,6857
	21	3 34N	-1,0	85	+14,0 +13,7	780,33	778,32	1,6819
	28	0 54N	-1,0	80	+15,0 +14,3	807,60	804,99	1,5723
	30	2 39N	-1,0	90	+12,5 +13,15	814,71	812,36	1,5439
	30	2 58-	-1,0	85	+12,1 +12,9	814,49	812,25	1,5443
<u>Christiania</u> in der Stadt	1840 April 20	11 34U	+8 ^o	85	+7 ^o 4 +11 ^o	816,57	814,23	1,5366
	-	0 56N	+8	90	+12,0 +12,0	814,94	812,70	1,5426
	28	8 34,8	+8	100	+10,0 +9,5	813,36	811,74	1,5462
	29	7 17N	+8	100	+10,9 +11,1	813,54	811,60	1,5468
	May 6	8 19N	+8	90	+8,3 +6,9	811,94	811,06	1,5488
<u>Kopenhagen</u> Nebst. Zapf.	Juni 29	11 22U	-4	90	+17,0 +19,1	789,79	786,23	1,6482
	-	11 42-	-4	80	+19,2 +19,0	789,14	785,47	1,6514
	-	6 51N	-4	85	+16,0 +14,2	787,50	784,84	1,6541
	July 1	2 30N	-4	85	+16,8 +17,3	788,73	785,50	1,6512
	3	11 34U	-4	86	+19,5 +17,1	788,43	785,47	1,6514
	11	3 11N	-4	90	+16,9 +18,2	788,50	785,08	1,6521
	11	3 43-	-4	80	+18,4 +19,2	788,46	784,82	1,6541
<u>Christiania</u> in der Stadt	Sept 2	5 9N	-2	95	+14,2 +14,95	814,30	811,48	1,5472
	2	5 35-	-2	85	+19,2 +13,5	814,17	811,26	1,5484

[Text in der linken Spalte]

Beobachtungsort

Göttingen

Hannover nördl[ich] von der Vaterloo Säule

Altona Schum[achers] Garten, unt[ere] Terrasse

Bramstedt Garten

Kiel Stadt Lübeck Gart[en]

Götheborg in der Nähe des Badehauses

Christiania Garten der Sternwarte

308 In den „Resultaten aus den Beobachtungen des Magnetischen Vereins im Jahre 1840“ ist der Wert 0,006 angegeben (Hansteen 1841c, S. 116).

Christiania wie oben

Kopenhagen Holk[ens] Bast[ion]

Christiania wie oben

In der obigen Tafel bedeutet ein positiver Werth von a die tägliche Acceleration der Uhr. Ist l_0 die Elongation der Nadel am Ende der Schwingung 0, l_n am Ende der Schwingung n , so ist r die Zahl der Schwingung am Ende n , daher $l_r = \frac{1}{2} l_0$; θ die Temperatur des Apparats kurz vor und nach der Beobachtung. T' ist das Mittel von 7 Werthen von 300 Schwingungen, zwischen der Schwingung 0 und 300, 10 und 310, . . . 60 und 360. T der wegen Schwingungsbogen, Uhrgang, Temperatur, Torsion reducirte Werth. Ist $l_n = h_n \cdot l_0$, und hat man im Allgemeinen das Zeitmoment am Ende jeder k^{ten} Schwingung beobachtet, bis zu der Schwingung $n + pk$, und nimmt die Differenzen zwischen den Schwingungen 0 und n, k und $n + k \dots pk$ und $n + pk$, deren Summe $\sum T'$, so ist

$$\frac{1}{\mu+1} \sum T' = t \left[n + \frac{1}{\mu+1} A \mathcal{P} \left(\frac{e_0}{A} \right)^2 + \frac{1}{\mu+1} \beta \mathcal{Q} \left(\frac{e_0}{A} \right)^4 \right] = T' \left[1 + \frac{1}{r(\mu+1)} A \mathcal{P} \left(\frac{e_0}{A} \right)^2 + \frac{1}{r(\mu+1)} \beta \mathcal{Q} \left(\frac{e_0}{A} \right)^4 \right],$$

wenn t = Zeit einer Schwingung in einem verschwindenden Bogen,

$$\bar{J} = nt, \quad A = \frac{l_0 + l_n^2}{1 - h^2}, \quad \beta = \frac{11}{24} \cdot \frac{l_0 + h^4}{1 - h^4}$$

$$\mathcal{P} = \frac{1 - h^{2n}}{1 - h^{2k}} \left(1 - h^{2(\mu+1)k} \right), \quad \mathcal{Q} = \frac{1 - h^{4n}}{1 - h^{4k}} \left(1 - h^{4(\mu+1)k} \right).$$

In unserem Falle ist $p + 1 = 7$, $k = 10$, $n = 300$, l_0 überall = 20° , ausgenommen in Leipzig den 21 Aug[ust] wo $l_0 = 30^\circ$ war. Die Schwingungs-

[S. VI] zeit ist auf der Normaltemperatur + $7^\circ,5$ reducirt vermittelt der Formel

$$\lg T = \log T' - 14,9 (\theta - 7^\circ,5),$$

welche Rechnung mit 5 ciffrige Logarithmen voraussetzt. Auf dieser Reise wurden drei Aufhängungsfilamente gebraucht: (I) in welches ein Probecylinder von Messing von demselbigen Gewichte und derselbigen Länge als der magnetische Cylinder, eine Schwingung in $329''\text{,}2$ machte von Anfang der Reise bis auf der ersten Beobachtung in Leipzig 21 Aug[ust]; (II) in welcher der Probecylinder eine Schwingung in $145''\text{,}2$, und (III) in $163''\text{,}5$ machte. Das Letzte wurde nach der letzten Beobachtung den 29^{sten} Aug[ust] in Göttingen angebracht. Die folgende Tafeln enthalten die Reductionen für die Torsion dieser drei Filamente bei verschiedene Werthe von T' , und für den Schwingungsbogen für verschiedene Werthe von l_0 und r .

Filament			
\mathcal{J}'	I	II	III
750 ^a	+1	+6,5	+5
780	+1	+7,5	+5,5
810	+1,5	+8	+6

γ	l_0	
	20 ^o	30 ^a
70	-33	-74
80	-40	-90
90	-47	-105
100	-54	-121

Reduction
wegen Acceleration der
Uhr = $\frac{1}{2} a$

alles für Rechnung mit 5 ciffrige Logarithmen.

[*** Ende des veröffentlichten Abschnitts (Hansteen 1841c, S. 113–118) ***]

Die Officieren eines Norwegisches Kriegsschiffes, welches in diesem Spätjahr zurückkehren wird, haben magnetische Beobachtungen in Lissabon gemacht, und werden auch solche ausführen auf einer der Azorischen Inseln. Sobald ich sie erhalten und reducirt habe, werde ich sie mittheilen.

Von dem magnetischen Observatorium in Alten (nahe bei Hammerfest) wird nichts. In unserer Constitutionellen Verfassung hat das Storthing (Nationalversammlung) allein den Beutel in Verwarung, und die Regierung wagt nicht selbst das nützlichste und lobenswertheste auf eigener Hand in Gang zu setzen. Zu wenig und zu viel verdirbt alles. Ich habe einen subsidiären Vorschlag gemacht das hiesige Magnetische Observatorium in Stand zu setzen, den Englischen Plan zu folgen; man will dieses einwilligen, falls man aus England eine Erklärung erhalten kann, das sie das in Alten zu bauende Haus nicht mit Englische Beobachter und Instrumente ausrüsten will.

Brief Nr. 15
Hansteen an Gauß, 22. Dezember 1853, Sternwarte bei Christiania

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe A : Hansteen, Nr. 10, 2 S.

Sternwarte bei Christiania den 22^{sten} December 1853.

Höchstgeehrter H^r Geheimer – Hofrath.

Nach 14 Jahren wage ich noch einmal Ihnen etliche Zeilen zuzusenden. Wie viele von den größeren oder kleineren astronomischen Notabilitäten, welche ich auf meiner Reise nach Göttingen in 1839 theils das erste Mal sah, theils früher kannte, sind nicht zu Ruhe gegangen! Bessel, Olbers, Schumacher, Goldschmidt, Kessels,³⁰⁹ nach

³⁰⁹ Bessel starb 1846, Olbers 1840, Schumacher 1850, Goldschmidt 1851 und Kessels 1849.

Kessels³¹⁰ kann ich allenfalls Hrn Gutkäs in Dresden³¹¹ nennen, obgleich seine Verdienste als astronomischer Uhrmacher nicht bedeutend waren.

Von Hrn Staatsrath Struve³¹² war ich in Juli zu einer Conferenz mit ihm und Herrn Professor Selander³¹³ nach Stockholm eingeladen,³¹⁴ betreffend die Publication einer Messung des Meridianbogens zwischen Hammerfest und Torneå, welche von Norwegischen Officieren durch Norwegisch Lappmark, und das übrige Stück von Selander gemessen wurde, und welche mit dem südwärts liegenden großen Russischen Bogen verbunden werden sollte, um einen Bogen von $25\frac{1}{3}$ Grad zwischen Hammerfest und Ismail auszumachen. Struve findet aus einer vorläufigen Rechnung die Abplattung ebenso wie den mittlern Meridiangrad etwas größer als nach Bessels neuester Untersuchung.³¹⁵

Bei dieser Gelegenheit machte ich eine Reihe Beobachtungen über die magnetische Inclination in Stockholm, und dieses veranlaßte mich nach meiner Zurückkunft meine Sammlung von Beobachtungen dieser Art zu revidiren. Ich suchte nämlich Interpolationsformeln für die Neigung auf alte Punkte, wo eine zureichende Anzahl Beobachtungen mir bekannt war; diese Formeln geben die jährliche Veränderung, auf jeden Punkt; und da diese in Europa negativ ist und abnehmend, so suchte ich die Epoche *T* des Minimum. In Sibirien ist die Veränderung jetzt positiv, zunehmend im westlichen, abnehmend im östlichen Theile. Das beiliegende Blatt enthält das Resultat dieser Untersuchung.³¹⁶ Es versteht sich, daß die Genauigkeit der drei Constanten i_φ, y, z von der Güte der Beobachtungen, von der Anzahl *n* der Bestimmungen, und von ihrer mehr oder weniger symmetrischen Vertheilung und der Länge des Zeitraumes zwischen der ersten und letzten abhängen. Sie sind deswegen von sehr

310 Siehe Anm. 307.

311 Friedrich Gutkaes (1785–1845) wirkte in Dresden als Hersteller von Präzisionsuhren (siehe Dittich 2009, S. 74–106). Im Jahre 1842 übernahm sein Sohn Bernhard Gutkaes (1817–1893) zusammen mit seinem Schwager das elterliche Geschäft und die Werkstatt in Dresden. Etwa 1850 zog die Werkstatt nach Glashütte um.

312 Wilhelm Struve (1793–1864), von 1813 bis 1839 Professor der Mathematik und Astronomie an der Universität Dorpat, seit 1839 Direktor der neuen Hauptsternwarte in Pulkowo bei St. Petersburg.

313 Nils Haquin Selander (1804–1870), seit 1828 Dozent und später Professor der Astronomie an der Universität Uppsala. Im Jahre 1837 wurde er Observator und 1858 Direktor der Sternwarte in Stockholm.

314 Zum Struve-Bogen siehe Kap. 5.15.

315 Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846) war seit 1810 Professor der Astronomie an der Universität Königsberg. In den Jahren von 1831 bis 1838 hatte er die große Gradmessung in Ostpreußen durchgeführt. Was die Erdabplattung anbelangt, so veröffentlichte er 1841 in den „Astronomischen Nachrichten“ eine Verbesserung des Wertes, siehe „Ueber einen Fehler in der Berechnung der französischen Gradmessung und seinen Einfluß auf die Bestimmung der Figur der Erde“ (Bessel 1841).

316 Das hier erwähnte Blatt, das offensichtlich die Tafeln I, II und III enthielt, ist leider nicht mehr vorhanden.

verschiedener [sic] Gehalt. Indessen hat überall in Europa jetzt y einen negativen, z einen positiven Werth (Tafel I), und sowohl diese Constanten, als die daraus berech-

[S. 2] nete jährliche Veränderung $\frac{\partial i}{\partial t}$ (Tafel II) zeigen einen ziemlich regelmäßigen Gang nach der geographischen Lage der Punkte, indem z. B. bei der jährlichen Variation für 1840 der negative Werth abnimmt in demselbigen Meridiane von Süd gegen Nord; und ebenso abnimmt in demselbigen Parallele von West gegen Ost. Um mich besser über den Grad dieser systematischen Ganges, und folglich über die Annäherung der Constanten an die Wahrheit zu überzeugen, versuchte ich diese Variation für 1840 durch eine Interpolationsformel mit Argumenten Breite und Länge, auszudrücken (Tafel III).

Nun komme ich endlich zur Sache. In Berlin kenne ich 12 Bestimmungen, wenn ich eine ältere von 1769 vom L. Euler und 3 neuere von Erman Vater und Sohn mitnehme, welche alle einigen Zweifel unterworfen sind, und die neueste ist von 1837; in Kopenhagen 6, die letzte von 1847; in London 7, die letzte von 1838; in Göttingen 5, die letzte von 1842. Ich habe deswegen an Encke³¹⁷ und Professor Pedersen³¹⁸ in Kopenhagen geschrieben, mit Bitte mir eine neuere Bestimmung auf den respectiven Puncten zu verschaffen. Dieselbige Bitte werde ich bald an Colonel Sabine³¹⁹ richten. – Sollte es nicht möglich sein, Her[r]n Dr. Klinkerfues³²⁰ zu überreden, ein Paar Beobachtungen über die jetzige Neigung in Göttingen zu machen, und mir [sic] zu communiciren? Zwar ist jetzt nicht die bequemste Zeit zu einer solchen Stunden langen Beobachtung im Freien. Vielleicht sind auch spätere Beobachtungen als Ihre letzte mir bekannte von 1842 schon da gemacht. Es scheint mir nicht ohne Interesse zu sein, eine ziemlich genaue Kenntniß von der jährlichen Veränderung zu haben, um Beobachtungen in verschiedene Jahre [sic] auf ein gewisses Jahr reduciren zu können, zum Behuf der Neigungscarten, und ebenso die Epoche des Minimum auf verschiedene Punkte so genau wie möglich zu bestimmen.

317 Franz Encke (1791–1865) studierte an der Universität Göttingen bei Gauß, 1816 wurde er Assistent und 1817 Direktor der Sternwarte Seeberg bei Gotha, 1825 schließlich Direktor der Berliner Sternwarte als Nachfolger von Johann Elert Bode.

318 Peter Pedersen (1806–1861), 1829 Assistent und 1832 Observator an der Sternwarte in Kopenhagen, seit 1844 im Magnetischen Observatorium in Kopenhagen, seit 1846 Professor.

319 Edward Sabine (1788–1883) war Teilnehmer an zahlreichen Expeditionen, ab 1830 sorgte er zusammen mit Humphrey Lloyd für den Ausbau des britischen magnetischen Beobachtungsnetzes. 1839 wurde er Generalsekretär und 1852 Präsident der British Association for the Advancement of Science, 1845 Sekretär und von 1861 bis 1871 Präsident der Royal Society.

320 Wilhelm Klinkerfues (1827–1884) bekam nach dem Tod von Benjamin Goldschmidt im Jahre 1851 eine halbe Stelle an der Göttinger Sternwarte. Er wurde im Jahre 1855 mit einer Dissertation „Ueber eine neue Methode, die Bahnen der Doppelsterne zu berechnen“ promoviert. Referent war Wilhelm Weber. Nach Gauß' Tod wurde Klinkerfues Observator und 1868 Direktor der Göttinger Sternwarte. Er war hier aber nur für die Abteilung B, d.h. für die praktischen Arbeiten, zuständig. Die Abteilung A, die Theorie, leitete Ernst Schering (1833–1897).

In Vertrauen auf Ihre [sic] Interesse für ein Studium für welches Sie so ausserordentlich viel geleistet haben, daß dabei eine neue Epoche entstanden ist, hoffe ich, Sie werden diese meine Bitte nicht übel aufnehmen.

Ich wünsche noch ein glückliches neues Jahr. Mit der größten Hochachtung

Ihr ganz ergebener
Christoph Hansteen

Brief Nr. 16

Gauß an Hansteen, 7. Juli 1854, Göttingen

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe B : Hansteen, Nr. 6, handschriftliche Abschrift

Hochverehrter Freund

Ihr geehrtes noch aus den letzten Tagen des vorigen Jahres herstammendes Schreiben hat manche zum Theil wehmütige Empfindungen in mir anklingen gemacht. Gern hätte ich Ihre interessanten magnetischen Mittheilungen mit ähnlichen erwiedert [sic]. Aber Inclinationsbeobachtungen hatte ich selbst seit 1842 nicht wieder angestellt, und magnetische Beobachtungen überhaupt werden seit Goldschmidts Tode bei hiesiger Sternwarte nur in beschränkterm Maasse ausgeführt. Hr. Klinkerfues (beiläufig, bisher noch nicht Doctor, obwohl er wahrscheinlich bald diese Würde erwerben wird)³²¹ hat sich mit feineren Operationen dieser Art noch gar nicht abgegeben, und wenn Sie also Beob[achtungen] von ihm zwischen Ihren Data aufnehmen sollten, so würde ich jedenfalls seine Übungen erst eine Zeitlang leiten müssen, woran in der rauhen Winterjahrzeit ich gar nicht denken konnte. Aber leider ist auch bisher in den Monaten, die man im Kalender Sommermonate nennt, meine Erwartung sehr getäuscht und mein Gesundheitszustand ein sehr leidender gewesen. Brustverschleimung, Kurzathmigkeit, Nachts Schlaflosigkeit und andere Übel, was man freilich im 78 Jahre ohne viele Klage

[S. 2] hinnehmen muss. Einstweilen, und immer noch die Hoffnung, dass es noch wieder besser werden möchte, nicht fahren lassend, schicke ich Ihnen diejenigen neuesten Inclinationsbestimmungen, die Weber gemacht hat oder durch seine Schüler hat machen lassen.³²² Zu der langen Reihe von Namen abgeschiedener Astro-

³²¹ Wilhelm Klinkerfues wurde in Göttingen im Jahre 1855 mit der Arbeit „Ueber eine neue Methode, die Bahnen der Doppelsterne zu berechnen“ promoviert.

³²² Diese Daten sind vielleicht noch in Oslo vorhanden, der Abschrift des Briefes waren sie jedenfalls nicht beigelegt.

nomen ist nun auch Lindenau³²³ und Petersen³²⁴ gekommen, und letzterer hat uns die Besorgniss hinterlassen, dass vieles mit ihm untergehen werde. Nach den allerletzten Briefen aber, die ich in diesen Tagen erhalten habe, will die Dänische Regierung doch Altona erhalten und mit einem tüchtigen Astronomen wieder besetzen wollen (wahrscheinlich Peters zur Zeit in Königsberg) und auch die astronomischen Nachrichten würden in bisheriger Art ihren Fortgang haben. Möge es sich bestätigen.

Haben Sie wohl das, Ende vorigen Jahres, in London erschienene merkwürdige Buch von Whewell,³²⁵ of the plurality of worlds, gelesen?³²⁶ Worin er unsere Erde für den einzigen von vernünftigen Wesen bewohnten Weltkörper gelten lassen will. Wer ganz consequent den theologischen Standpunkt behaupten will wie Hr. Wh[ewell], wird schwerlich widerlegt werden können. Aber wie trostlos damit ist

[S. 3] jener Standpunkt.

Nehmen Sie an die herzlichsten Wünsche für Ihr Wohlbefinden

von Ihrem freundschaftlich
ergebensten
C. F. Gauß

Göttingen 7 Julius 1854.

[Der Vermerk „Richtige Abschrift“ fehlt]

Brief Nr. 17

Hansteen an Gauß, 7. August 1854, Sternwarte bei Christiania

Quelle: SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe A : Hansteen, Nr. 11, 5 S. einschließlich Beobachtungsdaten, 5 S.

Hochverehrter H^r Geheimer Hofrath.

Da ich den 29^{sten} Juli von Kopenhagen zurückkam, wo ich hingegangen war, um die Inclination der Magnethadel noch einmal zu bestimmen, fand ich Ihren freundlichen Brief vom 7^{ten} Juli welcher mich sehr erfreute.

³²³ Bernhard August von Lindenau (1780–1854), Jurist und Astronom, leitete von 1808 bis 1817 die Sternwarte Seeberg bei Gotha und übernahm danach diverse Staatsämter.

³²⁴ Adolph Cornelius Petersen (1804–1854) war seit 1808 Assistent bei Heinrich Christian Schumacher (1780–1850) in Altona, nach dessen Tod 1850 interimistischer Direktor der Altonaer Sternwarte und Herausgeber der „Astronomischen Nachrichten“. In der Tat wurde, wie Gauß hier vermutete, Christian August Friedrich Peters (1806–1880) Petersens Nachfolger als Direktor der Sternwarte Altona und Herausgeber der „Astronomischen Nachrichten“.

³²⁵ William Whewell (1794–1866), zunächst Professor für Mineralogie, später für Moralphilosophie am Trinity College in Cambridge.

³²⁶ Siehe „Of the plurality of worlds: an essay“ (Whewell 1853). Das Werk wurde mehrmals verlegt.

Wenn es eben so leicht wäre, auf Eisenbahn ein Inclinatorium unbeschädigt zu transportieren, als auf einem Dampfschiffe, so wäre ich von Copenhagen nach Göttingen gegangen, um die Inclination selbst zu beobachten. Ihre gütigen Mittheilungen haben mein Verdruß, es nicht ausführen zu können, vertilgt. Ich will gestehen, daß ich gegen die indirecte Bestimmung durch Oscillations- und Inductions-Inclinatorien, die ich nicht kenne, anfangs einiges Misstrauen hatte. Ich sehe aber, daß die drei Bestimmungen in 1850, 1851 und 52 sich sehr gut anschließen an die ältere Reihe Conf[e]r,³²⁷ das beiliegende Blatt S. 1. Ein Gambey'sches Inclinatorium, wenn es in guter Ordnung ist, und vernünftig behandelt wird, giebt ein ganz zuverlässiges Resultat, und zeigt sogar die tägliche periodische Variation an, wie aus dem beiliegenden Blatte S. 2 ersichtlich ist. Diese Variation nimmt ab von der Sommer- nach der Wintersonnenwende, wo sie kaum mehr als eine Minute beträgt. Eine vollständige Beobachtung nimmt bloß eine Stunde aus, und die Rechnung mit äquilibrirter Nadel ist bloß ein Mittel zwischen vier Zahlen.

Sollte eine neue Beobachtung in diesem Jahre in Göttingen gemacht werden, so bin ich so unbescheiden, von Ihrer Güte eine Mittheilung zu wünschen.

[S. 2] Das Whewellsche Buch „Of the plurality of worlds“ habe ich nicht gelesen, und werde es auch nicht lesen. Man lernt nichts von solchen Büchern, amüsirt sich auch nicht, sondern ärgert sich nur über vergebliche Versuche zu der Unterdrückung der Vernunft. Es wundert mich, daß ein vernünftiger und kenntnißreicher Mann, der „History of inductive sciences“ geschrieben hat,³²⁸ eine solche Idee fassen kann, und sich bestreben sie zu vertheidigen. Ich will mir erlauben meine einfache Gedanken über damit in Verbindung stehende grundlose Theorien oder Systeme zu äussern.

Jede Menschenrace hat in ihrer Kindheit versucht, zwei von den schwersten Problemen zu lösen: a) von der Entstehung der Welt; b) vom Ursprunge des moralischen und physischen Übels. Da sie von der ganzen Welt nichts mehr kannten, als den kleinen Fleck der Erde, welchen sie selbst bewohnten, und von dem Menschengeschlechte kaum mehr als ihre eigene Race, so verstanden sie bei Welt nur die Erde; das übrige Universum, welches sie nicht kannten, war bloß ein Gewölbe um die Erde, und das Menschengeschlecht das höchste und vollkommenste Geschöpf der Welt. Ohne Kenntniß der Naturkräfte nahmen sie Zuflucht zu der Phantasie, durch eine kindliche poetische Philosophie bildeten sie ein Gebäude. Unsere Nordischen Vorfahren hatten ein solches erfunden, ebenso die Mexikaner u.s.w, aber man muß gestehen, daß das Mosaische, welches wahrscheinlich unter den ägyptischen Priestern entstanden ist, das am meisten poetische und schönste ist. Diese Mosaische Mythe sucht man nun festzuschlagen, obgleich sie gegen unsere jetzigen Kenntnisse des

³²⁷ Lesung unsicher.

³²⁸ Siehe „History of the inductive sciences from the earliest to the present times“ (Whewell 1837), 2. Auflage von 1854. Das Werk wurde mehrmals verlegt.

Universums und der Naturkräfte vollkommen streitet. Was in der Welt geschah früher als die Erde durch Menschen bewohnt war, kann doch nicht durch Tradition zu uns gekommen sein. Die ersten Menschen hatten wohl kaum gleich eine Sprache; diese ist wahrscheinlich erst nach 1000den von Jahren nach und nach entstanden, ebenso wie die Gedanken sich ausbildeten, und das Bedürfniß sie zu äussern entstand. Tra-

[S. 3] ditionen müssen folglich weit später entstanden sein, als das Menschengeschlecht; und wie Traditionen nach und nach durch Phantasie verunstaltet werden, siehet man sogar bei Traditionen in der Nähe des historischen Alters. Solche historische Traditionen wagt man in der Geschichtsforschung nicht anzuwenden, ohne die strengste Critik; und diese grundlose Phantasien sollte man ohne die geringste Forschung als ein Glaubensbekenntniß annehmen! – „Gott schuf am ersten Tage den Himmel, die Erde und das Licht; am vierten Tage die Sonne.“ Das Licht und die Erde war früher da, als die Sonne.“ Die Sonne bewegte sich täglich um die Erde, aber Josua ließ sie und den Mond einen ganzen Tag still stehen, um Zeit zu erhalten sich auf die Ammoritischen Feinde recht gründlich zu rächen“!³²⁹ Was bedeutet ein Tag, wenn keine Sonne da ist? War die Erde ohne Bewegung in den drei ersten Tagen eher als die Sonne da war, und hat erst auf den vierten ihre Bahn erhalten? Alles zeigt deutlich hin auf die kindliche Vorstellungsart zu der Zeit, da die Mythe entstanden ist. Herrschte das Ptolomaische System von der Entstehung der Erde bis zu Josuas Zeit, und wurde dann plötzlich in ein jetziges Copernikanisches umgewandelt? Bei der plötzlichen Entstehung der täglichen Rotation der Erde, und ihrer Bewegung um die Erde, wie könnte dann das Meer ruhig in seine Behälter verbleiben, und das ganze Thier- und Menschengeschlecht erhalten werden?

Was das zweite Problem angehet, so liegt die ganze Schwierigkeit bloß in einer falschen Auffassung des Übels. Ebenso wie Kälte nur eine geringere Intensität der Wärme, Finsterniß eine geringere Intensität des Lichts ist, so ist unstreitig das moralische Übel nur ein geringerer Grad des Guten. In der anorganischen Welt finden wir zwei entgegengesetzte Bestrebungen (Kräfte): Undurchdringlichkeit (Repulsion) und Anziehung des gleichartigen. In der organischen ein Trick zu Selbstvertheidigung (Bewahrung der Individualität) und zu Anschliessung an gleichartige Wesen (Liebe). Diese zwei letzten sind mit den zwei ersten analog, aber verbunden mit Selbstbewusstheit. Nimmt die Selbstliebe zu starkes Übergewicht über die allgemeine Liebe, so daß sie nicht das Recht anderer Individuen zur Existents

[S. 4] respectirt, so ist dieses was man moralisches Übel nennt, und heißt Egoismus. Man braucht folglich nicht ein absolut böses Wesen anzunehmen, welches aus reiner Liebe zum Bösen das moralische Übel unter das Menschengeschlecht hereingebracht hat. Es ist eine dem höchsten Wesen, welches man sich als rechtfertig, allweise, allgü-

³²⁹ Josua 10, 12 und 13. Die Amoriter waren ein mächtiger antiker Volksstamm in Vorderasien, dem moralische Verdorbenheit zugeschrieben wurde.

tig, allmächtig denkt, höchst unwürdige Idee, daß dieses Wesen die ersten Menschen auf eine inepte³³⁰ Probe gestellt haben sollte, und das böse Wesen erlaubt, das erste Menschenpaar zu versuchen; nachdem es diese Probe nicht aushielt, nicht allein die zwei Schuldigen, sondern das ganze nachfolgende Geschlecht und die ganze Erde verdamnte, und sich nicht zufrieden stellen ließ, eher als nach mehrern tausend Jahren ein ganz unschuldiges frommes Wesen sich opferte.

Über das auf so zerbrechliches Fundament von der Geistlichkeit aufgeführte System herrscht nun nicht bloß unter ihre Mittglieder, sondern fast allgemein, ein solcher fanatischer Terrorismus, daß man wohl nicht mehr jetzt den nach Wahrheit Forschenden zum Scheiterhaufen verdammt, sondern als einen Pestkranken ausschreit. Besonders in England ist dieses der Fall. Viel freier sprach Newton:

„Der Natur gegenüber ist man bescheiden; den Arbeiten der Menschen gegenüber ist es edel sich seiner Kraft bewußt zu sein“. (Aragos sämtliche Werke, 2. B. S. 341).³³¹

Ein dänischer Dichter und Hegelianischer Philosoph Prof. Heiberg (astronomischer Dilletant)³³² vertheidigt denselben Gedanken wie Whewel. Da aber der Mensch das Ideal der Natur ist, und Schönheit mit Vollkommenheit nothwendig gepaart sein muß, so müssen vernünftige Wesen, wenn solche z. B. auf Jupiter statt finden sollten, nothwendig die menschliche Form haben. Da aber die Künstler uns gezeigt haben, daß menschliche Figuren, ohne die Schönheit zu beleidigen, Flügel haben können, wie man aus Abbildungen von Engeln und Genien sieht, so können diese

[S. 5] Jupitersbewohner gern Flügel haben. – Er vergißt aber, daß die Flügel der Vögel ihre Arme sind, und daß diese zu ihrer Bewegung außerordentlich starke Brustmuskeln haben. Die Flügel der künstlerischen Engel sind aber auf dem Rücken hinter den Armen befestigt, und haben keine Muskeln zu ihrer Bewegung, und sind daher zur Flucht unbrauchbar. Die Natur hervorbringt aber niemals etwas zweckloses.

Ich bitte nun diese weitläufige Expectoration zu entschuldigen. Sie haben selbst dazu Veranlassung gegeben, und da man so wie die Sachen stehen niemals sich über seine Gedanken in diesem Falle äußern kann, so brechen sie plötzlich loß bei ein leises Anklöpfen [sic].

330 Lat. ineptus / inepta = unbrauchbar, unpassend, unschicklich, albern.

331 Zitat aus François Aragos „Bailly“: „Man denke an Newton, dessen Bescheidenheit fast so gerühmt wird als sein Genie. Ich entlehne aus zweien seiner kaum bekannten Briefe zwei Stellen [...]: ‚Der Natur gegenüber ist man bescheiden.‘ ‚Den Arbeiten der Menschen gegenüber ist es edel, sich seiner Kraft bewußt zu sein.‘“ (Arago 1854a, S. 341).

332 Johan Ludvig Heiberg (1791–1860) war von 1822 bis 1825 Professor der Philosophie an der Universität Kiel. Er wirkte ferner als Theaterdichter in Kopenhagen, seit 1849 war er Direktor des Königlichen Theaters in der dänischen Hauptstadt.

Mit den herzlichsten Wünschen für ein besseres Wohlbefinden in dieser, wenigstens bei uns vollkommenen Sommerszeit, empfehle ich mich ferner in Ihrer mir sehr theuren Freundschaft, als Ihr

freundlich sehr ergebener

Christoph Hansteen

Sternwarte bei Christiania
den 7^{ten} August 1854.

[Anlage, S. 1]

Magnetische Inclination in Göttingen.

[Spaltenüberschriften: No, Beobachter, t , i (Observation, Calcule, Δ), II i (Observ[ation], Calc[ule], Δ)

Formel: $i = i_0 + y(t-t_0) + z(t-t_0)^2$ $T = \text{Tempus des Minimums}$

$t_0 = 1806.0$, $i_0 = 69^\circ 29' 7.53 \pm 1', 750$, $y = -3', 3233 \pm 0', 1527$

I $\left\{ \begin{array}{l} z = +0', 011227 \pm 0', 003016, T = 1955, 8 \pm 10, 7 \\ [\Delta \Delta] = 34, 70, [m. n. p] = 35, 25, \end{array} \right.$

No.	Beobachter	t	i			II		
			Observation	Calcule	Δ	Observ.	Calc.	Δ
1	H.	1805, 96	69° 29' 00	69° 29' 92	+0', 92	29', 00	30', 09	+1', 09
2	H.	1826, 71	68 29, 43	68 25, 15	-4, 28	29, 43	24, 13	-5, 30
3	F.	1837, 50	67 53, 50	67 55', 29	+1, 79	50, 25	54, 39	+4, 14
4	g.	1841, 77	— 42, 72	— 44, 20	+1, 48	42, 72	43, 49	+0, 77
5	g.	1842, 47	— 39, 65	— 42, 42	+2, 77	39, 65	41, 75	+2, 10
6	L.	1850, 67	— 23, 45	— 22, 39	-1, 06	23, 45	22, 33	-1, 12
7	L.	1851, 02	— 22, 47	— 21, 57	-0, 90	22, 47	21, 91	-0, 56
8	—	1852, 60	— 13, 63	— 17, 90	-0, 73	13, 63	13, 03	-0, 60

45

Forbes³³³ beobachtete in 1837 mit zwei Nadeln; die eine gab 67°53',5, die zweite 67°47',9. Er betrachtet aber die erste Bestimmung als die zuverlässigste, weil diese Nadel besser abgeglichen war. Dieses scheint sich auch durch die Calcule sub rubro³³⁴ I zu bestätigen, wozu die oben stehenden Constanten sich referiren. In II habe ich ein Mittel aus beiden Bestimmungen in 1837 gebraucht (67°50',25). Die Calcule giebt folgende Resultate:

333 James David Forbes (Anm. 261), Physiker und Geologe, seit 1833 Professor an der Universität Edinburgh.

334 Lat. sub rubrum = unter dem Rubrum, unter der Überschrift.

$$\Pi \left\{ \begin{aligned} i_0 &= 69^\circ 29' 950 \pm 2',170, \quad y = -3',4662 \pm 0',1880 \\ \tilde{x} &= 0',013417 \pm 0,003740, \quad T = 19348 \pm 36.6 \\ [A\Delta] &= 53,34, \quad [r n. \tilde{y}] = 54,6 \end{aligned} \right.$$

May I	$\frac{t}{\frac{di}{dt}}$		$\frac{t}{\frac{di}{dt}}$	
	t	$\frac{di}{dt}$	t	$\frac{di}{dt}$
May I	1810	-3',2625	1840	-2',5397
	19	-3',1512	1845	-2',4774
	20	-3',0389	1850	-2',3651
	25	-2',9266	1855	-2',2528
	30	-2',8143		
	35	-2',7020		

[Anlage, S. 2]

Inclination in Christiania

1854

[Spaltenüberschriften: Juni, Nadel, Vormit[tag], i, Nachm[ittag], i, Mittel, Diff. Vorm.-Nachm.]

Juni	Nadel	Vormit.	i.	Nachm.	i.	Mittel	Diff. Vorm.-Nachm.
16	II	10 ⁿ .4	71° 30',45	5 ⁿ .5	71° 26',40	71° 28',42	+4',05
18	III	10.2	28.87	5.9	26.32	27.60	+2',55
22	III	10.25	27.66	5.5	26.51	27.08	+1',15
23	II	10.0	29.97	6.0	24.36	27.17	+5',61
		Mittel	71° 29',24		71° 25',90	71° 27',37	+3',24

10 Beobachtungen zwischen 18 April und 27 Mai 1854 Vormittags und 10 Nachmittags zu denselbigen Stunden wie oben mit beide[n] Nadeln gaben:

$$\begin{aligned} \text{Vormittags} & 71^\circ 29',82 \\ \text{Nachmittags} & \quad \quad 26',84 \\ \text{Mittel} & 71^\circ 28',33 \quad \text{Diff} = +2',98 \end{aligned}$$

Inclination in Kopenhagen

1854

[Spaltenüberschriften: Juli, Nadel, Vorm[ittag], i, Nachm[ittag], i, Mittel, Diff. Vorm.-Nachm.]

Juli	Nadel	Vorm.	i	Nachm.	i	Mittel	Differenz Vorm.-Nachm.
4	II	10.0	69° 33'.77	6.0	69° 33'.29	69° 32'.08	+ 3'.38
5	III	9.8	35.54	6.4	- 32.21	33.87	+ 3'.32
5	I	10.8	* 34.34	5.45	* 31.40	32.87	+ 2'.94
	Mittel		69° 34'.55		69° 31'.33	69° 32'.94	+ 3'.23

Die zwei letzten mit * bezeichneten sind nach der Mayerschen Methode bestimmt, durch einen auf der Achse angebrachten kleinern Hebel, wobei die 4 verschiedenen Neigungen waren:

	marqu. Ende Nordpol		Südpol		α
Vormittag	92° 42'.06	50° 54'.95	52° 15'.08	92° 46'.98	93° 19'
Nachmitt.	92° 41'.25	50° 52'.00	52° 12'.28	92° 43'.86	93° 32'

α ist der Winkel, welcher die gerade von dem Schwerpunkte der Nadel (mit Hebel) nach der Umdrehungsachse gezogene Linie mit der marquirten Ende der Längsachse der Nadel bildet. Daß die beiden Werthe nicht auf die Minute mit einander übereinstimmen, wie sie sollten, läßt sich leicht aus der Natur der Reihe erklären:

[Anlage, S. 3]

Wenn die Zapfen der Nadel einer Gambey'schen Boussole gut polirt sind, und die Nadel in jeder Lage wenigstens 4 Mal aufgehoben und wieder auf den Steinplatten niedergelegt wird, um durch Mittel dieser 4 Ablesungen die kleine Unsicherheit der Ruhestellung zu vermindern, so giebt sie immer Spuren einer täglichen Variation, indem die Inclination zwischen 9^h – 11^h Vormittags ohne Ausnahme etliche Minuten größer ist, als zwischen 5^h – 7^h Nachmittags. Der Kürze wegen werde ich bloß folgende Mittelzahlen anführen

[Spaltenüberschriften: Jahr, Monat, n , Vormittag, n , Nachmittag, Diff[erenz], Mittel]

Jahr	Monat	n	Morgens	Nachmitt.	Diff.	Mittel
1845	April	5	71° 35,7 256	6 35,71	2,576	2,576
1844	Mai	12	- 40,22	8 27,35	2,87	2,87
1845	Juni	8	- 28,15	8 25,15	3,00	4,65
1848	Juni	4	- 27,54	4 28,89	6,45	
1852	Juni	4	- 27,52	4 28,06	4,46	
1851	August	4	- 24,56	4 28,76	1,80	1,88
1852	August	7	- 22,86	7 30,90	1,96	
1845	Septemb.	3	- 29,28	3 27,86	1,42	2,13
1850	Septemb.	6	- 26,79	5 23,94	2,85	

Hier zeigten sich sogar Spuren einer monatlichen Periode, indem die größte tägliche Variation eintritt in der Nähe des Sommersolstitiums,³³⁵ wie bei den täglichen Variationen der Declination, und der horizontalen Intensität.

[Anlage, S. 4]

(I) Magnetische Inclination.

$$i = i_0 + y(t - t_0) + z(t - t_0)^2.$$

[Spaltenüberschriften: Beobachtungs Ort, n , Zwischen, t_0 , i_0 , y , z , T Epoche des Minimum, Breite, Länge Paris]

Beobachtung Ort	n	Zwischen	t_0	i_0	y	z	Epoche des Minimum	Breite	Länge Paris
Paris	22	1798 - 1832	1800,0	69° 40,796 ± 1,797	-4,2081 ± 0,1709	+0,01173 ± 0,00241	1978,7 ± 22,2	48° 50'	0° 0'
Brüssel	28	1827 - 1852	1827,0	69 1,92 ± 0,75	-3,2954 ± 0,1217	+0,01992 ± 0,00433	1912,2 ± 18,7	50° 5'	2,4
Rosin	12	1769 - 1827	1800,0	70° 14,412 ± 2,226	-4,2727 ± 0,0564	+0,02166 ± 0,00261	1998,6 ± 12,0	51° 11'	11,0
Kopenhagen	6	1820 - 1847	1820,0	70 29,22 ± 1,403	-2,2662 ± 0,1007	+0,02392 ± 0,01132	1862,5 ± 18,0	52° 7'	3,2
Christiana	20	1820 - 1852	1820,0	72° 41,427 ± 1,192	-2,2488 ± 0,1549	+0,02722 ± 0,00449	1862,9 ± 3,6	53° 9'	3,4
Stockholm	8	1825 - 1853	1825,0	72 2,345 ± 2,905	-2,1265 ± 0,1087	+0,04897 ± 0,01233	1862,9 ± 9,3	59,5	18,7
Petersburg	9	1820 - 1850	1820,0	71° 11,617 ± 2,055	-1,9306 ± 0,16034	+0,04257 ± 0,02753	1852,7 ± 16,0	59,9	22,0
Hazan	5	1828 - 1849	1828,0	68° 28,763 ± 1,512	-2,1065 ± 0,0622	+0,01213 ± 0,00198	1826,6 ± 3,7	53,7	47,2
Catharinburg	11	1828 - 1852	1828,0	69° 42,264 ± 1,223	-0,02399 ± 0,2179	+0,02227 ± 0,00091	1822,2 ± 3,0	56,8	28,5

(II) Jährliche Veränderung $\frac{\partial i}{\partial t} = y + 2z(t - t_0)$.

t	Paris	Brüssel	Berlin	Kopenhagen	Christiana	Stockholm	Petersburg	Hazan	Catharinburg	Nertschinsk	Peking	Jütlingsen
1820	-3,504	-2,276	-2,773	-2,208	-2,604	-2,627	-1,951	-1,610	+0,1060	+2,214	+6,580	-2,227
1840	-3,270	-2,277	-2,539	-1,550	-1,860	-1,658	-1,110	+0,317	+0,396	+2,137	+2,247	-2,652
1850	-2,036	-2,479	-2,106	-0,391	-1,115	-0,678	-0,239	+2,353	+1,722	+1,060	+1,112	-2,407
1840	± 0,224	± 0,166	± 0,216	± 0,463	± 0,721	± 0,561	± 0,321	± 1,249	± 0,216	Wahrscheinl. Fehler von $\frac{\partial i}{\partial t}$ für 1840.		

335 Sommersonnenwende, Sonnenstillstandspunkt.

Zusatz zur Tafel (I).

[Spaltenüberschriften: Beobachtungs Ort, n, Zwischen, t₀, i₀, y, z, T' Epoche des Maximum, Br[eite], Länge Paris]

Beobachtungs Ort	n	Zwischen	t ₀	i ₀	y	z	T' Epoche des Maximum	Br.	Länge Paris
Vertschinän	7	1832-1836	1832,0	66°00,19 ± 2,296	+4,7993 ± 0,1871	-0,10285 ± 0,02983	1835,1 ± 0,2	51,8	117,0
Seering	4	1841-1845	1841,0	54 47,62 ± 1,547	+6,9065 ± 0,3589	-0,1966 ± 0,0981	1844,1 ± 4,6	39,9	114,1
Q'italian *	4	1840-1847	1840,0	59 49,47 ± 9,147	-11,746 ± 6,103	+0,40192 ± 0,6244	---	---	---
Nuv-York	4	1822-1846	1822,0	72 7,22 ± 3,056	-0,9434 ± 0,3211	-0,003064 ± 0,02038	1728,3 ± 22,6	---	---
Lindner *	7	1775-1832	1821,62	70 2,10 ± 0,154	-2,3549 ± 0,0076	+0,003093 ± 0,00083	---	31,5	-2,4
Göttingen	5	1805-1842	1806,00	69 20,36 ± 0,124	-0,4638 ± 0,1067	+0,012127 ± 0,00106	---	32,8	7,6

[Anlage, S. 5]

(III) Ungefähre Darstellung der jährlichen Veränderung $\frac{\partial i}{\partial N}$ für 1840 durch geographische Coordinaten.

$$\beta = \text{Breite} - 48^\circ, \lambda = \text{Länge von Paris}, \frac{\partial i}{\partial t} = -3',746 + 0',3275 \beta + 0',04438 \lambda - 0',01769 \beta^2 + 0',0002457 \lambda^2.$$

[Spaltenüberschriften: Beobacht[ungs] Ort, β , λ , $\frac{\partial i}{\partial t}$ (Observ., Calc. Δ), Wahrsch. Fehler von $\frac{\partial i}{\partial t}$]

Beobacht. Ort	β	λ	Observ. $\frac{\partial i}{\partial t}$	Calc.	Δ	Wahrsch. Fehler von $\frac{\partial i}{\partial t}$
Paris	0°,33	0°,00	-3,266	-3,487	-0,221	± 0,324
Brüssel	2,35	2,27	-2,877	-2,852	+0,025	± 6,166
Berlin	4,52	11,03	-2,439	-2,087	+0,351	± 0,216
Kopenhagen	7,68	8,22	-1,718	-1,892	-0,174	± 0,483
Christiana	11,92	8,38	-1,860	-1,967	-0,107	± 0,491
Stockholm	11,50	15,73	-1,658	-1,561	+0,097	± 0,561
Peterburg	11,95	27,98	-1,115	-0,925	+0,190	± 0,821
Casan	7,75	27,16	+0,817	+0,368	-0,449	± 1,249
Catharinenburg	8,84	58,80	+0,955	+1,203	+0,248	± 0,316

Der wahrscheinliche Fehler oder die Unsicherheit der aus den Beobachtungen abgeleiteten jährlichen Variation für 1840 ist beinahe überall grösser als die Differenz Δ zwischen Beobachtung und Rechnung. Bei Berlin, Kopenhagen und Catharinenburg weichen die Werthe von $\frac{\partial i}{\partial t}$, in dieser Tafel etwas ab von der Angabe in Tafel (II), weil in Tafel (II) auf diesen drei Punkten ein Paar neuere Beobachtungen zugezogen sind.

Für Göttingen giebt diese Formel für 1840 $\frac{\partial i}{\partial t} = -2',460$, Beobachtung $2',643$, $\Delta = +0',183$

Etliche Beobachtungen in Sibirien von Hansteen und Fuß.
[Georg Albert Fuß, siehe Anm. 226.]

[Spaltenüberschriften: Breite, Länge Paris, Zeit, Inclin., Var. ann.]

	Breite	Länge Paris	Zeit	Incl. an.	Var. ann.
Tobolsk	58° 11' 7"	65° 45' 7"	H 1828 Oct 12-14	70° 56,6	+2,5
			F 1830 Jan. 29	71 0,8	
Omisk	54° 59' 2"	—	H 1829 Oct 19-24	68° 58' 2"	+2,9
			F 1830 Juli 4	— 53,1	
Tomsk	56° 29' 6"	82° 48,1	H 1829 Jan. 1-13	70° 48,6	+2,5
			F 1830 Juli 11	— 51,3	
Tarkansk	52° 17' 3"	101° 56' 0"	H 1829 Febr. 11, Marc 10	68° 18' 2"	+1,6
			F 1830 Juli 29	— 19,4	
Wentim Udinsk	51° 49' 7"	109° 24,8	H 1829 Febr. 11	67 57,5	+4,4
			F 1832 Apr. 5	68 6,5	
Leninginsk	51° 5' 9"	104° 18,5	H 1829 Febr. 24	66 51,0	+0,9
			F 1832 Apr. 11	— 53,8	
Troizkowsk	50° 21' 4"	104 19,0	H 1829 Febr 16	66 21,0	+0,76
			F 1831 Oct. 9-29	— 23,77	
Bosolsk Kloster	52° 1' 1"	103° 29,0	H 1829 Febr 26	67° 58' 2"	+1,1
			F 1832 Apr 1	68 1,6	

Aus dieser Zusammenstellung ist wenigstens so viel klar, daß die Inclination in Sibirien zwischen 1829 und 1832 von Tobolsk aus gegen Osten im Zunehmen war, und zwar zwischen 2 und 3 Minuten im westlichen, ungefähr 1 Minute jährlich im östlichen Theile.

1111
9

Hans Christian Hansteen
 zu Christiania

Da ich den 29ten Juli von Kopenhagen zurückkam,
 mo ich freygangigen mein, um die Declination der Mag-
 netnadel noch einmal zu bestimmen, fand ich schon fröhlich
 diesen Abend vom 7ten Juli malteser mich sehr erfreut.
 Wenn es eben so leicht wäre, auf die Punkte in Declination
 einen unbedingten zu transportieren, als auf einen Saug-
 fähigen, so wäre ich von Kopenhagen nach Göttingen gegangen,
 um die Declination selbst zu beobachten. Aber die Göttinger
 Magnetstationen haben einen Nachtheil, es weiß ich nicht
 zu erklären, weshalb. Ich will jedoch, daß ich die ganze die
 indirecte Bestimmung durch Oscillations- und Inductions-
 Declinationen, die ich nicht kann, Anfangs voriges Herbst
 Jahr. Ich sehe aber, daß die drei Bestimmungen in 1850, 52
 1851 und 52 sich sehr gut anstellen an die älteren Anzei-
 gungen, das barometrische Blatt P. 1. ein Gambey'sches Declina-
 tionen mein es in guter Ordnung ist, und man nicht be-
 zweifeln wird, giebt ein ganz zuverlässiges Resultat,
 und giebt sogar die tägliche periodische Variation an,
 wie aus dem barometrischen Blatt P. 2 ersichtlich ist. Diese
 Variation nimmt ab nach der Dämmerung - nach der Mitter-
 nacht an, mo sie zum ersten als ein wenig
 beträgt. Ein. malteser. Beobachtung nimmt das
 ein wenig ab, und die Abweichung mit äquilibrium habe
 ich bloß ein Mal zu prüfen nicht geflan.
 Daß ein neue Beobachtung in diesem Jahr in Göttingen
 gemacht werden, so bin ich sehr unbedarfen, wenn ich
 eine Nachprüfung zu wünschen.

Abb. 40: Erste Seite des Briefes von Hansteen an Gauß vom 7. August 1854, Sternwarte bei Christiania (Brief Nr. 17) als Schriftprobe. Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe A : Hansteen, Nr. 11, Bl. 1r.