
ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1831, ZWÖLFTES STÜCK.

I. *Ueber die magnetische Neigung in St. Petersburg, und ihre täglichen und jährlichen Veränderungen;*

von A. T. Kupffer.

(Auszug aus einer der Academie der Wissenschaften am 11. Mai 1831 vorgelesenen Abhandlung.)

Die magnetische Neigung von St. Petersburg hat, besonders in früherer Zeit, mehrere ausgezeichnete Beobachter beschäftigt, und eine kurze Geschichte dieser Bemühungen wird uns zeigen, wie die Beobachtungskunst auch in diesem Zweige der Physik nach und nach vollkommener geworden ist, und uns zugleich ein Mittel an die Hand giebt, die jährlichen Aenderungen, welchen die magnetische Neigung in St. Petersburg unterworfen ist, genauer zu bestimmen.

Der erste, welcher die magnetische Neigung in St. Petersburg bestimmte, war Euler; er fand sie im Jahre 1755 gleich $73^{\circ}30'$. Vierzehn Jahre nach ihm, d. h. im Jahre 1769, fand Mallet dieselbe gleich $71^{\circ}35'$ *). Diese Beobachtung verdient einiges Vertrauen, weil sie mit allen den Hülfsmitteln, welche die damalige Beob-

*) Siehe *Novi Commentarii Acad. scient. petropolit. T. XIV.*

achtungskunst darbot, und nach einer verbesserten Methode angestellt worden ist. Daniel Bernouilli hatte sich nämlich einige Jahre vorher mit der magnetischen Neigung beschäftigt, und gezeigt, wie man die Fehler, welche aus der Nichtcoïncidenz des Schwerpunktes der Nadel mit deren Drehungsmittelpunkt entsteht, vermeiden könne *). Seine Methode, welcher die Pariser Academie einen Preis zuerkaunte, bestand darin, daß er an der Axe der Nadel einen kleinen Zeiger mit einem Gewichtchen anbrachte, dessen Verschiebung eine Verrückung des Schwerpunktes der Nadel nach sich zog; eine Kreiseintheilung, deren Mittelpunkt im Mittelpunkt der Drehung lag, gab nicht nur an, um wie viel man die Zeiger gedreht hatte, sondern machte es auch möglich, ihn immer wieder auf dieselbe Stelle zurückzuführen, Fig. 12 Taf. IV. **), wo AB der Zeiger, m das Gewichtchen ist. Um nun mit einer solchen Nadel die Neigung zu finden, untersucht man erstlich, so lange die Nadel noch nicht magnetisch ist, welche Neigungen sie bei verschiedenen Stellungen des Zeigers annimmt, und setzt aus diesen Beobachtungen eine Tabelle zusammen; es ist leicht einzusehen, daß wenn die Nadel eine symmetrische Figur hat, die Differenzen der Neigungen der Nadel und der Angaben des Zeigers nie sehr groß seyn werden, vorausgesetzt, daß man die Winkel des Zeigers von einer auf die Länge der Nadel senkrechten Linie, und die Neigungen vom Horizonte an rechnet. Sobald diese Tabelle entworfen ist, magnetisirt man die Nadel, stellt das Instrument in den magnetischen Meridian und beobachtet nun wieder die Neigungen, welche die Nadel bei verschiedenen Stellungen des Zeigers annimmt. Diejenige Neigung, bei welcher der Unterschied dieser Neigung und der Angabe des Zeigers derselbe ist, als er

*) *Journal des Savans, Tom. XXV, Jahrg. 1757.*

**) Die dem Hefte No. 10. beigegeben wurde.

bei der unmagnetischen Nadel gefunden wurde, ist die wahre magnetische Neigung.

Es fand sich bald, daß diese Methode keine große Genauigkeit zuläßt; und Euler der Sohn, als er die magnetische Neigung von Berlin bestimmen wollte, erdachte eine andere Methode, bei welcher er indeß dasselbe Instrument ohne die geringste Abänderung brauchte. Diese Methode *) besteht darin, daß man den kleinen Zeiger auf verschiedene Punkte des Kreises, den er durchläuft, stellt, und die Neigungen, die die Nadel dabei annimmt, beobachtet; man erhält mehrere Werthe, welche Functionen der wahren Neigung und gewisser unbekannter Größen sind, welche letztere man dann leicht eliminiren kann, wenn die Beobachtungen geschickt gewählt sind, und ihre Anzahl der Zahl der zu bestimmenden Größen entspricht. In der That, es sey α die wahre Neigung, θ die beobachtete Neigung, ω das Azimuth der Nadel, vom magnetischen Meridian an gerechnet, η der Winkel, den der kleine Zeiger mit dem Querschnitt der Nadel macht, γ der Winkel, der zwischen demselben Querschnitt und einer Linie enthalten ist, die durch den Schwerpunkt und den Drehungspunkt geht. Es sey p das Gewicht der Nadel, g die Entfernung des Schwerpunkts derselben am Drehungsmittelpunkt, q das Gewicht des Zeigers, und d die Entfernung seines Schwerpunktes vom Drehungsmittelpunkt, und endlich r der Moment der magnetischen Kräfte der Nadel. Setzen wir nun noch der

Einfachheit wegen $\frac{pg}{qd} = m$ und $\frac{r}{qd} = n$, so ist:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\sin \eta - m \sin \gamma + n \sin \alpha}{\cos \eta + m \cos \gamma + n \cos \alpha \cos \omega}.$$

Man sieht erstlich aus dieser Gleichung, daß θ denselben Werth annimmt, ω mag positiv oder negativ seyn. Dieß giebt noch ein Mittel an die Hand, die Richtung des magnetischen Meridians zu finden, man braucht nur

*) *Mémoires d. l'Acad. d. Berlin, Jahr 1755.*

zwei Azimuthe zu suchen, wo die Neigung dieselbe ist; die Ebene, die zwischen diese beiden Azimuthe mitten durch geht, ist die des magnetischen Meridians. Es ist leicht einzusehen, daß man die Richtung des magnetischen Meridians desto genauer findet, je mehr sich die Neigung, durch welche man sie finden will, bei einer kleinen Aenderung der Azimuthe verändert; man braucht deshalb dazu fast ausschließlich die Neigung von 90° .

Hat man den magnetischen Meridian gefunden, so beobachtet man bloß in demselben, wodurch die obige Gleichung etwas einfacher wird, indem $\cos \omega = \mp 1$. Nun macht man eine hinreichende Anzahl Beobachtungen bei verschiedenen Stellungen des Zeigers, um die unbekannten Größen bestimmen zu können; ein Beispiel wird bei beiden zeigen, wie man dabei verfahre; ich wähle dasselbe aus den Beobachtungen Mallet's, welcher im Jahre 1769 die Neigung von St. Petersburg bestimmte:

Werthe, welche den Größen ω und η gegeben worden.	Beobachtete Neigung.
$\omega = 0^\circ; \eta = 0^\circ$	$\theta = 34^\circ 00'$
$\omega = 0; \eta = 90$	$\theta = 76 \quad 40$
$\omega = 0; \eta = 180$	$\theta = 119 \quad 39$
$\omega = 180; \eta = 0$	$\theta = 47 \quad 20$
$\omega = 180; \eta = 180$	$\theta = 139 \quad 00$

und nachdem er die Pole der Nadel umgekehrt hatte:

$\omega = 0^\circ; \eta = 0^\circ$	$\theta = -48^\circ 00'$
$\omega = 0; \eta = 180$	$\theta = -139 \quad 50$
$\omega = 90; \eta = 0$	$\theta = -40 \quad 00$
$\omega = 180; \eta = 0$	$\theta = -33 \quad 50$
$\omega = 180; \eta = 180$	$\theta = -120 \quad 30$

Die Neigungen sind alle vom südlichen Ende der Horizontallinie an gezählt worden.

Setzt man nun $n \cos \alpha = E$, $m \cos \gamma = F$ und $-m \sin \gamma + n \sin \alpha = G$, so hat man folgende Gleichungen:

$$(a) \operatorname{tang} 34^{\circ} = \frac{G}{1+F+E}$$

$$(b) \operatorname{tang} 76 \ 40' = \frac{1+G}{F+E}$$

$$(c) \operatorname{tang} 119 \ 39' = \frac{G}{-1+F+E}$$

$$(d) \operatorname{tang} 47^{\circ} \ 20' = \frac{G}{1+F-E}$$

$$(e) \operatorname{tang} 139 \ 0 = \frac{G}{-1+F-E}$$

Nach Umkehrung der Pole:

$$(a') -\operatorname{tang} 48^{\circ} \ 00' = \frac{G'}{1+E+F'}$$

$$(b') -\operatorname{tang} 139 \ 50 = \frac{G'}{-1+F'+E'}$$

$$(c') -\operatorname{tang} 40 \ 00' = \frac{G'}{1+F'}$$

$$(d') -\operatorname{tang} 33 \ 50 = \frac{G'}{1+F'-E'}$$

$$(e') -\operatorname{tang} 120 \ 30 = \frac{G'}{-1+F'-E'}$$

Man findet leicht durch Combination dieser Gleichungen:

1) Aus den Gleichungen (a), (d), (e)

$$G=0,9652; E=0,2706; F=0,1603$$

2) Aus den Gleichungen (b), (d), (e)

$$G=0,9652; E=0,2885; F=0,1776$$

3) Aus den Gleichungen (c), (d), (e)

$$G=0,9652; E=0,2821; F=0,1717$$

4) Aus den Gleichungen (b), (c), (e)

$$G=0,9505; E=0,2778; F=0,1844$$

5) Aus den Gleichungen (b), (c), (d)

$$G=0,9505; E=0,2931; F=0,1692$$

6) Aus der Gleichung (a), (c), (d)

$$G=0,9764; E=0,2738; F=0,1738$$

Und nach Umkehrung der Pole:

- 1) Aus den Gleichungen $(b, c, d)'$
 $G' = -0,9592; E' = -0,2837; F' = 0,1473$
- 2) Aus den Gleichungen $(b, c, e)'$
 $G' = -0,9611; E' = -0,2842; F' = 0,1496$
- 3) Aus den Gleichungen $(c, d, e)'$
 $G' = -0,9611; E' = -0,2863; F' = 0,1476$
- 4) Aus den Gleichungen $(a, b, d)'$
 $G' = -0,9592; E' = -0,2795; F' = 0,1431$

Mallet, der unsere heutige Combinationsmethode nicht kannte, nahm das Mittel aus allen diesen Werthen, und fand so:

$$\begin{array}{ll} G = +0,9640 & G' = -0,9601 \\ E = +0,2809 & E' = -0,2834 \\ F = +0,1728 & F' = +0,1469 \end{array}$$

Nun ist aber, wie man sich leicht überzeugen kann:

$$\tan \alpha = \frac{G}{E} + \frac{F}{E} \tan \gamma = \frac{G'}{E'} + \frac{F'}{E'} \tan \gamma.$$

Wenn man aus diesen beiden Gleichungen die Werthe von α und γ bestimmt, so findet man:

$$\gamma = -0^{\circ} 26' \quad \alpha = 73^{\circ} 46'.$$

Diese Beobachtung ist von Wichtigkeit, weil sie uns dazu dienen kann, die Abnahme der Neigung in St. Petersburg mit Genauigkeit zu bestimmen. Ich will deshalb noch die Unterschiede hersetzen, welche man von der Vergleichung der beobachteten und der aus dem gefundenen Werthe von α berechneten Werthen von θ erhält, diese Unterschiede werden uns einen richtigen Maassstab für die Zuverlässigkeit der Beobachtung geben.

Beobachtete Werthe von θ .	Berechnete Werthe von θ .	Unterschiede.
(a) 34° 00'	33° 33'	+ 27'
(b) 76 40	76 59 $\frac{1}{2}$	- 19 $\frac{1}{2}$
(c) 119 39	119 32 $\frac{1}{2}$	+ 2 $\frac{1}{2}$
(d) 47 20	47 13 $\frac{1}{2}$	+ 6 $\frac{1}{2}$
(e) 139 0	138 58 $\frac{1}{2}$	+ 1 $\frac{1}{2}$

Beobachtete Werthe von Θ .	Berechnete Werthe von Θ .	Unterschiede.
(a') — 48° 00'	— 48° 2'	+ 2'
(b') — 139 50	— 139 45 $\frac{1}{2}$	— 1 $\frac{1}{2}$
(c') — 40 00	— 39 54 $\frac{1}{2}$	— 5 $\frac{1}{2}$
(d') — 33 50	— 33 52 $\frac{1}{2}$	+ 2 $\frac{1}{2}$
(e') — 120 30	— 120 41	+ 11

Kraft hat einige Jahre später eine Reihe von Bestimmungen der magnetischen Neigung in St. Petersburg zu geben angefangen, welche wenig unter einander stimmen, und deshalb nicht so viel Vertrauen zu verdienen scheinen als die Mallet'schen. Ich setze nur die Resultate her; man kann das Uebrige in den Abhandlungen von Kraft selbst lesen *).

Er fand im Jahre 1774 $\alpha = 76^\circ 4'$

$\alpha = 75 10$

im Jahre 1778 $\alpha = 72 26'$

72 38

72 34

72 47.

Jetzt folgt in der Geschichte der Bestimmungen der magnetischen Neigung in St. Petersburg ein langer Zwischenraum, während dessen keine Beobachtung gemacht wurde. Erst in dem Jahre 1828, als Hr. Hansteen, und im Jahre 1829, als Hr. v. Humboldt sich einige Zeit in St. Petersburg aufhielten, wurde die Neigung daselbst abermals beobachtet. Unterdessen hatte die Kunst zu beobachten große Fortschritte gemacht. Man hatte angefangen, die größte Sorgfalt auf die Verfertigung der Instrumente zu verwenden, und sie so einzurichten, daß es dem Beobachter möglich wird die Fehler derselben selbst zu bestimmen, so daß er durch kein zu großes Vertrauen auf die Genauigkeit der Ausführung irre geleitet werden kann; man hatte neue Methoden erfunden, mit denen man sicherer und schneller zum Ziele kam, als

*) *Novi Commentarii Acad. Scientiar. petrop. T. XIX.*

mit der früheren. Unter diesen Methoden zeichnet sich besonders die Borda'sche und Mayer'sche aus, die hier eine ausführlichere Erwähnung verdienen. Die größere oder geringere Abweichung, die jede beobachtete Neigung von der wahren zeigt, kann folgende Ursachen haben:

- 1) Der Collimationsfehler des getheilten Kreises, d. h. wenn der Radius des Kreises, der durch den Nullpunkt der Eintheilung geht, nicht vollkommen horizontal ist.
- 2) Der Collimationsfehler der Nadel, wenn eine Linie, die durch die beiden Endspitzen der Nadel geht, mit der magnetischen Axe derselben nicht genau parallel ist.
- 3) Wenn die Achatplatten, auf welchen die Nadel ruht, nicht vollkommen horizontal sind.
- 4) Wenn der Schwerpunkt der Nadel nicht vollkommen genau mit dem Drehungspunkt zusammenfällt.

Hiezu kommt noch der Fehler, welcher entsteht, wenn der Drehungsmittelpunkt der Nadel nicht genau im Mittelpunkte des Kreises liegt, welcher indeß sofort verschwindet, wenn man das Mittel aus den beiden Ablesungen an beiden Enden der Nadel nimmt.

Hat man die Axe der Bussole vermittelst des Niveaus, welches an derselben befestigt ist, vollkommen senkrecht gestellt, so wird durch Umdrehung des getheilten Kreises von 180° um diese Axe der erste der angeführten Fehler, ohne seinen Werth zu ändern, negativ, verschwindet also im Mittel aus beiden Beobachtungen.

Der zweite Fehler verschwindet auf eben dieselbe Weise, wenn man die Nadel auf ihren Unterlagen umkehrt.

Der dritte Fehler hebt sich ebenfalls auf, wenn man den getheilten Kreis, in dessen Mittelpunkt die Achatplatten befestigt sind, -180° um die verticale Axe herumdreht.

Der letzte und größte Fehler endlich, der entsteht, wenn der Schwerpunkt der Nadel nicht genau mit dem Drehungsmittelpunkt derselben zusammenfällt, läßt sich auf zweierlei Art entfernen: und diese beiden Arten constituiren die Borda'sche und die Mayer'sche Methode.

Die Borda'sche Methode besteht darin, daß man erst die Nadel von einem geschickten Künstler so aequilibriren läßt, daß der Schwerpunkt sehr wenig vom Mittelpunkt der Drehung entfernt ist. Alsdann verschwindet dieser Fehler, den wir den Schwerpunktfehler nennen wollen, durch doppelte Umdrehung der Nadel, ein Mal auf ihren Unterlagen, das zweite Mal um ihre Drehungsaxe; um die letzte Umdrehung hervorzubringen, muß man die Pole der Nadel umkehren.

Um dies streng zu beweisen, wollen wir unsere obigen Formeln wieder vornehmen. Da alle Nadeln heutiger Construction des kleinen Zeigers, den Bernouilli und Euler an der Axe der Nadel anbringen ließen, enthalten, so ist $q=0$, und wir haben für $\omega=0$:

$$\operatorname{tang} \Theta = \frac{r \sin \alpha - t \sin \gamma}{r \cos \alpha + t \cos \gamma} \quad (\text{I})$$

wo r das magnetische, und t das Gravitations-Drehungsmoment der Nadel bedeutet.

Eben so bekommen wir sie $\omega=180^\circ$:

$$\operatorname{tang} \Theta' = \frac{r \sin \alpha - t \sin \gamma}{r \cos \alpha - t \cos \gamma} \quad (\text{II})$$

Und endlich, nach Umkehrung der Pole, wodurch r negativ wird:

$$\begin{aligned} \operatorname{tang} \Theta'' &= \frac{r' \sin \alpha + t \sin \gamma}{r' \cos \alpha - t \cos \gamma} \\ \operatorname{tang} \Theta''' &= \frac{r' \sin \alpha + t \sin \gamma}{r' \cos \alpha + t \cos \gamma} \quad (\text{III}) \end{aligned}$$

Ich habe hier, wie man sieht, der größeren Allgemeinheit wegen, angenommen, daß die magnetische Kraft, die die Nadel nach Umkehrung ihrer Pole bekommen

hat, von derjenigen verschieden sey, die sie vor der Umkehrung hatte.

Hier ist stillschweigend angenommen, daß die Werthe von θ , θ' , θ'' und θ''' schon von den drei ersten oben angeführten Fehlern befreit seyen.

Man findet nun leicht:

$$\begin{aligned} \cot(\theta + \theta') &= \frac{\cot \theta \cot \theta' - 1}{\cot \theta + \cot \theta'} \\ &= \frac{r^2 - 2r^2 \sin^2 \alpha - t^2 + 2tr \sin \alpha \sin \gamma}{2r \cos \alpha (r \sin \alpha - t \sin \gamma)} \end{aligned}$$

und eben so:

$$\cot(\theta'' + \theta''') = \frac{r'^2 - 2r'^2 \sin^2 \alpha - t'^2 - 2t' r' \sin \alpha \sin \gamma}{2r' \cos \alpha (r' \sin \alpha + t' \sin \gamma)}.$$

In diesen beiden Gleichungen kann man $t^2 = 0$ setzen, da wir angenommen haben, daß der Künstler den Schwerpunkt der Nadel ihrem Drehungswittelpunkte sehr nahe gebracht habe, so daß also t eine sehr kleine Größe ist. Man hat überdies:

$1 - 2 \sin^2 \alpha = \cos 2\alpha$ und $2 \sin \alpha \cos \alpha = \sin 2\alpha$; also:

$$\begin{aligned} \cot(\theta + \theta') &= \frac{r \cos 2\alpha + 2t \sin \alpha \sin \gamma}{r \sin 2\alpha - 2t \cos \alpha \sin \gamma} \\ \cot(\theta'' + \theta''') &= \frac{r' \cos 2\alpha - 2t' \sin \alpha \sin \gamma}{r' \sin 2\alpha + 2t' \cos \alpha \sin \gamma} \end{aligned}$$

Es ist jetzt leicht die Cotangente der Summe der vier beobachteten Neigungen zu finden; man erhält, wenn man immer $t^2 = 0$ setzt:

$$\begin{aligned} \cot(\theta + \theta' + \theta'' + \theta''') &= \frac{\cot(\theta + \theta') \cot(\theta'' + \theta''') - 1}{\cot(\theta + \theta') + \cot(\theta'' + \theta''')} \\ &= \frac{rr' \cos 4\alpha + 2(r' - r)t \sin \gamma \sin 3\alpha}{rr' \sin 4\alpha - 2(r' - r)t \sin \gamma \cos 3\alpha} \end{aligned}$$

Setzt man in dieser Gleichung $r' = r$, so bekommt man:

$$\cot(\theta + \theta' + \theta'' + \theta''') = \cot 4\alpha,$$

oder

$$\frac{1}{4}(\theta + \theta' + \theta'' + \theta''') = \alpha.$$

Man sieht hieraus, daß wenn t so klein ist, daß man dessen Quadrat gleich Null setzen kann, und wenn man annehmen darf, daß die magnetische Kraft der Na-

del vor und nach der Umkehrung der Pole sich gleich bleibe, man nur das Mittel aus vier, bei $\omega=0$, und bei $\omega=180^\circ$, vor und nach Umkehrung der Pole angestellten Beobachtungen zu nehmen braucht, um die wahre Neigung zu haben; und das ist die Borda'sche Methode. Man macht gewöhnlich, um eine noch grössere Genauigkeit zu erlangen, acht Beobachtungen, nämlich:

- 1) Zwei bei $\omega=0^\circ$ und bei $\omega=180^\circ$.
- 2) Zwei in denselben Azimutben, nachdem man die Nadel auf den Unterlagen umgekehrt hat; und
- 3) Dieselben vier Beobachtungen, nach Umkehrung der Pole.

Es ist leicht einzusehen, dafs 1) und 2) eigentlich dasselbe Resultat geben müßten, welches auch bei gut ausgeführten Nadeln zutrifft.

Hr. Prof. Mayer *) dagegen räth, den Schwerpunkt der Nadel vom Drehungsmittelpunkt absichtlich zu entfernen, durch Befestigung eines kleinen Gewichts an der Seite der Nadel, auf einer Linie, die durch den Mittelpunkt der Nadel geht und mit der Länge der Nadel einen rechten Winkel macht (Fig. 13 Taf. IV). Wenn man keine so zugerichtete Nadel besitzt, so kann man ein Stückchen Siegellack an die Nadel kleben. Macht man nun eine erste Beobachtung bei $\omega=0$, eine zweite bei $\omega=180^\circ$, kehrt nun die Nadel auf den Unterlagen um, und macht eine dritte Beobachtung bei $\omega=180^\circ$ und eine vierte bei $\omega=0^\circ$; wiederholt endlich diese vier Beobachtungen nach Umkehrung der Pole, und bezeichnet das Mittel aus der ersten und dritten Beobachtung mit Θ , das Mittel aus der zweiten und vierten mit Θ' , das Mittel aus der fünften und siebenten mit Θ'' und das Mittel aus der sechsten und achten mit Θ''' , so hat man:

$$\cot \alpha = \frac{\cot \Theta \cdot \cot \Theta''' - \cot \Theta' \cot \Theta''}{(\cot \Theta + \cot \Theta''') - (\cot \Theta' + \cot \Theta'')}.$$

In dieser Formel ist nicht vorausgesetzt, dafs die

*) *Comment. Societ. Goetting. recentior. Vol. III.*

magnetische Kraft der Nadel vor und nach der Umkehrung der Pole sich gleich bleibe. Ist dieß indess der Fall, so bekommt die Formel folgende weit einfachere Gestalt:

$$\tan \alpha = \frac{1}{\cot \vartheta + \cot \vartheta'} + \frac{1}{\cot \vartheta' + \cot \vartheta''}.$$

Die Werthe von ϑ , ϑ' , ϑ'' , ϑ''' müssen vorläufig von den Collimationsfehlern des Kreises und der magnetischen Axe der Nadel, und von dem Fehler, der aus der Nichthorizontalität der Achatplatten entsteht, befreit seyn. Der Collimationsfehler des Kreises, und der Fehler, der aus der Nichthorizontalität der Achatplatten entsteht, verschwindet von selbst, wenn man immer die Mittel aus je zwei Beobachtungen nimmt, in welchen die Nadel dieselbe Lage im Raume behält, während sich der Kreis an 180° um seine verticale Axe dreht; der Collimationsfehler der magnetischen Axe der Nadel verschwindet aber nicht. Wir wollen also untersuchen, ob dieser Fehler noch im Endresultat enthalten, und wie er in diesem Falle fortzuschaffen sey.

Wir wollen deshalb annehmen, die Werthe ϑ , ϑ' , ϑ'' , ϑ''' seyen noch mit diesem Fehler behaftet, der offenbar für alle drei Werthe derselbe ist; wir wollen ihn mit δ bezeichnen, aber $\vartheta - \delta$ für ϑ , $\vartheta' + \delta$ für ϑ' , $\vartheta'' - \delta$ für ϑ'' und $\vartheta''' + \delta$ für ϑ''' setzen. Da δ eine kleine Größe ist, so kann man ferner $\cot \delta = \frac{1}{\delta}$ setzen.

Man findet nun, wenn man diese Werthe in die obige Formel substituirt:

$$\tan \alpha = \frac{\left(\frac{\cot \vartheta - \delta}{\delta \cot \vartheta + 1} + \frac{\cot \vartheta'' - \delta}{\delta \cot \vartheta'' + 1} \right) - \left(\frac{\cot \vartheta' + \delta}{1 - \delta \cot \vartheta} + \frac{\cot \vartheta''' + \delta}{1 - \delta \cot \vartheta''} \right)}{\left(\frac{\cot \vartheta - \delta}{\delta \cot \vartheta + 1} \right) \left(\frac{\cot \vartheta'' - \delta}{\delta \cot \vartheta'' + 1} \right) - \left(\frac{\cot \vartheta' + \delta}{1 - \delta \cot \vartheta} \right) \left(\frac{\cot \vartheta''' + \delta}{1 - \delta \cot \vartheta''} \right)}$$

Wenn man diesen Ausdruck entwickelt, indem man überall $\delta^2 = 0$ setzt, so nimmt er folgende Form an:

$$\tan \alpha = \frac{\delta \cdot \psi(\theta, \theta', \theta'', \theta''') + \cot \theta - \cot \theta' - \cot \theta'' - \cot \theta'''}{\delta \cdot \psi'(\theta, \theta', \theta'', \theta''') + \cot \theta \cot \theta' - \cot \theta' \cot \theta'' - \cot \theta'' \cot \theta'''}$$

Hier bedeuten $\psi(\theta, \theta', \theta'', \theta''')$ und $\psi'(\theta, \theta', \theta'', \theta''')$ trigonometrische Function von $\theta, \theta', \theta'', \theta'''$, die wir zu unserem Zweck nicht näher zu kennen brauchen.

Man sieht, daß δ nur dann herausfällt, wenn:

$$\cot \theta + \cot \theta' - \cot \theta'' - \cot \theta''' = 0$$

und $\cot \theta \cot \theta' - \cot \theta' \cot \theta'' = 0$,

welches geschieht, wenn:

$$\theta = \theta' \text{ und } \theta'' = \theta''',$$

oder wenn:

$$\theta = \theta''' \text{ und } \theta' = \theta'',$$

d. h. wenn der Schwerpunkt der Nadel entweder auf der magnetischen Axe der Nadel liegt, oder auf einer Linie, die senkrecht auf dieser Axe durch den Drehungsmittelpunkt geht. Den ersten Fall muß man durchaus vermeiden, denn wenn $\theta = \theta'$, und $\theta'' = \theta'''$ ist, so wird der durch die Mayer'sche Formel gegebene Werth von $\tan \alpha$ gleich 0. Es bleibt also nur der zweite Fall übrig, welcher eintritt, wenn man das kleine Gewicht so anbringt, wie Mayer es vorschreibt, und wie es in Fig. 13 Taf. IV angedeutet ist. Man sieht jetzt ein, warum es nothwendig ist, das Gewicht gerade hier, und an keinem anderen Orte, anzubringen. Es versteht sich von selbst, daß das kleine Gewicht sich nur näherungsweise auf einer durch den Mittelpunkt gehenden auf der magnetischen Axe der Nadel senkrechten Linie zu befinden braucht; denn wenn nur nahe $\theta = \theta''$ und $\theta' = \theta'''$, so verschwindet schon der oben erwähnte Fehler fast ganz.

Hr. Hansteen hat sich wahrscheinlich beider Methoden bedient, der Borda'schen sowohl, als der Mayer'schen; Hr. v. Humboldt wahrscheinlich der Borda'schen. Ich habe die Resultate ihrer Beobachtungen schon in ei-

ner kurzen Note, die sich in den *Mém. de l'Académie de St. Petersbourg, VI. série, Tome I, 1830*, gedruckt findet, mitgetheilt. Ich setze deshalb hier nur die Endresultate her:

Neigung im botanischen Garten auf der Apothekerinsel.

Im Juni	1828	71° 17,3
- Mai	1829	71 14,5
- December	1829	71 11,5
- Mai	1830	71 11,3

Diese Beobachtungen geben, unter sich verglichen, eine jährliche Abnahme von 3', vergleicht man sie mit den oben angeführten Mallet'schen Beobachtungen vom Jahre 1769, so findet man 2,5 für diese jährliche Abnahme.

Als ich von meiner Reise nach dem Caucasus zurückgekehrt war, konnte die Neigung von St. Petersburg von Neuem bestimmt werden; und da ich mit Hilfsmitteln ausgerüstet war, die nicht jedem Beobachter zu Gebote stehen, so beschloß ich zugleich eine Revision der bisher bekannten Beobachtungsmethoden vorzunehmen.

Die Academie hatte mir schon vor einiger Zeit mit ihrer gewohnten Liberalität die nöthigen Summen bewilligt, um ein kleines magnetisches Observatorium bauen zu lassen, welches auf einem isolirten Platze steht, und in dessen Bau sich gar kein Eisen befindet. In diesem Observatorio kann man die Beobachtungen mit der größten Bequemlichkeit und Ruhe vornehmen, ohne sich der Sonne und dem Winde auszusetzen, und die Winterzeit, die in Petersburg den größten Theil des Jahres einnimmt, geht nicht verloren, denn mein kleines Observatorium ist heizbar. Indem ich nun meine Beobachtungen Wochen und Monate lang fortsetzte, sah ich bald ein, wie wünschenswerth es sey, bei Vergleichung der Resultate von Beobachtungen, die mehrere Wochen aus einander liegen, auf die Veränderung, die die Neigung unterdessen

vielleicht erfahren hätte, Rücksicht nehmen zu können. Ich verband deshalb mit meinen Beobachtungen über die absolute Neigung immer Beobachtungen über die täglichen Aenderungen der Neigung, mit einem Instrument, welches besonders zu dessen Gebrauch construirt ist. Ich werde dieses Instrument in dem zweiten Theil dieser Abhandlung, wenn von den täglichen Aenderungen der Neigung in St. Petersburg die Rede seyn wird, ausführlich beschreiben; ich bemerke jetzt nur, daß die Nadel desselben auf der Schärfe eines dreiseitigen Prismas ruht, wodurch fast alle Friction an der Axe vermieden wird, und daß die beiden Enden derselben der Länge der Nadel nach ausgespannte Fäden tragen, welche durch zwei an das Instrument selbst unwandelbar befestigte Mikrometer-Mikroskope beobachtet werden, so daß jede Aenderung der Neigung nicht nur bemerkt, sondern auch mit Genauigkeit gemessen werden kann. Dieses Instrument ist nach meiner Angabe von Hrn. Gambey in Paris verfertigt worden, und läßt in Hinsicht der Ausführung nichts zu wünschen übrig.

Die nachstehenden Beobachtungen über die Neigung von St. Petersburg sind mit drei verschiedenen Bussolen ausgeführt worden, die alle aus der Werkstatt des Hrn. Gambey hervorgegangen sind. Eine von diesen Bussolen gehört zu der Sammlung des magnetischen Observatoriums, die zweite ist dieselbe, die Hr. v. Humboldt auf seiner Reise nach Sibirien mit sich genommen hatte, und die er so gütig war der Marine-Schule in St. Petersburg zu lassen; die dritte endlich ist bestimmt nach Nertschinsk abzugehen, wo auf Befehl Sr. Erlaucht des Finanzministers Grafen Cancrin ebenfalls ein kleines magnetisches Observatorium errichtet wird. Jede dieser Bussolen ist mit zwei Nadeln versehen, die ich *A* und *B* nennen will.

I. Bussole des Observatoriums.

Nadel *B*.

Die Beobachtung wurde angefangen am 8. September 1830 um 12 Uhr Mittags, und beendigt denselben Tag um 5 Uhr Abends.

Die Nadel nahm eine senkrechte Stellung an in folgenden Azimuthen:

	198,14
	16,30
Also Azimuth des magnetischen Meridians	107,22.

Nun wurde die Neigung der Nadel in folgenden Azimuthen beobachtet:

Azimuth.	Neigung.	Azimuth.	Neigung.
107° 22' *)	71° 40'	150° 00'	76° 41'
287 22	70 41	120 00	72 12
300 00	71 00	90 00	72 26
270 00	71 23	60 00	77 34
240 00	75 59	30 00	86 16
210 00	84 54	0 00	84 53
180 00	85 11	330 00	75 19

Und nachdem die Nadel auf ihren Unterlagen umgekehrt war:

107° 22'	70° 48'	180° 00'	81° 28'
287 22	70 56	150 00	75 51
330 00	76 11	120 00	71 8
300 00	71 36	90 00	71 38
270 00	71 38	60 00	76 27
240 00	76 32	30 00	85 21
210 00	85 11	0 00	84 15

Jetzt

*) Es ist von selbst klar, daß hier die Azimuthe vom Nullpunkt der Theilung des Azimuthalkreises an gerechnet sind.

Jetzt wurden die Pole der Nadel umgekehrt und folgende Neigung beobachtet:

Azimuth.	Neigung.	Azimuth.	Neigung.
107° 22'	72° 30'	270° 00'	71° 49'
287 22	71 3	300 00	71 29
120 00	73 00	330 00	75 50
150 00	77 4	0 00	84 8
180 00	85 20	30 00	86 5
210 00	84 52	60 00	77 35
240 00	76 23	90 00	73 13

Und nachdem die Nadel auf den Unterlagen umgekehrt worden:

107° 22'	71° 44'	270° 00'	72° 9'
287 22	71 23	300 00	72 7
120 00	72 20	330 00	76 28
150 00	76 30	0 00	84 29
180 00	84 42	30 00	85 28
210 00	85 14	60 00	77 14
240 00	77 1	90 00	72 18

Die im magnetischen Meridian ausgeführten Beobachtungen geben folgende acht Werthe:

71° 40'	}	deren Mittel = 71° 18',0
70 56		
70 41	}	- . - = 70 41,5
70 48		
72 30	}	- . - = 71° 56,5
71 23		
71 3	}	- - = 71° 23',5
71 44		

Also:

Vor der Umkehrung der Pole	71° 1',25
Nach Umkehrung der Pole	71° 40,0
Mittel	71° 20',6

welches demnach die wahre Neigung ist.

Um die übrigen Beobachtungen zu berechnen, dienen folgende Betrachtungen:

Es sey α die wahre Neigung im magnetischen Meridian, und α' , α'' , α''' , α'''' etc. die den Azimuthen ω' , ω'' , ω''' , ω'''' etc. entsprechenden Neigungen (hier sind die Azimuthe vom magnetischen Meridian an gerechnet), so ist

$$\cot \alpha' = \cot \alpha \cos \omega'; \quad \cot \alpha'' = \cot \alpha \cos \omega''; \\ \cot \alpha''' = \cot \alpha \cos \omega''' \text{ etc.}$$

Wir wollen jetzt annehmen, man habe nr Beobachtungen gemacht, in den Azimuthen:

$$\omega, \omega + \frac{360^\circ}{n}, \omega + \frac{2 \cdot 360^\circ}{n}, \omega + \frac{3 \cdot 360^\circ}{n} \dots \dots, \\ \omega + \frac{(n-1)360^\circ}{n};$$

es seyen, wie so eben, α' , α'' , α''' , α'''' etc. die diesen verschiedenen Azimuthen entsprechenden Neigungen, so ist:

$$\cot^2 \alpha' + \cot^2 \alpha'' + \cot^2 \alpha''' + \dots \\ = \cot^2 \alpha (\cos^2 \omega + \cos^2 \left(\omega + \frac{360^\circ}{n} \right) \\ + \cos^2 \left(\omega + \frac{2 \cdot 360^\circ}{n} \right) + \dots + \cos^2 \left(\omega + \frac{(n-1)360^\circ}{n} \right))$$

Nun ist aber:

$$\cos^2 \omega + \cos^2 \left(\omega + \frac{360^\circ}{n} \right) + \cos^2 \left(\omega + \frac{2 \cdot 360^\circ}{n} \right) \\ + \dots + \cos^2 \left(\omega + \frac{(n-1)360^\circ}{n} \right) = \frac{n}{2}.$$

Also:

$$\cot^2 \alpha = \frac{2}{n} (\cot^2 \alpha' + \cot^2 \alpha'' + \cot^2 \alpha''' + \text{etc.}).$$

Um diese Formel auf die vorhergehenden Beobachtungen anzuwenden, muß man erst die Mittel aus allen in derselben Verticalebene ausgeführten Beobachtungen nehmen. Man erhält so:

Azimuth	Mittel		Mittel aus diesen beiden Mitteln.
	vor der Umkeh- rung der Pole.	nach der Umkeh- rung der Pole.	
30° und 210°	85° 25,5	85° 24,8	85° 25,2
60 - 240	76 38,0	77 3,3	76 50,6
90 - 270	71 46,3	72 22,3	72 4,3
120 - 300	71 29,0	72 14,0	71 51,5
150 - 330	76 0,5	76 28,0	76 14,3
180 - 0	84 41,8	84 39,8	84 40,8

Es ist klar, daß die in der letzten Colonne enthaltenen Mittel die wahren Neigungen der Nadel in den in der ersten Colonne angegebenen Azimuthen geben. Setzt man diese Werthe in die obige Formel, die für diesen Fall folgende Gestalt annimmt:

$$\cot^2 \alpha = 3(\cot^2 \alpha' + \cot^2 \alpha'' + \cot^2 \alpha''' + \cot^2 \alpha'''' + \cot^2 \alpha''''')$$

so erhält man:

$$\alpha = 71^\circ 20' 57''.$$

Dieser Werth ist sehr wenig von denjenigen Werthen verschieden, welche wir durch die Borda'sche Methode erhalten haben, d. h. durch Combination der Beobachtungen im magnetischen Meridian *).

Wenn man das Mittel aus acht in derselben Verticalebene ausgeführten Beobachtung als die wahre Neigung in dieser Ebene nimmt, so setzt man schweigend voraus, daß die Intensität der magnetischen Kräfte der Nadel nach Umkehrung ihrer Pole dieselbe geblieben ist. Um uns davon vollständig zu überzeugen, wollen wir einige der angeführten Beobachtungen nach der Mayer'schen Formel berechnen, die keine solche Voraussetzung macht; bekommen wir durch diese Formel dasselbe Resultat, so ist gewiß, daß sich die magnetische Kraft der Nadel durch Umkehrung der Pole nicht geändert hat.

*) Da diese Beobachtungen nicht genau an demselben Orte angestellt worden sind, als die Humboldt'schen und Hansteen'schen, so sind sie auch nicht genau mit denselben vergleichbar.

Wir wollen zu dieser Probe diejenigen Beobachtungen wählen, die die kleinste, und die die größte Neigung gegeben haben. Die kleinsten Werthe haben natürlich diejenigen Beobachtungen gegeben, die im magnetischen Meridian ausgeführt worden, nimmt man unter ihnen immer das Mittel aus je zwei Beobachtungen, in denen die Nadel dieselbe Lage im Raum hatte, so hat man folgende vier Werthe:

$$\theta = 71^{\circ} 18',0$$

$$\theta' = 70 \quad 41,5$$

$$\theta'' = 71 \quad 23,5$$

$$\theta''' = 71 \quad 56,5.$$

Diese Werthe in die Formel

$$\tan \alpha = \frac{(\cot \theta + \cot \theta''') - (\cot \theta' + \cot \theta'')}{\cot \theta \cot \theta''' - \cot \theta' \cot \theta''}$$

substituiert, geben:

$$\alpha = 71^{\circ} 20' 51'',$$

d. h. einen Werth, der von dem Mittel aus den acht Beobachtungen außerordentlich wenig verschieden ist.

Für die größten Neigungen endlich, d. h. für diejenige, die in den Azimuthen 30° und 230° ausgeführt worden, erhalten wir:

$$\theta = \frac{1}{2}(84^{\circ} 51' + 85^{\circ} 21') = 85^{\circ} \quad 7',5$$

$$\theta' = \frac{1}{2}(86 \quad 6 + 85 \quad 11) = 85 \quad 43,5$$

$$\theta'' = \frac{1}{2}(86 \quad 5 + 85 \quad 14) = 85 \quad 39,5$$

$$\theta''' = \frac{1}{2}(84 \quad 52 + 85 \quad 28) = 85 \quad 10,0,$$

welches giebt:

$$\alpha = 85^{\circ} 21',1.$$

Das Mittel aus den acht Beobachtungen ist $85^{\circ} 25',2$; der Unterschied ist also hier auch nicht groß.

Wir wollen jetzt die Neigungen berechnen, die die Nadel in den verschiedenen Azimuthen, in welchen beobachtet wurde, hätte annehmen müssen, in der Voraussetzung, daß die wahre Neigung $71^{\circ} 20' 57''$ sey, wie wir vor der Combination aller Beobachtungen gefun-

den haben. Diese Rechnung ist leicht vermittelt der Formel

$$\cot \alpha' = \cot \alpha \cos \omega'$$

gemacht. Man findet so, wenn man

$$\omega' = -77^\circ 22' \quad \omega''' = +12^\circ 38'$$

$$\omega'' = -47 \quad 22 \quad \omega'''' = +12 \quad 38$$

$$\omega''' = -17 \quad 22 \quad \omega''''' = +72 \quad 38$$

setzt, folgende Werthe von α' , α'' , α''' etc.:

Berechnet.	Beobachtet.	Differenz.
$\alpha' = 85^\circ 46',7$	$85^\circ 25',2$	$-21',5$
$\alpha'' = 77 \quad 7,4$	$76 \quad 5,6$	$-16,8$
$\alpha''' = 72 \quad 7,2$	$77 \quad 4,3$	$-2,9$
$\alpha'''' = 71 \quad 46,3$	$71 \quad 51,5$	$+5,2$
$\alpha''''' = 76 \quad 3,3$	$76 \quad 14,3$	$+11,0$
$\alpha'''''' = 84 \quad 14,9$	$84 \quad 40,8$	$+25,9$

Diese Zusammenstellung der beobachteten und berechneten Werthe zeigt uns, daß die Differenzen auf der einen Seite des Meridians positiv, auf der andern negativ sind, welches von einer falschen Bestimmung des Azimuths des magnetischen Meridians herrühren kann. Wir wollen deshalb dieses Azimuth bloß aus den Beobachtungen, welche bei Berechnung obiger Neigung von $71^\circ 20' 57''$ benutzt worden sind, berechnen. Zu dem Ende haben wir folgende Formeln:

$$\cos \omega' = \frac{\cot \alpha'}{\cot \alpha}$$

$$\cos(\omega' - 30^\circ) = \frac{\cot \alpha''}{\cot \alpha}$$

$$\cos(\omega' - 60^\circ) = \frac{\cot \alpha'''}{\cot \alpha}$$

und so fort.

Vermittelt dieser Formeln findet man:

$$\omega' = -76^\circ 16',2, \text{ welches gibt } \omega' = 76^\circ 16',2$$

$$\omega' - 30^\circ = -46 \quad 10,0 \quad - \quad - \quad \omega' = 76 \quad 10,0$$

$$\omega' - 60^\circ = -16 \quad 33,0 \quad - \quad - \quad \omega' = 76 \quad 33,0$$

$\omega' - 90^\circ = +13^\circ 53',0$, welches giebt $\omega' = 76^\circ 7',0$

$\omega' - 120 = +43 \quad 28,3 \quad - \quad - \quad \omega' = 76 \quad 31,3$

$\omega' - 150 = +73 \quad 59,0 \quad - \quad - \quad \omega' = 76 \quad 1,0$

Um aus diesen verschiedenen Werthen von ω' den genauesten zu ziehen, muß man, nach der bekannten Theorie der kleinsten Quadrate, die Gleichungen:

$$\omega' = 76^\circ 16'$$

$$\omega'' = 76 \quad 10,0$$

$$\omega''' = 76 \quad 33,0$$

etc.

respectiv mit:

$$\left(\frac{d\alpha'}{d\omega'}\right)^2 = \sin^4 \alpha' \cot^2 \alpha \sin^2 \omega'$$

$$\left(\frac{d\alpha''}{d\omega''}\right)^2 = \sin^4 \alpha'' \cot^2 \alpha \sin^2 (\omega' - 30)$$

etc.

in Zahlen ausgedrückt multipliciren *), und hierauf ihre Summe nehmen. Man erhält so eine Endgleichung, die folgenden genauesten Werth von ω' giebt:

$$\omega' = 76^\circ 12',8.$$

Wenn man diesen Werth in die obigen Formeln substituirt, so erhält man:

Berechnet.	Beobachtet.	Differenz.
$\alpha' = 85^\circ 24',1$	$85^\circ 25',2$	$+1',1$
$\alpha'' = 76 \quad 51,2$	$76 \quad 50,6$	$-0,6$
$\alpha''' = 72 \quad 2,6$	$72 \quad 4,3$	$+1,7$
$\alpha'''' = 71 \quad 51,1$	$71 \quad 51,5$	$+0,4$
$\alpha''''' = 76 \quad 18,4$	$76 \quad 14,3$	$-4,1$
$\alpha'''''' = 84 \quad 37,0$	$84 \quad 40,8$	$+3,8$

Die Modification von $1^\circ 9',8$, die das Azimuth des magnetischen Meridians durch diese neue Bestimmung erfahren hat, übt übrigens nur einen geringen Einfluß auf den Werth der im magnetischen Meridian selbst beob-

*) $\cot^2 \alpha$ verschwindet offenbar im Endresultat, und braucht deshalb nicht berechnet zu werden.

achtete Neigung aus, wie man sich leicht überzeugen kann. Man findet die Cotangente der Neigung im wahren magnetischen Meridian, wenn man die Cotangente der im Azimuth $1^{\circ} 9',4$ beobachteten Neigung durch den Cosinus dieses letzten Winkels dividirt; man findet so:

$$\alpha = 71^{\circ} 20',4$$

statt der oben gefundenen Neigung von $71^{\circ} 20',6$.

11. Dieselbe Bussole.

Nadel A.

Den 9. Septemb. 1830.

Die Bussole hatte dieselbe Lage behalten, die sie in den vorigen Beobachtungen hatte. Die Nadel nahm eine senkrechte Stellung in folgenden Azimuthen an:

$$\begin{array}{r} 191^{\circ} 30' \\ \underline{21 \quad 30} \end{array}$$

Azimuth des magnetischen Meridians $106^{\circ} 30'$.

Dieser Azimuth stimmt besser mit dem durch Rechnung gefundenen Azimuth $106^{\circ} 12',8$ zusammen.

Nun wurde die Neigung θ in folgenden Azimuthen beobachtet:

Azimuth.	I.	II.	III.	IV.	Mittel.
$106^{\circ} 30'$	$72^{\circ} 21'$	$71^{\circ} 28'$	$72^{\circ} 19'$	$70^{\circ} 57'$	$71^{\circ} 26',6$
286 30	70 45	71 44	70 40	71 19	
120 00	72 7	72 52	73 5	71 35	72 1,25
300 00	72 40	71 6	70 55	71 50	
60 00	76 18	78 8	77 36	76 40	76 48,25
240 00	77 00	75 40	76 4	77 0	
0 00	84 42	83 26	83 47 ^A	84 46	84 33,0
180 00	84 25	85 38	85 20	84 20	

Die Colonnen I und II enthalten die vor der Umkehrung, und die Colonnen III und IV die nach der

Umkehrung der Pole ausgeführten Beobachtungen; in II und IV ist die Nadel auf den Unterlagen umgekehrt.

Die drei letzten Mittel

$$\alpha' = 72^{\circ} 1',25$$

$$\alpha'' = 76 48,25$$

$$\alpha''' = 84 33,0$$

in der obigen Formel substituiert, geben:

$$\alpha = 71^{\circ} 25',5.$$

Die im magnetischen Meridian ausgeführten Beobachtungen, deren Mittel $71^{\circ} 26',6$ ist, geben, mit der Mayer'schen Formel berechnet:

$$\alpha = 71^{\circ} 26',9.$$

Berechnet man wieder nach der oben angeführten Methode den genauesten Werth des Azimuths der magnetischen Meridiane, so findet man:

$$\omega''' = 106^{\circ} 5',$$

was wenig von dem durch directe Beobachtung gefundenen Werthe abweicht. Mit diesem Azimuth findet man folgende Neigung, die ich hier wieder mit der beobachteten zusammenstelle:

Berechnet.	Beobachtet.	Differenz.
$\alpha''' = 84^{\circ} 40',9$	$84^{\circ} 33',0$	— 7,9
$\alpha'' = 76 52,7$	$76 48,3$	— 4,4
$\alpha' = 71 56,0$	$72 1,3$	+ 5,3

Man sieht, dass diese Beobachtungen weit entfernt sind dasselbe Vertrauen zu verdienen, als die vorhergehenden. Wenn es erlaubt ist, die in der letzten Colonne enthaltenen Differenzen als Fehler der Beobachtungen anzusehen, so ist die in der Nähe des magnetischen Meridians beobachtete Neigung um $5'$ zu groß; und dass ist gerade der Unterschied der Ergebnisse dieser und der vorhergehenden Beobachtungen.

Die Bussole für die Variationen der Neigung stand am 8. Sept. im Mittel auf $4^{\text{h}},553$, am 9. auf $4^{\text{h}},953$.

Es ist aber $1^{\text{h}} = 6'$; die Neigung hat sich also vom 8. auf den 9. Sept. nicht mehr als eine halbe Minute vermehrt.

Man sieht also, daß die Resultate der Beobachtung θ mit den Nadeln A und B in der That um $5'$ bis $6'$ von einander verschieden sind.

Dieser Unterschied ist wahrscheinlich Unregelmäßigkeit in der Figur der Axe der Nadel A zuzuschreiben. Dem sey indeß wie ihm wolle, so sieht man jedenfalls aus der obigen Tabelle, daß die aus dieser unbekannten Quelle entstehenden Divergenzen bei $\alpha = 77^\circ$ positiv, bei $\alpha = 72^\circ$ negativ sind; es ist deshalb wahrscheinlich, daß sie bei einem Mittelwerth von α ganz verschwinden. Ich wiederholte deshalb die Beobachtungen mit derselben Nadel, doch in solchen Azimuthen, daß in zweien derselben *) die Neigungen nahe 71° betrugen. Diese Beobachtungen, die am 10. Sept. vorgenommen worden, sind in folgender Tabelle enthalten.

III. Bussole des Observatoriums.

Nadel A .

Azimuthe.	I.	II.	III.	IV.	Mittel.
330° 00'	72° 15'	73° 28'	73° 17'	72° 28'	73° 11',5
150 00	74 00	72 52	73 3	74 9	
30 00	88 13	89 12	89 13	88 14	88 57,4
210 00	89 42	88 35	88 35	89 55	
90 00	74 32	73 58	73 42	75 00	74 5,9
270 00	73 15	74 18	74 18	73 44	

Diese Beobachtungen geben, auf die bekannte Weise berechnet:

$$\alpha = 71^\circ 15',3.$$

Wenn man nun wieder den genauesten Werth von ω

*) Es ist offenbar nicht möglich, allen dreien Azimuthen einen solchen Werth zu geben, da sie um 60° von einander entfernt seyn müssen.

sucht, nach der oben angewandten Methode, so findet man:

$$\omega' = 26^{\circ} 58',6,$$

und indem man diesen Werth in der Formel substituirt erhält man:

Berechnet.	Beobachtet.	Differenz.
$\alpha' = 73^{\circ} 10',4$	$73^{\circ} 11',5$	$+1',1$
$\alpha'' = 88 \quad 58,4$	$88 \quad 57,4$	$-1,0$
$\alpha''' = 74 \quad 7,0$	$74 \quad 5,9$	$-1,1$

Die dritte Colonne, welche die Differenzen der Rechnung und Beobachtung enthält, zeigt uns, daß der aus dieser Beobachtung gezogene Werth von α mehr Vertrauen verdient, als der früher gefundene; und das geht in der That auch schon daraus hervor, daß es mit dem zuerst gefundenen Resultat, welches die Neigung zu $71^{\circ} 20',5$ gab, besser übereinstimmt; denn die Neigung hatte sich, wie aus meiner Formel für die Variationen der Neigung hervorgeht, vom 8. auf den 10. Sept. um etwa 3' verringert; so daß die wahre Neigung wohl an diesem Tage $71^{\circ} 17',5$ betragen mochte.

Beobachtungen an demselben Tage und mit demselben Nadel im magnetischen Meridian angestellt, gaben:

$$\alpha = 71^{\circ} 22',0.$$

Da die beiden Nadeln, auf dieselbe Art beobachtet, immer denselben Unterschied (von beiläufig 5') zeigen, so müssen wohl keine Beobachtungsfehler daran Schuld seyn, sondern irgend ein constanter Fehler in der Construction der Nadel selbst.

Von den folgenden Beobachtungen, die in der der Academie vorgelesenen Originalabhandlung alle ausführlich mitgetheilt sind, theile ich nur die Resultate mit:

IV. Busssole des Observatoriums.

Nadel *B*. Den 12. Sept. Mittags.

Im magnetischen Meridian, nach Borda's

Methode 71° 18',1

Aufser dem magnetischen Meridian, in

dreien um 120° von einander ent-

fernten Azimuthen 71° 17,3

Die Variationsnadel zeigte eine um 2',4 kleinere Nei-
gung als am 8. September. Hiernach müßte die Neigung
71° 18',5 betragen.

V. Dieselbe Busssole.

Nachdem die Achatplatten, auf den die Axe der Nadel ruht, mit Sorg-
falt horizontal gestellt worden waren. Mittags den 18. Sept. 1830.

Alle Beobachtungen wurden im magnetischen Meri-
dian gemacht, nach der Borda'schen Methode:

Nadel *B* 71° 20',5Nadel *A* 71 25,5

Die Busssole für die Variationen der Neigung zeigte
keine Veränderung derselben seit dem 12. Sept. Viel-
leicht sind diese Beobachtungen nicht ganz mit den vor-
hergehenden vergleichbar, indem sie in einiger Entfer-
nung vom magnetischen Observatorium, unter freiem Him-
mel angestellt wurden.

VI. Dieselbe Busssole.

Nadel *B*. Den 8. October zwischen 1 und 3 Uhr Nachmittags.

Nach der Borda'schen Methode . . . 71° 19',8

Nach der Mayer'schen Methode, mit ei-

nem an der Seite der Nadel befestig-

ten Stückchen Siegellack 71 17,8

VII. Dieselbe Busssole.

Nadel *A*. Den 3. November 1830, Mittags.

Borda'sche Methode 71° 39',2

Mayer'sche Methode 71 20,3.

Hier giebt die Borda'sche Methode mit der Nadel

A wieder ein durchaus falsches Resultat; die Mayer'sche ein besseres, doch immer ein zu großes, wie wir sogleich sehen werden.

Ich beobachtete jetzt dieselbe Nadel nach einer Methode, die schon Hansteen angewandt hat; man läßt nämlich die Nadel so einrichten, daß ihre Axe herumgedreht werden kann, und macht nun zwei Reihen von Beobachtungen, von denen man das Mittel nimmt, die erst auf die gewöhnliche Art, und die zweite, nachdem man die Axe um 90° gedreht hat. Um dies mit Bequemlichkeit thun zu können, liefs ich die Nadel auch bei *c* und *d* durchbohren (Fig. 14 Taf. IV), so daß die Schrauben *f*, *g*, welche die Axe *AB* an die Nadel befestigen, und durch die Löcher *a*, *b* gehen, auch durch die Löcher *c*, *d* gesteckt werden können. Ich erhielt jetzt mit derselben Nadel *A* folgende Resultate.

VIII. Den 23. November 1830.

Vor der Umdrehung der Axe $71^\circ 13',4$
 Nachdem die Axe um 90° gedreht worden $71 \quad 15,2$

Das Mittel aus diesen Beobachtungen ist $71^\circ 41',3$.
 Wir werden sehen, daß dieses in der That die wahre Neigung war. Diese Beobachtungen können mit den früheren nicht verglichen werden, weil die Bussole für die Variationen der Neigung an einen anderen Ort war gebracht worden, so daß die Resultate, die sie jetzt giebt, mit den früheren nicht mehr vergleichbar sind.

IX. Humboldt'sche Bussole.

Den 27. November 1830.

Nadel *A*. Borda'sche Methode $71^\circ 6',3$
 Mayer'sche Methode, mit einem
 Lackklümpchen $71^\circ 10',7$
 Nadel *B*. Borda'sche Methode $71^\circ 14',6$
 Mayer'sche Methode $71^\circ 14',6$
 Die genaue Uebereinstimmung zwischen den beiden

Resultaten der Nadel *B* giebt diesen allerdings den Vorzug; auch kommt dieses Resultat vollkommen mit dem vorhergehenden (VIII) überein. Die Variationsnadel zeigte keine Veränderung von Belang in der Neigung seit dem 23. November an.

Dieser Unterschied zwischen der Nadel *A* und *B* ist schon von Hrn. v. Humboldt selbst beobachtet worden (siehe die oben angeführte Note in den *Mém. de l'Acad. de St. Petersbourg*).

X. Nertschinsker Bussole.

Den 28. November 1830. Borda'sche Methode.

Nadel *A* $71^{\circ} 16',4$

Nadel *B* $71^{\circ} 13,9$.

Die Bussole für die Variation der Neigung zeigte eine Verminderung der Neigung $0',7$ seit dem 27. November an. Das Resultat der Nadel *B* der Nertschinsker Bussole stimmt aber vollkommen mit dem vorhergehenden Resultat der Nadel *B* der Humboldt'schen Bussole überein.

XI. Nertschinsker Bussole.

Den 3. December 1830.

Nadel *B*. Borda'sche Methode $71^{\circ} 15',3$

Die Bussole für die Variationen der Neigung, die übrigens an diesem Tage einen ziemlich unregelmäßigen Gang hatte, zeigte eine Vermehrung von etwa $1'$ in der Neigung an.

XII. Dieselbe Bussole.

Den 4. December 1830.

Nadel *A*. Borda'sche Methode . . . $71^{\circ} 13',5$

Nadel *B*. Borda'sche Methode . . . $71^{\circ} 12,6$

In drei um 120° von einander ent-

fernten Azimuthen beobachtet $71^{\circ} 14,1$

Die Bussole für die Variationen der Neigung zeigte

eine Abnahme von 1',5 in der Neigung seit dem 3. December an.

XIII. Humboldt'sche Bussole.

Den 16. December 1830.

Nadel *B*. Borda'sche Methode 71° 15',3.

Die Bussole für die Variationen der Neigung zeigte an, daß sich die Neigung seit dem 27. November nur etwa um 0',1, und seit dem 4. Decemb. um 1',3 vermehrt hatte.

Da die in der Beobachtung IX angewandte Mayer'sche Methode den Fehler der Nadel *A* der Humboldt'schen Bussole nicht ganz hatte verschwinden gemacht, so wünschte ich die Methode zu versuchen, von der schon die Rede gewesen ist, und welche darin besteht, daß man die Axe der Nadel um 90° dreht, und nun eine zweite Reihe von Beobachtungen macht. Da aber die Axe der Humboldt'schen Nadel nicht zum Abnehmen eingerichtet war, so suchte ich mir auf folgende Weise zu helfen. Ich befestigte erst ein Stückchen Siegellack an der einen Seite der Nadel, und machte nun eine vollständige Reihe von Beobachtungen nach der Mayer'schen Methode. Es ist klar, daß nach Umkehrung der Pole sich das Stückchen Siegellack auf der anderen Seite der Nadel befand. Nun wurde das Stückchen Siegellack so lange vermindert, bis die Nadel eine solche Neigung bekam, daß sie ungefähr einen rechten Winkel mit der Stellung machte, die sie in der ersten Beobachtung der ersten Reihe angenommen hatte. Nun war mein Zweck erreicht, und ich machte eine zweite Reihe von Beobachtungen.

Da diese Methode von Nutzen seyn kann, so setze ich die beiden Reihen von Beobachtungen vollständig her, damit man einen klaren Begriff von denselben bekomme.

XIV. Den 18. December 1830.

Erste Reihe.			Zweite Reihe.		
Azinuth 0°	180°, die Nadel auf den Unterlagen umgekehrt	27° 1'	27° 27',5	115° 55'	116° 28',0
Azinuth 0°	180°, die Nadel abermals auf den Unterlagen umgekehrt	27 54	139 54,0	117° 1	40 25
Azinuth 0°	180°, die Nadel abermals auf den Unterlagen umgekehrt	139 23		40 25	40 51,5
Azinuth 0°	180°, die Nadel abermals auf den Unterlagen umgekehrt	140 25		41 18	

Und nach Umkehrung der Pole der Nadel:

Azinuth 0°	180°, die Nadel auf den Unterlagen umgekehrt	34° 1	34° 24,	114° 20'	114° 54'
Azinuth 0°	180°, die Nadel abermals auf den Unterlagen umgekehrt	34 48	129 39,0	115 28	39 34
Azinuth 0°	180°, die Nadel abermals auf den Unterlagen umgekehrt	129 10		39 8	
Azinuth 0°	180°, die Nadel abermals auf den Unterlagen umgekehrt	130 8		40 0	

Die erste Reihe giebt

Die zweite-Reihe

71° 17',8	
71 13,1	
Mittel 71° 15',5	

Die Variationsbussole zeigte eine um 0,5 größere Neigung an, als den 16. December.

Denselben Tag wurde noch die Nertschinskische Nadel *B* beobachtet, in sechs um 60° von einander absteigenden Verticalebenen, unter denen sich der magnetische Meridian selbst auch befand. Die Combination aller Beobachtungen gab:

$$\alpha = 71^\circ 12',6.$$

Die im magnetischen Meridian ausgeführten Beobachtungen gaben für sich allein:

$$71^\circ 15',0.$$

Das erste Resultat ist wohl etwas zu klein.

XV. Humboldt'sche Bussole.

Nadel *B*. Den 7. Januar 1831 Mittags.

Borda'sche Methode gab $71^\circ 14',9$

XVI. Bussole des Observatoriums.

Den 19. Februar 1831 Mittags.

Nadel *B*. Borda'sche Methode $71^\circ 15',0$

Neue Formel.

Die Mayer'sche Formel ist nur da anwendbar, wo die Werthe von θ und θ' sehr verschieden sind. Denn ist $\theta = \theta'$, so haben wir nur zwei Gleichungen zur Bestimmung von drei unbekannten Größen; und ist θ nur wenig von θ' verschieden, so wird die Bestimmung der Neigung nach der Mayer'schen Methode unsicher.

Die Borda'sche Methode ist nur da anwendbar, wo es dem Künstler gelungen ist, dem Schwerpunkt der Nadel eine sehr geringe Entfernung vom Mittelpunkt der Drehung zu geben; sie setzt überdies voraus, daß die magnetische Kraft der Nadel sich durch die Umdrehung der Pole nicht ändert, was nicht immer der Fall ist.

Es ist aber wünschenswerth eine Formel zu finden,
die

die auf diese Aenderung der Intensität Rücksicht nimmt, und doch den Fall, wo Θ nahe gleich Θ' ist, nicht ausschließt.

Diese Formel ist leicht zu finden; man braucht nur auſser der Neigung noch die Zeit zu beobachten, welche die Nadel braucht, um eine gewisse Anzahl von Schwingungen in ihren verschiedenen Stellungen zu vollbringen.

In der That, es sey ν die Zeit einer unendlich kleinen Schwingung der Nadel, wenn deren Neigung gleich Θ ist, und k der Trägheitsmoment der Nadel, so hat man *

$$\nu = \pi \sqrt{\frac{k \sin \Theta}{r \sin \alpha - t \sin \gamma}},$$

wo r , t und γ dasselbe bedeuten, wie in Vorhergehendem.

Wir können nun eben solche Gleichungen für die Neigungen Θ' , Θ'' , Θ''' bilden, bei welchen eine unendlich kleine Schwingung in den Zeiten ν' , ν'' , ν''' vollbracht wird. Wir wollen sie überdies in's Quadrat erheben, und den gemeinschaftlichen Factor π , der doch nachher herausfällt, weglassen. Wir erhalten so:

$$\begin{aligned} \frac{\nu^2}{k} &= \frac{\sin \Theta}{r \sin \alpha - t \sin \gamma} \\ \frac{\nu'^2}{k} &= \frac{\sin \Theta'}{r \sin \alpha - t \sin \gamma} \\ \frac{\nu''^2}{k} &= \frac{\sin \Theta''}{r' \sin \alpha + t \sin \gamma} \\ \frac{\nu'''^2}{k} &= \frac{\sin \Theta'''}{r' \sin \alpha + t \sin \gamma} \end{aligned}$$

und hieraus:

$$\begin{aligned} r \sin \alpha - t \sin \gamma &= \frac{k \sin \Theta}{\nu^2} = \frac{k \sin \Theta'}{\nu'^2} \\ r' \sin \alpha + t \sin \gamma &= \frac{k \sin \Theta''}{\nu''^2} = \frac{k \sin \Theta'''}{\nu'''^2} \end{aligned}$$

Substituirt man diese Werthe in den Gleichungen

*) S. die oft citirte Abhandlung Euler's.

Annal. d. Physik. Bd. 99. St. 4. J. 1831. St. 12.

(I), (II) und (III), die wir im Anfange dieser Abhandlung kennen gelernt haben, so erhält man:

$$\cos \Theta = \frac{\nu^2}{k} (r \cos \alpha + t \cos \gamma)$$

$$\cos \Theta' = \frac{\nu'^2}{k} (r \cos \alpha - t \cos \gamma)$$

$$\cos \Theta'' = \frac{\nu''^2}{k} (r' \cos \alpha - t \cos \gamma)$$

$$\cos \Theta''' = \frac{\nu'''^2}{k} (r \cos \alpha + t \cos \gamma)$$

ferner:

$$\cos \Theta + \cos \Theta' = \frac{2r \cos \alpha}{k} (\nu^2 + \nu'^2)$$

$$\cos \Theta' + \cos \Theta'' = \frac{2r' \cos \alpha}{k} (\nu''^2 + \nu'''^2),$$

und endlich:

$$\frac{r'}{r} = \frac{(\nu^2 + \nu'^2)}{(\nu''^2 + \nu'''^2)} \cdot \frac{(\cos \Theta' + \cos \Theta''')}{(\cos \Theta + \cos \Theta')}$$

Die Gleichungen (I), (II) und (III) geben nun aber unmittelbar:

$$\cot \Theta (r \sin \alpha - t \sin \gamma) = r \cos \alpha + t \cos \gamma$$

$$\cot \Theta' (r \sin \alpha - t \sin \gamma) = r \cos \alpha - t \cos \gamma$$

$$\cot \Theta'' (r' \sin \alpha + t \sin \gamma) = r' \cos \alpha - t \cos \gamma$$

$$\cot \Theta''' (r' \sin \alpha + t \sin \gamma) = r' \cos \alpha + t \cos \gamma$$

hierauf:

$$r \sin \alpha - t \sin \gamma = \frac{2r \cos \alpha}{(\cot \Theta + \cot \Theta')}$$

$$r' \sin \alpha + t \sin \gamma = \frac{2r' \cos \alpha}{\cot \Theta'' + \cot \Theta'''},$$

also endlich:

$$\tan \alpha \left(1 + \frac{r'}{r}\right) = 2 \left[\frac{1}{\cot \Theta + \cot \Theta'} + \frac{r'}{r(\cot \Theta'' + \cot \Theta''')} \right]$$

Substituirt man in dieser Gleichung den eben gefundenen

Werth von $\frac{r'}{r}$, und macht der Kürze wegen:

$$\frac{\nu^2 + \nu'^2}{\cos \Theta + \cos \Theta'} = A \quad \frac{1}{\cot \Theta + \cot \Theta'} = C$$

$$\frac{\nu'^2 + \nu''^2}{\cos \Theta' + \cos \Theta''} = B \quad \frac{1}{\cot \Theta' + \cot \Theta''} = D,$$

so. erhält man:

$$\frac{1}{2} \tan \alpha = \frac{AD + BC}{A + B}.$$

Da es hier nur auf Verhältnisse ankommt, so braucht man nur immer die Dauer von derselben Anzahl von Schwingungen, mit derselben Anfangs-Amplitude anfangend, zu beobachten. Die nachstehenden Beobachtungen sind mit dieser Formel berechnet worden.

XVII. Bussole des Observatoriums.

Nadel *B*, Den 24. Februar 1831.

Die Nadel machte vor der Umkehrung der Pole 50 Oscillationen, von einer Elongation von 10° auf jeder Seite anfangen, in $2' 7''$, und zeigte, im Mittel der vier Beobachtungen, eine Neigung von $71^\circ 34',5$; nämlich:

$$\Theta' = 71^\circ 21',5 \text{ und } \Theta'' = 71^\circ 47',5.$$

Nach Umkehrung der Pole (welche absichtlich mit schwächeren Magneten bewerkstelligt wurde) machte sie dieselbe Anzahl von Schwingungen in $2' 36''$, und zeigte eine Neigung von $70^\circ 49',25$; nämlich $\Theta'' = 70^\circ 29'$ und $\Theta''' = 71^\circ 9',5$. Da die Dauer der Schwingungen nicht bei jeder Stellung der Nadel beobachtet worden ist (diese war in der That unnütz, da die Werthe von Θ und Θ' , und die von Θ'' und Θ''' sehr wenig von einander abwichen), so sind wir gezwungen $\nu = \nu'$ und $\nu'' = \nu'''$ zu setzen. Wir können auch $\cos \Theta + \cos \Theta' = 2 \cos \frac{1}{2}(\Theta + \Theta')$ und $\cos \Theta'' + \cos \Theta''' = 2 \cos \frac{1}{2}(\Theta'' + \Theta''')$ setzen. Substituiert man nun diese Werthe in der obigen Formel, so erhält man:

$$\alpha = 71^\circ 16',5.$$

Wenn man aus den obigen Beobachtungen schlechtweg das Mittel nimmt, so erhält man $71^{\circ} 11',9$.

Als die Nadel wieder eben so kräftig magnetisirt worden war, wie in der ersten Beobachtungsreihe (als sie 50 Oscillationen in $2' 7''$ machte), nur mit umgekehrten Polen, gab sie eine Neigung von $70^{\circ} 58',5$; diese Beobachtung mit dem Resultat der ersten Beobachtungsreihe combinirt, giebt:

$$\alpha = 71^{\circ} 16',4$$

XVIII. Bussole des Observatoriums.

Nadel B. Den 27. Februar 1831.

Erste Reihe. Die Nadel macht 50 Oscillationen in $2' 5'',6$:

$$\theta = 70^{\circ} 57'; \quad \theta' = 71^{\circ} 6'.$$

Zweite Reihe. Die Pole werden umgekehrt. Die Nadel macht 50 Oscillationen in $2' 1'',6$:

$$\theta'' = 71^{\circ} 31'; \quad \theta''' = 71^{\circ} 27'.$$

Dritte Reihe. Die magnetische Kraft der Nadel wurde so weit geschwächt, dafs sie $2' 18'',8$ brauchte, um 50 Schwingungen zu machen:

$$\theta'' = 71^{\circ} 29'; \quad \theta''' = 71^{\circ} 38',5.$$

Vierte Reihe. Die magnetische Kraft der Nadel wurde noch mehr geschwächt, so dafs sie $4' 6''$ brauchte, um 50 Oscillationen zu machen:

$$\theta'' = 71^{\circ} 59',0; \quad \theta''' = 72^{\circ} 22',5.$$

Das Mittel aus der ersten und zweiten Reihe ist $71^{\circ} 15',3$
Nach unserer Formel berechnet geben diese bei-

den Reihen $71^{\circ} 15',5$

Das Mittel aus der ersten und dritten Reihe ist $71^{\circ} 17',6$
Nach unserer Formel berechnet geben diese bei-

den Reihen $71^{\circ} 16,0$

Das Mittel aus der ersten und vierten Reihe ist $71^{\circ} 36',2$
Nach unserer Formel berechnet geben diese bei-

den Reihen $71^{\circ} 15',6$

XIX. Den 31. März 1831.

Ich hatte eine neue Nadel zur Axe der Nadel *A* der Bussole des Observatoriums anfertigen lassen, die absichtlich sehr schlecht aequilibrirt war.

Es wurden 120 Oscillationen gezählt.

Ich fand folgende Werthe:

$$\theta = 81^{\circ} 10',5; \quad \nu = 225'',2$$

$$\theta' = 78 \quad 50,0; \quad \nu' = 225,7.$$

Als die Pole umgekehrt wurden, gab ich der Nadel einen viel schwächeren Magnetismus, so daß sich die Nadel gar nicht einmal umkehrte, sondern mit dem Südpol sich nach unten richtete; sie gab nun:

$$\theta'' = 270^{\circ} 47'; \quad \nu'' = 357'',8$$

$$\theta''' = 277 \quad 31; \quad \nu''' = 364,0.$$

Die Winkel sind, wie immer, vom Horizonte ab nach oben hinauf bis zur Südspitze der Nadel gezählt.

Diese Werthe in unsere Formel substituirt, geben:

$$\alpha = 71^{\circ} 20',5.$$

Die Variationsbussole zeigte eine Zunahme der Neigung von 2,5 seit dem 27. Februar an.

(Wird vom Verfasser fortgesetzt.)

II. *Bestimmung der magnetischen Declination, Inclination und Intensität für Berlin.*

(Aus einem Schreiben des Hrn. Dr. Erman an den Herausgeber.)

— Bei der steten Aufmerksamkeit, die Sie in den Annalen der Messung periodischer Schwankungen der magnetischen Erscheinungen geschenkt haben, glaube ich, es könne Ihnen angenehm seyn, diese Veränderungen nun auch an absolute Größen zu knüpfen, deren Bestimmung für einen jeden Ort, wie es mir scheint, der Beobachtung der Variationen eben so sehr vorhergehen müßte,