III. *Untersuchungen über die magnetische Abweichung von St. Petersburg, und ihre monatlichen und jährlichen Veränderungen;*
von A. T. Kupffer.

(Auszug aus einer größeren Abhandlung, die in der Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg vorgelesen wurde.)

Die magnetische Abweichung läßt sich mit den Instrumenten, die bis jetzt in Gebrauch gekommen sind, genauer bestimmen, als die Neigung, weil von den zwei Kräften, welche jede Nadel sollicitiren, die magnetische Kraft der Erde und die Schwere, die letztere vollkommen aufgehoben wird, wenn man die Nadel horizontal an einem ungedrehten Seidenfaden aufhängt; eine solche Nadel stellt sich also schon von selbst genau in den magnetischen Meridian.

Unter so vielen Vorrichtungen, die man zur Bestimmung der magnetischen Abweichung erdacht hat, scheint die Gambey'sche Bussole die größte Genauigkeit zu versprechen, wenn man auf die Aufstellung derselben die gehörige Sorgfalt verwenden kann, und es vergönnt ist, mit Ruhe zu beobachten; auf der Reise freilich ist dieses Instrument nicht bequem, und kaun mit Vortheil durch andere Vorrichtungen, unter denen sich besonders die Bessel'sche auszeichnet, ersetzt werden.

Die Construction der Gambey'schen Bussole ist so bekannt, daß ich nicht nöthig habe, hier eine ausführlichere Beschreibung derselben zu geben; ich will nur auf ihre Hauptstücke aufmerksam machen, damit der Leser die folgende Darstellung meiner Beobachtungsmethode verstehen könne, ohne eine Beschreibung des Instruments *) zur Hand zu nehmen.

*) Siehe z. B. Biot's *Précis element. de physiq. T. II p. 114.*

Der Fuß des Instruments besteht aus einer verticalen Axe, welche, wie gewöhnlich, von drei horizontalen Radien getragen wird, an deren Enden sich die Fußschrauben befinden. Diese Axe bildet einen aufrechten abgekürzten Kegel, und paßt in einen Hohlkegel, der sich frei um die Axe dreht: dieser Hohlkegel, dessen engere Oeffnung nach oben gekehrt ist, ist hier an den Mittelpunkt eines getheilten Azimuthalkreises geschraubt, so daß der Kreis um die Axe und um seinen Mittelpunkt gedreht werden kann, ohne aus einer auf die Axe senkrechten Ebene herauszugehen. Der Kreis ist vermittelt einer Mikrometerschraube mit einem der drei Füße des Instruments fest verbunden: er trägt überdies ein horizontales Fernrohr mit Fadenkreuz, welches man auf einen entfernten Gegenstand richtet, um sicher zu seyn, daß sich die Lage des getheilten Kreises während der Beobachtung (die immer mehrere Stunden dauert) nicht verändert hat; sollte dieses geschehen seyn, so kann man den Kreis vermittelt der eben bezeichneten Mikrometerschraube wieder in die frühere Lage bringen.

Die oben beschriebene Axe des Instruments ist senkrecht durchbohrt, und nimmt eine zweite Axe auf, die wir vorzugsweise die Axe des Instruments nennen wollen. Diese Axe trägt eine starke viereckigte, horizontale Platte, auf welcher sich, auf demselben Durchmesser und in gleichen Entfernungen vom Mittelpunkt der Axe, zwei Säulen erheben. Ein hölzerner Kasten, lang und eng, welcher dazu bestimmt ist, die Nadel einzuschließen, ruht auf derselben Platte, zwischen den beiden Säulen, so daß die Länge des Kastens mit einer durch die beiden Säulen gezogenen Horizontallinie einen rechten Winkel macht. Die Nadel ist im Innern dieses Kastens aufgehängt, an einem Bündel von seidenen ungedrehten Faden: das obere Ende des Bündels ist auf einen horizontalen Cylinder aufgerollt, welcher auf einem, die beiden Säulen im Zweidrittheil ihrer Höhe verbindenden Querlineal so ruht, daß

nicht nur der Faden mehr oder weniger aufgerollt, sondern auch um sich selbst gedreht werden kann; vermöge der letzteren Bewegung kann man die Fäden vollkommen ausdehnen, wenn sie noch eine geringe Torsion haben sollten.

Die beiden Säulen tragen auf ihren oberen Enden gabelförmige Unterlagen, auf welche man die Axe eines kleinen Passagefernrohrs stellen kann; eine der Unterlagen kann höher und niedriger gestellt werden, um der Axe des Fernrohrs eine vollkommen horizontale Lage zu geben.

Der Kasten, welcher die Nadel einschließt, ist da, wo die Enden der Nadel sind, so durchbohrt, daß man diese Enden durch das Fernrohr sehen kann; die Oeffnungen sind durch Parallelgläser verschlossen. Die Nadel trägt an beiden Enden Ringe mit Kreuzfaden, nach deren Durchschnittspunkt man visiren kann.

Zwei diametral entgegengesetzte Alidaden mit Verniers sind an derselben Platte befestigt, auf welcher sich die beiden Säulen erheben; diese Verniers durchlaufen den getheilten Kreis, wenn man das Instrument um seine Verticalaxe dreht.

Da man das Fernrohr abwechselnd nach den Enden der Nadel und nach einem entfernten Gegenstand oder nach einem Stern richtet, so muß es so eingerichtet seyn, daß man nahe und entfernte Gegenstände gleich gut damit sehen kann. Zu diesem Ende hat man dem Fernrohr zwei Objectivgläser gegeben, ein gewöhnliches und ein kleineres, welches die Mitte des größeren bedeckt. Es ist klar, daß ein solches doppeltes Objectivglas eine sehr verschiedene Focalweite hat, je nachdem die Lichtstrahlen eines Objects bloß durch das eine Glas, oder durch beide zugleich fallen, im ersteren Falle werden entfernte, im zweiten nahe Gegenstände durch das Fernrohr sichtbar seyn. Um diese beiden Wirkungen zu isoliren, hat man für das Objectiv zwei besondere Deckel; der eine

hat blofs in der Mitte ein Loch, welches gerade so grofs ist, als das kleinere Objectivglas; schiebt man diesen auf das Fernrohr, so sind alle Lichtstrahlen gezwungen durch beide Objective zugleich zu gehen, und das Fernrohr dient als Mikroskop; der andere Deckel hingegen ist so durchgeschnitten, dafs das kleine Objectivglas bedeckt, und das grofse unbedeckt gelassen wird, dann gehen alle Lichtstrahlen blofs durch das grofse Objectivglas, und das Fernrohr dient, um entfernte Gegenstände zu sehen. Es kommt hier hauptsächlich darauf an, den beiden Objectivgläsern eine solche respective Stellung zu geben, dafs die optischen Axen des Fernrohrs sowohl als des Mikroskops in dieselbe auf die Drehungsaxe des Fernrohrs senkrechte Ebene fallen. Um dieses zu erreichen, sind die beiden Objectivgläser mit Correctionsschrauben versehen, so dafs man sie in einer auf die optische Axe senkrechten, und mit der Axe des Fernrohrs parallelen Richtung hin und her schieben kann. Um ihnen die gehörige Stellung zu geben, dient eine eigene Vorrichtung, welche folgende Construction hat:

Auf einem viereckigten Brett erheben sich zwei niedrige, gabelförmige Unterlagen, welche dieselbe Entfernung von einander haben, als die Unterlagen des Passagefernrohrs, die auf den beiden Säulen der Bussole befestigt sind. Nachdem man die Röhre, welche Fadenkreuz und Ocular enthält, herausgezogen, stellt man das Fernrohr auf diese Unterlagen. Wenn nun das Fernrohr so liegt, in einer horizontalen Lage, so befindet sich in der Verlängerung seiner optischen Axe, im Brennpunkt des Objectivs, ein Fadenkreuz, welches auf demselben Brette befestigt ist. Dieses Fadenkreuz kann näher und weiter geschoben werden, um das im Brennpunkt des Objectivs sich befindende Bild in die Ebene des Fadenkreuzes zu bringen. Das Fernrohr selbst kann rechts und links hingeschoben werden, um eine völlige Coincidenz der Bilder und des Durchschnittspunkts des Faden-

kreuzes bewirken zu können. Um Fadenkreuz und Bild besser sehen zu können, als es mit bloßem Auge möglich wäre, stellt man ein Ocular vor dieselben, etwa dasselbe Ocular des Fernrohrs, das man eben herausgezogen hat. Man richtet nun erst das Fernrohr auf einen entfernten Gegenstand, nachdem man das Objectiv mit dem zugehörigen Deckel bedeckt hat, und kehrt dann das Fernrohr auf den Unterlagen um, und sieht zu, ob das Bild des entfernten Gegenstandes noch in das Fadenkreuz fällt; ist das nicht der Fall, so stellt man das grössere Objectivglas so lange, bis die Coïncidenz in beiden entgegengesetzten Lagen des Fernrohrs stattfindet. Es versteht sich von selbst, daß die Axe des Fernrohrs sich immer zwischen denselben Punkten befinden muß; um dieses zu bewirken, befindet sich die Axe des Fernrohrs immer zwischen einer Feder und einer auf dem Brette fixirten Messingplatte geklemmt. Ist nun das große Objectivglas berichtigt, so nimmt man dieselbe Operation mit dem kleineren vor; hier braucht man einen nahen Gegenstand, etwa wieder ein Fadenkreuz, welches ebenfalls auf dem Brette in der Richtung des Fernrohrs befestigt ist.

Es ist klar, daß die Coïncidenz der Bilder mit dem unbeweglichen Fadenkreuz in den beiden entgegengesetzten Lagen des Fernrohrs nur dann stattfinden kann, wenn die beiden optischen Axen in derselben auf der Drehungsaxe des Fernrohrs senkrechten, und durch die Mitte derselben gehenden Ebene liegen. Wenn man nun das Fadenkreuz, mit welchem man beobachtet (und welches man während der eben beschriebenen Berichtigung bei Seite gelegt hat), wieder hineinschiebt, so ist es gut, Sorge dafür zu tragen (obgleich dies nicht durchaus nothwendig ist), daß dieses Fadenkreuz wieder in die eben berichtigte optische Axe des Fernrohrs komme, welches leicht auf die gewöhnliche Art bewerkstelligt werden kann, indem man nämlich das Fadenkreuz so lange hin- und

herschreibt, bis das Bild eines entfernten Gegenstandes in beiden entgegengesetzten Lagen des Fernrohrs in's Fadenkreuz fällt.

Nach dieser vorläufigen Verifikation muß man noch den Bündel von Seidenfaden, an welchen die Nadel gehängt werden soll, vollständig ausdrehen. Zu diesem Ende hängt man an den Bügel, welcher dazu bestimmt ist, die Nadel aufzunehmen, erst einen Cylinder von Kupfer, der dasselbe Gewicht hat, als die Nadel; man wartet bis dieser Cylinder zu Ruhe kommt, und giebt ihm nun, indem man den Faden um sich selbst dreht, eine solche Lage, daß, wenn man nachher die Nadel einhängt, diese keine neue Torsion hervorbringt. Um dies mit Genauigkeit zu bewerkstelligen, thut man am besten, wenn man statt der gebräuchlichen kurzen Cylinder eine messingene Stange anwendet, die eben so lang ist, als die Nadel, und dreht nun den Faden so lange, bis die beiden Enden der Stange, bei völliger Ruhe derselben, in das Fadenkreuz des Fernrohrs fallen. Wir werden weiterhin sehen, daß eine gewisse Torsion des Fadens einen bedeutenden Fehler in der Abweichung hervorbringen kann, und daß also eine große Vorsicht hier nicht unnütz ist.

Jetzt stellt man die Axe des Instruments vertical, mittelst der Fußschrauben und einer Libelle, die man auf die Axe des Fernrohrs setzt, und welche deshalb mit zwei gabelförmigen Füßen versehen ist. Endlich verificirt man noch die Horizontalität der Axe des Fernrohrs, mittelst der Libelle, welche auf der Axe des Fernrohrs ruht, und welche man umkehren kann, mit dem Fernrohr zugleich und auch allein, so daß man selbst einen etwaigen Unterschied in der Dicke der beiden Axen des Fernrohrs berücksichtigen könnte.

Nun kann man die Beobachtung selbst anfangen. Man hängt die Nadel an den Faden, und wartet bis sie vollkommen ruhig ist. Man bedeckt das Objectiv des Fernrohrs mit demjenigen Deckel, der es zum Mikros-

kop macht, und richtet es erst auf das eine, dann auf das andere Ende der Nadel, und liest die Grade, Minuten und Secunden ab, welche die beiden Alidaden auf dem getheilten Kreise anzeigen. Unterdeß kommt die Nadel gewöhnlich etwas in Bewegung; um nicht warten zu müssen, bis die Nadel wieder zur Ruhe kommt, visirt man so, daß die Schwingungen derselben zu beiden Seiten des Fadenkreuzes gleich sind, oder die Dauer einer halben Schwingung rechts, der Dauer einer halben Schwingung links gleich ist.

Nun dreht man die Nadel um ihre magnetische (horizontale) Axe um 180° herum, legt auch das Fernrohr um, und beobachtet noch einmal beide Enden der Nadel. Durch das Umdrehen der Nadel wird derjenige Fehler negativ, welcher entsteht, wenn eine durch die beiden Enden der Nadel gezogene Linie nicht mit der magnetischen Axe der Nadel parallel läuft; durch das Umlegen des Fernrohrs bekommt derjenige Fehler ein entgegengesetztes Zeichen, welcher entsteht, wenn die optische Axe des Fernrohrs nicht senkrecht auf der Drehungsaxe derselben ist. Das Mittel aus den vier Beobachtungen giebt also die wahre Richtung der magnetischen Axe der Nadel in Bezug auf den Nullpunkt des getheilten Kreises.

Um nun den Winkel zu finden, den diese Richtung (oder der magnetische Meridian) mit dem terrestrischen Meridian macht, richtet man das Fernrohr auf einen entfernten Gegenstand, dessen Azimuth bekannt ist, und liest wieder auf dem getheilten Kreise ab; man wiederholt dieselbe Operation, nachdem man das Fernrohr umgelegt hat. Man kann noch zwei andere ähnliche Beobachtungen machen, nachdem man die Verticalaxe des Instruments um 180° gedreht hat.

Das Mittel aus diesen vier Beobachtungen, vom Mittel aus den ersten vier Beobachtungen abgezogen, giebt offenbar den zwischen dem magnetischen Meridian und

dem entfernten Gegenstande enthaltenen Winkel; und da das Azimuth dieses Gegenstandes bekannt ist, so kann man leicht das Azimuth des magnetischen Meridians, oder die magnetische Abweichung, finden.

Um ein von den stündlichen Variationen der Abweichung unabhängiges Resultat zu erhalten, wurde immer neben der Declinationsnadel noch die Bussole für die stündlichen Variationen der Abweichung beobachtet. Diese Bussole besteht aus einer an Seidenfäden aufgehängten Nadel, deren beide Enden durch Mikroskope beobachtet werden; man findet eine genauere Beschreibung derselben in dem eben angeführten Werke von Biot. Da die Nadeln nicht so weit aus einander gestellt werden konnten, um allen gegenseitigen Einfluß zu vernichten, so wurde dieser Einfluß genau bestimmt, durch Umkehren der Nadel. Alle diese Beobachtungen wurden in dem kleinen magnetischen Observatorium der Academie vorgenommen, in dessen Construction sich kein Eisen befindet.

Vor allen Dingen mußte das Azimuth des entfernten Gegenstandes mit Genauigkeit bestimmt werden. Dieser Gegenstand war ein schwarzer Punkt auf einem entfernten Schornstein. Ein Gambey'scher Theodolit mit einem Horizontalkreis und einem Verticalkreis, jeder von 10 Zoll Durchmesser, wurde dazu gebraucht. In der Abhandlung, von welcher diese nur ein Auszug ist, finden sich alle Beobachtungen ausführlich aufgezeichnet; hier gebe ich nur die Resultate.

Da die Polaris aus dem magnetischen Observatorium nicht sichtbar ist, so wurde γ und η Ursae majoris beobachtet, zu einer Zeit, da ihr Stundenwinkel nahe 90° betrug; die Zeit wurde aus Höhenmessungen derselben Sterne bestimmt. Die Polhöhe wurde theils durch directe Beobachtungen der Polaris (unter freiem Himmel vorgenommen) bestimmt, theils aus der Lage des magnetischen Observatoriums gegen die nahe gelegene Sternwarte be-

rechnet. Beide Resultate stimmten (wohl nur zufällig) bis auf einen Bruch einer Secunde. Die Beobachtungen wurden nach den Berliner Ephemeriden berechnet.

Den 1. October 1831 fand ich, aus Beobachtungen von η Ursae majoris

Azimuth des schwarzen Flecks	41° 55' 6",9
Und aus Beobachtungen von γ Ursae maj.	41 55 8,0
	<hr/> Mittel 41° 55' 7",5

Den 9. October gaben die Beobachtungen:

mit η Ursae majoris	41° 55' 17",4
mit γ Ursae majoris	41 55 1,7
	<hr/> Mittel 41° 55' 9",6

Hier geben die beiden Sterne sehr abweichende Resultate; ihr Mittel aber kommt dem erstgefundenen sehr nahe. Man kann also das Azimuth des schwarzen Punktes ansetzen zu:

$$41^{\circ} 55' 8",5.$$

Hier folgen nun die Beobachtungen der Abweichung selbst.

I. Den 1. Juni 1830, um 1 Uhr Nachmittags.

Diese Beobachtung wurde mit einer Bussole angestellt, die nachher mit Hr. George Fuhs nach Peking geschickt wurde, und sich noch daselbst befindet.

Das Fernrohr auf das Nordende d. Nad. gerichtet.	178° 58' 40"
- - - das Südende - - -	179 11 30
Fernrohr umgelegt u. Nadel umgek., Nordende	179 9 00
- - - - - Südende	178 54 10
	<hr/> Mittel 179° 3' 20"

Das Azimuth wurde diesmal direct bestimmt, indem man den Durchgang der Sonne durch den Verticalfaden des Fernrohrs beobachtete.

	Mittlere Zeit.	Mittel aus den Able- sungen der Alidaden.
Erster Durchgang	0° 46' 53",6	153° 42' 10"
Zweiter Durchgang	0 53 53,1	151 10 00

Die erste Beobachtung giebt für die magnetische
Abweichung $6^{\circ} 54' 40''$ westlich
Die zweite Beobachtung giebt $6\ 54\ 58$ -

Mittel $6^{\circ} 54' 49''$

II. Den 26. Sept. 1830, zwischen 2 und 3 Uhr Nachm.

Diese Beobachtung wurde noch unter freiem Himmel
angestellt, auf der Treppe des Observatoriums.

Der Winkel zwischen der magnetischen Axe der Na-
del und einem entfernten Kirchenkreuz wurde gleich
 $42^{\circ} 57' 41''$

gefunden.

Das Azimuth des Kirchenkreuzes wurde ebenfalls
aus Sonnendurchgängen, aber diesmal mit dem Theodo-
liten bestimmt, und gleich

$49^{\circ} 31' 36''$ *)

gefunden.

Also, magnetische Abweichung $6^{\circ} 33' 55''$.

Zugleich wurde der Gang der Variationsnadel beob-
achtet. Diese gab

in Anfange der Beobachtung	25 ^m ,97
am Ende - - -	26 ,33
	<hr/> Mittel 26 ^m ,15.

Die beiden Bussolen waren weit genug von einan-
der entfernt, dafs kein gegenseitiger Einfluß stattfinden
konnte.

Den

*) Diese Bestimmung ist vielleicht nicht sehr genau, weil ich nicht
weiß, ob der Theodolit genau auf dieselbe Stelle gesetzt wurde,
wo die Bussole gestanden hatte. Da die Entfernung der Kirche
nicht sehr groß ist, so kann dieser Unterschied einen ziemlich
bedeutenden Fehler hervorgebracht haben.

Den 23. und 24. September war der Gang der Variationsnadel von Stunde zu Stunde, Tag und Nacht, beobachtet worden.

Wir wollen das Mittel aus dem Maximum und Minimum der Abweichung jedes Tages als die wahre mittlere Abweichung des Tages ansehen.

Den 23. September fand das Minimum der westlichen Abweichung um 7^h 40' Morgens statt; die Variationsbussole gab

26,620

An demselben Tage trat das Maximum um 1^h 40'

ein, mit

26,000

Mittlere Stellung 26,310

Den 24. September trat das Minimum um 8 Uhr

Morgens ein, mit

26,765

Das Minimum um 1 Uhr, mit

25,970

Mittlere Stellung 26,368

Also mittlere Stellung für beide Tage

26,339

Während der obigen Beobachtung war die mitt-

lere Stellung

26,150

Differenz 0,189

Diese Differenz, in Bogen ausgedrückt, muß von der oben gefundenen Abweichung abgezogen werden, um sie auf die mittlere Stellung der Nadel am 23. und 24. September zu reduciren.

Die Entfernung der beiden Mikroskope der Variationsnadel ist 0^m,1730. Jedes Millimeter giebt also einen Bogen, dessen Sinus $\frac{1}{256.5}$; oder:

$$1^m = 14' 32'',2 = 14,54.$$

Man findet auf diese Weise:

$$0^m,189 = 2' 44''.$$

Die mittlere Abweichung vom 23. und 24. September war also:

$$6^\circ 31' 11''.$$

III. Den 23. März 1831.

Declinationsbussole. Bussole für die Variationen.

114° 7' 00"	26,075
114 24 5	26,075
Mittel 114° 15' 32",5	26,075.

Nach der letzten Beobachtung wurde die Declinationsnadel herabgelassen, und die verticale Axe des Instruments um 180° herumgedreht, so daß der Südpol der Nadel nach Norden, der Nordpol nach Süden zu liegen kam. Nun gab die Bussole für die Variationen 26,155 hievon 26,075 abgezogen, giebt den doppelten Einfluß, den die Inclinationsnadel auf die Stellung der Variationsnadel ausübt, gleich 0,080, also die Correction für die Variationsnadel +0,040

Und nachdem die Nadel umgekehrt und das Fernrohr umgelegt worden:

114° 11' 25"	26,39
114 13 25	26,46
Mittel 114° 12' 25"	26,425.

Die Declinationsnadel abermals herabgelassen und umgekehrt 26,575, welches für die Correction +0,058 giebt, also im Mittel +0,049

Um den Einfluß der Variationsnadel auf die Stellung der Declinationsnadel zu finden, wurden noch folgende Beobachtungen angestellt:

114° 24' 25"
27 25
Mittel 114° 25' 55.

Und nachdem die Variationsnadel um 180° um eine verticale Axe gedreht worden war:

114° 24' 5"
114 21 0
Mittel 114° 22' 32",5.

Diefs giebt für die doppelte Correction — 3' 22",5
 also für die einfache — 1 41,3

Jetzt wurde dieß Fernrohr auf den schwarzen Punkt auf dem Schornstein gerichtet. Das Mittel aller vier Beobachtungen, vor und nach Umlegung des Fernrohrs, und vor und nach Umkehrung der Verticalaxe 65° 47' 35".

Recapitulation.

	Declinationsbussole.	Variationsbussole.
Erstes Mittel	114° 15' 32",5	26,075
Zweites Mittel	114 12 25,0	26,425
Mittel	114° 13' 58",8	26,250.

Correction für den gegen-
 seitigen Einfl. d. Nadeln

— 1' 41",3 + 0,048

114° 12' 17",5

65 47 35",0

48° 24' 42",5

Az. des schw. Punktes

41° 55' 8",5

Declination

6° 29' 31",0.

Den 20. und 21. März wurde abermals der Gang der Variationsnadel Tag und Nacht von 20' zu 20' beobachtet.

Den 20. März trat das Minim. um 8^h 40' ein, mit 26^{mm},920

Denselben Tag trat das Max. um 2^h 40' ein, mit 26 ,315

Den 21. März fand das Minim. um 9^h 20' statt, mit 26 ,875

Das Maximum um 2^h 20', mit 25 ,950

Mittel 26^{mm},515

Man sieht hieraus, dafs, wenn man die mittlere Abweichung des 20. und 21. März finden will, man von dem oben gefundenen Werthe der Abweichung 0^{mm},216 = 3' 8",5 abziehen mufs. Man findet auf diese Weise:

Mittlere Abweichung für den 20. und 21. März 1831

6° 26' 25",4 westlich.

Ich halte es für überflüssig, noch ferner die einzelnen Beobachtungen zu geben, und setze deshalb bloß die Endresultate her.

IV. Den 26. April 1831.

Declinationsbussole. Variationsbussole.

6° 33' 27",5 26,012.

Diese Beobachtung giebt, auf die mittlere Abweichung vom 20. und 21. März reducirt:

6° 26' 8",7.

Dieser Werth ist nur um 17" von den vorhergehenden verschieden.

V. Den 18. Mai 1831.

Declinationsbussole. Variationsbussole.

6° 35' 6",5 27,257.

Diese Beobachtung ist mit der vorhergehenden nicht vergleichbar, weil die Variationsbussole nicht mehr genau dieselbe Lage hatte, als in den vorhergehenden Beobachtungen.

Den 4. und 5. Mai wurde der Gang der Variationsnadel wieder von 20' zu 20' beobachtet.

Den 4. Mai stellte sich das Minimum um 8 Uhr

Morgens ein, mit 28,410

Das Maximum um 2 Uhr, mit 26,975

Den 5. Mai das Minimum um 7^h 20', mit 28,415

Das Maximum um 1 Uhr, mit 27,450

Mittel 27,813

Reducirt man hiernach die obige Beobachtung auf den 4. und 5. Mai, so erhält man:

6° 27' 1",5.

VI. Den 28. Juni 1831.

Declinationsbussole. Variationsbussole.

6° 30' 46",5 26,471.

Den 21. und 22. Juni wurde wieder der Gang der Variationsnadel Tag und Nacht, von 20' zu 20', beobachtet.

Den 21. Juni, Minimum	27,030
- - - Maximum	25,730
Den 22. Juni, Minimum	27,410
- - - Maximum	26,125
	<hr/> Mittel 26,574

Also mittlere Declination am 21. und 22. Juni:

6° 29' 16",7.

VII. Den 31. August 1831.

Declinationsbussole. Variationsbussole.

6° 32' 14" 26^{mm},453.

Den 6. und 7. August wurde der Gang der Variationsnadel abermals Tag und Nacht, von 20' zu 20', beobachtet.

Den 6. August, Minimum um 8 Uhr Morg.	27,225
- - - Maximum um 1 Uhr Nachm.	25,635
Den 7. August, Minimum um 7 Uhr Morg.	27,300
- - - Maximum um 1 Uhr Nachm.	25,610
	<hr/> Mittel 26,443

Die mittlere Declination war also am 6. und 7. August:

6° 32' 5",2.

Den 23. und 24. September wurden ähnliche Beobachtungen über den Gang der Variationsnadel gemacht.

Den 23. September, Minim. um 8 ^h 40' Morg.	27,105
- - - Max. um 0 ^h 40' Nachm.	25,910 *)
Den 24. September, Minim. um 7 ^h 40' Morg.	27,090
- - - Max. um 1 ^h 20' Nachm.	26,360
	<hr/> Mittel 26,691.

*) Um 3^h 20' war die Stellung der Nadel noch westlicher, aber sie oscillirte dabei so heftig, daß dies als eine Anomalie anzusehen ist.

Vergleicht man dieses Mittel mit dem Mittel aus den Beobachtungen vom 6. und 7. August, so erhält man für die mittlere Abweichung am 23. und 24. September:

$6^{\circ} 28' 29'',9$.

In unserem Klima ist das Oeffnen der Fenster im Winter mit Schwierigkeiten verbunden; es war also wünschenswerth, für diese Jahreszeit einen Gegenstand im Beobachtungszimmer selbst zu haben, um darnach zu visiren. So ein Gegenstand konnte bei Nacht erleuchtet werden, so daß die langen Abende nicht unbenutzt hingingen.

Da ein gewöhnlicher Gegenstand, im Beobachtungszimmer selbst aufgestellt, keine hinreichende Entfernung haben kann, so konnte hier keine andere Methode angewandt werden, als die von Grofs vorgeschlagene, welche darin besteht, daß man ein Fernrohr, mit einem im Brennpunkte des Objectivs befindlichen Fadenkreuze, so befestigt, daß man das Fadenkreuz, durch das Objectiv hindurch, mit dem Fernrohr der Bussole sehen kann. Es ist klar, daß die von dem Fadenkreuze ausgehenden Lichtstrahlen von dem Objectiv des fixen Fernrohrs so gebrochen werden, daß sie parallel aus demselben heraustreten; es ist also eben so, als wenn das Fadenkreuz unendlich weit entfernt wäre.

Es ist wahr, daß hier alles darauf ankommt, ob das fixe Fernrohr immer genau dieselbe Lage behält; die geringste Drchung könnte einen bedeutenden Fehler hervorbringen. Wenn man indessen die Azimuthunterschiede des Fadenkreuzes und irgend eines entfernten Gegenstandes von Zeit zu Zeit immer wieder von Neuem bestimmt, so kann sich hier nicht wohl ein bedeutender Fehler einschleichen; und unbedeutende Fehler von wenigen Sekunden können für unseren Zweck vernachlässigt werden.

Da ich mich häufig davon überzeugt hatte, daß der Azimutbalkreis während der Beobachtungen seine Lage nicht änderte, so nahm ich die Mikrometerschraube, durch

welche der getheilte Kreis mit einem Fufse des Instruments in Verbindung steht, und das Versicherungsfernrohr ganz fort, und brachte eine festere Vereinigung dadurch hervor, dafs ich den vom Kreise vertical herabgehenden Arm, an welchem das Versicherungsfernrohr angeschoben war, durch eine Klemmschraube fest an einen der Füfse des Instruments festklebte. Ich hatte so den Vortheil, den Winkel zwischen Nadel und entfernten Gegenstand an drei verschiedenen Stellen des Kreises messen zu können, je nachdem ich den Kreis an den ersten, zweiten oder dritten Fufs klemmte; durch eine solche dreifache Beobachtung mußten nicht nur die Fehler der Eintheilung zum Theil verschwinden, sondern auch derjenige Fehler, welcher entsteht, wenn der Kreis nicht vollkommen senkrecht auf der Axe des Instruments steht. In der folgenden Beobachtung habe ich, um Zeit zu ersparen, nur in der ersten Lage des Kreises eine vollständige Beobachtung gemacht, in der zweiten und dritten aber in jeder Lage eine halbe, so dafs erst ihr Mittel die wahre Abweichung geben konnte.

VIII. Den 10. December 1831.

Die vollständige Beobachtung gab:

Declinationsbussole.	Variationsbussole.
a) $6^{\circ} 26' 58'',5$	26,700.

Nun wurde der Kreis losgelöst, ungefähr um 120° gedreht, und an den nächstfolgenden Fufs geklemmt. Nadel und Fernrohr blieben in derselben Lage, und gaben:

$6^{\circ} 22' 46'',8$	26,670.
------------------------	---------

Das Fernrohr wurde nun umgelegt, die Nadel umgekehrt, und der Kreis noch um 120° weiter geschoben; nun fand ich:

$6^{\circ} 31' 36'',2$	26,553.
------------------------	---------

Das Mittel dieser beiden Werthe giebt erst die wahre Abweichung:

b) $6^{\circ} 27' 11'',5$	26,612.
---------------------------	---------

Wir wollen das Mittel aus beiden Werthen nehmen:

Declinationsbussole.	Variationsbussole.
6° 26' 58',5	26,700
6 27 11,5	26,612
<hr/> Mittel 6° 27' 5",0	<hr/> 26,656.

Den 5. und 6. November wurde der Gang der Variationsnadel abermals von 20' zu 20' beobachtet, Tag und Nacht.

Den 5. November trat das Minimum um 8 Uhr

Morgens ein, bei	26,945
Den 5. November das Maximum um 2 ^h 20'	26,515
Den 6. November das Minim. um 9 Uhr Morg.	26,925
- - - das Max. um 1 ^h 20'	26,245

Mittel 26,658

Man sieht hieraus, daß die obigen Beobachtungen keine Reduction bedürfen.

Die mittlere Abweichung war also am 5. und 6. November:

6° 27' 5".

Den 21. und 22. December wurden ebenfalls Beobachtungen von 20' zu 20' gemacht.

Den 21. December Minimum um 8 ^h 20', bei	26,770
- - - Maximum um 1 Uhr, bei	26,520
Den 22. December Minimum um 7 Uhr Morg.	26,745
- - - Maximum um 1 ^h 30'	26,595

Mittel 26,658

Man sieht, daß die mittlere Abweichung am 21. und 22. December genau dieselbe war, als am 5. und 6. November.

IX. Den 13. bis 15. Januar 1832.

Die drei Beobachtungen, in drei verschiedenen Lagen des Kreises, wurden vollständig gemacht:

1) $6^{\circ} 25' 42'',4$ 2) $6 \quad 27 \quad 13,0$ 3) $6 \quad 25 \quad 36,1$

Mittel $6^{\circ} 26' 10'',5$.

Diese Beobachtungen dauerten drei Tage, man kann also wohl ihr Mittel als die mittlere Abweichung dieser Tage ansehen, besonders da die tägliche Variation in dieser Jahreszeit ganz unbedeutend ist.

Ich habe den Gang der Variationsnadel nicht mit hieher gesetzt, weil das öftere Umkehren derselben, zur Bestimmung ihres Einflusses auf die Declinationsnadel, eine solche Drehung im Aufhängefaden hervorgebracht hatte, dafs ihre Anzeigen nicht mehr vergleichbar blieben.

X. Den 21. Januar 1832.

Declinationsbussole. Variationsbussole.

 $6^{\circ} 26' 35'',4$

26,934.

XI. Von dem 22. bis 28. Januar.

1) Den 22. Januar:

 $6^{\circ} 28' 8'',5$

26,815.

2) Den 26. Januar um 2 Uhr Nachm. Der Kreis war um 120° weiter geschoben worden:

 $6^{\circ} 26' 53'',4$

26,879.

3) Den 28. Januar um 10 Uhr. Morg. Der Kreis war noch um 120° weiter geschoben worden:

 $6^{\circ} 22' 52'',2$

27,229.

Diese Beobachtungen weichen nicht so sehr von einander ab, als es auf den ersten Anblick scheint. Da der Gang der Variationsnadel zugleich ist beobachtet worden, so ist es leicht, eine Beobachtung auf die andere zu reduciren. Man findet, wenn man die beiden letzten Beobachtungen auf den Augenblick der ersten reducirt:

Für die zweite $6^{\circ} 27' 49'',2$ Für die dritte $6 \quad 29 \quad 3,9$

Mittel $6^{\circ} 28' 26'',6$.

Die erste Beobachtung stimmt auch vortrefflich mit der Beobachtung (X); denn wenn man diese auf den Augenblick reducirt, für welchen die erste Beobachtung gilt, so findet man:

$$6^{\circ} 28' 12'',4.$$

Nimmt man das Mittel aus den vier Werthen, so erhält man:

$$6^{\circ} 26' 8'',1 \text{ bei } 26,961.$$

Den 3. und 4. Februar wurde der Gang der Variationsbussole abermals von 20' zu 20' beobachtet, Tag und Nacht.

Den 3. Febr., Minim. um 10 Uhr Morg., mit	27 ^{mm} ,16
- - - Max. um 2 Uhr Nachn.	26 ,93
Den 4. Febr., Minim. um 9 Uhr Morg.	27 ,05
- - - Max. um 2 Uhr Nachn.	26 ,71

Mittel 26^{mm},986

Vergleicht man dieses Mittel mit dem aus den Beobachtungen (X) und (XI) hervorgehenden Mittel, so findet man für die mittlere Abweichung des 3. und 4. Febr.:

$$6^{\circ} 25' 47'',3.$$

XII. Den 10. Februar 1832.

Abweichungsnadel.	Variationsnadel.
6° 29' 0'',9	26,828.

Diese Beobachtung, auf die mittlere Abweichung vom 3. und 4. Febr. reducirt, giebt für diese letztere:

$$6^{\circ} 26' 41'',7,$$

ein Resultat, welches von dem obigen um 1' abweicht.

Obgleich im Allgemeinen alle diese Beobachtungen sehr gut unter einander stimmen, so finden sich doch hin und wieder Discordanzen, welche die Größe der möglichen Beobachtungsfehler übersteigen, und welche in irgend einer unbeachteten Fehlerquelle ihren Grund haben müssen. Es war also nothwendig, alle Umstände, die auf die Genauigkeit der Beobachtung Einfluss haben können,

auf's Sorgfältigste zu untersuchen, und ihren Einfluss so genau als möglich zu bestimmen.

Die erste Untersuchung der Art, die vorgenommen wurde, war eine directe Vergleichung des Ganges der Declinationsnadel. Ich habe nämlich schon vor einiger Zeit bemerkt, dafs, wenn man zwei Nadeln von sehr verschiedener Intensität in einiger Entfernung von einander aufhängt, die eine Nadel nicht genau denselben Gang zeigt; es ist in der That wahrscheinlich, dafs Luftströmungen, bygrometrische Drehungen des Aufhängefadens und ähnliche Umstände (die selbst eine gewisse Periodicität haben können, da sie vom Zustande der Atmosphäre abhängen) bei der schwächeren Nadel Abweichungen hervorbringen, die sie bei der stärkeren nicht hervorzubringen im Stande sind. Dieser Gegenstand verdient genauer untersucht zu werden, und wir wollen in Zukunft wieder auf denselben zurückkommen; ich will hier nur so viel berichten, dafs dreiundvierzig vergleichende Beobachtungen des Ganges der Declinations- und der Variationsnadel, nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet:

14,642

für die Zahl gegeben haben, mit welcher 1 Millimeter der Variationsbussole multiplicirt werden mufs, um ihre Angaben in Minuten zu verwandeln. Der mittlere Fehler dieses Resultats ist 0',31; der wahrscheinliche Fehler jeder einzelnen Beobachtung 0',57.

Die Werthe 14,64 und 14,54, welcher letztere durch eine genaue Messung der Länge der Nadel gefunden wurde (siehe oben), weichen so wenig von einander ab, dafs wir keine Ursache haben, eine Verschiedenheit im Gange der beiden Nadeln anzunehmen; aber der mittlere Fehler der einzelnen Beobachtungen ist ziemlich grofs, welches wahrscheinlich davon herrührt, dafs die Nadel selten vollkommen ruhig ist, und die Beobachtungen von

einem einzigen Beobachter nicht ganz gleichzeitig seyn konnten.

Eine zweite Fehlerquelle konnte die Torsion der Aufhängefäden seyn, und es war nöthig, dieselbe genauer zu bestimmen. Zu dem Ende hing ich beide Nadeln auf, beobachtete sie gleichzeitig, drehte den Aufhängefaden der einen Nadel um eine gewisse Anzahl Grade um, und beobachtete die beiden Nadeln wieder gleichzeitig. Es ist klar, daß man so, wenn auch wirklich während der Beobachtung eine Aenderung in der Abweichung eingetreten war, die Resultate von dieser Aenderung befreien konnte, da sie aus der Beobachtung der einen Nadel, deren Faden nicht gedreht wurde, bekannt war.

Die ersten Versuche über die Torsion wurden mit dem Aufhängefaden der Declinationsbussole angestellt. Hier sind die Resultate derselben:

	Declinations- nadel.	Variations- nadel.
Anfängliche Stellung der Nadel, wo die Drehung als Null an- gesehen wurde	293° 20' 25"	26,770
Nachdem das obere Ende des Aufhängefadens der Declinations-Nadel ge- dreht worden war, um	7° $\frac{1}{2}$ rechts	21' 26"
	37 $\frac{1}{2}$ -	25 37,5
	67 $\frac{1}{2}$ -	30 12,5
	7 $\frac{1}{2}$ links	19 20
	37 $\frac{1}{2}$ -	14 15
	67 $\frac{1}{2}$ -	10 15
		26,775
		26,765
		26,740
		26,778
		26,835
		26,838.

Reducirt man diese Beobachtungen auf denselben Stand der Variationsnadel (oder auf dieselbe Declination), nämlich auf den Stand von 26,770, so erhält man folgende Werthe:

Für die anfängliche Stellung der Nadel	293° 20' 25"
Für eine Torsion von $7^{\circ} \frac{1}{2}$ rechts	21 30
37 $\frac{1}{2}$ -	25 33
67 $\frac{1}{2}$ -	29 46
7 $\frac{1}{2}$ links	19 27
37 $\frac{1}{2}$ -	15 11
67 $\frac{1}{2}$ -	11 14

Man sieht, daß die Ablenkungen links den Ablenkungen rechts vollkommen entsprechen, wie aus der folgenden Tafel erhellt:

		Drehungen.		
Ablenkung	rechts	$7^{\circ} \frac{1}{2}$	$37^{\circ} \frac{1}{2}$	$67^{\circ} \frac{1}{2}$
	links	1' 5"	5' 8"	9' 21"
		0 58	5 14	9' 11"
Mittel		1 1",5	5' 11",0	9' 15",5.

Die Ablenkung ist dem Torsionswinkel proportional; man weiß längst, daß dieses Gesetz für kleine Ablenkungen und nicht gar zu große Drehungen stattfindet. Die Ablenkung beträgt ungefähr 8",2 für jeden Grad der Drehung. Man sieht wie nothwendig es ist, den Aufhängefaden mit Sorgfalt auszdrehen, man bewerkstelligt diese Operation mit großer Genauigkeit, wenn man durch den kupfernen Cylinder, der zum Ausdrehen dient, der Länge seiner Axe nach (die ausgebohrt ist) einen cylindrisch abgedrehten, an beiden Enden zugespitzten Stab von Holz steckt, und nun den Faden so lange dreht, bis die Spitze des Stabes, bei vollkommener Ruhe des Cylinders, in das Fadenkreuz des Fernrohrs fällt.

Ähnliche Untersuchungen wurden mit dem Aufbängefaden der Variationsnadel vorgenommen, die Resultate derselben sind, bereits reducirt, in der folgenden Tafel zusammengestellt:

Drehung	27°,5	57°,5	87°,5	117°,5	177°,5
Ablenkung rechts	0 ^{mm} ,140	0,285	0,425	0,570	0,825

Drehung $2^{\circ},5$ $32^{\circ},5$ $62^{\circ},5$ $92^{\circ},5$ $122^{\circ},5$ $182^{\circ},5$
 Ablenk. links $0^{\text{mm}},0,38$ $0,175$ $0,325$ $0,507$ $0,652$ $0,930$

Bezeichnet man mit x die Ablenkung der Nadel für 1° Drehung, so hat man, zur Bestimmung des Werthes von x folgende Gleichungen:

$$0^{\text{mm}},140 = 27^{\circ},5 \cdot x$$

$$0,285 = 57^{\circ},5 \cdot x$$

$$0,425 = 87^{\circ},5 \cdot x.$$

etc.

Diese elf Gleichungen, nach der Methode der kleinsten Quadrate verbunden, geben:

$$x = 0,00501.$$

Substituirt man diesen Werth in die obigen Gleichungen, so findet man folgende Unterschiede zwischen Rechnung und Beobachtung:

Drehungswinkel.	Differenzen der berechneten und beobachteten Ablenkungen.	Drehungswinkel.	Differenzen der berechneten und beobachteten Ablenkungen.
$+182^{\circ},5$	$+0,016$	$-27^{\circ},5$	$+0,003$
$122^{\circ},5$	$+0,038$	$57^{\circ},5$	$-0,003$
$92^{\circ},5$	$+0,012$	$87^{\circ},5$	$-0,013$
$32^{\circ},5$	$+0,012$	$117^{\circ},5$	$-0,019$
$2^{\circ},5$	$+0,025$	$177^{\circ},5$	$-0,064$

Diese Differenzen nehmen so regelmässig ab und zu, dass hier nothwendig ein besonderes Gesetz stattfinden muss, welches wir übersehen haben. In der That, wir haben angenommen, dass die Ablenkung dem Drehungswinkel einfach proportional sey; alsdann aber müssten offenbar die Ablenkungen rechts den Ablenkungen links vollkommen gleich seyn, welches nicht der Fall ist. Man muss also vermuthen, dass Drehung und Ablenkung auf eine andere Art zusammenhängen. Um diese drei Sachen in's Reine zu bringen, habe ich eine zweite Reihe Beobachtungen angestellt, und bei der Berechnung derselben

angenommen, daß die Ablenkung δ mit dem Drehungswinkel t durch folgende Gleichung zusammenhänge:

$$\delta = at + bt^2.$$

Die Beobachtungen, auf dieselbe anfängliche Declination reducirt, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Anfängliche Stellung der Nadel, wo die Drehung Null war		26 ^{mm} ,700
Bei einer Drehung von 60° rechts		26 ,935
120 -		27 ,214
180 -		27 ,460
240 -		27 ,764
300 -		27 ,999
360 -		28 ,129
420 -		28 ,329
480 -		28 ,532
540 -		28 ,683
720 -		29 ,208
und zurückgedreht 540 -		28 ,633
360 -		28 ,034
180 -		27 ,422
0 -		26 ,630
und b. einer Drehung von 80 links		25 ,805
360 -		25 ,144
540 -		24 ,609
720 -		24 ,116
und zurückgedreht bei 0 -		26 ,623

Diese Beobachtungen versprechen keine genauen Mittelwerthe, da sie nicht recht gut mit einander übereinstimmen. So z. B. nahm die Nadel, nachdem man sie bis 720° rechts gedreht, und dann wieder bis Null zurückgedreht hatte, nicht mehr genau dieselbe Stellung an, woraus hervorgeht, daß sich die Torsion des Fadens durch Hin- und Herdrehen ändert. Dennoch habe ich versucht diese Beobachtungen nach der Methode der klein-

sten Quadrate zu combiniren. Bei dieser Rechnung sind nur die Ablenkungen rechtshin benutzt worden. Um die Rechnungen zu vereinfachen, rechnete ich die Drehungen von 60° zu 60° , so dafs ich also 1 für 60° , 2 für 120° u. s. w. setzte. Ich zog ferner 26 Millimeter von jedem der in der obigen Tabelle enthaltenen Werthe ab, da es einerlei ist, wo man den Nullpunkt der Theilung hinsetzt. So entstanden folgende Gleichungen:

$$0,700 = A$$

$$0,935 = A + a + b$$

$$1,214 = A + 2a + 4b$$

$$1,460 = A + 3a + 9b$$

etc.

Diese elf Gleichungen, nach der Methode der kleinsten Quadrate verbunden, gaben:

$$A = 0,691, \quad a = 0,27862, \quad b = -0,00591.$$

Der mittlere Fehler des Werthes von A ist:

$$0,0154,$$

und der mittlere Fehler des Werthes von a :

$$0,00602,$$

und der mittlere Fehler von b :

$$0,000501.$$

Der mittlere Fehler jeder einzelnen Beobachtung aber ist:

$$0,0214.$$

Der Werth des mittleren Fehlers von b zeigt nur, dafs b nicht ganz verschwinden kann, und dafs also bei gröfseren Drehungen die Elasticität des Fadens in der That abgenommen hat *).

Ich hätte mich nicht so lange bei diesem Gegenstande aufgehalten, wenn er nicht auch in anderer Hinsicht interessant wäre. Die angeführten Beobachtungen zei-

*) Die Elasticität eines Fadens, in dem Sinne, wie ich das Wort hier brauche, wird durch die Kraft gemessen, welche man anwenden mufs, um den Faden um eine gewisse beständige Gröfse zu verlängern.

zeigen uns nämlich, daß das allgemein angenommene Gesetz, daß die Elasticität der Fäden, wenn man sie an einem Ende befestigt und an ihrem anderen Ende Gewichte aufhängt, sich immer gleich bleibt, oder mit anderen Worten, daß die Verlängerung des Fadens den angehängten Gewichten proportional sey, nur nahe richtig ist, und daß es hier so geht, wie bei der Ausdehnbarkeit der festen Körper durch die Wärme, die ebenfalls bei höherer Temperatur *) zunimmt. Ich nehme mir vor, über diesen Gegenstand noch eine besondere Reihe von Versuchen anzustellen, und werde ihre Resultate in einer besonderen Abhandlung mittheilen.

Da sich die Torsion des Fadens, an welchem die Variationsnadel aufgehängt ist, bei jeder Aenderung in der magnetischen Abweichung ebenfalls ändert, die Torsion des Fadens der Declinationsnadel dagegen immer dieselbe bleibt, weil bei jeder Drehung des Fernrohrs der Faden mit herumgedreht wird, so müssen die von der Variationsnadel angezeigten Aenderungen der Abweichung etwas kleiner ausfallen, als die *wahren* Aenderungen derselben, welche mit der Declinationsbussole beobachtet worden sind. Man muß die Zahl 14,54, vermöge welcher man, wie wir oben gesehen haben, die Millimeter der Variationsbussole in Minuten verwandelt, um etwas vergrößern, wenn man aus den Angaben der Variationsbussole die *wahren* Aenderungen in der magnetischen Abweichung berechnen will. Diese anzubringende Vergrößerung läßt sich leicht aus den vorhergehenden Beobachtungen bestimmen; man findet, daß der Einfluß der Torsion für 14,6 Minuten $0^{\text{min}},00113 = 0,0165$ beträgt, welche der obigen Zahl also hinzuzufügen sind, so daß wir jetzt

14,5565

für die Zahl bekommen, mit welcher 1 Millimeter der

*) D. h. wenn die Theilchen der Materie schon weiter von einander entfernt worden sind.

Variationsnadel multiplicirt werden muß, um ihre Angaben in Minuten zu verwandeln.

Wenn Nord- und Südende der Declinationsnadel nicht genau von gleicher Länge sind, und überdies vielleicht Nord- und Südspitze nicht in einer horizontalen Linie liegen, so muß eigentlich, wie man leicht einsieht, das Fernrohr so gestellt werden, daß Nord- und Südende der Nadel nach einander einspielen, wenn man es von der einen zur anderen Spitze führt, ohne die verticale Axe der Bussole zu drehen. Da dieß aber in den vorhergehenden Beobachtungen nicht geschehen ist, so war es nöthig den Fehler zu bestimmen, der hieraus entstehen können; und da dieser mögliche Fehler durch Rechnung nur schwierig bestimmt werden kann, wegen der vielen möglichen Voraussetzungen, die man in Bezug auf die Lage des Fernrohrs machen kann, so zog ich es vor, ihn durch die Beobachtung zu bestimmen. Ich stellte dem zu Folge das Fernrohr erst so, daß die beiden Endspitzen der Nadel keinesweges nach einander einspielten. In dieser Lage des Fernrohrs bekam ich folgende Able- sungen:

	Declinationsbussole.	Variationsbussole.
Nordende	113° 14' 5"	17,045
Südende	112 56 5	27,220
Mittel	113° 5' 5"	27,133.

Nun stellte ich das Fernrohr so, daß Nord- und Südende nach einander nahe einspielten:

Nordende	113° 6' 35"	27,025
Südende	113 7 25	26,955
Mittel	113° 7' 00"	26,990.

Wenn der oben bezeichnete Fehler verschwindend klein ist, so müssen die Unterschiede der Mittel für beide Bussolen dieselben seyn; oder man muß haben:

$$1' 55'' = 0^{\text{arc}}, 143.$$

Nun ist aber $0^{\text{mm}},143 = 2' 5''$. Der Fehler beträgt also $10''$, d. h. nur um Weniges mehr, als die Beobachtungsfehler betragen könnten; so daß also die deshalb anzubringende Correction vernachlässigt werden kann, so lange es nicht in unserer Gewalt steht, die magnetische Abweichung genauer als bis auf $10''$ zu bestimmen.

XIII. Den 27. März 1832.

Abweichung.	Variationsnadel.
$6^{\circ} 26' 28'',4$	$26,621 *$).

Den 20. und 21. März wurde wieder der Gang der Variationsnadel von Stunde zu Stunde, Tag und Nacht, beobachtet.

Den 20. März, Minimum um 9 Uhr Morg.	27,110
- - - Maximum um 2 Uhr Nachm.	26,145
Den 21. März, Minimum um 9 Uhr Morg.	27,090
- - - Maximum um 3 Uhr Nachm.	26,525
<hr/>	
Mittel 26,793	

Reducirt man die obige Abweichung auf die mittlere Abweichung vom 20. und 21. März, so findet man für diese:

$6^{\circ} 23' 58'',8$.

Die bisher aufgeführten Beobachtungen umfassen einen Zeitraum von etwas mehr als einem Jahre, und können deshalb dienen, die jährlichen und monatlichen Veränderungen, die die magnetische Abweichung in St. Petersburg erleidet, zu bestimmen. Ich stelle sie daher hier alle zusammen.

	Westlich.
Mittlere Abweichung vom 23. u. 24. Sept. 1830	$6^{\circ} 31' 11''$
- - - vom 20. u. 21. März 1831	$6 26 25,4$
- - - vom 4. u. 5. Mai 1831	$6 27 1,5$
- - - vom 21. u. 22. Juni 1831	$6 29 16,7$
- - - vom 6. u. 7. Aug. 1831	$6 32 5,2$

*) Der Faden war von Neuem ausgedreht worden.

	Westlich.
Mittlere Abweichung vom 23. u. 24. Sept. 1831	6° 28' 29",9
- - - vom 5. u. 6. Nov. 1831	6 27 5,0
- - - vom 21. u. 22. Dec. 1831	6 27 5,0
- - - vom 13. bis 15. Jan. 1832	6 26 10,5
- - - vom 3. u. 4. Febr. 1832	6 25 47,3
- - - 20. u. 21. März 1832	6 23 58,8

Man sieht aus dieser Zusammenstellung, daß die Nadel im August ihre größte westliche Elongation erreicht, von da immerfort nach Osten geht, bis zum März des folgenden Jahres, und dann wieder ihren Gang nach Westen beginnt, doch so, daß sie in jedem einzelnen Monate des zweiten Jahres immer östlicher steht, als in demselben Monate des ersten Jahres.

Die größte monatliche Variation, vom März bis zum August, beträgt $5\frac{1}{2}$ '; vom August bis zum März des folgenden Jahres aber geht die Nadel um 8' nach Osten; es bleiben also für den jährlichen Gang der Nadel nach Osten $2\frac{1}{2}$ übrig.

Combinirt man diesen Gang der Nadel in horizontaler Richtung, mit den monatlichen Aenderungen, die die Neigung erleidet, welche im Mai am größten, im December am kleinsten ist, so findet man leicht, wie ich schon Gelegenheit gehabt habe zu bemerken *), daß das Nordende der Nadel (wenn man sich den Mittelpunkt derselben ruhend denkt) ein Stück einer Epicycloide beschreibt, von der in Fig. 11 Taf. IV abgebildeten Form.

*) Siehe meinen Bericht über die Beobachtungen der magnetischen Abweichung und Neigung in Peking, angestellt von Hrn. G. Fu fs.