

Kgl. Bayer. Akademie
der Wissenschaften

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Klasse

der

K. B. Akademie der Wissenschaften

zu **München.**

Band XXXIV. Jahrgang 1904.

München.

Verlag der K. Akademie.

1905.

In Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth).

Das magnetische Ungewitter vom 31. Oktober 1903.

Von **J. B. Messerschmitt.**

(Eingelaufen 6. Februar.)

(Mit Tafel I.)

Während der letzten Jahre wichen die Bewegungen der Magnetnadel nur wenig von ihrem normalen Gange ab und wenn Störungen vorkamen, so waren sie meist nur von kurzer Dauer und geringer Intensität. Es war eben die Zeit des Minimums, welches sich ausserdem dieses Mal länger als gewöhnlich hinzog. Schon im Jahre 1900 glaubte man dasselbe erwarten zu dürfen, allein es trat erst im folgenden Jahre ein, so dass das Jahr 1900 so ruhig und gleichmässig verlief, wie es seit der regelmässigen Verfolgung dieses Phänomens noch niemals beobachtet worden ist. Ja noch in der ersten Hälfte des Jahres 1902 kamen nur sehr geringe Unregelmässigkeiten vor und erst in der zweiten Hälfte desselben wurden die Bewegungen merklich lebhafter, so dass nicht mehr zu zweifeln war, dass nunmehr der Wendepunkt eingetreten sei.

Wenn nun schon sonst der Anstieg der Kurve der magnetischen Variationen zum Maximum immer rascher erfolgt als der Abfall zum Minimum, so konnte man erwarten, dass dies noch mehr nach dem langausgedehnten Minimum der Fall sein würde, was sich auch völlig bestätigt hat. Es traten daher nunmehr häufiger stärkere und länger andauernde Störungen auf, die den normalen Gang der Elemente des Erdmagnetismus wesentlich beeinflussten. Immerhin nahmen sie keine aussergewöhnliche Grösse an, sondern blieben in den Grenzen, wie

man sie während der elfjährigen Periode öfter zu beobachten Gelegenheit hat.

Die ersten Tage des Oktobers waren verhältnismässig ruhig; eine ziemlich ansehnliche Störung fand erst am 12. bis 14. statt. Die folgenden Tage wichen wieder nur wenig von ihrem normalen Werte ab und insbesondere waren in den letzten Tagen des Oktobers die Tagesstunden recht ruhig, während bei Nacht sich kleinere Unregelmässigkeiten einstellten. Eine etwas stärkere Bewegung begann erst wieder am 30. Oktober abends 10^h M. E. Z., welche sich aber zunächst in mässigen Grenzen hielt. Am 31. morgens 6^h schien diese Störung schon erloschen zu sein und der normale Gang wieder eingesetzt zu haben. Da plötzlich um 7^h 0^m machten die Magnetnadeln einen starken Ausschlag und gerieten dann in eine solche Unruhe, wie sie in München seit mehr als 40 Jahren nicht mehr beobachtet worden ist. Es dürfte sich daher wohl verlohnen, zu der Reproduktion der an den registrierenden Apparaten des magnetischen Observatoriums in München erhaltenen Kurven eine etwas eingehendere Beschreibung über den Verlauf der Störung und der dabei aufgetretenen anderen Erscheinungen zu geben.

Nach den photographischen Aufzeichnungen kann man bei dieser Störung drei Phasen unterscheiden. In der ersten, die von 7^h morgens bis etwa 2^h nachmittags dauerte, lief die Deklinationsnadel in mässig grossen Amplituden hin und her, indem sie dabei fortwährend kurz andauernde Schwingungen von etwas über 1' Amplitude ausführte, so dass während dieser ganzen Zeit das Kurvenbild doppelt erscheint. Bei der direkten Beobachtung der Deklinationsnadel mit dem Theodolithen zwischen 10 und 12^h vormittags sah ich die Nadel nicht nur ruckweise hin- und hergehen, sondern es traten öfter Erzitterungen von 1—5 Sekunden Dauer auf, wie wenn man leicht an das Instrument gestossen hätte, so dass das Bild des reflektierten Fadens ganz undeutlich wurde, wodurch offenbar die doppelten Bilder in den Photographien erzeugt wurden.

Es scheint also zu der seitlichen Bewegung noch eine zweite, senkrecht zur magnetischen Axe, getreten zu sein.

Bemerkenswert ist noch, dass beim Anfang der Störung die Deklination erst um ein Geringes, etwa 0,2', abnahm, um dann sofort um 6,3' zuzunehmen. Derselbe Vorgang ist entsprechend bei den beiden anderen Elementen eingetreten.

Bei der Horizontalintensität ist die zitternde Bewegung nicht so deutlich, war aber ebenfalls vorhanden, wie ich mich in den Vormittagsstunden beim direkten Anblick des Lichtpunktes des Horizontal-Variometers überzeugen konnte, der ganz verschwommen erschien. Infolge dieser Unruhe und der raschen Bewegung der Nadel wurde auch die Belichtungszeit so verkürzt, dass nur noch schwache Spuren abgebildet und zeitenweise gar keine Lichteindrücke hinterlassen worden sind, obwohl der Punkt nicht immer ausserhalb der Papierfläche fiel.

Die Kurve der Vertikalintensität blieb während dieser Zeit scharf, ist aber mit vielen kleinen Zacken besetzt.

In der zweiten Phase, die von 2^h bis gegen 8^h abends dauerte, waren die Kurven wieder schärfer, es blieben also die kurzen Schwingungen und Erzitterungen aus, dagegen wurden jetzt die Pendelbewegungen der Nadeln noch stärker und rascher als vorher. Während nämlich bis dahin die Amplituden in Deklination nur im Maximum bis 40' gestiegen waren, erreichten sie am Nachmittag fast den dreifachen Betrag, wurden also von einer Grösse, wie sie seit der Einrichtung des magnetischen Dienstes in München, d. i. seit Anfang der vierziger Jahre des vorigen Jahrhunderts nur einmal von Lamont beobachtet worden sind, nämlich am 2. September 1859. Dabei folgten die grossen Schwingungen rasch hintereinander, so dass innerhalb dieser 6 Stunden die Nadel gegen 20 Oszillationen mit mehr als 20' Ausschlag ausführte, wozu jedesmal nur wenige Minuten Zeit beansprucht wurden. Dazu kommt noch eine grosse Zahl kleinerer Schwingungen. Die grösste westliche Deklination ist um 3^h 22^m M. E. Z. mit 11° 2'.3 gemessen worden, die Bewegung war dabei so rasch, dass der Umkehrpunkt nur ganz schwach erscheint und daher dieser Wert nicht ganz sicher

ist, während sonst die Deklinationskurve ohne Lücken und Unsicherheiten ist. Diesem Maximum ging eine Wellenbewegung voran, die durch die folgenden Zahlen verdeutlicht wird:

M. E. Zeit	Deklination	Diff.
2 ^h 49 ^m p. m.	10 ^o 21.4 W.	- 41.7
56	9 39.7	+ 14.2
59	53.9	- 3.8
3 0	50.1	+ 58.2
9	10 48.3	- 17.4
16	30.9	+ 31.4
22	11 2.3	- 55.7
40	10 6.6	

Der östlichste Wert der Deklination trat am Nachmittag um 7^h 57^m mit 9^o 20.1 ein. Er ist zugleich der Endpunkt der grössten beobachteten Schwankung, indem die Deklination von 10^o 47.9 um 7^h 49^m in gerader Linie auf diesen Wert zurückgegangen ist. Diese Oszillation bildet zugleich den Abschluss der zweiten Periode des Sturmes. Ihr gingen eine Anzahl grosser und gleichmässiger Schwingungen voran, deren Umkehrpunkte waren:

M. E. Zeit	Deklination	Diff.
5 ^h 49 ^m p. m.	10 ^o 10.2 W.	- 37.6
6 15	9 32.6	+ 54.2
34	10 26.8	- 30.4
40	9 56.4	+ 23.0
46	10 19.4	- 26.8
54	9 52.6	+ 29.0
7 4	10 21.6	- 44.2
17	9 37.4	+ 29.2
33	10 6.6	- 20.3
39	9 46.3	+ 61.6
49	10 47.9	- 87.8
57	9 20.1	+ 18.7
8 8	9 38.8	

Bei der Horizontalintensität ist während des grössten Teils dieser Periode infolge der raschen Bewegung die Belichtungszeit zu kurz gewesen, um noch einen Eindruck auf

dem photographischen Papier zu hinterlassen, ein Umstand, der auch an anderen Observatorien für das eine oder andere Element aufgetreten ist. Doch sind bei uns wenigstens noch die wichtigsten Umkehrpunkte, reflektiert vom zweiten Spiegel, der mit dem ersten einen Winkel von $182^{\circ}5'$ bildet, deutlich am Ende des Papiers hereingekommen. Die drei tiefsten Punkte der Kurve, die den kleinsten Werten der Horizontalintensität entsprechen, sind um $6^{\text{h}} 13^{\text{m}}$ mit $H = 0,20235$, um $7^{\text{h}} 13^{\text{m}}$ mit $0,20200$ und um $7^{\text{h}} 52^{\text{m}}$ mit $H = 0,20225$ abgelesen worden. Mit dem letzten grossen Ausschlag, der gleichzeitig mit dem der Deklination stattfand, schliessen die aussergewöhnlich grossen Oszillationen.

In der ersten Periode war die Vertikalintensität nahe von der gleichen Grösse geblieben, dann aber nahm sie äusserst rasch zu, so dass dann in der zweiten Periode der Wagebalken der magnetischen Wage gegen 2^{h} umfiel, nachdem die Vertikalintensität um mehr als 200γ zugenommen hatte.

Im dritten Abschnitt findet ein allmähliches Abklingen der anomalen Bewegung statt, wenn auch noch manche spitze Zacken in der Kurve auftreten, die sich aber in solchen Grenzen halten, wie sie auch bei anderen Störungen häufig auftreten. Das Ende des ganzen Ungewitters fällt in die Morgenstunden des 1. Novembers zwischen 5^{h} und 6^{h} , worauf der normale Gang wieder ganz zum Durchbruch gekommen ist. Bemerkenswert ist immerhin, dass bis in die ersten Abendstunden des 1. Novembers die Nadeln kleine Schwingungen ausführten, mit Schwingungsweiten von $1'$ bis $2'$ in D bez. 5 bis 10γ in H , so dass die Kurve mit lauter kleinen Wellen besetzt erscheint. Dann erst werden die Kurvenbilder glatter, wenn auch bald wieder neue Störungen einsetzen, die sich mehr oder minder ausgesprochen bis nahe zur Mitte des Monats fortsetzen. Erst der 14. November ist wieder als der erste völlig ungestörte Tag zu verzeichnen.

Die nachstehende Tabelle soll nun einen Überblick über die Grösse und den Gang der magnetischen Deklination und der Horizontalintensität am Tage der Störung, am vorhergehenden und am nachfolgenden Tage geben.

M. E. Z.	Deklination			Horizontal-Intensität (C. G. S.)		
	30. Okt.	31. Okt.	1. Nov.	30. Okt.	31. Okt.	1. Nov.
1 ^h a. m.	10 ⁰ 11.6	10 ⁰ 12.9	9 ⁰ 52.6	0.20 656	0.20 665	0.20 565
2	10.4	14.2	57.0	653	664	554
3	11.8	17.0	10 0.0	655	671	655
4	11.8	11.5	5.8	651	676	558
5	11.6	15.2	4.4	657	677	575
6	11.8	16.8	18.0	660	665	530
7	10.4	16.7	10.4	660	676	520
8	10.4	11.6	9.7	657	520	520
7	9.9	13.5	11.0	645	633	504
10	10.4	0.2	11.1	646	610	515
11	13.2	26.8	13.7	645	420	527
Mittag	15.1	4.4	16.2	643	590	545
1 p. m.	16.8	24.9	16.0	656	482	562
2	16.3	12.9	13.4	657	—	575
3	15.4	9 50.1	12.8	660	565	578
4	14.9	10 19.2	11.6	656	—	582
5	14.3	9 47.1	12.3	654	—	583
6	14.2	53.9	11.5	646	235	585
7	13.7	10 11.6	11.6	652	215	589
8	13.0	9 21.1	10.9	650	510	596
9	12.3	56.5	9.1	648	395	592
10	8.1	10 7.8	10.5	669	430	588
11	11.9	11.1	10.4	678	477	600
Mitternacht	11.5	9 52.6	11.0	656	495	601
Tagesmittel	10 12.5	10 7.1	10 9.6	0.20 654	0.20 537	0.20 567
Maximum	10 17.6	11 2.3	10 22.5	691	730 ¹⁾	655
Minimum	10 4.0	9 20.1	9 33.6	640	200	500
Differenz	0 13.6	1 42.2	0 48.9	0.00 051	0.00 530 ¹⁾	0.00 155

Am 30. Oktober weicht sowohl der Tageswert in den beiden Koordinaten nur wenig von seinem wahren Wert ab, als auch sind die Variationen nur wenig grösser als normal. Dagegen nimmt die Deklination und insbesondere die Horizontalintensität am 31. Oktober ganz bedeutend ab und bleibt auch im Mittel des Tages weit unter dem Normalwert. Diese Verminderung der Horizontalintensität hält auch noch während des ganzen 1. Novembers an und gleicht sich erst später wieder aus. Im Gegensatz hierzu hat die Vertikalkraft während der Störung zugenommen, so dass also die Totalintensität wenig verändert erscheint.

¹⁾ Wahrscheinlich zu klein.

Um wie viel stärker als in anderen Zeiten die tägliche Bewegung am 31. Oktober gewesen ist, erkennt man am besten aus einer Vergleichung mit den grössten Tagesamplituden, wie sie in den letzten vier Jahren, von 1899 bis 1902, beobachtet worden sind. Es waren nämlich die vier Maximalwerte in Deklination 39', 29', 28' und 30' und in Horizontalintensität 192, 227, 114 und 98 γ , blieben also um das Zwei- bis Dreifache hinter den dieses Mal beobachteten Amplituden zurück.

Wie schon oben bemerkt, treten magnetische Stürme von solcher Heftigkeit nur selten auf. Nach Durchsicht der älteren Beobachtungsreihen Lamonts sind in den Jahren 1847, 1859, 1872 und 1882 besonders grosse Störungen verzeichnet worden. Freilich ist dabei daran zu erinnern, dass ausser in den Jahren 1840—46 nur jeweilen tagsüber stündlich direkte Ablesungen gemacht worden sind. Bemerkte man dabei eine Störung, so wurde sie gewöhnlich eine Zeitlang verfolgt. In den genannten ersten 6 Jahren dagegen ist Tag und Nacht stündlich beobachtet worden, aber niemals eine derartige grosse Störung aufgetreten. Erst am 24. September und am 23. Oktober 1847 stieg die Tagesamplitude auf 82'. In den 70er und 80er Jahren sind keine grösseren Amplituden als 1° notiert worden. Im Jahre 1892, das ebenfalls ein Maximaljahr der Variation war, ist der magnetische Dienst in München unterbrochen gewesen. Doch ist der Sturm vom 13./14. Februar dieses Jahres nach den Greenwicher Aufzeichnungen nicht so heftig wie dieses Mal gewesen. Ebenso blieben die anderen grossen Stürme hinter dem letzten zurück, mit Ausnahme eines im Jahre 1859 beobachteten. Nach den englischen Registrierbeobachtungen kommt dazu noch derjenige vom 17. November 1882, der aber in München mangels registrierender Instrumente nicht verfolgt worden ist.

Am 29. August 1859 bemerkte Lamont zu den Morgenbeobachtungen um 7^h: „Grosse Störung, gestern Abend schönes Nordlicht.“ Er machte dann mehrfach in den Zwischenzeiten Ablesungen, nach welchen aber die Störungsbeträge sich in mässigen Grenzen hielten. Erst am 2. September, als er vor-

mittags 7^h M. O. Z. Ablesungen machen wollte, fand er die Nadeln in einer solchen Unruhe, dass er zunächst keine Ablesungen machen konnte. Die ersten Aufzeichnungen gelangen erst um 8^h 39^m und wurden dann, mit nur kurzen Unterbrechungen, fast minutenweise bis abends 6^h fortgesetzt, zu welcher Zeit aber die Unruhe bereits ziemlich nachgelassen hatte. Am 3. September waren die erdmagnetischen Elemente noch gestört, aber die Bewegungen waren langsamer und stetiger geworden. Die grösste Oszillation hat Lamont um 1^h 36^m beobachtet, wo die Deklination in 2^m um 37' abnahm, um in der nächsten Minute wieder um 22' zuzunehmen. Die grösste beobachtete Tagesamplitude betrug 1°40', also nahe ebensoviel, wie sie am 31. Oktober dieses Jahres gewesen ist. Die beigegebene Kurve, welche nach den Ablesungen gezeichnet ist, gibt ein deutliches Bild über den Verlauf dieser interessanten Störung, die noch durch den damals einzigen vorhandenen, photographisch registrierenden Magnetographen in Kew ergänzt werden. Nach diesen begann die Störung bereits am 1. September abends 11^{1/4}^h Greenwicher Zeit.

In Horizontalintensität hat Lamont nur 200 γ beobachtet, wobei aber zu berücksichtigen ist, dass gerade von diesem Element weniger Ablesungen vorhanden sind als bei der Deklination, was offenbar darauf zurückzuführen ist, dass die Bewegungen zu rasch waren, um fortwährend abgelesen werden zu können; möglicherweise fiel auch das Bild der Skala zeitweise ausserhalb des Fernrohrs.

Die Gesamtbewegung der Inklination ist an diesem Tage mehr als $\frac{1}{2}^{\circ}$ gewesen.

Zur gleichen Zeit mit dieser grossen magnetischen Störung sind besonders helle und lebhaft Polarlichter beobachtet worden und zwar vom 28. August bis 3. September 1859, sowohl auf der nördlichen als auch auf der südlichen Halbkugel bis in die subtropischen Regionen hinein. Wenn nun auch die Beziehungen zwischen diesen beiden Phänomenen nicht ganz geklärt sind, so steht doch fest, dass gleichzeitig mit ausser-

gewöhnlichen Polarlichterscheinungen auch erdmagnetische Störungen auftreten.

Auch am 31. Oktober 1903 ist dieses der Fall gewesen und liegen trotz des vielfach trüben Wetters, das zu dieser Zeit in Europa herrschte, mehrfach Nordlichtbeobachtungen vor. So hat Plassmann in Münster i. W. ein Nordlicht mit Strahlenbildung bei hellem Mondschein gesehen; das nämliche wird aus Holstein, O' Gyalla in Ungarn, aus Frankreich, Holland, Irland und Schottland berichtet. In Nordamerika, besonders im Staate New-York, trat die Erscheinung glänzend auf und auch aus Australien liegt die Nachricht vor, dass ein prachtvolles Südlicht gesehen worden ist.

Erfahrungsgemäss hängen die grossen magnetischen Ausschläge mit der Strahlenbildung bei den Nordlichtern zusammen; so beobachtete Plassmann um 7^h 48,8^m M. E. Z. in Münster einen besonders hellen Streifen, der mit der letzten grossen Oszillation unseres magnetischen Ungewitters zeitlich zusammenfällt. Nach diesem nahm das Nordlicht, ebenso wie die magnetische Störung rasch ab.

Noch ist auf die Beziehungen mit dem Verlauf der Sonnenfleckenperiode hinzuweisen, wonach die Variationen des Erdmagnetismus den grössten Wert zu der Zeit erreichen, in welcher die Sonnenflecken am häufigsten, den kleinsten Wert, wenn sie am seltensten sind. Wie eingangs erwähnt, hat sich der Eintritt des Minimums in der Periode der Variationsänderungen dieses Mal stark verzögert; das nämliche fand auch bei den Sonnenflecken statt. Dagegen traten in diesem Jahre häufig grosse und ausgedehnte Sonnenfleckengruppen auf und gerade am 31. Oktober passierte eine grosse und lebhaftige Fleckengruppe mit weitausgedehntem Fackelbezirk den Zentralmeridian der Sonne. Schon mehrfach ist auf ein solches gleichzeitiges Eintreffen zwischen Meridiandurchgang von Sonnenflecken, Polarlichtern und erdmagnetischen Störungen hingewiesen worden, wovon man sich in den letzten Monaten wieder mehrfach überzeugen konnte. So hatte die ganz ausser-

gewöhnlich grosse Sonnenfleckengruppe, welche am 4. Oktober am östlichen Sonnenrand erschienen war und einen Flächenraum von 2400 Millionstel der sichtbaren Sonnenoberfläche bedeckte, bei ihrem Durchgang durch den Zentralmeridian eine magnetische Störung im Gefolge; dieselbe Erscheinung ist bei ihrem zweiten und dritten Durchgang Mitte November und Mitte Dezember beobachtet worden.

Freilich kann man auch öfter selbst grössere Flecken in der Mitte der Sonne beobachten, ohne dass sie von magnetischen Störungen begleitet sind, weshalb man dabei auch noch die Fackel- und Protuberanztätigkeit in Betracht zu ziehen hat. Es scheinen besonders die grossen Ausbrüche, die sich durch Lichtbrücken in den Fleckengruppen bemerklich machen, wobei die C-Linie des Wasserstoffs im Spektrum hell, stark verbreitert und gekrümmt erscheint, bei den magnetischen Störungen eine hervorragende Rolle zu spielen, wie solche auch bei der in Frage kommenden Fleckengruppe am 31. Oktober beobachtet worden sind.

Mit ganz besonderer Heftigkeit sind auch dieses Mal die Erdströme aufgetreten, wodurch der Telegraphenbetrieb auf der ganzen Erde beeinträchtigt worden ist. Von München aus sind namentlich die Kabellinien stärker gestört gewesen, wie die Luftleitungen. Die stärksten Ströme traten in den Nord-Südlinien auf, während sie in ost-westlicher Richtung viel schwächer waren oder gar nicht bemerkt worden sind. Dieselbe Erscheinung ist auch in England, Frankreich, Spanien und anderen Ländern wahrgenommen worden, wie z. B. das Kabel von Paris über Brest nach Cape Codde, nördlich von New-York, das also in der Ost-Westrichtung liegt, während des ganzen Sturmes immer in Dienst bleiben konnte. Die anderen grossen Kabel, die in andere Himmelsrichtungen gehen, wie das von Emden nach Vigo und weiter nach den Kanarischen Inseln, ferner die Kabel von England nach Mittel- und Süd-Amerika u. s. w., waren während der Störungszeit alle mehr oder minder lange Zeit unbrauchbar. In den Vereinigten Staaten sind hinwiederum die langen Landkabel beeinträchtigt

gewesen, ja in New-York traten sogar in den Telephonleitungen starke Erdströme auf.

Der Einfluss der Erdströme auf die Telegraphenleitungen ist zuerst im Jahre 1859, gelegentlich des oben beschriebenen magnetischen Ungewitters, bemerkt worden. Diese waren damals so heftig, dass mehrfach Apparate verbrannten und Telegraphenbedienstete verletzt worden sind. Dank der seither gemachten Fortschritte ist jedoch ausser einer zeitweisen Unterbrechung des Dienstes bei einiger Vorsicht keine weitere Gefahr mehr zu befürchten. Auch kann man den Einfluss dieser aussergewöhnlichen Erdströme meist heben, so durch Verbindung zweier Strecken zu einer Schleife oder durch Einschalten von Kondensatoren u. dgl.

