

Sitzungsberichte

der

mathematisch-naturwissenschaftlichen
Abteilung

der

Bayerischen Akademie der Wissenschaften

zu München

1930. Heft I

Januar-Märzsitzung

München 1930

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des Verlags R. Oldenbourg München

Ergebnisse der erdmagnetischen Messungen an bayerischen Säkularstationen im Jahre 1926.

Von **Fr. Burmeister.**

Vorgelegt von A. Wilkens in der Sitzung am 1. März 1930.

Als im Jahre 1925 die Registrierung am Münchner Magnetischen Observatorium wegen der Störungen durch Straßenbahn und Verkehr völlig eingestellt und damit die mehr als 80jährige Beobachtungsreihe abgebrochen werden mußte, erschien es wünschenswert, zur Beobachtung der Änderung der magnetischen Elemente in Bayern einige Säkularstationen zu errichten, an denen von Zeit zu Zeit mehrtägige magnetische Messungen im direkten Anschluß an das Potsdam-Seddiner Observatorium ausgeführt werden sollten.

Im Nordosten Bayerns wurde der frühere Punkt Wunsiedel der Landesaufnahme gewählt, an dem Messerschmitt 1905 und in seiner Nähe schon Lamont 1856 beobachtet hatte. Im Südosten sollte ursprünglich der alte Punkt Berchtesgaden benutzt werden, doch ergab sich, daß dieser nicht mehr zugänglich und auch wegen der benachbarten Königsseebahn nicht mehr benutzbar war. An seine Stelle trat der neue Punkt Hintersee in der Ramsau. Im Westen Bayerns liegen die Verhältnisse günstig, da hier die Säkularstationen Gräfenhausen (Hessen) und Korntal (Württemberg), an welchen vom Potsdamer Observatorium bzw. der Württembergischen Landeswetterwarte regelmäßige Messungen angestellt werden, einen genügenden Ersatz für eigene Stationen bieten. Für den Süden Bayerns kam in erster Linie der Punkt Maisach in Frage, der als geeigneter Platz für den Neubau des Münchner Observatoriums vorgesehen ist und weil beabsichtigt war, alle zukünftigen Feldbeobachtungen in Bayern im Anschluß an diese Station vorzunehmen. Da bekannt war, daß die österreichische Regierung die Ausführung einer neuen Landesaufnahme

in den nächsten Jahren plante und in diesem Falle gemeinsame Messungen längs der Grenze von österreichischer und bayerischer Seite beabsichtigt waren, erwiesen sich weitere bayerische Säkularstationen im Süden als überflüssig.

Die Reise, für welche die Kosten auf Antrag des Direktors der Sternwarte, Prof. Dr. Wilkens, von der Bayer. Akademie der Wissenschaften übernommen wurden und wofür der verbindlichste Dank ausgesprochen sei, fiel in die Zeit vom 2. bis 29. Juli und war im allgemeinen vom Wetter begünstigt, sodaß das Programm ohne Schwierigkeit ausgeführt werden konnte. Zur Vornahme der Anschlußmessungen hatte der Leiter des Potsdamer Observatoriums, Geh. Prof. Dr. A. Schmidt, die Erlaubnis bereitwilligst erteilt. Hierfür sowie für die freundliche Unterstützung, die der Verf. auch von den anderen Herren des Instituts (Prof. Dr. Nippoldt, Prof. Dr. Venske, Dr. Bock) bei seinen Arbeiten jederzeit gefunden hat, sei ebenfalls der herzlichste Dank zum Ausdruck gebracht, desgleichen auch Herrn Oberreg. Dr. Clauß vom Bayer. Landesvermessungsamt, der die Markierung der Punkte und die Bestimmung ihrer Koordinaten vornehmen ließ.

Die Beobachtungen erfolgten mit dem Magnettheodolit Tesdorpf Nr. 2679, der Eigentum des Münchner Observatoriums ist und mit dem auch die bayerische Landesaufnahme 1903—11 ausgeführt wurde. Das Instrument hat seitdem keine Veränderungen erfahren. Es wurden nur die beiden Deflektoren, da ihr Gebrauch nicht beabsichtigt war, entfernt und die zwei Ablenkungsmagnete, die bisher im Instrumentenkasten ziemlich ungeschützt verpackt waren, in einem eigenen, gut ausgepolsterten Kästchen untergebracht, welches der Beobachter während der Reise stets bei sich trug. Diesem Umstand ist es auch zu danken, daß die Magnete ihre Momente unverändert behalten haben. Die Ergebnisse zeigen, daß für die Genauigkeit der H -Messung zwei Ablenkungsmagnete vollständig ausreichend sind, wenn sie sorgfältig behandelt werden. Zur Beobachtung der Inklination trat an Stelle des früher benutzten Nadelinklinatoriums ein von der Firma Sartorius in Göttingen bezogener Erdinduktor, der als Aufsatz für Magnettheodoliten Tesdorpf'scher Konstruktion eingerichtet ist. Über dieses Instrument und seine Verwendbarkeit ist bereits eine Abhandlung von O. Venske erschienen (Eine Ergänzung zum Tes-

dorpfischen magnetischen Reisetheodoliten. Anh. z. Tätigkeitsbericht des preuß. Meteorologischen Instituts 1920—23. Berlin. 1924), auf die hiermit verwiesen sei. Der Induktor hat sich als recht brauchbar gezeigt, wenn er auch einige konstruktive Mängel besitzt, die sich aber erst bei längerem Gebrauch ergaben. Hierüber soll in einer späteren Arbeit Näheres berichtet werden. Bei der Benutzung des Instrumentes sind zwei Personen erforderlich, da das als Strommesser dienende Permanent-Magnet-Saitengalvanometer von Edelmann, München, wegen seines beträchtlichen Streufeldes in etwa 3 m Entfernung vom Induktor aufgestellt werden muß, sodaß der Beobachter am Galvanometer nicht gleichzeitig die Spule drehen und die Feinbewegung des Inklinationsringes bedienen kann. Besonders das Letztere wäre sehr erwünscht, da die Ruhelage des Galvanometerfadens viel sicherer herbeigeführt werden kann, wenn der Beobachter selbst die Möglichkeit der Verstellung des Ringes hat. In dieser Hinsicht ist auch bei späteren Messungen eine geeignete Vorrichtung angebracht worden. Ferner hat sich gezeigt, daß das Galvanometer gegen Windstöße sehr empfindlich ist. Da der Faden bei der Messung entspannt werden muß, macht sich schon mäßiger Wind unangenehm bemerkbar, indem der Faden nicht zur Ruhe kommt. Hierdurch wird die Sicherheit der Einstellung beeinträchtigt. Es ist daher für möglichst guten Windschutz Sorge zu tragen.

Deklination: Die Bestimmung des astronomischen Meridians und der Azimute der Miren geschah auf astronomischem Wege durch Sonnenbeobachtungen. Zur Kontrolle konnten später mittels der vom Bayer. Landesvermessungsamt berechneten rechtwinkligen Koordinaten der Stationen Wunsiedel und Maisach für diese auch die geodätischen Azimute ermittelt werden, in Hintersee war die einzig vorhandene Mire nicht koordiniert. Für die astronomischen Beobachtungen und die Schwingungsmessungen wurden die beiden Chronometer Schweizer Nr. 62 (Mittlere Zeit) und Hauth Nr. 35 (Sternzeit) benutzt, des letzteren bediente sich schon Lamont bei seinen Messungen im Jahre 1856, es besitzt einen sehr guten Gang. Beide Uhren wurden vor und nach der Reise längere Zeit täglich mit der Hauptuhr der Münchner Sternwarte verglichen und auf ihren Gang untersucht. Auch während des Aufenthaltes in Potsdam erfolgten regelmäßige Vergleiche. Da ferner in München

auf der Fahrt von Wunsiedel nach Hintersee bzw. von dort nach Maisach die Reise auf einen Tag unterbrochen wurde, konnten die Uhren nochmals an der Sternwarte kontrolliert werden. Außerdem fanden Vergleiche dreimal täglich während der ganzen Reise statt. Der mittlere Gang war bei Schweizer Nr. 62 — 1,33 sec $\pm$ 0,41 und bei Hauth Nr. 35 + 2,12 sec $\pm$ 0,16. Das Mittel der beiden Uhrstände, wobei das Chronometer Hauth das doppelte Gewicht erhielt, ergab dann die für die Sonnenbeobachtungen erforderliche wahre Zeit, ihre Unsicherheit beträgt etwa + 0,8 sec. Bei der Deklinationsmessung wurde die Pinnenvorrichtung benutzt und der Magnet mit der Bezeichnung I bzw. 9 oben je achtmal bei viermaligem Lagewechsel eingestellt, vorher und nachher die Miren. An jeder Feldstation wurden drei solcher Sätze gemessen.

Horizontalintensität: Es wurden Ablenkungen und Schwingungen und zwar mit jedem Magneten drei Sätze beobachtet. Bei den Ablenkungen wurde im Gegensatz zu den früheren Messungen der Landesaufnahme nur die Fadenaufhängung verwendet, wobei die Torsion möglichst beseitigt war. Als abgelenkte Nadel diente immer der Magnet I mit der Punktmarke oben. Von den Ablenkungsmagneten M_{23} und M_{35} wurden etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden vor der Messung die eisernen Hülsen entfernt, in die Magnete ein Thermometer eingelegt und mit der Messung erst begonnen, wenn Temperatúrausgleich eingetreten war. Die Reihenfolge der Einstellungen war die übliche, $v_0, v_1, v_2, v_3, v_4, v'_0$. Der Unterschied zwischen den Mitteln $\frac{1}{2}(v_0 + v'_0)$ und $\frac{1}{4}(v_1 + v_2 + v_3 + v_4)$ blieb meist unter $1'$, sodaß die Korrektur wegen restlicher Torsion des Fadens vernachlässigt werden konnte. Von den zwei möglichen Entfernungen der Ablenkungsmagnete wurde stets die kleinere benutzt und die Magnete immer mit der Bezeichnung „Punkt oben“ eingesetzt. Bei den Schwingungsmessungen ist die Zeit von 100 Durchgängen 20 mal beobachtet, indem jeder dritte Durchgang notiert und die Zeit auf Zehntelsekunden nach dem Chronometer Schweizer geschätzt wurde. Zu Beginn, in der Mitte und nach der Messung wurde Temperatur und Schwingungsbogen abgelesen, die Torsion und der Wert eines Skalenteiles aus Umdrehungen des Torsionkopfes um $\pm 360^\circ$ ermittelt. Die Temperaturkoeffizienten für Ablenkungen (α_T) waren die gleichen, die sich aus den Messungen der Landesaufnahme ergeben hatten:

$$M_{23} : \log \sin \varphi_{15} = \log \sin \varphi + 25,54 (t - 15^0);$$

$$M_{35} : \log \sin \varphi_{15} = \log \sin \varphi + 26,06 (t - 15^0).$$

(Koeffizienten in Einheiten der 5. Stelle des Logarithmus)

Aus ihnen ergeben sich diejenigen für Schwingungen nach der Formel $\alpha_T = \frac{1}{2} (\alpha_\varphi - M (3\beta - 2\beta'))$; β bzw. $\beta' =$ Ausdehnungskoeffizient für Messing bzw. Stahl $= 190 \cdot 10^{-7}$ bzw. $105 \cdot 10^{-7}$.

$$M_{23} : \log T'_{15} = \log T - 11,99 (t - 15^0);$$

$$M_{35} : \log T'_{15} = \log T - 12,25 (t - 15^0).$$

Die Induktionskoeffizienten der beiden Magnete waren damals noch nicht bekannt, sie wurden erst im Jahre 1928 vom Verf. nach der Methode von Lamont ermittelt, nachdem eine geeignete Vorrichtung zur Anwendung dieser Methode angefertigt war. Sie ergaben sich zu $M_{23} : k = 0.0136$, $M_{35} : k = 0.0140$ und wurden bei den Reduktionen entsprechend berücksichtigt.

Inklination: Es wurden ebenfalls drei Sätze beobachtet, jeder Satz bestand aus je sechs Einstellungen bei den Lagen „Kreis Ost“ und „Kreis West“, wobei die Spule abwechselnd rechts und links herum gedreht wurde. Vor jedem Satz wurde der Meridian mit dem dem Induktor beigegebenen kleinen Setzkompaß bestimmt, vor und nach jeder Halbmessung die Neigung mit dem Aufsatzniveau kontrolliert. Die Reihenfolge in der Bestimmung der drei Elemente richtete sich nach den Umständen, da auf Wetter und günstigen Sonnenstand Rücksicht genommen werden mußte.

Anschlußmessungen in Potsdam.

Die Vergleichsmessungen in Potsdam fanden vom 3. bis 8. und 28. bis 29. Juli statt. Beobachtet wurde teils auf dem „Trigonometrischen Pfeiler“ im Freien mit der Hauptmire Kirchturm Werder (Azimut: N $92^0 59'3$ W) und der Nebenmire Erlöserkirche (Azimut: N $44^0 51'3$ W) teils im Innern des Absoluten Hauses auf dem Pfeiler 4, wobei als Mire der Nordkollimator mit dem Azimut N $9^0 35'32$ W diente.

Deklination: Die Messungen wurden auf die Potsdamer Basis D_{20} reduziert, ihre Ergebnisse waren im Sinne einer Korrektur in westlicher Deklination am Theodolit Tesdorpf:

1926 Juli 3.	— 1.24	1926 Juli 28.	— 0.96
3.	— 1.18	29.	— 1.41
4.	— 0.45	29.	— 1.60
6.	— 1.00		— 1.32
7.	— 1.38		
8.	— 1.14		
	— 1.07		

Aus Mangel an Zeit konnte Ende Juli nicht die gleiche Anzahl *D*-Messungen vorgenommen werden wie zu Anfang. Da aber der Betrag der doppelten Kollimation sich während der Reise nur unbedeutend geändert hat, hat das Instrument in diesem Zeitraum anscheinend keine Veränderungen erlitten. Man erhält somit entsprechend der Anzahl der Messungen als Mittelwert: -1.15 ± 0.11 . Zum Vergleich sei angeführt, daß bei der letzten Prüfung des Instrumentes in den Jahren 1910–11, als anlässlich der Vermessung Hessens von A. Nippoldt und I. B. Messerschmitt an vier Stationen gleichzeitig gemessen wurde, als Instrumentalkorrektion -1.5 ± 0.55 gefunden wurde.

Inklination: Es fanden vier Messungen vor der Reise statt. Leider mußten die Abschlußmessungen ausfallen, da auf dem Rücktransport der Faden des Galvanometers gerissen war und ein Ersatz nicht sofort beschafft werden konnte. Als Korrektion für den Erdinduktor Sartorius ergab sich

1926 Juli 5.	— 3.78
7.	— 4.11
8.	— 3.97
9.	— 4.94
	— 4.20 $\pm$ 0.26

Eine Einzelmessung hatte demnach einen Fehler von ± 0.51 .

Horizontalintensität: Die Beobachtungen wurden reduziert auf die Potsdamer Basis H_{40} . Die Logarithmen der momentanen Ablenkungskonstanten C_a bzw. der Schwingungskonstanten C_s ergaben sich dann nach bekannten Formeln aus dem vollständig reduzierten Ablenkungswinkel φ_0 bzw. der Schwingungsdauer T_0 . Nach der Gleichung $\log C = \frac{1}{2} (\log C_a + \log C_s)$ wurden als-

dann für die beiden Magnete M_{23} und M_{35} folgende Werte für die relative Instrumentalkonstante erhalten:

	M_{23}	M_{35}
1926 Juli 3. $\log C =$	9,83065	9,81994
4.	83057	81994
6.	83054	81982
7.	83089	82011
8.	83076	82006
	9,83068	9,81997
Juli 28.	9,83067	9,81998
28.	83066	81996
29.	83067	81992
29.	83057	81986
	9,83064	9,81993

Die Resultate für Anfang und Ende Juli stimmen bei beiden Magneten befriedigend überein, es wurde mit ihren Mittelwerten gerechnet:

$$M_{23} : \log C_{23} = 9,83066 \pm 3.6; \quad M_{35} : \log C_{35} = 9,81995 \pm 3.0.$$

Die Messungen an den Säkularstationen.

Wunsiedel. In Wunsiedel hatte Messerschmitt 1905 beobachtet (s. Erdmagn. Landesaufnahme von Bayern. S. 11). Sein Punkt I, der auf dem Galgenberg in nächster Nähe des Bahnhofes lag, war schon damals für die Beobachtung ungünstig, sodaß er später einen Punkt II auswählte, der von dem ersten südöstlich in 1,4 km Entfernung liegt. Dieser zweite Punkt konnte aber jetzt nach der ungenauen Beschreibung in den ausgedehnten Anlagen des Katharinenberges nicht mit Sicherheit aufgefunden werden. Auch besteht die Möglichkeit, daß in dem dortigen Gelände inzwischen Veränderungen eingetreten sind. Es wurde nun ein Platz am Westrande der Anlagen in der Nähe des dort befindlichen kleinen Aussichtspavillons gewählt, von welchem die als Miren dienenden Kirchtürme der Stadt gut sichtbar waren. Der Punkt wurde durch einen starken Holzpflöck markiert, an dessen Stelle ein bald danach von dem Bayer. Landesvermessungs-

amt gesetzter Stein trat (Koordinaten: $x = + 210764.79$; $y = - 31299.53$, Katasterblatt: N. O. XCI, 14). Als Miren kamen die Türme der Stadt-, Spital- und Gottesackerkirche in Frage, welche koordiniert sind. Ihre Azimute sind auf astronomischem und geodätischem Wege ermittelt worden. Die vier astronomischen Bestimmungen (mit je zehn Einstellungen) fanden zu verschiedenen Tageszeiten am 12. und 13. Juli statt. Die folgende Übersicht zeigt die Resultate der beiden Berechnungen:

	astron.	geodät.	Diff.	Mittelwert
Stadtkirche	N 37° 45.56 W	46.31 W	— 0.75	N 37° 45.93 W
Spitalkirche	N 35 6.63 W	7.19 W	— 0.56	N 35 6.91 W
Gottesackerkirche	N 21 17.61 W	18.61 W	— 1.00	N 21 18.11 W

Die Übereinstimmung ist ausreichend, wenn man berücksichtigt, daß die Miren nur etwa 700 m vom Punkt entfernt sind und ein Fehler von 10 cm in den Koordinaten bereits eine Änderung von 0.4 im Azimut verursacht. Benutzt wurden die angeführten Mittelwerte.

Hintersee. Vom Vermessungsamt Reichenhall war ein trigonometrischer Punkt nahe der Straße Hintersee-Oberweißbach bezeichnet worden, der sich jedoch bei näherer Besichtigung als ganz ungeeignet erwies, da er in dichtem Walde lag und keine Sicht gestattete. Ein Ersatz war nicht leicht zu finden. Schließlich wurde ein Platz in der Mitte des von drei Straßen gebildeten Dreiecks benutzt, die zum Gasthaus am Hintersee, zum Forstamt und in die Ramsau führen. Störend war der um diese Jahreszeit etwas lebhaftere Verkehr. Da koordinierte Miren nicht vorhanden waren, wurde als Ersatzmire die Spitze des Dachgiebels der Villa Schweighall (3.0 km) anvisiert, deren Azimut an den beiden Messtagen zweimal astronomisch bestimmt wurde (N 46° 10.49 O). Der Punkt ist später vom Landesvermessungsamt koordiniert und durch einen Stein versichert worden ($x = - 58914.96$; $y = - 95767.20$, Katasterblatt S. O. XXVI, 42).

Maisach. Hier diente als Standort ein Grenzstein, der sich an der Südostecke des ehemaligen Exerzierplatzes in der Entfernung 2.3 km südlich vom Bahnhof Maisach und 380 m westlich der nach Fürstenfeldbruck führenden Straße befindet. Er hat

nach Mitteilung des Messungsamtes Fürstenfeldbruck die Koordinaten $x = + 6218.9$ $y = + 23914.0$ und ist auf dem Katasterblatt N. W. III, 11 verzeichnet. Miren waren die Kirchtürme Aufkirchen (6.9 km) und Maisach (2.8 km), ihre Azimute wurden ebenfalls astronomisch (3 Messungen) und geodätisch ermittelt:

		astron.	geodät.	Diff.	Mittelwert
Aufkirchen	N 40°	25.45 W	27.02 W	1.57	N 40° 25.97 W
Maisach	N 11	54.70 O	53.42 O	1.28	N 11 54.27 O

Der Unterschied in den beiden Resultaten ist hier größer als bei den Ergebnissen in Wunsiedel. Wahrscheinlich ist die Ursache in der ungenauen Position des Grenzsteines zu suchen, auch stammen die Koordinaten der Kirchtürme aus dem Jahre 1862 und haben vielleicht seitdem Veränderungen erlitten. Bei der Bildung des Mittelwertes erhielt die astronomische Bestimmung daher das doppelte Gewicht.

Zusammenstellung der Ergebnisse.

Datum	Station	Breite	Länge ö.G.	Station — Potsdam		
				östl. D	I	H
1926 Juli						
12.—13.	Wunsiedel	50° 2.05	12° 0.69	- 0° 25.4 ± 0.28	- 1° 43.6 ± 0.46	+ 1030 γ ± 4.0
16.—17.	Hintersee	47 36.15	12 50.89	+ 0 24.9 ± 0.17	- 3 43.0 ± 0.16	+ 2228 ± 3.2
21.—23.	Maisach	48 11.73	11 15.17	- 0 42.8 ± 0.24	- 3 13.7 ± 0.77	+ 1816 ± 3.6

Für 1926.5 waren die Normalwerte in Potsdam: $D = - 6^{\circ} 20.6$, $I = 66^{\circ} 42.6$, $H = 0,18503$.

Man erhält also für die Säkularstationen und dieselbe Epoche:

	D	I	H
Wunsiedel	- 6° 46.0	64° 59.0	0.19533 I'
Hintersee	- 5 55.7	62 59.6	0.20731
Maisach	- 7 3.4	63 28.9	0.20319