

UEBER DEN EINFLUSS DER SPIEGEL-COLLIMATION
BEI SPITZEN-AUFHÄNGUNG AUF DECLI-
NATIONS-MESSUNGEN.

VON K. HAUSSMANN IN AACHEN.

Die Annahme, dass der Collimations-Fehler eines freischwingenden Declinations-Magnets durch das Umlegen in Wegfall komme, gilt nur für *den* Fall, dass die *Verbindungs-Linie* der zwei Aufhänge-Puncte *durch den Schwerpunct* des Magnet-Systems geht. Für die Aufhängung an einem Faden ist dies leicht zu bewirken, nicht aber für die Bewegung auf einer Spitze.

1) Bei der Pinnen-Aufhängung ist die genannte Forderung (Schwerpunct in der Verbindungs-Linie der beiden Aufhänge-Puncte) erfüllt, wenn die Axen der Ausschleifungen des Doppel-Hütchens zusammenfallen mit der geometrischen Axe der Fassung des Hütchens, bez. der Axe der Hülse, in der das Doppel-Hütchen sich bewegt. Allgemein trifft die Forderung noch zu, wenn die Axen der Ausschleifungen des Doppel-Hütchens parallel und symmetrisch zur Axe der Fassung liegen und der Schwerpunct in beiden Lagen gleich tief unter dem Aufhänge-Punct liegt. Zu diesen Voraussetzungen für die Construction kommt noch die weitere für die Messung, dass der Magnet in seinen beiden Lagen genau centrisch auf die Pinne gesetzt wird, oder wenn dies aus mechanischen Gründen nicht möglich ist, dass die Pinne zwischen beiden Magnetlagen um 180° gedreht werde, bei genau gleicher räumlicher Lage des Magnets.

Aber diese Forderungen lassen sich bei den gegenwärtigen Einrichtungen nicht erreichen. Das Doppel-Hütchen so auszuschleifen, dass die Axen der beiden Ausschleifungen parallel sind oder zusammenfallen; das Hütchen so zu fassen, dass diese Axen symmetrisch werden zur Längs-Axe des Fassungs-cylinders oder damit zusammenfallen, das dürfte bei der Kleinheit des Hütchens nur durch Zufall zu erreichen sein. Das richtige Aufsetzen des Magnets auf die Pinne ist aber bei der neuen Ausführung des Magnet-Gehäuses — Umlegen ohne Abnehmen des Deckels — bis jetzt ebenfalls noch nicht möglich.

Deshalb wird bei den jetzigen Einrichtungen trotz des Umlegens des Magnets ein aus der Spiegel-Collimation entspringender Fehler in die Messung eingehen. Allerdings hat — richtiges Aufsetzen auf die Pinne vorausgesetzt — dieser Fehler einen konstanten Be-

trag, er lässt sich für jedes Instrument durch Vergleichs-Messungen an einem magnetischen Observatorium bestimmen und in Rechnung ziehen.

2) Das genau centrische oder wenigstens zur Axe der Hütchen-Fassung symmetrische Aufsetzen des Magnets auf die Pinne ist, wie schon bemerkt, ebenfalls nicht mit Sicherheit zu erreichen. Der Magnet setzt sich nicht von selbst genau in dem Scheitel des parabolischen Ausschliffs auf die Pinne auf. Es wird vielmehr um den Scheitel herum eine Kuppe geben, innerhalb deren die Pinne in jedem beliebigen Punkte angreifen kann. Der Rand dieses Abschnitts wird von den Punkten gebildet, in denen die Projection der Schwerkraft auf die Meridian-Tangente des Ausschliffs gerade entgegengesetzt gleich ist dem Widerstande durch die Reibung. Ausser vom Gewichte des Magnets ist also die Grösse dieses Abschnitts abhängig von der Pinnen-Spitze, auch vom Zustande des Hütchens selbst. Durch die Schwingungen des Magnets, besonders aber durch leichtes, mechanisch hervorgerufenes Vibrieren wird nun zwar die Mitte des Ausschliffs gegen die Pinne hinstreben. Vorzugsweise günstig wirken z. B. die Längs-Schwankungen des Magnets gegen das seitliche Aufsitzen. Aber es ist keineswegs sicher, dass der schliessliche Ruhe-Punct des Magnets nun auch gerade der Scheitel des Ausschliffs sei. Im Gegenteil, die grösseren Abweichungen der (von den Variationen nachträglich befreiten) Magnet-Einstellungen zeigen deutlich an, dass die Pinne oft in einem anderen als dem Scheitel-Punkte angreift und damit einen unregelmässigen Betrag des Collimations-Fehlers hervorbringt. Diese Erscheinung tritt besonders häufig im ersten Declinations-Satz bei der jetzigen Anordnung — Umlegung des Magnets ohne Oeffnung des Gehäuses — ein: die durch den Instrumententransport veränderte Lage des Magnets gegen die Pinne wird erst im Laufe der Messungen wieder verbessert.

Zur Beurteilung der Grösse des Collimations-Fehlers werde der Angriffspunct der Pinne bezogen auf ein horizontales Axen System: eine Axe parallel der magnetischen Axe, die andere senkrecht dazu, also unterschieden, λ eine Längs-Abweichung, β eine Quer-Abweichung des Magnetruhe-Punctes vom Scheitel (S) der Ausschleifung.

Die Collimation der Spiegel-Normale gegen die magnetische Axe sei c , der Winkel, den sie mit der Horizontalen beim freischwebenden Magnet bildet, sei w ; der horizontale Betrag der Collimation sei a , der verticale Betrag h . Dann bestehen die Beziehungen:

$$\cos c = \cos a \cdot \cos h, \quad (1)$$

$$\sin h = \sin c \cdot \sin w, \quad (2)$$

$$\tan A = \tan c \cdot \cos w. \quad (3)$$

λ. Der Aufhänge-Punct sei in der Magnet-Richtung um den Betrag ds , vom Scheitel der Ausschleifung verschoben.

Mit der Veränderung von ds bewegt sich die Spiegel-Normale parallel zu den Mantel-Linien eines Kreis-Kegels, mit dem halben Oeffnungs-Winkel $(90-\lambda)$ und der Axe horizontal und senkrecht zur Magnetaxe.

Die Grösse A des Collimations-Fehlers für die Neigung H ergibt sich aus

$$\sin A = \frac{\sin a}{\cos H}, \quad (4)$$

Für die Veränderung von A mit der von H kommt

$$\cos A \cdot dA = \frac{\sin a \cdot \sin H}{\cos^2 H} dH. \quad (5)$$

Hier lässt sich A mit a , H mit h vertauschen, auch einmal $\cos H$ vernachlässigen, so dass man genähert hat

$$da = \tan a \cdot \tan h \cdot dh, \quad (6)$$

$$da = \frac{a \cdot h}{\rho^2} \cdot dh. \quad (7)$$

Bei einem Instrument mit festem Magnet-Spiegel war $a = 52'$, $h = 43'$; der Angriffs-Punct der Pinne war 2.8 mm über dem Schwerpunkt. Die Verschiebung des Angriffs-Punctes der Pinne um 0.1 mm in Richtung der Magnet-Axe verursacht eine Höhen-Aenderung von

$$dh = \frac{0.1}{2.8} \cdot 3438' = 123'.$$

Die Gleichung (7) ergibt für die Aenderung des Collimations-Fehlers den Betrag

$$da = \frac{52 \times 43}{3438^2} \cdot 123' = 0'.02,$$

also eine ganz geringe Grösse.

Die Längs-Verschiebung des Aufhänge-Puncts ist von unbedeutendem Einfluss auf den Collimations-Fehler: die Aenderung der Vertical-Intensität während der Messung braucht nicht berücksichtigt zu werden.

β) Der Aufhänge-Punct sei quer zur Magnet-Richtung um den Betrag d_s , vom Scheitel der Ausschleifung verschoben.

Mit der Veränderung von $d s_2$ bewegt sich die Spiegel-Normale parallel zu den Mantel-Linien eines Kreis-Kegels mit dem halben Oeffnungs-Winkel c und der Axe parallel zur magnetischen Axe. Die Veränderung des Collimations-Fehlers mit der des Winkels w erhält man aus

$$\tan a = \tan c \cos w \quad (3)$$

durch Differentiation, in Verbindung mit (1) und (2),

$$d a = - \tan h \cdot \cos a \, dw, \quad (8)$$

oder genähert, da $\cos a$ nahezu $= 1$,

$$d a = - \tan h \cdot dw, \quad (9)$$

$$d a = - \frac{h}{\rho} \cdot dw. \quad (10)$$

(Man kann die Ableitung auch am ebenen Dreieck ausführen.) Bei dem oben genannten Instrumente mit $a = 52'$, $h = 43'$ (also einer Spiegel-Collimation von $62'$, unter dem Winkel $w = 40^\circ$ gegen a geneigt) bringt eine Quer-Verschiebung des Aufhänge-Punctes um den Betrag 0.1 mm, also $dw = 123'$, eine Aenderung des Collimations-Fehlers hervor, nach (10), um,

$$d a = - \frac{43}{3438} \cdot 123' = - 1'.5,$$

— also einen erheblichen Betrag.

Mit dem oben genannten Instrumente erhielt der Verfasser Fehlbeträge bis zu $3'$, was einer seitlichen Verschiebung von 0.2 mm entspricht; das Hütchen war aus Saphir, das Magnet-System wog 10 g.

Die Quer-Verschiebung des Aufhänge-Puncts ist von bedeutendem Einfluss auf den Collimations-Fehler.

Man hat also bei der Construction dafür Sorge zu tragen, dass die Collimation des Magnet-Spiegels beseitigt werden kann, nicht nur in horizontalem, sondern vielmehr noch in verticalem Sinne.