

Methode denn Einfluss zu condensiren, welchen die Eisenmassen eines Schiffes in Folge der Vertheilung der magnetischen Flüssigkeiten durch den Erdmagnetismus auf die Compasnadel ausüben

Autor(en): **Amsler, Jacob**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden
Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences
Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali**

Band (Jahr): **33 (1848)**

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-89805>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Beilage VII.

Methode den Einfluss zu condensiren , welchen die Eisenmassen eines Schiffes in Folge der Vertheilung der magnetischen Flüssigkeiten durch den Erdmagnetismus auf die Compassnadel ausüben. Von Jacob Amsler.

In einem neulich unter die Denkschriften der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft aufgenommenen Aufsätze habe ich unter anderm gezeigt , dass die Componenten der magnetischen Anziehung , welche durch eine magnetische Parallelkraft in einem beliebig gestalteten Eisenkörper inducirt wird , lineare Functionen der Cosinuse derjenigen Winkel sind , welche die Richtung der vertheilenden Kraft mit den rechtwinkligen Coordinatenaxen bildet. Hieraus lässt sich der für die Nautik äusserst wichtige Satz ableiten :

«Die Eisenmassen eines Schiffes lassen sich auf leicht
«ausfuhrbare Weise immer so in demselben verthei-
«den, dass sie keine Wirkung auf die Compassnadel
«ausüben, welches auch die Richtung der Resultante
«des Erdmagnetismus sei.»

Dieses findet statt , mag der Magnetismus der Eisenmassen absolut beweglich sein , oder aber einen der Rei-

bung vergleichbaren Widerstand erfahren; d. h. also, das Schiff kann theils hartes, theils weiches Eisen enthalten.

Ich beschränke mich darauf, hier die Principien der Methode auseinanderzusetzen, wodurch diess erreicht werden kann. Das Detail werde ich bei einem andern Anlass entwickeln.

Nehmen wir ein rechtwinkliges Coordinatensystem an, als X-axe die Verticale, als Y-axe die Mittagslinie, als Z-axe die auf beiden Senkrechte; seien X, Y, Z die Componenten der durch den Erdmagnetismus inducirten Wirkung auf den Mittelpunkt der Nadel; α , β , γ die Winkel, welche die Resultante des Erdmagnetismus J mit den Coordinatenaxen bildet, so ist nach dem angeführten Satze, wenn wir zunächst keinen der Reibung ähnlichen Induktionswiderstand voraussetzen,

$$X = J (a \cos \alpha + b \cos \beta + c \cos \gamma)$$

$$Y = J (a_1 \cos \alpha + b_1 \cos \beta + c_1 \cos \gamma)$$

$$Z = J (a_2 \cos \alpha + b_2 \cos \beta + c_2 \cos \gamma)$$

wo a, b, c, etc. von der Beschaffenheit der Eisenmassen und der Lage der Nadel abhängige Grössen sind.

Seien d, d₁, d₂ die Componenten des festen Magnetismus des Schiffes, u der Winkel, den das Nordende der Compassnadel mit der Y-axe bildet, so ist unter der bei dieser Untersuchung immer statthaften Annahme, dass man die Länge der Nadel als unendlich klein gegen die Entfernung der zunächst gelegenen Eisenmassen betrachten, also die zweite und die höhern Potenzen ihres Verhältnisses vernachlässigen darf,

$$\text{Tang } u = \frac{J (a_2 \cos \alpha + b_2 \cos \beta + c_2 \cos \gamma) + d_2 + J \cos \gamma}{J (a_1 \cos \alpha + b_1 \cos \beta + c_1 \cos \gamma) + d_1 + J \cos \beta}$$

Die unbestimmten Coefficienten in dieser Gleichung kann man durch Versuche finden. Nämlich, man beobachte

die Ablenkung der Nadel u bei verschiedenen Azimuthen des Schiffes (die man mit Hülfe eines entfernten terrestrischen Gegenstandes, oder eines Sternes bestimmt) so erhält man eine Anzahl linearer Gleichungen, woraus man, J als bekannt gesetzt,

$$\begin{aligned} a_2 \cos \alpha + d_2, & b_2, c_2 \\ a_1 \cos \alpha + d_1, & b_1, c_1, \end{aligned}$$

und wenn man dieselben Beobachtungen an einem zweiten Orte von verschiedener Inclination, oder an demselben Orte ausführt, nachdem man das Schiff durch ungleiche Belastung auf die Seite geneigt hat, getrennt a_2 und d_2 , a_1 und d_1 erhält.

Diese Bestimmung darf nicht eben mit höchster Schärfe ausgeführt werden, indem man derselben nur zu einer ersten Annäherung der geforderten Correction bedarf.

Es soll nun gezeigt werden, dass sich ein Eisenstück von der Beschaffenheit in der Nähe der Nadel anbringen lässt, dass die Wirkung der durch den Erdmagnetismus in ihm erregten Vertheilung gerade die Wirkung der übrigen Eisenmassen auf die Nadel aufhebt. —

Nach dem oben Angeführten haben die Componenten der Wirkung des hinzugebrachten Eisenstückes die Form

$$\begin{aligned} X' &= a' \cos \alpha + b' \cos \beta + c' \cos \gamma + d' \\ Y' &= a_1' \cos \alpha + b_1' \cos \beta + c_1' \cos \gamma + d_1' \\ Z' &= a_2' \cos \alpha + b_2' \cos \beta + c_2' \cos \gamma + d_2' \end{aligned}$$

wo d' , d_1' , d_2' die Componenten des festen Magnetismus sind. Die unter Einwirkung der gesammten Eisenmassen erfolgende Ablenkung v wird

$$\text{Tang } v = \frac{J \left[(a_2 + a_2') \cos \alpha + (b_2 + b_2') \cos \beta + (c_2 + c_2') \cos \gamma \right] + d_2 + d_2' + J \cos \gamma}{J \left[(a_1 + a_1') \cos \alpha + (b_1 + b_1') \cos \beta + (c_1 + c_1') \cos \gamma \right] + d_1 + d_1' + J \cos \beta}$$

Gelingt es, die neu hinzugekommenen Eisenmasse nach Lage und Beschaffenheit so zu bestimmen, dass

$$\begin{aligned} a_2 + a_2' &= 0 & b_2 + b_2' &= 0 & d_2 + d_2' &= 0 \\ a_1 + a_1' &= 0 & c_1 + c_1' &= 0 & d_1 + d_1' &= 0 \\ c_2 + c_2' &= 0 & b_1 + b_1' &= 0 & & \end{aligned}$$

oder statt der beiden letzten Gleichungen auch nur

$$c_2 + c_2' = b_1 + b_1',$$

so ist unsere Aufgabe gelöst; denn alsdann geht die Formel für die Ablenkung über in

$$\text{Tang } v = \frac{\cos \gamma}{\cos \beta}$$

und $\frac{\cos \gamma}{\cos \beta}$ ist die Tangente der Declination, also v die Declination selber.

Am einfachesten erscheint es mir für die Anwendung, zur Condensation der Induction zwei im Verhältniss zu ihrer Dicke sehr lange prismatische oder cylindrische weiche Eisenstäbe zu gebrauchen (wiewohl schon einer ausreichen würde), und die Wirkung des festen Magnetismus durch einen Stahlmagnet aufzuheben.

Zerlegen wir die erdmagnetische Kraft nach der Richtung des ersten Stabes, die ich durch S_1 bezeichnen will, und senkrecht darauf, so kann man in erster Annäherung die Induction der letztern vernachlässigen; das durch die erste inducirte Moment ist

$$J M_1 \cos (S_1, J)$$

wenn (S_1, J) den Winkel bezeichnet, den die Richtungen von J und S_1 mit einander bilden. M_1 ist eine Constante. — Da der Eisenstab in ziemlicher Entfernung von der Nadel aufgestellt sein muss, so erhalten wir eine hinlängliche Annäherung, wenn wir nur die linearen Momente des inducirten Magnetismus berücksichtigen (um so mehr, als bei

regelmässiger Form des Stabes die Momente von gerader Ordnung Null werden), und das Potential des Stabes ist also

$$= \frac{\mathbf{J} M_1 \cos (S_1, \mathbf{J}) \cos (S_1, R_1)}{R_1^5}$$

wenn R_1 die Entfernung des Mittelpunktes des Stabes vom Mittelpunkt der Nadel, (S_1, R_1) der Winkel ist, den die beide Mittelpunkte verbindende Gerade mit S_1 bildet. Hieraus ergeben sich als Componenten der Anziehung, resp. nach der Z- und Y-axe

$$\frac{\mathbf{J} M_1}{R_1^5} \cos (S_1, \mathbf{J}) \left(1 - 3 \cos (Z, R_1) \cos (S_1, R_1) \right)$$

$$\frac{\mathbf{J} M_1}{R_1^5} \cos (S_1, \mathbf{J}) \left(1 - 3 \cos (Y, R_1) \cos (S_1, R_1) \right)$$

und ebenso, bei analoger Bezeichnung für den zweiten Stab,

$$\frac{\mathbf{J} M_2}{R_2^5} \cos (S_2, \mathbf{J}) \left(1 - 3 \cos (Z, R_2) \cos (S_2, R_2) \right)$$

$$\frac{\mathbf{J} M_2}{R_2^5} \cos (S_2, \mathbf{J}) \left(1 - 3 \cos (Y, R_2) \cos (S_2, R_2) \right)$$

Sei zur Abkürzung

$$\Sigma_1 = \sqrt{a_1^2 + b_1^2 + c_1^2}, \quad \Sigma_2 = \sqrt{a_2^2 + b_2^2 + c_2^2}$$

und bezeichnen wir durch dieselben Buchstaben die Richtungen zweier Linien, welche mit den Coordinatenaxen resp. die Winkel

$$\frac{a_1}{\Sigma_1}, \frac{b_1}{\Sigma_1}, \frac{c_1}{\Sigma_1} \quad \text{und} \quad \frac{a_2}{\Sigma_2}, \frac{b_2}{\Sigma_2}, \frac{c_2}{\Sigma_2}$$

bilden, so wird

$$a_1 \cos \alpha + b_1 \cos \beta + c_1 \cos \gamma = \Sigma_1 \cos (\Sigma_1, \mathbf{J})$$

$$a_2 \cos \alpha + b_2 \cos \beta + c_2 \cos \gamma = \Sigma_2 \cos (\Sigma_2, \mathbf{J})$$

Wir können also die Ablenkungsformel (für die Gesamtwirkung der Eisenmassen des Schiffes und der beiden Stäbe) folgendermassen schreiben

$$\begin{aligned} \text{Tang } v = & \frac{\Sigma_2 \cos (\Sigma_2, \mathbf{J}) +}{\Sigma_1 \cos (\Sigma_1, \mathbf{J}) +} \\ & \frac{\frac{M_1}{R_1^3} \cos (S_1, \mathbf{J}) \left(1 - 3 \cos (Z, R_1) \cos (S_1, R_1) \right) +}{\frac{M_1}{R_1^3} \cos (S_1, \mathbf{J}) \left(1 - 3 \cos (Y, R_1) \cos (S_1, R_1) \right) +} \\ & \frac{\frac{M_2}{R_2^3} \cos (S_2, \mathbf{J}) \left(1 - 3 \cos (Z_1 R_2) (\cos S_2, R_2) \right) + \cos \gamma}{\frac{M_2}{R_2^3} \cos (S_2, \mathbf{J}) \left(1 - 3 \cos (Y, R_2) (\cos S_2, R_2) \right) + \cos \beta} \end{aligned}$$

Die Componenten des festen Magnetismus habe ich fortgelassen, da man leicht sieht, wie dieselbe zu heben sind. —

Man gebe nun den beiden Stäben eine solche Lage, dass die Richtung S_1 mit der aus der Beobachtung bekannten Σ_1 , und ebenso S_2 mit Σ_2 zusammenfällt; man bestimme ferner die Distanzen R_1 , R_2 und die Richtungen derselben aus den einfachen Gleichungen

$$\begin{aligned} 1 - 3 \cos (Z_1 R_1) \cos (\Sigma_1, R_1) &= 0 \\ \Sigma_2 + \frac{M_1}{R_1^3} \left(1 - 3 \cos (Y_1 R_1) \cos (\Sigma_1, R_1) \right) &= 0 \\ 1 - 3 \cos (Y_1 R_2) \cos (\Sigma_2, R_2) &= 0 \\ \Sigma_2 + \frac{M_2}{R_2^3} \left(1 - 3 \cos (Z, R_2) \cos (\Sigma_2, R_2) \right) &= 0 \end{aligned}$$

so kommt, wie verlangt wurde,

$$\text{Tang } v = \frac{\cos \gamma}{\cos \beta}$$

Die hier als bekannt vorausgesetzten Werthe von M_1 und M_2 erhält man aus zwei Schwingungsbeobachtungen.

Nachdem man die beiden Stäbe und den constanten

Magnet nach Massgabe der vorliegenden Rechnung aufgestellt hat, ändert man allmählig eine gehörige Anzahl der Elemente der Aufstellung um kleine Grössen, und beobachtet die entsprechenden Aenderungen in der Ablenkung der Nadel. Hieraus bestimmen sich auf bekannte Weise die noch anzubringenden Correctionen der Aufstellung. *)

Auf die angegebene Weise lassen sich in der Anwendung nicht alle Abweichungen corrigiren, weil der grösste Theil der Eisenmassen der freien Bewegung des Magnetismus einen merklichen Widerstand leistet. Es liesse sich auch diesem Umstande Rechnung tragen, wenn es möglich wäre, statt der weichen Eisenstäbe solche anzubringen, deren Widerstand sich nach Belieben ändern liesse. — In der That lässt sich eine Einrichtung treffen, welche diesen Dienst leistet.

Man wende nämlich, statt jedes der beiden Stäbe zwei an, einen gusseisernen und einen schmiedeeisernen, die man einander parallel, und so aufstellt, dass ihre Mittelpunkte mit dem Mittelpunkt der Magnetnadel auf einer Geraden liegen. Man sieht leicht ein, dass die Entfernungen der beiden Stäbe vom Mittelpunkte der Nadel, auf derselben oder auf entgegengesetzten Seiten so gewählt werden können, dass ihre Zusammenwirkung der eines an-

*) In der Rechnung haben wir keine Rücksicht darauf genommen, dass die Wirkung der Stäbe durch die gegenseitige Induction und die der übrigen Eisenmassen modificirt wird. Durch diese Art der Correction gehen natürlich die hieraus, wie die aus den übrigen nur näherungsweise richtigen Voraussetzungen entspringenden Fehler heraus, da man leicht einsieht, dass die Formeln, wenn man alle Einflüsse berücksichtigen wollte, immer noch dieselbe Form behielten.

dem gegebenen Stabes von beliebigem Widerstande gleich ist. —

Schliesslich will ich noch bemerken, dass sich die hier angedeutete Correction der Stellung der Magnetnadel auf offener See auch noch dann ausführen liesse, wenn man für den Ort des Schiffes weder Declination noch Inclination des Erdmagnetismus kennte. —

