

## Einfluss des Erdmagnetismus auf den Gang von magnetisierten Chronometern.



Alle Uhrmacher wissen, dass die Stahlteile der Uhren bei Annäherung elektrisierter Körper fähig sind, magnetisiert zu werden, und dass hieraus im allgemeinen ein Stehenbleiben des Mechanismus hervorgeht. Die Personen, die durch ihre Arbeiten oder ihre Studien genötigt sind, mächtige elektrische Einrichtungen in der Nähe zu prüfen, haben selbst die durch diese Erscheinung verursachten Unannehmlichkeiten erfahren. Allgemein ist man auch der Ansicht, dass die so beeinflussten Uhren unbrauchbar geworden sind, und dass es nur ein Mittel giebt, sie in den normalen Zustand zurückzubringen, und zwar dadurch, dass man zur vollständigen Entmagnetisierung schreitet.

Nun haben die Untersuchungen eines hervorragenden französischen Gelehrten, des Herrn A. Cornu, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Paris und Professor am Polytechnikum, gezeigt, dass dem nicht ganz so ist, und dass eine magnetisierte Uhr unter gewissen Bedingungen ein regelmässiges Verhalten wieder annehmen kann. Sie ist jedoch, wie alle magnetischen Körper, der Wirkung des erdmagnetischen Feldes<sup>1)</sup> unterworfen und erleidet je nach ihren verschiedenen Lagen in diesem Felde Variationen, die übrigens mit Hilfe einer geeignet angebrachten Vorrichtung kompensiert werden können.

Die Untersuchungen des Herrn Cornu haben jedoch eine allgemeinere Tragweite. Dieser Gelehrte meint, dass die Stahlstücke der Taschenuhren und Chronometer, selbst der sorgfältigsten hergestellten, immer einen gewissen Grad von Magnetismus besitzen, und dass sie, wie die zufällig magnetisierten Uhren, Variationen unterworfen sind, welche von der Wirkung des erdmagnetischen Feldes herrühren. Natürlich sind diese Variationen sehr klein und bleiben gewöhnlich unbemerkt; aber in der Präzisions-Uhrmacherei können sie nicht mehr vernachlässigt werden, und es würde vielleicht gut sein, dieselben zu berücksichtigen und auf alle Chronometer ohne Unterschied die Kompensations-Methoden anzuwenden, welche Herr Cornu für die künstlich magnetisierten Chronometer gefunden hat.

Diese Frage hat, wie man sieht, eine gewisse Wichtigkeit, da es sich um nichts weniger handelt, als zu den Chronometer-Prüfungen der Sternwarten eine neue Reihe von Prüfungen hinzuzufügen; wir wollen daher, schreibt die Internationale Zeitschrift für Uhrmacherei (Chaux-de-fonds), den Lesern darüber etwas ausführlicher berichten.

### I.

Die Beobachtungen des Herrn Cornu beziehen sich auf eine Taschenuhr, sogen. Halb-Chronometer, mit Ankerhemmung, kompensierender Unruh und Palladiumspirale. Diese Uhr hatte seit etwa zehn Jahren einen sehr befriedigenden Gang gehabt, als sie im Januar 1898 aus Unachtsamkeit bei der Annäherung an einen grossen Elektromagneten magnetisiert wurde. Dieser Unfall brachte starke Störungen in dem Gange hervor und verursachte anfangs ein häufiges Stehenbleiben. Eine aufmerksame Untersuchung des Chronometers zeigte Herrn Cornu, dass dieses Stehenbleiben nicht Erscheinungen magnetischen Anhaftens zugeschrieben werden konnte, da die Berührung der Stahlstücke durch Steine vermittelt wurde, auch nicht Erscheinungen von Fernwirkungen, da sich die Mehrzahl derselben kompensierte. Er schob vielmehr die Schuld auf die Anziehung magnetischen Staubes, der von der Abnutzung der Uhr herrührte und die Eingriffe oder die sehr beweglichen Teile der Hemmung in ihren Bewegungen hinderte. Es folgte aus dieser Hypothese, dass eine einfache Reinigung des Chronometers, ohne Versuch der Entmagnetisierung, das Stehenbleiben würde beseitigen müssen. In der That hat die Uhr, nachdem sie von einem Uhrmacher, der die Anweisung erhalten hatte, nichts zur Entmagnetisierung zu unternehmen, sorgfältig gereinigt worden war, seit drei Jahren ihren regelmässigen Gang wieder angenommen. Sie scheint ihren ganzen Magnetismus behalten zu haben, denn heute sowohl wie am Anfange zeigt die Nadel eines über der Unruh aufgestellten kleinen Kompasses mit dieser synchronischen Schwingungen.

Unter diesen Bedingungen ist die einzige dem Räderwerke fremde Kraft, welche auf die Uhr wirken kann, die des erdmagnetischen Feldes. Um diese Wirkung zu studieren, wurde die horizontale Unterlage, auf welche die Uhr gelegt wurde, um eine senkrechte Achse beweglich gemacht, und die Uhr während einer gleichen Anzahl von Tagen nacheinander in die vier zu einander senkrechten Richtungen des magnetischen N, W, S, O gebracht, d. h. in solche Lagen, dass die vom Mittelpunkte des Zifferblattes nach den Stunden XII, III, VI und IX gehenden Radien nacheinander nach dem magnetischen Nordpol gerichtet waren. Der Gang des Chronometers in diesen verschiedenen Lagen wurde mit dem einer Sekundenuhr Callier Nr. 167 (Ankerhemmung, Unruh mit Quecksilber-Kompensation) verglichen. Folgendes Tableau giebt das Resultat der Beobachtungen:

Datum	Mittlerer tägl. Gang in den Orientierungen			
	XII	III	VI	IX
20. Juni 1898 bis 12. Juli 1898	— 5s,75	— 21s,83	— 19s,68	— 8s,23
24. Okt. 1898 bis 22. Jan. 1899	4, 54	— 5, 78	— 0, 66	5, 12
12. Apr. 1899 bis 9. Mai 1899	21, 76	4, 53	1, 22	21, 40
24. Juni 1899 bis 11. Juli 1899	24, 81	14, 40	4, 56	21, 20
14. Nov. 1899 bis 17. Apr. 1900	21, 24	6, 00	7, 05	20, 42
23. Apr. 1900 bis 5. Juli 1900	22, 13	9, 25	5, 87	17, 98
1. Nov. 1900 bis 17. Nov. 1900	28, 39	13, 67	6, 26	19, 90

Man sieht, dass die systematische Aenderung des täglichen Ganges mit der Orientierung der Uhr von einer vollkommenen Deutlichkeit ist. Diese Tabelle ist sehr bemerkenswert, wenn man bedenkt, bis zu welchem Grade diese Uhr magnetisch ist; das Verhalten ist besonders vom 12. April 1899 an regelmässig geworden, wo eine zweite Reinigung, aber immer ohne Entmagnetisierung, stattgefunden hat. Die systematische Aenderung ist genau genug, um die oben angegebenen Mittel in befriedigender Weise durch die vier Koordinaten der Sinus-Funktion

$$y = A \sin (\omega - \omega_s) + c$$

darzustellen, welche den Azimuten  $\omega = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$  und  $270^\circ$  entsprechen.

Es ist dies ein besonders interessanter Punkt der Mitteilung des Herrn Cornu, dass diese Sinus-Formel genau identisch ist mit der, welche der Gang einer Uhr zeigen soll, deren Zifferblatt vertikal und nach verschiedenen Azimuten orientiert worden ist, wenn die Unruh ungenügend kompensiert ist. In der That erzeugt die Schwere dann, wenn die mittlere Schwingungsweite konstant bleibt, ein Kräftepaar, das der vertikalen Projektion der Entfernung des Schwerpunktes vom Mittelpunkt proportional ist. Durch einen glücklichen Zufall hatte Herr Cornu im Jahre 1890 gerade eine oberflächliche Untersuchung dieses Fehlers bei dem Chronometer vor seiner Magnetisierung gemacht. Eine seiner Beobachtungsreihen ist folgende:

	XII	III	VI	IX
26. Oktober 1890 bis 25. Januar 1891	6s,26	10s,28	16s,96	5s,38

Diese, obgleich mittelmässige Reihe genügt indessen, um zu bestätigen, dass das von der Schwere allein herrührende Kräftepaar eine Variation derselben Art erzeugt, wie die von dem Kräftepaare des Erdmagnetismus hervorgebrachte. Diese Bestätigung ist wertvoll, denn sie zeigt zu gleicher Zeit, dass die von Phillips im Jahre 1866 entdeckte Bedingung zur Beseitigung des Einflusses der Schwere auch auf die Beseitigung des Einflusses des Magnetismus angewendet werden muss.

1) Es ist bekannt, dass eine Magnetonadel, die in ihrem Schwerpunkt an einem Faden aufgehängt ist und sich frei drehen kann, sich unveränderlich (an welchem Orte der Erdoberfläche sie auch aufgestellt sein mag) nach einem Punkte einrichtet, der in den nördlichen Gegenden Amerikas, einige Grade vom geographischen Nordpol entfernt liegt und magnetischer Nordpol genannt wird. Wenn man die Nadel aus ihrer Gleichgewichtslage bringt, so kehrt sie nach einer gewissen Anzahl von Schwingungen wieder dahin zurück, als ob sie einer besonderen Kraft unterworfen wäre. Diese Kraft, welche auf der ganzen Oberfläche der Erde und auf alle magnetisierten Körper wirkt, bildet das erdmagnetische Feld.

## II.

Wenn die systematische Aenderung des Ganges der horizontal gelegten (also der störenden Wirkung der Schwerkraft entzogenen), magnetisierten Uhr wirklich der Einwirkung des Erdmagnetismus zuzuschreiben ist, so muss man sie dadurch zum Verschwinden bringen können, das man den Einfluss dieses letzteren durch den eines kompensierenden Magnetstabes vernichtet. Es ist dies ein wertvoller direkter Nachweis, den Herr Cornu auf folgende Weise geliefert hat:

Er schnitt eine Korkscheibe von der Form der Uhr und markierte auf der einen Seite die Stunden XII, III, VI, IX, sowie die Projektion der Achse der Unruh. Um diesen letzteren Punkt machte er einen cylinderförmigen Einschnitt, in der eine kleine Bussole festgemacht wurde. Da der Kork auf der drehbaren horizontalen Unterlage der Uhr befestigt ist, so befindet sich daher der Mittelpunkt der Bussole an der Stelle, wo sich die Achse der Unruh in allen Orientierungen der Uhr befindet. Nachdem dies ausgeführt ist, bringt man ein kleines vertikales magnetisiertes Eisenstück so an, dass die Nadel der Bussole astatisch (d. h. in allen Lagen im Gleichgewicht) gemacht wird; auf diese Weise hat man also den Einfluss des erdmagnetischen Feldes in dem kleinen Raume, wo die Unruh schwingt, wenn der Kork durch die nach derselben Richtung orientierte Uhr ersetzt wird, aufgehoben. Ebenso operiert man bei jeder Aenderung der Orientierung.

Unter diesen Bedingungen ist der tägliche Gang der in den vier Azimuten beobachteten Uhr sehr nahe derselbe, d. h. unabhängig von der Orientierung, geblieben, wie folgende Zahlen zeigen:

	XII	III	VI	IX
19. Nov. bis 27. Nov. 1900	17s,60	18s,95	17s,10	18s,20

Die Unregelmässigkeiten sind von der Ordnung der dem Mechanismus und der Vollkommenheit der magnetischen Kompensation anhaftenden Fehler: der Nachweis ist daher so befriedigend wie möglich.

## III.

Dies sind die wesentlichen Punkte der Untersuchungen des Herrn Cornu; sie haben ihn veranlasst, wichtige Schlussfolgerungen zu ziehen, die wir nach der Abhandlung des Verfassers wörtlich anführen:

1. Die Präzisionschronometer werden von den Aenderungen des magnetischen Feldes, in dem sie aufgestellt sind, in einem Masse beeinflusst, das von dem Grade der Magnetisierung der Unruh und Spirale abhängt. Dieser Einfluss ist besonders an Bord von Panzerschiffen zu befürchten und hauptsächlich durch die Wegänderungen, welche das magnetische Feld nach Richtung und Intensität modifizieren.

2. Es würde daher wichtig sein, ehe man zur Prüfung des Ganges der Chronometer übergeht, das magnetische Moment der Unruh, mit oder ohne Spirale, zu bestimmen: es ist wahrscheinlich, dass man keine finden wird, die vollständig frei von Magnetismus ist.

3. Auf den Sternwarten, wo man den Gang der Chronometer prüft, würde es notwendig sein, die Vergleichen regelmässig in vier um  $90^{\circ}$  entfernten Azimuten zu machen und vorkommenden Falles die entsprechenden systematischen Aenderungen zu notieren, um die Korrekursionsformel zu berechnen.

4. Auf jeden Fall ist es angebracht, die volle Weite der Schwingungen der Unruh auf  $440^{\circ}$  nach der von Phillips entdeckten Regel zu regulieren, um die Wirkung des erdmagnetischen Kräftepaares zu eliminieren: leider ist bei den Chronometern diese Schwingungsweite schwierig zu erreichen und besonders zu erhalten.

5. Schliesslich würde es zur Erhöhung der Vorsicht nötig sein, auf den Sternwarten sowohl als an Bord der Schiffe, zu versuchen, jeden Chronometer in einen dicken Eisenkasten (wie das gepanzerte Galvanometer von Lord Kelvin) hineinzuthun, um das Instrument der magnetischen Wirkung der Erde und des Schiffes zu entziehen.

Infolge dieser Studien oder dieser Vorsichtsmassregeln würde man von dem unvermeidlichen Magnetismus der Stahlteile der Chronometer wenn nicht absehen, so doch wenigstens durch vorhergehende Massnahmen die Wichtigkeit der übrigbleibenden Wirkung und die Korrektion, die sie vernichten kann, bestimmen können.

L. B.

