

Die Elektrizität als Helferin der wissenschaftlichen Zeitmessung und des öffentlichen Zeitdienstes.

Vortrag des Herrn Professor Dr. Förster, Director der Berliner Sternwarte.

(Fortsetzung.)

Natürlich könnte diese Einrichtung auch in solcher Weise, wie sie in der Mai-Nummer der elektrotechnischen Zeitschrift von Herrn Dr. Stein erörtert worden ist, gestaltet werden, dass nämlich die Pendeluhr in der Nähe des Zeitpunktes, in welchem das Bild des Sternes das Fadennetz des Fernrohres täglich einmal passirt, und zwar in einem bestimmten, einer gewissen Phase ihrer Schwingung und einer gewissen Nummer der Schwingungen entsprechenden Zeitpunkte eine vor dem Fernrohr oder innerhalb desselben angebrachte Blendung auf elektrischem Wege entfernt, und dass dadurch in diesem Zeitpunkte das Licht des Sternes auf einer lichtempfindlichen Schicht in der Bildebene einen Lichteindruck zu fixiren begänne. Aus der Lage dieses Lichteindruckes gegen die in derselben Schicht entsprechend dem Fadennetz des Fernrohres markirten Fixpunkte würde dann für eine bestimmte Angabe der Pendeluhr der Zeitpunkt zu ermitteln sein, in welchem das Bild des Sternes sich jedesmal genau in einem bestimmten Fixpunkte der Bildebene des Fernrohres befunden hat, in welchem also die Erde in dieselbe Stellung zu dem Sterne zurückgekehrt ist.

Durch besondere Untersuchungen würde natürlich bei der Anwendung jeder dieser Methoden die Augenblicklichkeit der betreffenden Wirkungen oder das Maass und das Gesetz der dabei entstehenden Verzögerungen festgestellt, und hiernach würden die entsprechenden Verbesserungen in Rechnung gebracht werden müssen.

(Bei dieser Gelegenheit sei mir bezüglich des erwähnten Aufsatzes des Herrn Dr. Stein im Interesse der wissenschaftlichen Strenge nur die Bemerkung gestattet, dass trotz vieler sinnreicher Details der daselbst beschriebenen Einrichtungen dieselben doch vom astronomischen Gesichtspunkte den erheblichen Fehler enthalten, dass die Einzelheiten des dort angegebenen Verfahrens, insbesondere die Unsicherheiten der dabei erforderlichen Bestimmung der Winkel, welche die Fernrohre in dem betreffenden Zeitpunkte mit der Horizontebene machen, sowie die erheblich in Betracht kommenden Einflüsse der Strahlenbrechung in der Atmosphäre das gesuchte Ergebniss mit viel grösseren Fehlern behaftet, als durch einigermaßen geübte Beobachter, welche durch jene komplizierte Einrichtung ersetzt werden sollen, überhaupt begangen werden können. Es lassen sich jedoch andere Anordnungen des Verfahrens denken, bei welchen die erwähnten Fehlerquellen nicht ins Spiel kommen.)

Beide oben erwähnten Methoden, von denen die erstere zur Zeit nur in einer solchen projectirten Form (der eines sogenannten Durchgangsmikrometers) vorliegt, in welcher sie noch, wenngleich in sehr eingeschränktem Grade, der Vermittelung eines Beobachters bedarf, werden noch bedeutender Arbeit zu ihrer feineren Durchbildung und Erprobung bedürfen; auch dürfte es noch nicht als völlig entschieden zu betrachten sein, dass solche mehr oder weniger automatische Anschlüsse der von der Drehung der Erde bewirkten Bewegungserscheinungen an die Schwingungen der künstlichen Zeitmessungsapparate unter allen Umständen den Vorzug haben werden vor derjenigen Gestalt dieser Ermittlungen, bei welcher der Organismus eines geübten Beobachters, in Verbindung mit elektrischen Uebertragungswirkungen, die Lösung der Aufgabe wesentlich auf sich nimmt. Vor der Zeit der Heranziehung der Elektrizität zu Mitwirkungen dieser Art wurden die Uebertragungen der Durchgangszeiten der Bilder der Sterne durch die Fadennetze geeigneter aufgestellter Fernrohre auf die Angaben der Pendeluhr bekanntlich dadurch bewirkt, dass ein geübter Beobachter um die Zeit, wo das Bild eines Sternes das Fadennetz des Fernrohres passirte, die mit dem Ohr wahrgenommenen Sekundenschläge der Pendeluhr zählte und durch Schätzung nach dem Augenmaass den Zeitpunkt zwischen zwei auf einander folgenden Sekundenschlägen bestimmte, in welchen der Stern den Mittelpunkt des Fadennetzes passirte. Diese Beobachtungen wurden dann mit Heranziehung elektrischer Wirkungen dahin vervollkommenet, dass der Beobachter in dem Augenblicke, in welchem für sein Auge das Bild des Sternes sich im Mittelpunkt des Fadennetzes zu befinden schien, den betreffenden Zeitpunkt auf der oben erwähnten gleichmässig bewegten Skala durch den Schluss oder die Unterbrechung eines elektrischen Stromes in solchen Zeichen fixirte, deren Lage gegen die von den Pendeluhr bei jeder Schwingung gemachten entsprechenden Zeichen alsdann durch Linear-messung bestimmt und mit Hülfe des auf derselben Skala fixirten Abstandes zweier auf einander folgender identischer Schwingungsphasen der Uhr in Bewegungs- oder Zeitmaass verwandelt werden konnte. Allerdings bestehen ja zwischen dem Zeitpunkte, in welchem das Bild des Sternes sich wirklich genau im Mittelpunkt des Fadennetzes befindet, und dem Zeitpunkte, in welchem diese Koizidenz des Bildes des Sternes und des Fadenmittelpunktes auf der Netzhaut des beobachtenden Auges dem Beobachter zum Bewusstsein kommt, und endlich dem Zeitpunkte, in welchem der Beobachter alsdann durch eine Muskelbewegung die elektrische Wirkung auslöst, bemerkliche Zeitunterschiede, die jedoch auch nicht ganz vermieden sein würden, wenn es ermöglicht würde, dass die im Bilde des Sternes vereinigten Lichtwirkungen selbst, sobald sie den Mittelpunkt des Fadennetzes treffen, elektrische Wirkungen irgend welcher Art auslösten. Die Voraussetzungen unmittelbarer Wirkungen letzterer Art würden natürlich um so günstiger zu erfüllen sein, je stärker die bezüglichen Lichtwirkungen wären, am günstigsten also bei der durch die Drehung der Erde bewirkten Wiederkehr der Sonne in eine und dieselbe Stellung zum Fernrohr und zum Fadennetz; andererseits aber, ganz abgesehen davon, dass die Wiederkehr derselben Stellung der Sonne zum Beobachtungsfernrohr von der Wiederkehr einer und derselben Phase der Umdrehung der Erde abweicht, was bekanntlich durch Rechnung berücksichtigt werden kann, ist die Sonne gerade wegen der mit ihren starken Lichtwirkungen verbundenen Wärmewirkungen der grösste Feind der Genauigkeit der Messungen. Unter anderem wird die wesentliche Grundlage des ganzen Verfahrens, nämlich die Voraussetzung der Unveränder-

lichkeit der Verbindung des Fernrohres mit der rotirenden Erde in der empfindlichsten und durch Rechnung und Messung am schwersten zu be-masternden Weise durch jene starken Wärmewirkungen gestört. Man wird also voraussichtlich gerade für die feinsten, stetigsten und zahlreichsten Messungen dieser Art, nämlich für die Beobachtungen der Meridiandurchgänge der Sterne, deren Lichtwirkungen viel zarter sind, noch lange auf die Mitwirkung des Beobachters angewiesen bleiben, und es wird sich nur darum handeln, die ihm zu solchem Zwecke dienenden elektrischen Uebertragungswirkungen so fein, so beständig und regelmässig als irgend möglich zu gestalten, und solche stärkere Störungen der bezüglichen Maassbestimmungen, wie sie durch Zulassung ungeübter und sehr veränderlicher Beobachter oder durch das Zusammenwirken nicht gehörig kontrollirter und mit einander in diesem Punkte nicht gehörig vergleichener Beobachter entstehen können, zu vermeiden.

In Betracht der gegenwärtig noch unvermeidlich scheinenden Schwankungen der Zeitauffassung auch der besten und beständigsten Beobachter, scheint übrigens die Uebertragung der von ihnen elektrisch zu markirenden Zeitpunkte auf diejenigen Skaleneinrichtungen, auf welchen auch die Pendeluhr ihre Schwingungen verzeichnet, ausreichende Sicherheit schon erreicht zu haben. Zu weiteren Verfeinerungen dieser Prozesse durch Einführung noch geeigneter elektrischer Wirkungsarten statt der verhältnissmässig groben motorischen Effecte, welche gegenwärtig dabei benutzt werden, sind wenigstens keine dringlichen Anlässe vorhanden; dagegen sind diejenigen Theile der Einrichtung, mittels deren die Pendeluhr selbst ihre wiederkehrenden Schwingungsphasen auf der in kurzen Zeitintervallen gleichmässig bewegten Skala verzeichnen, auf welcher auch der Beobachter den Zeitpunkt des Sterndurchganges markirt, insofern einer weiteren Verbesserung dringend bedürftig, als die grösseren Wirkungen dieser Art, welche man bis jetzt von den Pendeluhrn auslösen liess, im Allgemeinen auch entsprechend grobe Kontaktwirkungen der betreffenden Theile des ganzen Apparates bedingen. Und durch diese Kontaktwirkungen in Verbindung mit den unvermeidlichen Veränderungen der Lage und Beschaffenheit der Kontakte im Verlaufe längerer oder kürzerer Zeitintervalle wird die Beständigkeit und Regelmässigkeit, mit welcher sonst die besten gegenwärtigen Pendeluhrn unter den günstigsten Umständen bereits zu arbeiten vermöchten, nicht unerheblich beeinträchtigt. Es würde ein grosser Fortschritt, auch nach vielen anderen Richtungen hin, im Sinne einer Vermehrung der Handlichkeit und Zweckmässigkeit der bezüglichen Einrichtungen zur elektrischen Registrirung von Schwingungen jeder Art sein, wenn man entweder mittels der blossen Schallwirkungen, welche die Kontakte der mit den schwingenden Systemen unumgänglich zu verbindenden Kraftenerneuerungs-Einrichtungen (Echappements) mit sich bringen, oder mittels blosser optischer Wirkungen irgend welcher Art dahin gelangen könnte, gewisse wiederkehrende Schwingungs-epochen ohne weitere Beeinträchtigung des Verlaufes der Schwingungen selbst scharf und sicher auf den Skalen zu markiren, auf welchen der Beobachter (oder vielleicht später das Licht eines Sternes selbst) den Zeitpunkt des Zusammentreffens des optischen Bildes des Sternes mit dem Fadennetz eines Fernrohres verzeichnet.

Die vorstehenden Erörterungen bezüglich der Erfordernisse strengster Zeitmessung und der besonderen Bedeutung, welche die Mitwirkung der Elektrizität auf diesem Gebiete hat, sind keineswegs erschöpfend. Eine weitere Vervollständigung derselben dürfte indessen einer Specialbehandlung zu überlassen sein.

Im Sinne der übersichtlichen nur das Wesentlichste berührenden Darstellung, welche mir zunächst an diesem Orte geboten zu sein schien, wende ich mich nunmehr zu einer gedrängten Erörterung der Anforderungen, welche der öffentliche Zeitdienst an die Mitwirkung der Elektrizität stellt, und der Leistungen, welche auf diesem Gebiete von der Elektrizität bereits dargeboten worden sind.

(Fortsetzung folgt.)

Eine Studie über die Construction der freien Ankerhemmung für Taschenuhren. *)

Von Leonh. Manegold.

Den unerlaubten Nachdruck sowie die Wiedergabe meiner Zeichnungen werde ich gesetzlich verfolgen lassen.

Die freie Ankerhemmung ist wohl unbestritten die verbreitetste, welche für bessere Taschenuhren angewandt wird, und es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Hemmung, wenn sie nach richtigen Principien ausgeführt ist, vortreffliche Dienste leistet. — Ja man kann mit Recht behaupten, dass für die allgemeinen Zwecke der Zeitmessung die Ankeruhr dem tragbaren Chronometer vorgezogen werden muss, weil sie im Gebrauch weniger Uebelständen unterworfen ist, als dieser. In Bezug der Regelmässigkeit des Ganges verweise ich hierbei auf die Gangregister der vorzüglichen Lange'schen Uhren.

Es sind jetzt beinahe 100 Jahre (nach Poppe, Uhrmacher-Lexikon. 1810) her, dass der englische Uhrmacher Th. Mudge die Grundsätze der Ankerhemmung veröffentlichte, jedoch war die Technik der damaligen Zeit noch nicht so weit vorgeschritten, um diese Grundsätze nach Gebühr praktisch zu verwerthen, und ausserdem war wohl die grosse Mannigfaltigkeit in der Ausführung dieser Hemmung schuld daran, dass ganz misslungene Gebilde davon zum Vorschein kamen, welche anerkannt tüchtige Uhrmacher zu dem Ausspruch verleiteten, die Ankerhemmung sei unter den Spindelgang zu stellen.

Unsere heutige Zeit fällt ein anderes Urtheil — aber gründliche Kenntnisse dieses Mechanismus sind erforderlich, wenn man das, was von ihm verlangt wird, auch erreichen will.

*) Durch die Güte des Chronometerfabrikanten Herrn A. Kittel in Altona standen mir dessen vorzügliche Gangmodelle bei meiner Arbeit zur Verfügung, welches ich nicht unterlasse, hier dankend anzuerkennen.