

dem Ueberschuss der Geschwindigkeit des Rades über die der Unruh im Berührungspunkte der beiden beweglichen Theile zusammengesetzt.

Danach kann man nicht bezweifeln, dass, wenn die Geschwindigkeit der Unruh zu jeder Zeit gleich bleiben soll, beständig dieselben Beziehungen zwischen der Geschwindigkeit der Unruh und des Rades bestehen müssen; denn wenn es anders wäre und die ursprünglichen Geschwindigkeiten nicht mehr in demselben Verhältniss ständen, die Resultante nicht mehr dieselbe sein kann. Um dieses Prinzip anwenden zu können, und zu erklären, warum die besten Chronometer nach und nach eine Beschleunigung annehmen, genügen uns folgende Betrachtungen.

Wenn man mehrere andere Ursachen, welche die absolute Geschwindigkeit der Unruh und des Hemmungsrades beeinflussen, beiseite lässt und nur den Widerstand betrachtet, der aus der Verdickung des Oeles an den Zapfen hervorgeht, so bemerkt man, dass es unmöglich ist anzuerkennen, dass dieser Widerstand genau auf dieselbe Weise an der Unruh und dem Rade unter solchen Bedingungen stattfindet, dass er das Verhältniss der Geschwindigkeiten dieser beiden beweglichen Theile gar nicht ändert.

Es können also drei Fälle eintreten:

1. Wenn das ursprüngliche Verhältniss, bei den Widerständen, welchen die Unruh und das Rad von Seiten des Oeles ausgesetzt sind, sich gleich bleibt, so wird die Schnelligkeit während der Hebung dieselbe bleiben. Dieser Fall kann als ideal betrachtet werden.

2. Wenn der Widerstand an den Zapfen des Rades grösser wird, als an den Zapfen der Unruhachse, so wird von da ab das Rad schwieriger in Gang zu bringen sein, es wird die Unruh später erreichen als vorher und wird, von geringerer Geschwindigkeit getrieben, weniger zu der resultirenden Geschwindigkeit beitragen, die also dann geringer als die vorhergehende sein wird. Dies ist also ein Fall der Verzögerung.

3. Wenn man im Gegentheil bemerkt, dass die Unruh einen grösseren Widerstand als das Rad, infolge der Verdickung des Oeles an ihren Zapfen zu erleiden hat, so wird das Umgekehrte geschehen. Da die Unruh mit geringerer Geschwindigkeit vor dem Rade flieht, so wird sie eher erreicht werden. Der Fall des Rades wird geringer als vorher sein und die aus beiden Bewegungen resultirende Geschwindigkeit wird infolge des oben genannten Grundsatzes grösser sein. — Man bezeichnet mit Fall den kleinen Kreisbogen, welchen das Rad von dem Augenblicke an, wo es frei ist, bis dahin, wo es die Hebefläche der Rolle trifft, durchläuft; man giebt dem in der Zeit vom Verlassen der Hebefläche bis zum Eintritt in die Ruhelage durchlaufenen Weg denselben Namen.

Man weiss, dass gewöhnlich in den besten Chronometern, denjenigen, die vollkommen gegangen sind und die nur etwas Beschleunigung in ihrem täglichen Gange infolge der Zeit angenommen haben, alle reibenden Theile in vollkommen erhaltenem Zustande sind. Man kann sie wie im ursprünglichen Zustand befindlich betrachten, wenn man die Verdickung des Oeles abrechnet. In der That bemerkt man, wenn man ein Chronometer zur Hand nimmt, welches lange geht und dessen Oel verdickt ist, wenn das Oel an den Zapfen des Hemmungsrades erneut wird, bald eine ein wenig grössere Schwingungsweite des Bogens der Unruh, jedoch wenn man das Oel an der Unruh erneuert, eine viel grössere, und endlich wenn man das ganze Werk reinigt und dem Verlust eines Theiles der elastischen Kraft der Feder, wenn ein solcher stattgefunden hat, Rechnung trägt, bemerkt man dieselbe Schwingungsweite der Bogen als das Werk ursprünglich hatte.

Diese Beobachtung beweist, dass die Hauptveränderung des Zustandes die Verdickung des Oeles ist und dass dieselbe mehr Wirkung auf die Unruh als auf das Rad ausübt.

Wir werden daraus schliessen, dass das wirklich Stattgefundene der zuletzt von uns aufgeführten Hypothese entspricht, und dass, wenn sich an einem Chronometer keine Zustandsveränderung an den reibenden Theilen offenbart hat und keine andere Ursache der Gangveränderung vorhanden ist, die unvermeidliche

Verdickung des Oeles sich hat offenbaren und die Ursache der allmählich nach und nach im Gange bemerkten Beschleunigung sein müssen. (Fortsetzung folgt.)

Ueber Zeitbestimmungen.

Von Richard Schurig.

(Schluss.)

Der Zeitbestimmung legt der Astronom dieselbe Methode der Sternverschwindungen zu Grunde, natürlich mit weit vollkommeneren Hilfsmitteln. Zunächst ist es klar, dass die Auffassung des Momentes, wann der Stern an der erwähnten senkrechten Wand verschwindet, am schärfsten dann geschehen würde, wenn letztere sich im Meridiane befände, wenn also die Bewegung des Sternes senkrecht zur Wand erfolgte. Daraus folgt mithin, dass die beste Zeitbestimmung aus Sternpassagen im Meridian geschieht. In älteren Zeiten führte man deshalb auf Sternwarten die eine Wand des Gebäudes in der Meridianebene auf und befestigte an derselben einen schweren eisernen Kreis, längs dessen Bogens sich ein Lineal mit zwei Visiraufsätzen, sogenannten Dioptern, den einen im Zentrum des Kreises, den andern an der Peripherie desselben bewegte. Dabei erschien es ausreichend, nur den vierten Theil eines Vollkreises zu verwenden, wodurch der sogenannte Quadrant entstanden war. Einen solchen Mauerquadranten hat im Abendlande zuerst Tycho Brahe um 1587 konstruirt. Später wurden dieselben mit Fernröhren versehen.

Gegenwärtig sind die schwerfälligen Mauerquadranten nicht mehr in Gebrauch, sondern durch das viel handlichere Passagen-Instrument (Mittagsrohr) ersetzt, dessen Erfinder der berühmte dänische Astronom Olaus Römer († 1710) ist. Dieses besteht aus einem astronomischen Fernrohr, das senkrecht zu einer Umdrehungsachse angebracht ist. Die beiden Achsenenden ruhen in gabelförmigen, zumeist auf Steinpfeilern, fest angebrachten Lagern, so dass das Fernrohr, wenn die Achse horizontal gestellt wird, einen Vertikalkreis beschreibt. Wird die Rotationsachse noch in die Richtung Ost-West gebracht, so fällt dieser Vertikalkreis mit dem Meridian zusammen und die Bewegung des Fernrohres erfolgt in der Mittagsebene. Um die Beobachtungen mittels dieses Instrumentes sehr genau ausführen zu können, werden noch im Fernrohr in der Nähe des Okulars senkrecht zur Rotationsachse feine Fäden — am besten Spinnfäden — angebracht. Der mittelste dieser Fäden wird so gelegt, dass er genau mit dem Meridian zusammenfällt, und er gestattet alsdann die Zeit der Sternpassagen durch den Meridian viel genauer zu beobachten, als dies nach obigen Methoden der Fall ist. Zur Einstellung der Sterne trägt noch die eine Seite der Rotationsachse einen sog. Aufsuchungskreis. Wird dieser sehr fein getheilt und zur scharfen Ablesung mit Mikroskopen versehen, so ermöglicht das Passagen-Instrument, auch Meridianhöhen zu messen und heisst alsdann Meridiankreis.

Da direkte Beobachtungen der Sonne im Meridian wegen der Erwärmung des Instrumentes und der Ausdehnung aller seiner Metalltheile nicht der äussersten Genauigkeit fähig sind, andererseits es sehr häufig geschehen könnte, dass eine kleine Wolke die ganze Zeitbestimmung an der Sonne zu vereiteln vermöchte, so zieht es der Astronom vor, die Sonne ganz ausser Acht zu lassen und lieber in klarer Nacht den Durchgang zahlreicher Sterne durch den Meridian zu beobachten, deren Abstand von der wahren Sonne, also auch von der mittleren Sonne, auf das Genaueste bekannt ist. Nachts wird also die Korrektion der Uhr aus Sternbeobachtungen ermittelt, hieraus die Angabe der Uhr für den nächsten Mittag abgeleitet und in diesem Moment das Mittagszeichen der Sternwarte gegeben. Die Unsicherheit einer solchen Zeitbestimmung kann ohne Schwierigkeit auf ein Hundertstel einer Zeitsekunde herabgedrückt werden.

Für eine Sternwarte muss die genaueste Zeitbestimmung von grösster Wichtigkeit sein, denn die Thätigkeit eines Astronomen besteht weniger in dem Beschauen der Gestirne, wie es der Laie zumeist annimmt, sondern im scharfen Ausmessen ihrer Positionen in Verbindung mit der Zeit, zu welcher dieselben bestimmt