

soviel Sonnentage enthält das hier in Betracht kommende Jahr. Dieser Bruchteil des Sterntages oder 86400 Sekunden, durch 365,242 dividiert, ergibt 236,555 Sekunden oder 3 Minuten 56 $\frac{1}{2}$ Sekunden. Es ist also die mittlere Zeituhr so zu konstruieren, dass, wenn sie ihr Zifferblatt einmal durchlaufen hat, eine Sternzeituhr 3 Minuten 56 $\frac{1}{2}$ Sekunden mehr zeigt, als bei Vergleichung am Tage vorher. Die mittlere Zeitsekunde, die von der zweiten Uhr angegeben wird, ist sonach um $\frac{1}{365}$ länger als die Sternzeitsekunde, und jeder Uhrmacher weiss, wie er es erreichen kann, dass eine nach Sternzeit richtig regulierte Uhr fortan mittlere Zeit zeigt; er hat nur nötig, das Pendel um den 730. Teil (= 2 · 365) seiner Länge grösser zu machen; das sind aber 1,37 mm, da ja bekanntlich das Sekundenpendel fast genau 1 m lang ist.

Das tägliche Zurückbleiben einer mittleren Zeituhr gegen eine Sternzeituhr ist aus dem Anwachsen der eben angegebenen Differenz nun einfach zu berechnen. Es gibt einen einzigen Moment im Jahre, wo die beiden Uhren bis auf Bruchteile der Sekunde die gleiche Stunde, Minute und Sekunde zeigen. Dies ist etwa zwei Tage nach Frühlingsanfang der Fall, also meist am 23. März; von da ab läuft die Sternzeituhr täglich ihre 3 Minuten 56 $\frac{1}{2}$ Sekunden vor. Und man erhält somit die Differenz, die zwischen den Angaben beider Uhren bestehen muss, wenn sie beide richtig gehen, wenn man die Zahl der verflossenen Tage hiermit multipliziert. Bequem eingerichtete Tafeln, die jedes Jahr den astronomischen Ephemeriden beigegeben werden, erleichtern diese häufig zu machende Rechnung. Mit ihrer Hilfe kann der Astronom nun seine Sternzeituhr, deren Standfehler er mit den Sternen bestimmt hat, mit der mittleren Zeituhr vergleichen, indem er beide durch Einschaltung eines elektrischen Stromes auf denselben Chronographen schreiben lässt. Aus dem bekannten Fehler der einen folgt dann der der anderen. Hängen die Uhren direkt nebeneinander, so kann die Vergleichung auch mit dem Ohre geschehen. Denn da die Sternzeituhr der mittleren vorausläuft, so ereignen sich sogen. Koinzidenzen, wo die Schläge beider Uhren synchron sind — und zwar alle 6 Minuten 5 Sekunden —, dann gehen die Schläge auseinander, bis sie sich einander wieder nähern und nach rund 3 Minuten der nächste halbe Schlag der Sternzeituhr mit dem vollen der mittleren Uhr übereinstimmt. Die Notierung der Angaben beider Uhren, wann diese Koinzidenz, die gewöhnlich einige Sekunden lang andauert, gehört wird, ergibt die Uhrvergleichung. Die Normaluhr mittlerer Zeit, die auf den Hauptsternwarten ebenso sorgfältig aufgestellt ist, wie die Normalsternzeituhr, dient nun zur Weitergabe der richtigen Zeit auf telegraphischem Wege an alle Normaluhren des Landes.

Der Unterschied zwischen einer richtig gehenden mittleren Uhr und dem durch den Höchststand der Sonne selbst angezeigten wahren Mittag heisst die Zeitgleichung. Sie ist nur durch komplizierte Rechnungen zu finden und wird in den astronomischen Ephemeriden von Tag zu Tag angegeben. Die extremen Werte der Zeitgleichung treten alljährlich am elften Tage des zweiten Monats (Februar) und am zweiten Tage des elften Monats (November) ein. Wenn am 11. Februar die Sonne im Süden steht, zeigt eine mittlere Uhr 12 Uhr 14 Minuten 25 Sekunden, also bereits fast ein Viertel nach Zwölf. Eine deutliche Wirkung dieser Verspätung der Kulmination der Sonne gegen unsere Taschenuhren macht sich in der verschiedenen Länge des Vor- und Nachmittags bemerklich, wenigstens soweit unser Chronometer ihn fixiert. Der Bogen, den die Sonne am Firmament vom Aufgange bis zum Niedergange beschreibt, ist durch die Mittagsstellung der Sonne im Meridian genau halbiert. Unser Tagewerk aber rechnet mit einem Mittag um 12 Uhr. Bis zu diesem ist vom Aufgange aber 14 $\frac{1}{2}$ Minuten weniger, als bis zum wahren Mittag. Umgekehrt liegen von 12 Uhr bis zum Sonnenuntergange erstlich die 14 $\frac{1}{2}$ Minuten bis zum wahren Mittag und dann noch der halbe Tagebogen der Sonne. Mit anderen Worten, an unserer Uhr gemessen, ist der Nachmittag zweimal 14 $\frac{1}{2}$, d. h. 29 Minuten länger als der Vormittag, und man merkt es sehr deutlich, wie die Verlängerung der Tage, die doch Anfang Februar eintritt, im wesentlichen dem Nachmittage zugute kommt. Während vormittags die Sonne nicht merklich früher

aufgeht, geht sie um so stärker nachmittags später unter. Am 2. November zeigt umgekehrt im wahren Mittag unsere Taschenuhr erst 11 Uhr 43 Minuten 40 Sekunden, also 16 Minuten 20 Sekunden vor der Mittagsangabe, und analog sind an diesem und den umliegenden Tagen die Vormittage bis zur Uhrangabe 12 Uhr um $\frac{1}{2}$ Stunde länger als die Nachmittage. Das frühe Dunkelwerden fällt daher jetzt besonders auf.

Eine Sonnenuhr — mag sie nun durch die altindischen Bauwerke, oder die Gnomone an den Kirchen oder in moderner Weise durch einen schattenwerfenden Stab, der der Richtung der Erdachse parallel ist, hergestellt sein — gibt also niemals die Zeit unserer Uhren, sondern es muss erst noch die Zeitgleichung hinzugefügt werden¹⁾. Da aber die Genauigkeit der Sonnenuhren niemals eine grosse sein kann, infolge der ganzen Art der Konstruktion, so sind sie jetzt nur eine artige Spielerei, früher waren ihre Angaben auch für das bürgerliche Leben brauchbar, wo die Zeit noch nicht den Wert wie heute hatte und es auf einige Minuten nicht ankam.

Der Unterschied zwischen Sternzeit und mittlerer Zeit muss auch bei jenen einfachen Sternuhren beachtet werden, von denen ich eingangs berichtete, dass sie durch natürliche oder künstliche Richtungslinien, die von den Sternen auf ihrem täglichen Laufe gekreuzt werden, gegeben sind. Diese liefern selbstredend nur Sternzeit. Wer seine Taschenuhr mit ihnen kontrollieren will, muss also beachten, dass diese pro Tag 3 Minuten 55,91 Sekunden mittlere Zeit gegen Sternzeit nachgeht. Ein Stern, dessen Verschwinden hinter einem solchen Bauwerk an einer Taschenuhr beobachtet ist, muss also am nächsten Tage um diese Differenz früher verschwinden, nach zwei Tagen bereits 7 Minuten 51,82 Sekunden usw., und wer sonach sich die richtige mittlere Zeit von den Sternen holen will, muss sich für einen bestimmten Stern eine Tabelle der Zeiten anlegen, wann er an jedem Tag jeweils um diesen Betrag früher verschwindet. Dann ist die Zeitbestimmung die denkbar einfachste, da die Differenz der Uhr gegen die Tabelle sofort zeigt, wieviel sie nach- oder vorgeht. In unserem eingangs angeführten Beispiele, wo die Uhr am folgenden Tage das Verschwinden des Sirius um 3 Minuten 56 Sekunden früher zeigte, ist sie gerade dadurch als eine richtig gehende mittlere Uhr gekennzeichnet, dass die rechnermässige Verfrühung eintritt.

Es ist unausbleiblich, dass, wenn der Stern pro Tag etwa 4 Minuten früher die Richtmarke erreicht, er dann endlich so früh an sie herankommen wird, dass er in der Dämmerung, ja, schon vor dieser, hinter ihr verschwindet, dass also die Tageshelle die Beobachtung unmöglich macht. Der Naturfreund kann also nicht mit einem Sterne auskommen, sondern muss mehrere benutzen, die in einigen Stunden Zwischenraum seinen Zeitzeiger erreichen. Dann wird an jedem klaren Abend der eine oder der andere ihm die Zeit darbieten. Die einmal angelegten Tabellen sind so lange benutzbar, als das Bauwerk unverrückt am Orte steht.

Nachdem wir so angegeben haben, wie die völlig scharfe Bestimmung der Zeit mit allen Hilfsmitteln der modernen Technik geschieht, und in einem gewissen Gegensatze dazu, wie ohne jedes Hilfsmittel die Zeit vom Himmel abgelesen werden kann, indem man gegebene Richtmarken benutzt, möge noch eine Methode ihren Platz hier finden, die an Genauigkeit zwischen den beiden anderen steht. Sie empfiehlt sich da, wo man durch Entfernung von dem Telegraphennetz des Landes nicht die Uebermittlung der Zeitsignale einer Sternwarte sich zunutze machen kann, aber doch etwas sicherer über die Zeit unterrichtet sein will, als es die letztbesprochene Methode erlaubt, die etwa die halbe Minute sicher gibt. Sie erfordert ja ausserdem, dass einmal anderswoher die richtige Zeit dargeboten werde. Auf einem einsamen Gehöft, weitab von der nächsten Bahnstation, könnte man sie also nur anwenden, wenn einmal ein Fremder mit gut gehender

1) Im Grossherzoglichen Residenzschlosse zu Karlsruhe fällt in einem Zimmer ein Sonnenstrahl auf den Boden, dort ist aber nicht eine einfache Meridianlinie gezogen, sondern dieselbe ist von einer brezelförmigen, aus Ziernägeln gebildeten Kurve umgeben, an welcher die einzelnen Daten angeschrieben sind. Die Kurve trägt der Zeitgleichung Rechnung, und es ist 12 Uhr mittlere Zeit, wenn der Sonnenstrahl gerade über den mit dem Tagesdatum bezeichneten Punkt hinweggeht.