

Von der Himmels- zur Atomuhr : Zeitmessung im Wandel der Zeit

Autor(en): **Neugebauer, Hermann**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **6 (1951)**

Heft 9

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-654342>

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.

Von der Himmels- zur Atomuhr

Zeitmessung im Wandel der Zeit

Von Dr. Hermann Neugebauer

DK 529 : 930.85 : 681.11

Für alles Geschehen in der Welt gibt es ein Vorher und Nachher, ein Früher und Später, ein Entstehen und Vergehen, also eine Ordnung, die an Zeit gebunden ist. Der Begriff „Zeit“ hat aber die Wissenschaftler aller Jahrhunderte beschäftigt. Die Schule des Königsberger Philosophen erblickt darin eine Form des Denkens, eine Eigentümlichkeit, die Erfahrung zu begreifen. Der Physiker, der jede Größe messen und an der Erfahrung prüfen will, betrachtet die Zeit „t“ als unabhängige Veränderliche, deren Wert irgendwie durch eine Zahl zum Ausdruck gebracht werden muß.

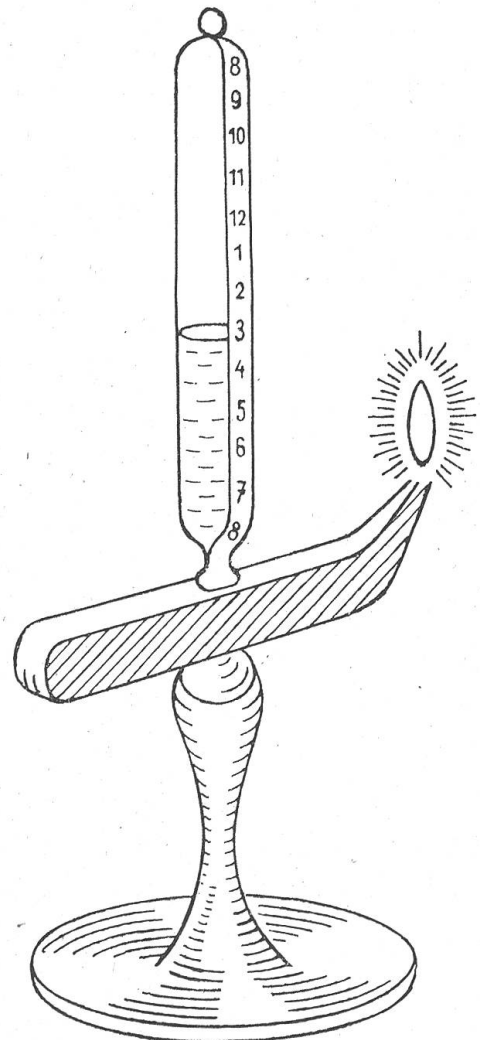
Aber das Messen der Zeit hat eine Jahrtausende alte Geschichte und entbehrt auch heute noch der völligen Einheitlichkeit unter den Völkern der Erde.

Zum Unterschied von anderen Größen kann die Zeit nur durch eine Bewegung gemessen werden; diese muß vollkommen gleichförmig sein oder sich in gleichen Perioden wiederholen. Zunächst drängen sich da die periodischen Naturerscheinungen auf, vor allem der Wechsel zwischen Tag und Nacht. So wichtig dieser Wechsel für alles organische Leben sein mag, als Maß der Zeit ist er völlig ungeeignet, denn der Tagesbeginn ändert sich mit der geographischen Länge, die Tagesdauer aber wird von der geographischen Breite (am Pol sechs Monate) beeinflusst.

Eine halbwegs konstante Zeitspanne entsteht durch Zusammenfassung von Tag und Nacht. Die Zeit zwischen zwei Meridiandurchgängen der Sonne kann mit jeder richtig konstruierten Sonnenuhr, deren Stift eine der geographischen Breite entsprechende Neigung haben muß (am Äquator horizontal, am Pol senkrecht), gemessen werden. Sonnenuhren gab es schon Jahrtausende vor unserer Zeitrechnung in China, sie waren auch den Indern und Azteken bekannt. Aber erstens besteht der alte Sonnenuhrspruch „sine sole sileo“ (Ohne Sonne schweige ich) noch immer zurecht, zweitens schwankt auch die Länge dieses „wahren Sonnentages“ infolge der Sonnenbewegung in der Ekliptik. Erst durch die Berechnung des „mittleren Sonnentages“ wur-

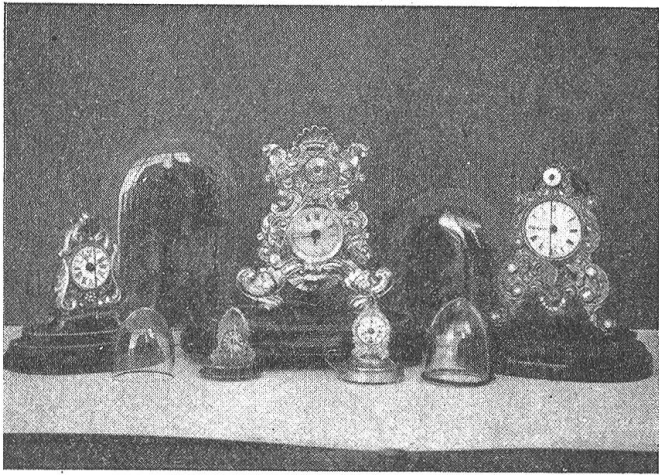
de ein für die Zeitrechnung geeignetes Maß geschaffen. Zwischen dem wahren und dem mittleren Sonnentag besteht eine Differenz, die in der Zeitgleichung ihren Ausdruck findet.

Auch durch die Bewegung des Fixsternhimmels entsteht ein Zeitmaß, der Sterntag. Am Äquator steigen alle Sterne senkrecht zum Horizont auf, am Pol kreisen sie, soweit sie sichtbar sind, horizontal, in allen mittleren Breiten gehen sie, sofern sie nicht zirkumpolar sind, im Osten auf, kulminieren und senken



Mittelalterliche Öluhr, bei der die Zeitbestimmung durch den Ölverbrauch erfolgte

sich gegen Westen. Der Zeitablauf zwischen zwei Kulminationen eines beliebigen Sternes heißt eben Sterntag und wäre völlig konstant, wenn die Drehung der Erde um ihre Achse



Eine Gruppe von sogenannten Zappleruhren, sehr kleinen Uhren mit rascher Pendelbewegung

konstant wäre. Man hat aber festgestellt, daß sich die Umdrehungszeit in den letzten 250 Jahren um etwa 50 Sekunden vergrößert hat und glaubt, in der neuesten Zeit auch sonst geringe Schwankungen der Umdrehungszeit bemerkt zu haben.

Auch der längere Zeitraum eines Jahres macht Schwierigkeiten bei der Zeitmessung. Auf das siderische oder Sternjahr entfallen zwar 366 Sterntage, aber nur 365,25637 mittlere Sonnentage. Gerade die letzteren werden aber dem praktischen Gebrauch zugrunde gelegt, darum mußte man sich entschließen, das bürgerliche Jahr einzuführen, das eine ganze Anzahl von mittleren Sonnentagen, nämlich 365, hat.

Schließlich schenkt uns auch der periodische Phasenwechsel des Mondes ein Zeitmaß, den Monat. Aber von einem Neumond zum nächsten dauert es bloß 29 Tage, 12 Stunden und 44 Minuten, eine Zeitdauer, die sich nur sehr gekünstelt mit dem bürgerlichen Jahr in Einklang bringen läßt, weil 12 derartige synodische Monate erst 354 Tage, also jenes Mondjahr ergeben, nach welchem die Mohammedaner noch heute rechnen.

Wir sehen also, daß alle diese Himmelsuhren einerseits recht ungenau sind, andererseits untereinander in keinem ganzzahligen Verhältnis stehen und dadurch wird der leidige Kalenderwirrwarr hervorgerufen.

Von den größeren Zeitmaßen bliebe noch die Woche mit den sieben Tagen. Sie endet weder mit dem Monat noch mit dem Jahr, paßt sich also unserer Zeitrechnung überhaupt nicht an. Das Zeitmaß „Woche“ ist aber uralt und darauf zurückzuführen, daß die alten Chaldäer schon vor mehreren Jahrtausenden die Zahl sieben als heilig betrachteten. Die sieben mageren und sieben fetten Jahre sowie

die sieben Schöpfungstage der Juden, die sieben Weisen der Griechen, die Siebenhügelstadt der Römer, die sieben Sakramente und sieben Todsünden der Christen, ferner die sieben Zwerge, sieben Raben, sieben Geißlein und Siebenmeilenstiefeln der deutschen Märchen deuten darauf hin, daß auch andere Völker die Besonderheit der Zahl sieben übernahmen.

Im täglichen Leben spielen gerade kleinere Zeitabschnitte eine wichtige Rolle. Der Tag wurde nicht nach dem Dezimalsystem in zehn Teile, sondern nach dem Sexagesimalsystem in 24 Stunden zu 60 Minuten à 60 Sekunden untergeteilt. Den Vorteil dabei kannten auch schon die alten Babylonier: 10 hat bloß zwei Teiler und 100 deren sieben, dagegen hat 24 schon sechs, 60 aber gar zehn Teiler (2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30). Das Messen der kleinen Zeitspannen, wie Stunden, Minuten und Sekunden, begegnete größten Schwierigkeiten. Durch drei Jahrtausende hindurch mußte das Fließen des Wassers und das gleichmäßige Rieseln des Sandes durch eine enge Öffnung hindurch zu solchen Messungen verwendet werden.

Die Kulturgeschichte berichtet von altägyptischen Auslaufuhren aus der Zeit des Königs Amenophis III. Am Boden eines mit altägyptischen Figuren und Hieroglyphen bedeckten, blumengeschirrhähnlichen Gefäßes befindet sich eine Öffnung, durch welche eine gewisse Zeit hindurch Wasser ausfließt.

Bereits im 3. Jahrhundert v. Chr. baute Archimedes Wasseruhren, die verschiedene mechanische Kunststücke ausführten und auch noch vor Beginn unserer Zeitrechnung verband Ktesibios von Alexandrien die Wasseruhr mittels eines Schwimmers mit einem Räderwerk samt Zeiger. Cicero berichtet, daß die Griechen und Römer Wasseruhren benutzten und daß diese lange in Verwendung blieben, beweist der Umstand, daß noch Galilei bei seinen Fallversuchen den Zeitablauf damit bestimmte.

Kleine Sanduhren werden heute nur mehr in der Küche verwendet, früher waren diese, meist einem Doppelkegel ähnlichen Uhren, aber fast $\frac{1}{2}$ m hoch und mit Säulen, Blumenwinden u. dgl. schön geschmückt.

Auch das Abbrennen von Kerzen und der Ölverbrauch in Lampen wurden zur Zeitmessung

verwendet. In die Kerzen waren Eisenkugeln eingeschmolzen, die beim Abbrennen auf Metallplatten fielen und so die Stunden anzeigten.

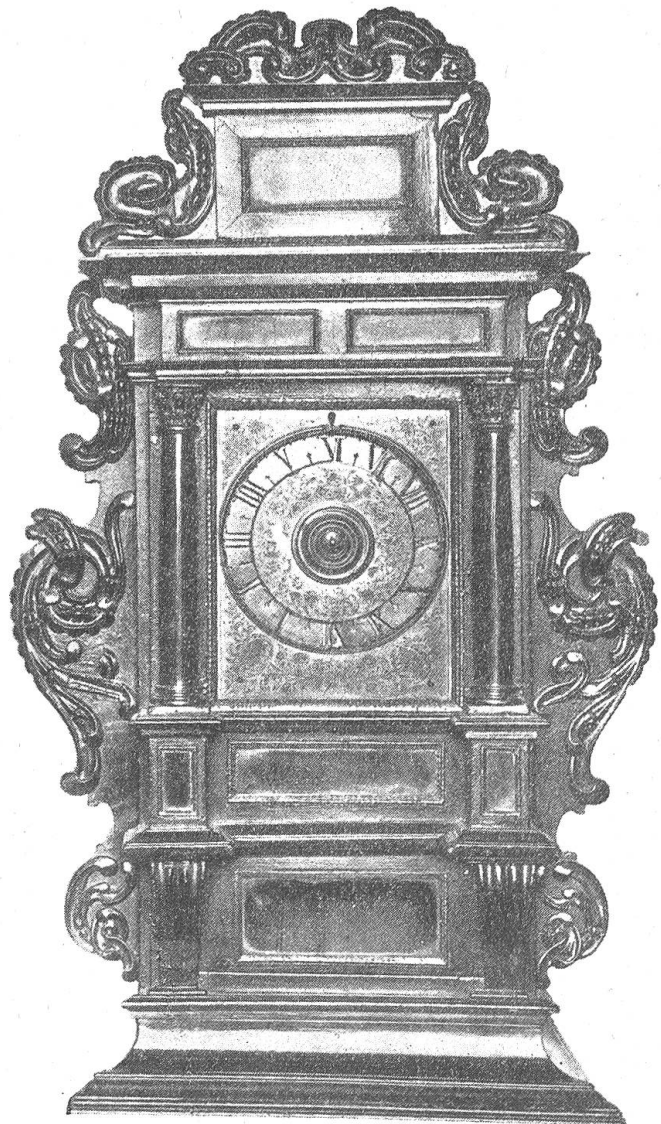
Richtige Räderuhren mit Spindel und Waage sind erst seit dem 12. bzw. 13. Jahrhundert bekannt. Die Räder waren Handarbeit aus Holz oder Eisen, und die Uhren hatten bloß einen Zeiger, aber bald erfand man technische Spielereien, wie bewegte Figuren, Weckuhren mit gläsernen Glocken u. a. Im 14. Jahrhundert erhielten viele Städte Turmuhren und um 1500 fertigte der Nürnberger Peter Henlein bereits Taschenuhren an, die zuerst die Gestalt kleiner Dosen hatten und später die bekannte Eiform erhielten.

Jede Räderuhr muß einen Antrieb, eine Hemmung und einen Gangregler besitzen und in der allmählichen Verbesserung dieser drei Hauptteile besteht die sehr interessante Geschichte der Räderuhren; so gab z. B. die Erkenntnis der Pendelgesetze durch Galilei und Huyghens Anlaß zu einem wichtigen Fortschritt in bezug auf die Hemmung und den Gangregler. Verhältnismäßig früh wurden auch schon Kunstuhren erzeugt, die außer der wahren und mittleren Zeit, Datum, Monat, Mondesphasen u. a. zeigten, ebenso Orgeluhren mit Walzen und Pfeifen, Aposteluhren, Schwebuhren, bei welchen statt des Perpendikels die ganze Uhr pendelte, und Uhren, die sich infolge ihres Gewichtes längs einer Zahnstange senkten und dadurch in Gang hielten.

Die neuzeitliche Entwicklung der Uhren beginnt Ende des 17. Jahrhunderts und ist mit weitgehender Arbeitsteilung durchaus fabrikmäßig geworden. Unablässig bemühen sich Techniker, Mechaniker und Astronomen, alle Fehlerquellen, die die Genauigkeit der Uhr beeinträchtigen, zu erkennen und zu beseitigen. Dabei handelt es sich, wenn man von allen mechanischen Störungen absieht, hauptsächlich um Änderungen der Temperatur und des Luftwiderstandes. Die Verlängerung der Pendelstange bei steigender Temperatur sucht man in neuester Zeit durch Verwendung besonderer Legierungen aus Nickel, Chrom und Molybdän mit Zusätzen von Beryllium und Mangan hintanzuhalten. Wie sehr es auf den Luftwiderstand ankommt, ist daraus zu ersehen, daß Dichteänderungen, die ein Steigen der Barometersäule von nur 1 mm verursachen, auf den Gang einer genauen Uhr schon von Einfluß sind. Man benutzt deshalb ein luftdichtes Gehäuse, in dem der Luftdruck verringert ist, oder seit 1929 zwei Pendel, von

welchen das eine überhaupt mit keinem Gangwerk verbunden ist, sondern frei in einem mit Wasserstoff gefüllten Raum schwingt und einen kleinen Weicheisenstift trägt. Damit es nicht stehen bleibt, empfängt es an jedem Umkehrpunkt einen kleinen Impuls durch magnetische Kraft. Dazu ist die zweite Uhr nötig, die bei jedem Hin- und Herschwingung einen schwachen Strom schließt, der in einer Spule in der Nähe des ersten Pendels ein magnetisches Feld erzeugt und auf den Eisenstift wirkt, während ein kleiner Spiegel am ersten Pendel regelmäßig Lichtstrahlen auf eine Selenzelle wirft und damit den elektrischen Impuls der zweiten Uhr reguliert.

So vollkommen die mechanischen Uhren auch schon sein mögen, sie werden übertroffen von der Quarzuhr. Schon 1782 hatte der



Nachtuhr. Das Zifferblatt dreht sich, die durchbrochenen Ziffern wandern an einer leuchtenden Spalte vorbei, die Zeiger werden durch einen Einschnitt ersetzt (Mitte des 17. Jahrhunderts)



Holzgeschnitztes Uhrgehäuse aus dem Jahre 1800. Der schnelle Vogel Strauß versinnbildlicht die rasch hineilende Zeit, er wird von exotischen Männchen zurückgehalten

französische Mineraloge R. J. Haüy bemerkt, daß Kristalle durch Pressung elektrisch werden, doch gerieten seine Beobachtungen wieder in Vergessenheit. Erst Pierre Curie, der später das Radium entdeckte, fand im Jahre 1880 gemeinsam mit seinem Bruder Jacques, daß Turmalin- und Quarzkristalle an der Oberfläche elektrische Ladung zeigen, wenn man sie unter Druck setzt. Bald lernte man, diese Elektrizität zum Messen des Druckes zu verwenden,

selbst wenn dieser noch so kurz dauerte oder sich in seiner Intensität änderte. Versieht man hingegen eine richtig geschnittene Quarzscheibe mit zwei aufgeklebten, leitenden Belägen und läßt auf diese Wechselstrom einwirken, dessen Frequenz den Eigenschwingungen des Kristalls entspricht, so genügen infolge von Resonanzerscheinungen ganz geringe Strommengen, um den Kristall in sehr gleichmäßige Schwingungen zu versetzen. Freilich muß der Schwingquarz dabei vor Temperatureinflüssen geschützt werden, denn nur wenn die Temperatur auf tausendstel Grad konstant ist, erfolgen die Schwingungen ganz gleichmäßig. Dieser ununterbrochen Tage, Wochen und Monate schwingende Quarzkristall kann als genauer Zeitmesser verwendet werden. Eine Quarzuhr hat eine etwa fünfmal größere Genauigkeit als die genauesten Chronometer, d. h. sie differiert in 24 Stunden nur um den tausendsten Teil einer Sekunde.

Die Quarzuhr, die in $2\frac{3}{4}$ Jahren um etwa eine Sekunde vor oder nachgeht, wird aber von der auf der Konstanz der Atomschwingungen in einem Gas beruhenden *Atomuhr* an Genauigkeit bei weitem übertroffen.

Anwachsen der Polarbevölkerung

Für die oft zahlenmäßig kleinen Völker der Nordpolarregion sowie auch für die Eskimos fürchtete man, daß sie bei Berührung mit der modernen Zivilisation, ähnlich wie dies bei anderen Naturvölkern schon vielfach der Fall war, dem unvermeidlichen Aussterben preisgegeben wären. Nunmehr ergab sich, daß nicht nur die Zahl der in der Sowjetunion lebenden Eskimos im Lauf der letzten 25 Jahre dauernd gestiegen ist, sondern auch die der Tschuktschen, Kurjaken, Jukagieren, Ewenken, Chanten, Mansen und der anderen Stämme. Das Ansteigen der Bevölkerungszahl steht mit den verbesserten sanitären Verhältnissen im Zusammenhang. So wurden allein im Gebiet der Ewenken in den letzten 20 Jahren 10 Spitäler und

DK 930.85 (= 947.5)
44 Sanitätsstationen errichtet. Wo es früher in der Taiga und Tundra nur Nomadenzelte gab, sind vielfach neue, aus festen Häusern bestehende Siedlungen entstanden und am Unterlauf des Ob wuchs die Stadt Ssalechard aus dem Boden, die bereits mehrere tausend Einwohner zählt. Gleichzeitig mit der Einführung des Schulwesens, wobei sich eine überraschende Bildungsfähigkeit der Polarvölker zeigte, sind auch die Wirtschaftsverhältnisse der einzelnen Stämme auf völlig neue Basis gestellt worden. Weit hinter dem Polarkreis gedeihen jetzt schon Gemüse- und Getreidekulturen, so daß die nomadisierenden Rentierzüchter und Jäger zu sesshaften Ackerbauern gemacht werden konnten.