Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 8 (1953)
Heft: 2

Artikel: "...zähl' die heitern Stunden nur!" : Die Theorie der Sonnenuhren
Autor: Egger, Hermann H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-653664

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Theorie der Sonnenuhren

Von Hermann H. Egger, Dipl.-Ing. ETH

DK 529.78:681.111.1

I. Die Geschichte der Sonnenuhren

Die symbolische Bedeutung der Sonnenuhr als Mittlerin zwischen unserem Erdenleben und dem unendlichen kosmischen Geschehen und ihre besondere Eignung als Schmuck für unsere Gärten und Bauten, lassen diesen ältesten Zeitmesser in unseren Tagen wieder in einem neuen Licht erscheinen. Der schöpferischen Phantasie des Künstlers verdanken wir die schön geformten und hübsch verzierten Sonnenuhren unserer Gärten und Hausfassaden; und der Erfinder ersinnt moderne Sonnenuhren, die die Zeit auf die Minute genau anzeigen.

Den Naturmenschen prähistorischer Kulturepochen genügte der Tag als kleinste Zeiteinheit, dessen Anfang und Ende durch den Sonnenaufgang und durch den Sonnenuntergang sinnfällig markiert werden und dessen Länge vom Äquator bis zu den Polarkreisen mit zunehmender geographischer Breite in den verschiedenen Jahreszeiten erheblich variiert. Begreiflicherweise wurde als nächst größere Zeiteinheit die Umlaufszeit des Mondes gewählt, dessen Phasen als auffälligstes Phänomen des nächtlichen Himmels sich als ideale Zeitmarken eigneten; sie bildete deshalb die Grundlage ältester Zeitrechnungen.

Bereits vor 4000 Jahren erkannten die Chinesen im höchsten täglichen Sonnenstand den wahren Mittag und kamen auf die Idee, denselben durch die Markierung des kürzesten Schattens festzuhalten. Die erste zu diesem Zweck gesetzte Säule war darum der erste Gnomon. Die Verbindungsgerade der kürzesten Schatten jedes Tages führte zur Festlegung der Mittagslinie, die der Nord-Süd-Richtung entspricht und die Lage des Ortsmeridians bestimmt. Die Tage des höchsten und tiefsten Sonnenstandes waren nunmehr auf der Mittagslinie genau festgelegt und bezeichneten die Zeitmarken für die Jahreszeiten und für das Jahr als größere Zeiteinheit. Im Bestreben, den Tag in kürzere Zeitintervalle einzuteilen, entwickelte sich in den darauffolgenden Jahrhunderten aus dem Gnomon die Sonnenuhr mit ihren Stundenstrichen.

Um jene Zeit erfanden die Ägypter unabhängig von den Chinesen ihre treppenförmigen Sonnenuhren, bei welchen der Schatten der waagrechten Treppenstufen die Zeit anzeigte. In den vornehmen Familien Ägyptens wurden reichverzierte Wasseruhren aufgestellt, die zur gleichen Zeit auch in Rom und Athen Verwendung fanden (Abb. 1).

Inzwischen erfand der in Babylon geborene Astronom Berosus ums Jahr 350 v. Chr. die hohlkugelförmige Sonnenuhr: das Hemi-

Abb. 1. Ägyptische Wasseruhr, 1400 vor Chr. (Science Museum, London)

sphaerium, und um dieselbe Zeit konstruierte der griechische Astronom Eudoxus eine ähnliche Halbkugelsonnenuhr. Diese sphärischen Sonnenuhren sind die erste klassische Lösung des Problems der Sonnenuhr und wurden kurze Zeit darauf auch nach Rom verbracht (Abb. 2). Das Projektionszentrum befindet sich im Mittelpunkt der Hohlkugel und bildete die Sonnenbahnen konform ab, d. h. die innere Halbkugelfläche stellt ein winkel-, flächen- und abstandtreues Gegenbild der Himmelshemisphäre dar. Außer den Datumkreisen des Winter- und des Sommersolstitiums und dem der Äquinoktien sind die ungleichen antiken griechischen Stunden, die im Sommer längeren und im Winter kürzeren Temporärstunden (horae inaequales) dargestellt, die den Tag vom Sonnenaufgang bis zum Sonnenuntergang in zwölf gleiche Zeitintervalle teilten.

Im Mittelalter war Nürnberg das bedeutendste Zentrum für die Erstellung der damals beliebten Klappsonnenuhren, die mit Kompassen versehen sind zur genauen Einstellung der Mittagslinie nach Süden. Abb. 3 zeigt die von Hanns Troschel (1549 bis 1612) konstruierte Klappsonnenuhr aus Elfenbein. Oft wurden auf diesen Sonnenuhren zusätzliche Strichsysteme angebracht, die die Bestimmung der Tageslänge und des Tierkreiszeichens ermöglichten, in welchem sich jeweilen die Sonne befand; siehe oberste Kurvenschar bei der Klappsonnenuhr. Auf dem untersten gekreuzten Strichsystem kann die Zeit mit Beginn der Stundenzählung vom Sonnenuntergang an (italienische Stunden = horae ab occasu solis) und vom Sonnenaufgang an (babylonische Stunden = horae ab ortu solis) abgelesen werden. Die italischen und babylonischen Stunden waren Stunden von gleicher Länge (Äquinoktialstunden = horae aequales); sie wurden von 1 bis 24 h durchgezählt und bildeten sich auf den Horizontal- und Vertikalsonnenuhren geradlinig ab. Innerhalb geringer Breitenunterschiede konnten diese Klappuhren als Reisesonnenuhren Verwendung finden. Die abgebildete Elfenbeinsonnenuhr trägt auf dem Deckel den Spruch:

Perge securus, monstro viam,

das heißt:

Reise sicher, ich zeige den Weg.

Eine der schönsten und wissenschaftlich am besten formulierten Vertikalsonnenuhren ist im Queens' College in Cambridge in England zu sehen (Abb. 4). Außer den Hyperbeln als Abbilder der Tagesbahnen der Sonne an bestimmten Daten erlaubt eine Gruppe von zehn senkrechten Linien das Ablesen des Azimuts der Sonne bzw. der Himmelsrichtung und eine zweite, steilere Hyperbelschar zeigt gleichzeitig den Höhenwinkel der Sonne von 0 Grad bis 60 Grad an. Ferner sind die antiken Temporärstunden als stärker divergierendes Strahlenbündel näherungsweise dargestellt, das sich von der Sonnenaufgangslinie (siehe HORIZON) = 0 Uhr bis zur Sonnenuntergangslinie (Horizontlinie) = 12 Uhr erstreckt. Mit „HORIZON" ist die Horizontlinie der Sonnenuhr bezeichnet bezüglich des am Polos sich befindlichen Nodus, der dem Projektionszentrum entspricht, auf welches sich alle Liniensysteme dieser Sonnenuhr beziehen. Eine zusätzliche waagrechte Zahlenreihe unterhalb der Sonnenuhr ermöglicht die Bestimmung der Stundenwinkeldifferenzen zwischen Mond und Sonne und gestattet so die Benutzung der Sonnenuhr in mondhellen Nächten als Monduhr.

Die antiken Temporärstunden sind nicht identisch mit den Planetenstunden oder Ekliptikstunden (horae planetariae); letztere entsprechen der Zeit, welche zwischen den Aufgängen zweier Ekliptikpunkten vergeht, die auf der Ekliptik 15 Grad voneinander entfernt sind, und sie unterscheiden sich wesentlich von den antiken Stunden dadurch, daß sie auch im Laufe des Tages unter sich ungleich lang sind. Die Planetenstunden wurden in bestimmter Reihenfolge den damals be-

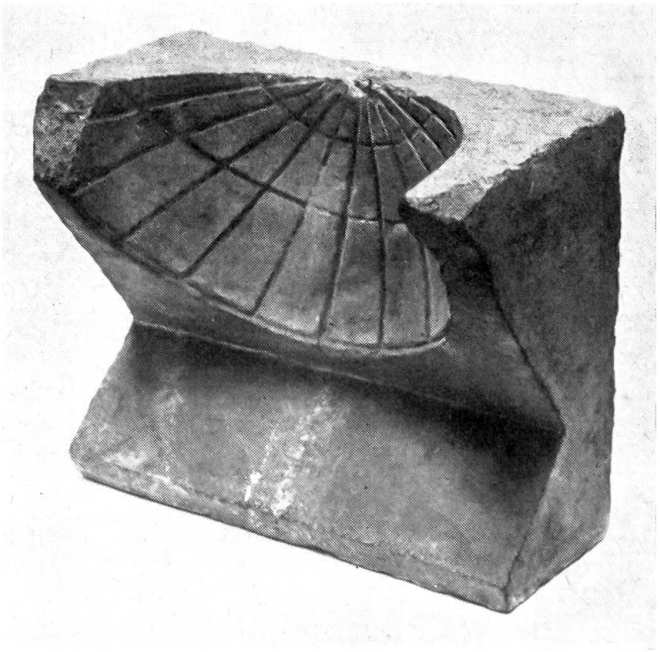


Abb. 2. Römische Sonnenuhr, 300 nach Chr. (British Museum, London)

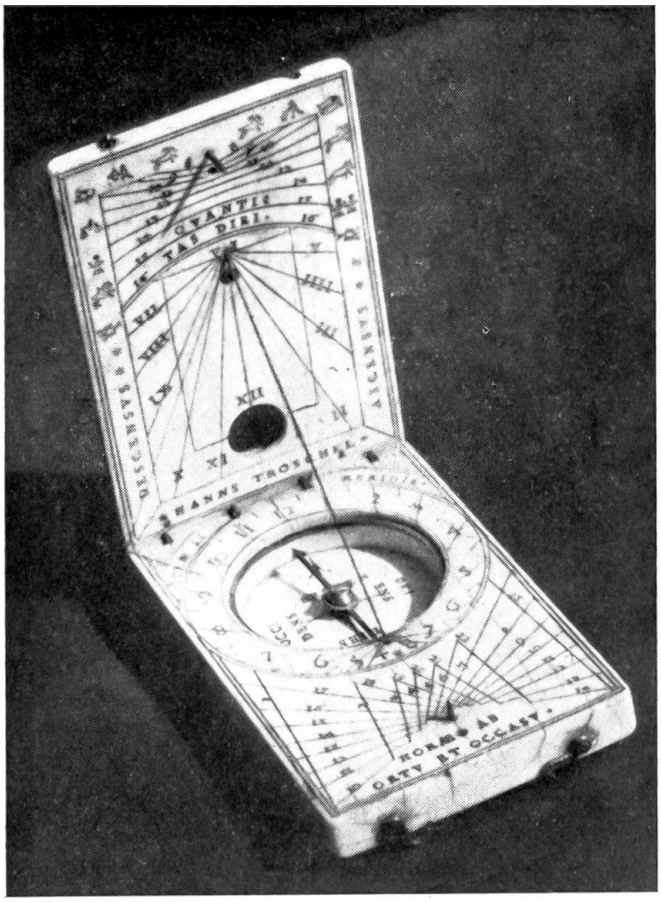


Abb. 3. Nürnberger Klapp-Sonnenuhr, 1600. (Historisches Museum, Basel)

kannten Planeten, der Sonne und dem Mond, zugeordnet. Das Zeichen, das auf die erste Tagesstunde fiel, bestimmte den Namen des Wochentags, begonnen mit Saturn: Saturday, Samstag; Sonne: Sunday, Sonntag usw. Der gemeinsame Schnittpunkt der Temporärstundenlinien liegt im Südpunkt „S" der Sonnenuhr, und ihre Schnittpunkte mit den astronomischen Stundenlinien der wahren Ortssonnenzeit unserer Stundenzählung liegen auf der Äquinoktiallinie. Die Temporärstundenlinie 6 Uhr entspricht dem wahren Mittag und verläuft wie die 0-Uhr- und die 12-Uhr-Temporärstundenlinie geradlinig. Die trigonometrische Berechnung ergibt, daß die übrigen Temporärstundenlinien: 1 bis 5 Uhr und 7 bis 11 Uhr vom geradlinigen Verlauf abweichen und in der Form einem Integralzeichen gleichen. Dies hat seinen Grund darin, daß korrespondierende Temporärstundenpunkte verschiedener Daten nicht auf Großkreisen liegen, auf der Himmelshemisphäre, wie dies bei den astronomischen Stundenpunkten mit durchweg 15 Grad Stundenwinkeldifferenz der Fall ist.

Lediglich am Äquator stimmen beide Stundenliniensysteme miteinander überein und divergieren dann gegen die Pole in zunehmendem Maße.

Besonders kunstvolle Sonnenuhren aus Gold und Silber wurden während der Renaissancezeit hergestellt. So wurde beispielsweise das Zifferblatt einer Sonnenuhr auf der konischen Innenfläche eines kostbaren Bechers eingraviert, der, nach Süden orientiert, bei Erinnerungsfeiern die Zeit nur dann richtig zeigte, wenn er mit Wein gefüllt war!

Wohl die markanteste Erscheinung in der Geschichte der Sonnenuhren ist der Riesengnomon bzw. Polos des Maharadscha Jai Sing II in Jaipur in Indien, der mit 28 m Höhe die größte Sonnenuhr der Welt darstellt; er wurde im Jahre 1725 zusammen mit anderen astronomischen Meßinstrumenten gebaut. Auf dem Skalenquadranten dieses Gnomons sitzend, sieht man, wie sein Schatten in einer Minute um 7 cm vorrückt (Abb. 9).

So spiegelt sich in den Sonnenuhren in mancher Hinsicht die geistige Situation der Zeit wieder, in der sie entstanden sind: verborgen oder offensichtlich äußert sich die mathematisch-naturwissenschaftliche Denkweise in der Konstruktion der Sonnenuhren, wie auch das Kunstempfinden des Erbauers und seiner Zeit in der artistischen Formulierung und in den Sprüchen, die so manche Sonnenuhr zieren, seinen Ausdruck findet.

II. Die modernen Sonnenuhren

Die mechanisch richtige Auffassung der scheinbaren täglichen Bewegung der Sonne am Himmel bildet die unbedingte Voraussetzung für das Verständnis der Sonnenuhren. Die Erde bewegt sich in 24 Stunden in westöstlicher Richtung einmal um ihre Achse und erzeugt in uns den scheinbaren Eindruck, die Sonne kreise täglich von Osten nach Westen um die Erde. Weil die Erde auf ihrer elliptischen Bahn um die Sonne infolge der gleichbleibenden Achsenneigung in unserem Sommer die nördliche Halbkugel und in unserem Winter die südliche Halbkugel der Sonne zuwendet, entsteht in uns der Eindruck, die Sonne kreise täglich höher am Himmel bis zum längsten Tag, dann wieder tiefer bis zum kürzesten Tag. Zur Erklärung des konstruktiven Aufbaues der Sonnenuhr genügt die scheinbare Bewegung der Sonne und wir dürfen uns hinsichtlich des kleinen Verhältnisses des Erdradius im Vergleich zur Entfernung der Sonne, die immer in

gleicher Richtung nach dem Polarstern weisende Erdachse durch das Projektionszentrum der Sonnenuhr gezogen denken. Die einfachste Sonnenuhr, die uns wahre Ortszeit angibt, erhalten wir durch Einsetzen eines Schattenstabes oder einer Schattenkante in dieser nach dem Himmelspol weisenden Richtung. Um diesen gegen den Polarstern gerichteten Stab, den Polos, vollendet die Sonne täglich eine kreisförmige Bahnbewegung im Winkelausmaß von 360 Grad, was für jede einzelne Stunde wahrer Sonnenzeit den Betrag von genau 15 Grad ergibt. Nun denken wir uns von 15 Grad zu 15 Grad durch die Sonne und den Schattenstab vom Sonnenaufgang bis zum Sonnenuntergang Schattenebenen gelegt und bringen dieselben zum Schnitt mit dem Zifferblatt der Sonnenuhr. Diese Schnittlinien sind die Stundenlinien der Sonnenuhren, die uns als Vertikaluhren und Horizontaluhren mit strahlig angeordneten geraden Stundenstrichen wohlbekannt sind. Diese einfachen Sonnenuhren sind veraltet und verglichen mit unserer Zeit ungenau; denn sie zeigen die wahre, ungleichförmig verlaufende Sonnenzeit an. Zufolge ihrer elliptischen Bahn um die Sonne legt die Erde Bahnstücke gleicher Länge in verschieden langen Zeitintervallen zurück. Ferner resultieren aus der Projektion gleichlanger Ekliptikbahnstücke auf die Äquatorebene zu verschiedenen Daten des Jahres ungleiche Stundenwinkelbeträge. Die Zeitgleichung, die sich aus diesen beiden Komponenten zusammensetzt, gibt die Resultante dieser Abweichungen der wahren Sonne von der fiktiven mittleren Sonne für ein bestimmtes Datum in Zeitminuten an.

Erstes Ziel: Auf einer modernen Sonnenuhr muß das Datum und die mittlere Zeit in genauer Übereinstimmung mit unseren Uhren, d. h. in Zonenzeit (Standard Time) von der wahren Sonne angezeigt werden.

Weil der Unterschied zwischen der wahren Sonnenzeit und unserer mittleren Zeit für jedes Datum des Jahres einen anderen Wert besitzt, der durch die Zeitgleichung ausgedrückt wird, so kann dieses Haupterfordernis nur von einer Datumsonnenuhr erfüllt werden, welche zudem für die Tage mit zunehmenden und abnehmenden Sonnenhöhen räumlich getrennte Projektionszentren und Skalen, d. h. Zifferblätter besitzt. Darum sind die Tage vom 22. Dezember bis zum 21. Juni, d. h. der Winter (blau) und der Frühling (grün), auf der oberen Skala meiner Gartensonnenuhr dargestellt, und die Tage vom 21. Juni bis zum 22. Dezember, d. h. der Sommer (rot) und der Herbst (gelb), auf der unteren Skala (s. Abb. 5 und farbiges Titelblatt). Die arabischen Zahlen am unteren Ende der punktierten Stundenlinien markieren die Tagesstunden und die römischen Zahlen beziehen sich auf die Datumkreise, längs welchen sich die Lichtspur der projizierten Sonnenscheibe am ersten Tag des entsprechenden Monats bewegt. Diese runde Lichtspur oder das Sonnenbildchen zeigt die Stunde und das Datum zugleich an. Den

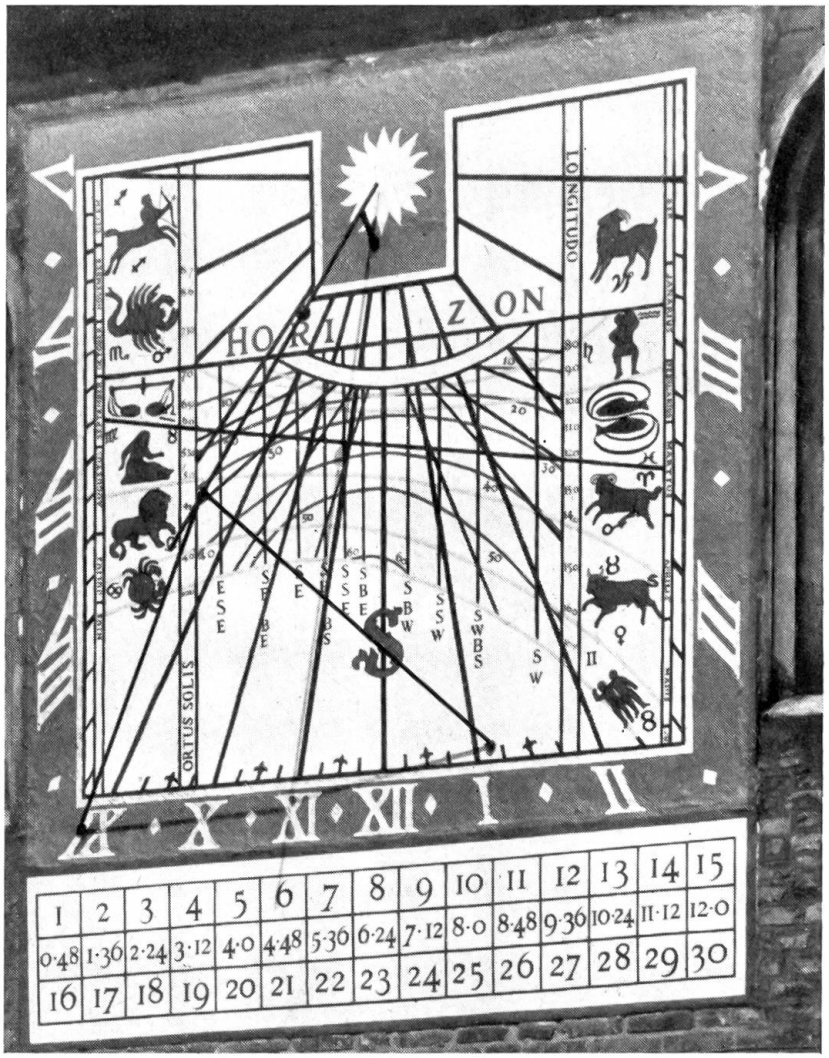


Abb. 4. Mauer-Sonnenuhr in Cambridge, 1725. (Queens' College)

Abb. 5. Gnomonische Doppelzylinder-Sonnenuhr. (Erfindung von H. Egger)

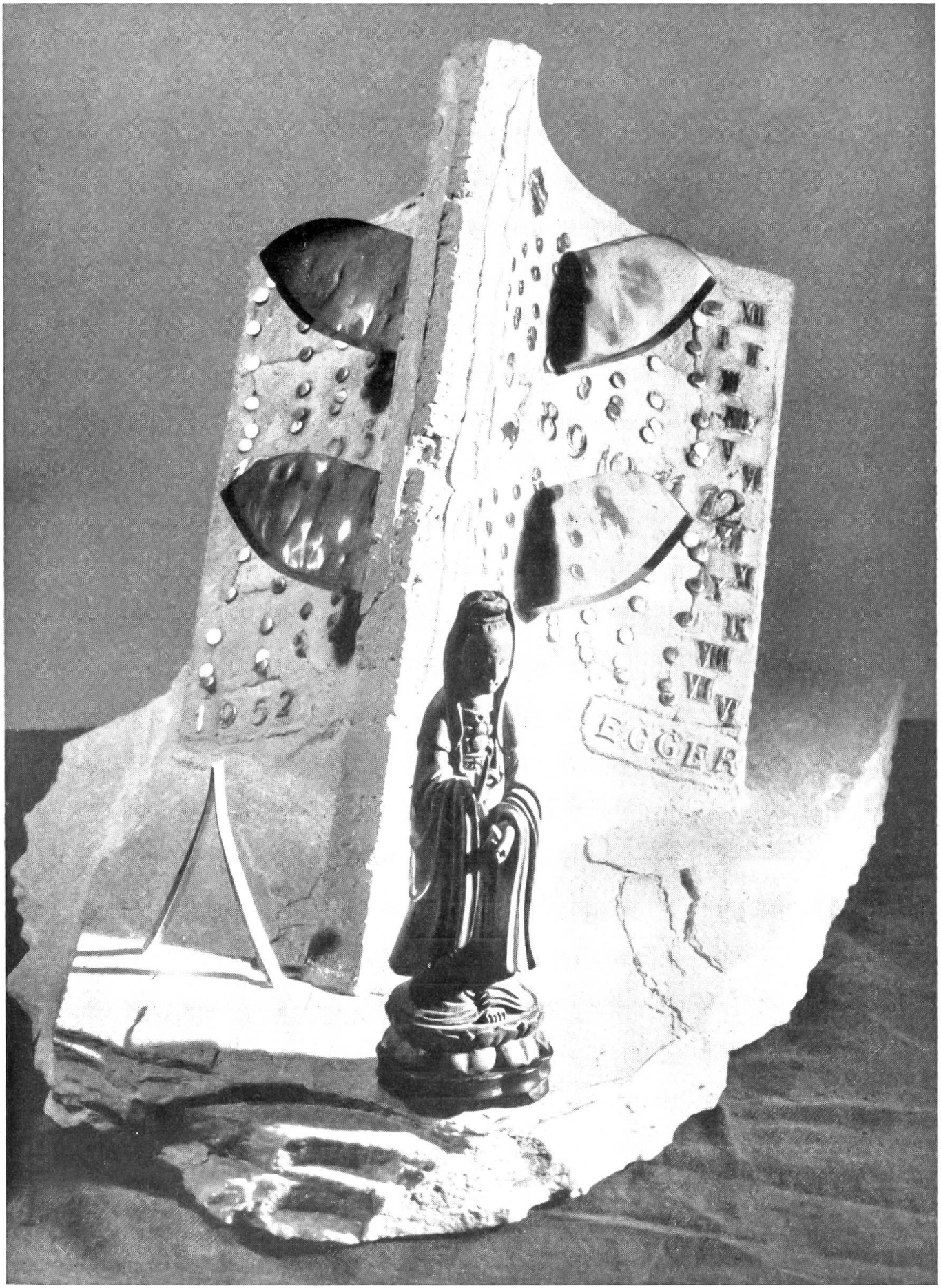


Abb. 6. Intermediäre Doppelzylinder-Sonnenuhr. (Erfindung von H. Egger)

Schatten der Zylinderkanten und den Zacken der weißen Sonnenscheibchen kommt keine zeitbestimmende Funktion zu. Die Tierkreiszeichen stehen in Beziehung zu den Sternbildern, welche die Sonne Jahr für Jahr auf ihrer Ekliptikbahn durchwandert. Heute stimmen die Tierkreiszeichen nicht mehr überein mit den entsprechenden Sternbildern bezüglich des Standortes der Sonne unter den Fixsternen. Infolge der Präzession der Äquinoktien, die eine Folge der Kreiselbewegung der Erdachse ist, befinden sich heute die zwölf Tierkreiszeichen um zirka 30 Grad nach Westen verschoben, so daß der Frühlingsäquinoktionalpunkt (Widderzeichen) im Sternbild der Fische, und der Herbstpunkt (Waagezeichen) im Sternbild der Jungfrau steht. Die Sonne durchläuft alle Sternbilder des Tierkreises (Zodiakus) auf der Ekliptik entgegengesetzt der scheinbaren täglichen Bewegung von Westen nach Osten in einem siderischen Jahr (= 360 Grad). Dieses ist länger als das unserer Zeitrechnung zugrundeliegende, infolge der Präzession um 20,4 Minuten kürzere, tropische Jahr. Das tropische Jahr entspricht zwei aufeinanderfolgenden Äquatordurchgängen (= Frühlingspunkt) der mittleren Sonne am 21. März und dauert 365 d, 5 ^{h}, 48 ^{m}, 45,9 ^{s}. Zwei aufeinanderfolgende obere Kulminationen des Frühlingspunktes bestimmen die Länge eines Sterntages (1 d*). Er ist lediglich durch die Umdrehung der Erde bestimmt und ist um zirka 4 Minuten kürzer als ein Sonnentag, weil das Jahr infolge der Bewegung der Erde um die Sonne einen Sterntag mehr zählt als Sonnentage. Aus dem Begriff des Sterntages resultiert die Sternzeit, die dem Stundenwinkel des Frühlingspunktes entspricht. Eine Sternzeitstunde (h*) ist somit gleich dem Stundenwinkel von 15 Grad eines beliebigen Fixsternes und ist um zirka 10 Sekunden kürzer als die mittlere Sonnenzeitstunde (h).

Z w e i t e s Z i e l: Eine moderne Sonnenuhr muß alle astronomisch möglichen Sonnenscheinstunden des ganzen Jahres mit möglichst gleichabständigen Stundenlinien darstellen.

Das Erfordernis gleichabständiger Stundenlinien kann einzig durch Anwendung der gnomonischen, d. h. zentralprojektiven Zylinderprojektion auf einen zur Erdachse parallelen und äquatorständigen Hohlzylinder erfüllt werden. Auf diesem Hohlzylinder werden von gleichen Stundenwinkelbeträgen parallele, gleichabständige Stundenlinien erzeugt. Diese Stundenlinien entsprechen den Meridianlinien der äquatorständigen Zylinderprojektionen, deren Äquatorlinie übereinstimmt mit der Äquinoktiallinie der Sonnenuhr. Diese Stundenlinien erscheinen auf meiner Sonnenuhr zufolge der variierenden Zeitgleichungsbeträge als parallele Schlangenlinien. Die Lageverschiebung derselben auf der Skala bezüglich des Ortsmeridians entspricht der Längendifferenz gegenüber dem Zonenzeitmeridian (Abb. 7).

Weil die Projektionszentren auf der Achse des Zylinders liegen, die der Lage der Erdachse

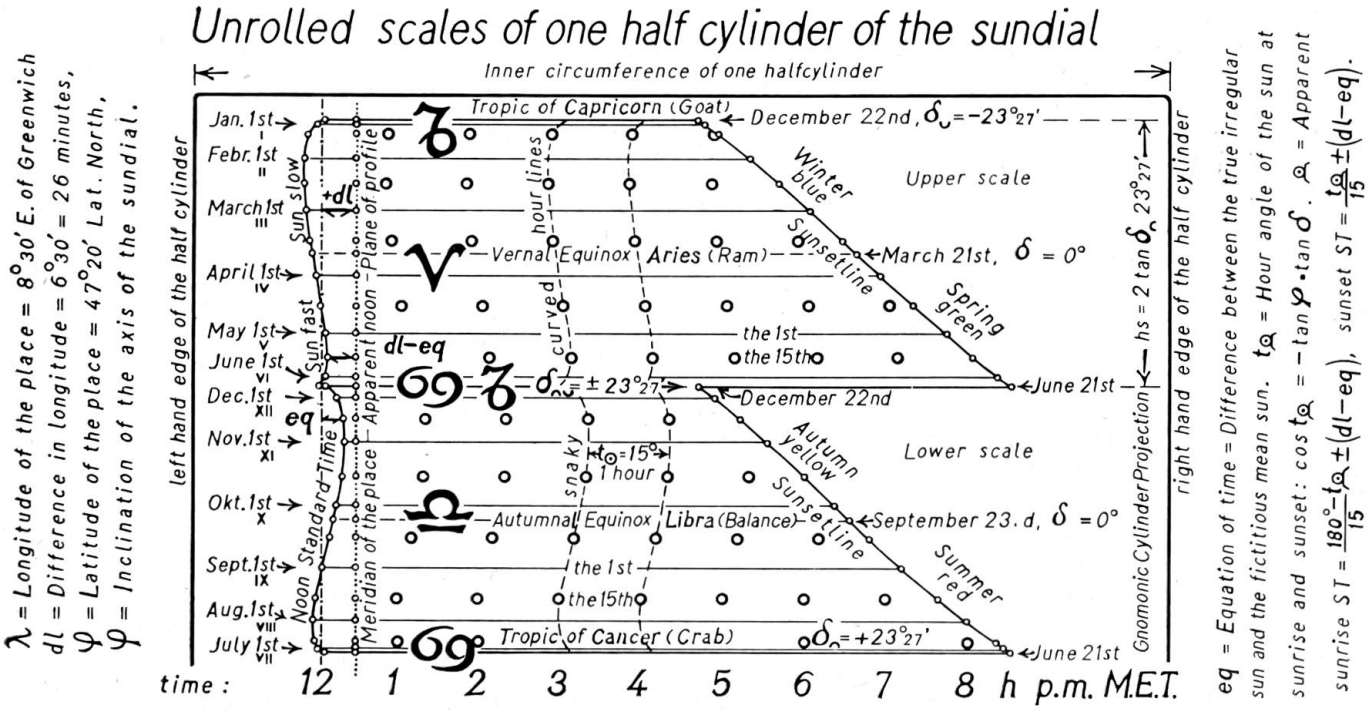
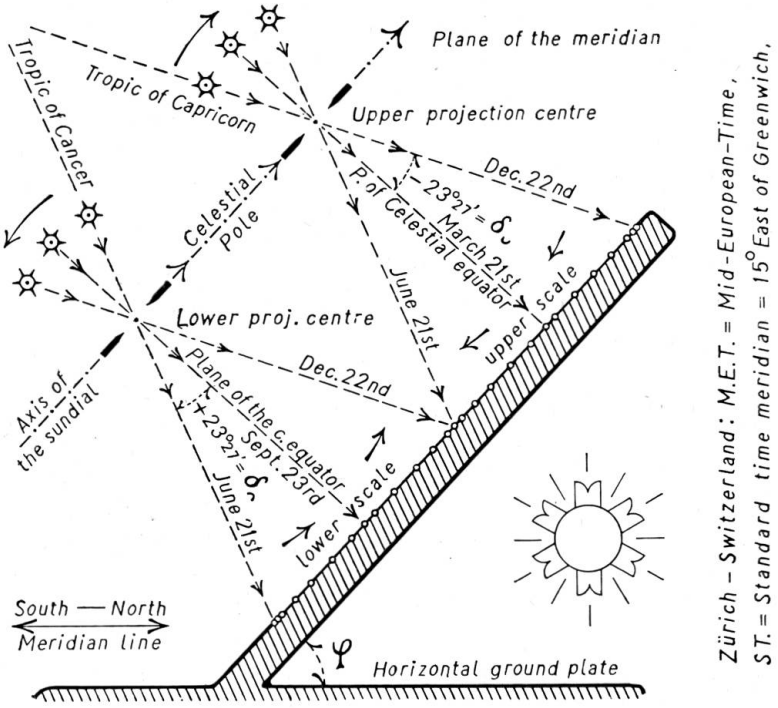


Abb. 7. Zifferblatt der Gnomonischen Sonnenuhr. (Westliche Zylinderhälfte)

Abb. 8. Profil der gnomonischen Sonnenuhr (für 47 Grad 20 Min. nördl. Breite)



entspricht, so bilden sich die täglichen Sonnenbahnen auf dem Zylinder als parallele Datumkreise ab. Die Deklinationsänderung während eines Tages sowie der Einfluß der Refraktion müssen nicht mitgerechnet werden. Der Lichtstrahl beschreibt längs des täglichen Bahnkreises der Sonne durch jedes Projektionszentrum der Sonnenuhr die Mantelfläche eines Doppelkegels, dessen Öffnungswinkel sich vom 21. Juni (22. Dezember) bis zum 23. September (21. März) von 66 Grad 33 Min. auf 90 Grad vergrößert (Abb. 8). Für das ganze Jahr entsteht auf diese Weise ein System von kontinuierlichen Kegelmantelspiralen, welches vom Zylindermantel der Sonnenuhr, dessen Achse identisch ist mit der Kegelachse, durchdrungen wird. Ohne Berücksichtigung der täglichen Deklinationsänderung der Sonne entstehen auf diese Weise kreisförmige, parallele Datumlinien, deren Mittelpunkte auf der Zylinderachse liegen; sie entsprechen den Parallelkreisen der gnomonischen Zylinderprojektion und es berechnen sich die vertikalen Abstände der Datumlinien aus der Tangensfunktion der Deklinationswinkel der Sonne. Da das Kurvenbild der Tangensfunktion bis zum maximalen Deklinationswert der Sonne von 23 Grad 27 Min. nahezu geradlinig verläuft, so resultieren aus der Anwendung dieser Projektion nebst den gleichabständigen Stundenlinien auch nahezu gleichabständige Parallelkreise. Aus der Anwendung der gnomonischen Zylinderprojektion entsteht somit das leistungsfähigste Zifferblatt für Sonnenuhren. Die trotzdem bemerkenswert ungleichen monatlichen Abstände der Datumlinien sind die Auswirkung des täglich gegen die Solstitien hin progressiv sich verkleinernden Deklinationszuwachses der Sonne, der die Projektion ihrer täglichen Ekliptikbahnstücke auf den Ortsmeridian darstellt.

Verlegt man die Projektionszentren und damit auch die Doppelkegelachse in die Mitte zwischen die Zylinderachse und die zentrale Mantellinie des konkaven Zylinders, so entsteht eine neue intermediäre Zylinderprojektion. Kegelachse und Zylinderachse sind zueinander parallel und es bilden die Datumlinien als Durchdringungskurven des nunmehr exzentrischen Zylinders mit dem Doppelkegel flachgewellte Bogenlinien. Auch die Stundenlinien, die aus dieser intermediären Zylinderprojektion resultieren (Abb. 6), sind nicht mehr genau gleichabständig und parallel, sondern es vergrößern sich die Stundenintervalle linear gegen die Peripherie des Zifferblattes. Diese schwachen Verzerrungen beeinträchtigen jedoch die Ablesegenauigkeit und die Klarheit der Skala keineswegs und stehen im Gegensatz zu den starken Divergenzen der strahligen Stundenlinien der Sonnenuhren mit horizontalen und vertikalen ebenen Zifferblättern. Die insgesamt 200 Zeitmarken dieser intermediären Zylindersonnenuhr sind die Schnittpunkte der MET.-Stundenlinien mit den Datumlinien des 22. eines jeden Monats. Die Lage dieser Zeitpunkte auf der Skala wurde Punkt für Punkt mittels der astronomischen Daten des U. S. Nautical Almanac trigonometrisch berechnet. Die doppelte Exzentrizität der Projektionszentren in bezug auf die Zylinderachse, die aus der Doppelspitze jedes Schattenkeiles resultiert, verleiht dieser neuen Zylinderprojektion ihre besondere Eigenart. An Stelle der Keile, die einen breiten und weithin sichtbaren Schatten werfen, können auch spitze Metallbügel Verwendung finden. Ein solcher Bügel ist auf der intermediären Sonnenuhr neben der chinesischen Statue sichtbar (Abb. 6); er ermöglicht eine genauere Bestimmung des Datums.

Die beiden ganzseitigen Abb. 5 und 6 erleichtern den Vergleich meiner beiden neuen

Ausführungstypen: der Gnomonischen Sonnenuhr mit ihrer wuchtigen Erscheinungsform und der Intermediären Sonnenuhr, die sich durch ihre schlanke Form mit offenen Skalen auszeichnet.

Bei den Sonnenuhren mit ebenem Zifferblatt in senkrechter oder horizontaler Lage oder parallel zur Erdachse, bilden die Datumlinien zwei Hyperbelscharen auf beiden Seiten der geradlinigen Äquinoktiallinie (Abb. 4). Die Verzerrungsverhältnisse dieser Skalen sind an der Peripherie besonders ausgeprägt.

Das Gegenstück zu den konkaven Zylindersonnenuhren ist die konvexe Zylindersonnenuhr. Wohl der schönste Repräsentant dieses Typus ist die berühmte Säulensonnenuhr im Hofe eines Universitätsgebäudes in Oxford in England; sie wurde im Jahre 1581 von Ch. Turnbull berechnet und gebaut (Abb. 10). Bei den konvexen Zylindersonnenuhren liegt der Zylindermantel zwischen der Zylinderachse und dem Projektionszentrum. Mit Ausnahme der Stundenlinie des Ortsmeridians sind alle Stundenlinien sowie die Äquinoktiallinie Ellipsen und die übrigen Datumlinien erscheinen noch stärker gekrümmt als die Hyperbeln. Die Säulensonnenuhr liefert das komplizierteste Skalenbild mit den größten Verzerrungen. Wohl gab es auch in früheren Zeiten konkave Zylindersonnenuhren, doch zeigten diese lediglich die wahre Sonnenzeit an.

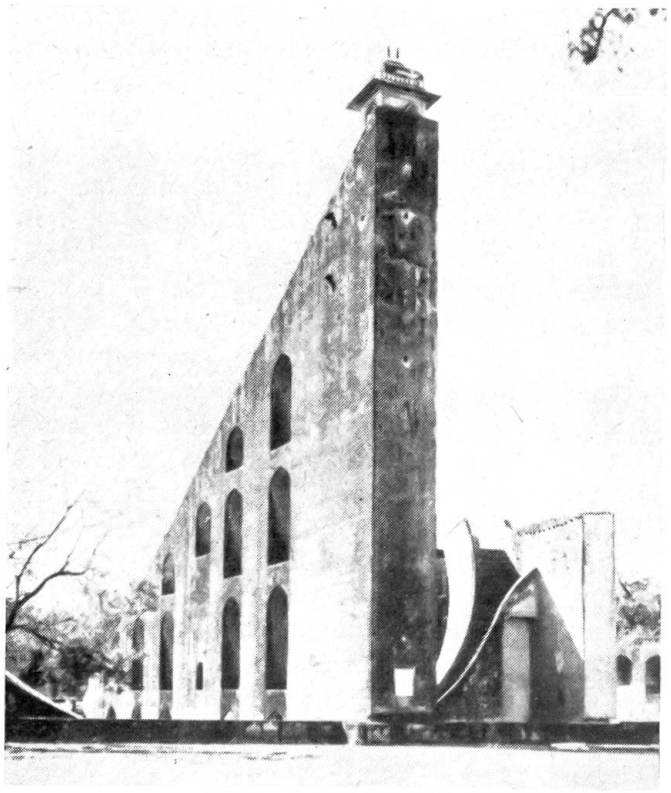


Abb. 9. Die große Sonnenuhr von Jaipur, Indien (erbaut 1725, Höhe: 28 m)

Weil eine moderne Sonnenuhr alle astronomisch möglichen Sonnenscheinstunden eines Jahres anzeigen muß, so ist die eine Hohlzylinderhälfte meiner beiden Sonnenuhren der Morgensonne und die andere Zylinderhälfte der Nachmittagssonne zugewendet (Abb. 5 und 6). Dieser Disposition zufolge haben beide Modelle ihre originelle Form zu verdanken.

D r i t t e s Z i e l: Eine moderne Sonnenuhr muß die Zeit direkt ablesbar und auf lapidar einfachste Weise auf den ersten Blick sichtbar anzeigen.

Bei vielen Sonnenuhren kann die Zonenzeit, d. h. unsere bürgerliche Zeit nur auf Umwegen bestimmt werden, indem z. B. auf einer Zeitgleichungskurve oder -tabelle neben der Sonnenuhr die erforderlichen Korrekturen erst abgelesen und mit der wahren Sonnenzeit verrechnet werden müssen. Auch jene Sonnenuhren, bei welchen verschiedene Stundensysteme oder Monate auf derselben Skala übereinander dargestellt sind, oder bei welchen man nur mit Hilfe des Datums die bürgerliche Zeit bestimmen kann, genügen diesem dritten, pädagogischen Kriterium nicht.

V i e r t e s Z i e l: Eine moderne Sonnenuhr muß die Jahrhunderte unbeschadet überdauern und allen Witterungseinflüssen trotzen.

Von den vielen bautechnischen Formulierungen, die zur Erreichung dieses Zieles ins Auge gefaßt werden können, wurde für die intermediäre Sonnenuhr ein Guß aus verschieden gefärbtem Quarzzement gewählt, in welchen alle Skalenteile eingebettet wurden mit guter Verankerung (Abb. 6).

F ü n f t e s Z i e l: Eine moderne Sonnenuhr muß durch ihre ästhetische Formulierung ihrer speziellen Bestimmung gerecht werden und mit ihrer Umgebung im Einklang stehen.

Ein weites Feld steht hier dem Erbauer von Sonnenuhren offen in der Gestaltung neuer origineller Lösungen.

Diese fünf Ziele, enthaltend zehn Bedingungen, können als Grundlage für die Beurteilung von Sonnenuhren benutzt werden.

In konsequenter Erfüllung aller beschriebenen fünf Erfordernisse, die wir an eine moderne Sonnenuhr stellen müssen, sind meine beiden neuen Typen mit je vier Projektionszentren entstanden. Beide Gartensonnenuhren können in beliebiger Größe gebaut werden und zeigen,

so lange die Sonne scheint, die genaue mitteleuropäische Zeit in Übereinstimmung mit unseren Uhren und gleichzeitig auch das Datum an. Die vier Projektionszentren mit ihren Skalen ergänzen sich mit ihren Teilaufgaben funktionell zu einem Ganzen. Beide Gartensonnenuhren (Abb. 5 und 6) gehören zur polaren Gruppe der Sonnenuhren, weil die Projektionsflächen parallel zur Erdachse bzw. gegen den Himmelspol gerichtet sind.

Polare Sonnenuhren weisen zur Äquinoktiallinie symmetrische und für alle geographischen Breiten gleichabständige Datumlinien einander entsprechender Monate auf. Es ändert sich jedoch mit zunehmender geographischer Breite der Winkel zwischen den Sonnenaufgangs- und Sonnenuntergangslinien (Horizontlinien) und den Äquinoktial-Datumlinien (21. März und 23. September). Dieser Winkel beträgt am Äquator 90 Grad und an den Polen 0 Grad. Die Zentren dieser Drehung der Horizontlinien liegen auf den Äquinoktiallinien beim Stundenwinkel für 6 Uhr wahre Ortszeit. Die Horizontlinien gehen immer durch die Südpunkte der Sonnenuhr; das sind ihre Schnittpunkte mit der Ortsmeridianebene. Die Südpunkte beider Zylinderhälften liegen an den Polarkreisen auf der Datumlinie des Wintersolstitiums bei 12 Uhr wahrer Mittag, und an den Polen auf der Äquinoktiallinie. Die Sonnenaufgangs- und Sonnenuntergangslinien einer Sonnenuhr können sich entweder auf den astronomischen Horizont (wahrer Horizont) oder auf den geographischen Horizont (natürlicher Horizont) beziehen.

Die Zylindersegmente meiner beiden Gartensonnenuhren befinden sich am Äquator in waagrechter Lage und es entspricht die Neigung ihrer Achsen mit zunehmender Entfernung vom Äquator genau der geographischen Breite des Standortes (Abb. 8). Infolgedessen sind diese Sonnenuhren auf der nördlichen Hemisphäre mit nach Norden geneigter Achse nach Süden orientiert, und auf der südlichen Halbkugel mit nach Süden geneigter Achse nach Norden. Dies entspricht der scheinbaren täglichen Bewegung der Sonne, die sich südlich des südlichen Wendekreises von rechts im Osten über Norden nach links im Westen bewegt, und nicht wie bei uns auf der nördlichen Hemisphäre von links im Osten über Süden nach Westen.

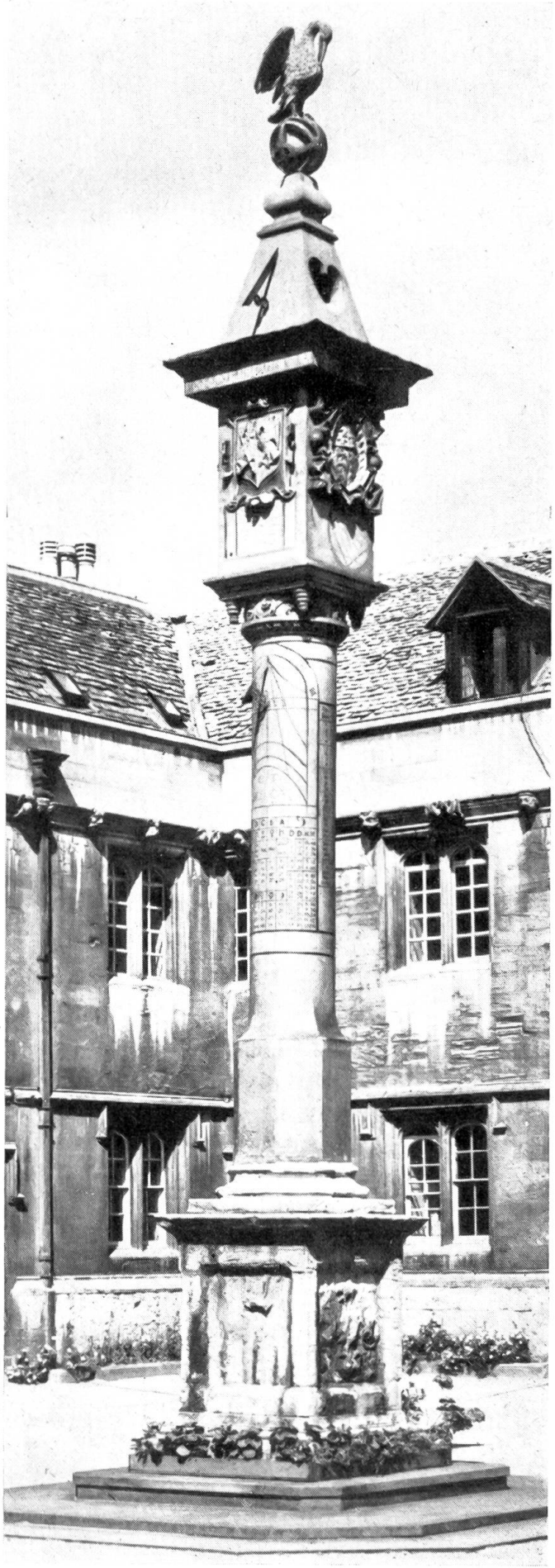


Abb. 10. Säulensonnenuhr in Oxford, England (1581 von C. Turnbull erbaut)

SPRÜCHE FÜR SONNENUHREN

Fugit hora, ora et labora. — Die Stunde flieht, bete und arbeite.

Eadem mutata resurget. — In ewigem Wechsel wiederholt sich die Stunde.

Amicis quaelibet hora. — Für Freunde hat man immer Zeit.

Corrige praeteritum, praesens rege, discerne futurum. — Lerne aus der Vergangenheit, beherrsche die Gegenwart, erkenne die Zukunft.

Sol omnibus lucet. — Die Sonne scheint für alle.

Docet umbra. — Der Schatten zeigt die Stunde.

Memor esto brevis aevi. — Gedenke der Kürze des Lebens.

Sole oriente fugiunt tenebrae. — Bei aufgehender Sonne entflieht die Nacht.

Post nubila Phoebus. — Nach den Wolken scheint die Sonne.

Ruit hora. — Die Stunde entflieht.

Ex his una tibi. — Von diesen Stunden ist eine die Deine.

THE SUNDIAL

See the little daystar[1]) moving —
Life and time are worth improving,
Seize the moments while they stay:
Seize and use them,
Lest you lose them,
And lament the wasted day.

[1]) daystar: siehe Lichtspur der Sonne auf der Sonnenuhr des Titelblattes

---

Ein neuartiges Dekorationsmaterial aus Aluminium

DK 688.78:669.717

Unter der Bezeichnung „Granal" wurde in Frankreich ein neuartiges Dekorationsmaterial aus Aluminium auf den Markt gebracht, das eine Reihe neuer Möglichkeiten eröffnet. Granal, das in 1 m² großen und 1 mm starken Platten hergestellt wird, unterscheidet sich von den üblichen Aluminiumblechen vor allem durch seine Struktur, da es infolge Kornvergröberung aus anormal großen Aluminiumkristallen aufgebaut ist. Je nach ihrer Anordnung erscheinen die das auffallende Licht reflektierenden Kristalle hell oder dunkel. Die gesamte Metalloberfläche weist eine unregelmäßige Maserung auf, die der gewisser buntfärbiger Marmorsorten ähnelt, und verliert dadurch ihr ursprünglich kaltes metallisches Aussehen. Granal wird in verschiedenen Qualitäten, die vom Grad der Kornvergröberung abhängen, erzeugt. Sollen durch Pressen oder Ziehen einfach geformte Stücke hergestellt werden, so verwendet man, um die Bruchgefahr beim Formen der Stücke auszuschalten, Granal mit vorwiegend kleineren Kristallen (Seitenlänge 2 bis 5 mm). Die Säurebehandlung wird in diesen Fällen erst nach dem Formen vorgenommen. Die Granalplatten können in natürlicher Farbe verwendet oder nach den üblichen Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Aluminium elektrolytisch poliert, anodisch oxydiert und gefärbt werden.

Dank seiner besonderen Eigenschaften und seiner äußerst dekorativen Wirkung ist Granal für die verschiedensten Zwecke verwendbar. So bewährt es sich beispielsweise wegen seiner hohen Korrosionsfestigkeit ausgezeichnet im Bauwesen als Verkleidung für Außen- und Innenwände. Besondere Vorteile bietet es als Wandverkleidung in Badezimmern, sanitären Anlagen, Operationssälen usw., da es staubfrei, wärmeisolierend und nicht nur billiger, sondern auch weit dekorativer als die derzeit verwendeten Stoffe ist. Außerdem eignet sich Granal auch vorzüglich zur Herstellung von ganz- oder halbmetallischen Möbelstücken sowie als Rohmaterial für Schalen, Vasen, Platten, Beleuchtungskörper usw. *F. I. D.*