

Mechanismus zur Mond- und Erdbewegung in bezug auf die Sonne

(nach einem Teilmechanismus unbekannter Herkunft rekonstruiert, Zeichnung LML 560315) (Die Zahlen der Bezugspunkte entsprechen den Zahnzahlen der Räder)

Der Schlitten SS ist eine Ausschnitt der Erdbahn um die Sonne. Der Durchmesser dieser Bahn entspricht gemäß dem noch vorhandenem Bahnsektor ca, . Das Ganze wird folglich einmal jährlich um die Sonne herumgeführt, wobei das Rad AR 40 auf einem Rad mit X Zähnen abrollt. (Vermutlich ist diese Zähnezahl 12 mal AR40, bezw. entsprechend der Mondumlaufanzahl um die Erde innerhalb eines Jahres).

MU sitzt auf der Welle von AR40 fest und trägt an einem Bügel die Mondfigur. Die Mondeinteilung (30 Teile) befindet sich auf KS. Auf dem Rohr von AR40 sitzt fest das Rad 48 und überträgt über die Verzahnungen 6/41/12 die Bewegung auf die Achse der Erdkugel als tägliche Umdrehung. Der Träger T ist fest mit Welle W auf der das Rad 60 aufgeschlagen ist. Von dem Rad AR aus erfolgt eine Übersetzung durch 15/10/66/12 Zähnen auf 60 Zähne, wodurch die sinngemäße Bewegung des Trägers T entsteht, die für die stets gleiche Neigung der Erdachse zur Sonne hin erfolgen muß. (Auswirkung der vier Jahreszeiten).

Von Rad~~e~~ AR40 aus greift zusätzlich ein Rad 20 mit Trieb 6 ein. Das Trieb 6 steht im Eingriff mit dem innen verzahnten Rad JR 141, welches dadurch um sich selbst bewegt wird. Es lagert in einer Auflage von KS. Seine Aufgabe ist ohne weitere Rekonstruktionsgedanken nicht erkennbar. Vermutlich besteht ein Zusammenhang mit der Schiefe der Mondbahn zur Erde; und zwar erfolgt eine Umdrehung im Uhrzeigersinn nach 11,75 Mondumläufen um die Erde. Auf dem Rad JR 141 ist noch ein aufschwenkbarer Ring B an einem Punkt befestigt.

Technische Beschreibung + Beschreibung
siehe Aufsatz in 'Die Uhr' 19/1955 (Lohse)
Räderwerkbeschreibung n. Konstruktionsprinzipien
für astronomische und ähnliche
Uhrwerke

Zifferblatt und Zeigertrieb einer Kalenderuhr.

Was die Uhr zeigt

Auf einem quadratischen Blechschild ist ein 9 cm breiter, zinnener Zifferring. Aussen hat dieser eine Einteilung in 2 mal 12 Stunden mit grossen, schwarzen römischen Ziffern. Es folgt eine Einteilung in Halbstunden und am Innenrand ist eine Minuteneinteilung.

Ein 2,5 cm langes Eisenzeigerchen ist am Innenrand des Ringes aus dem Untergrund auf die Zifferringfläche gekröpft. Dieses Zeigerchen beschreibt in einem Tag eine Umdrehung und zeigt somit die Stunden. Weil es den täglichen scheinbaren Umlauf der Sonne um die Erde versinnbildlicht, war das jetzt sehr nüchterne, unscheinbare Zeigerchen offenbar mit einem goldenen Strahlensönnchen geschmückt.

Aus der Mitte des Zifferblattes kommt ein einfacher, schlanker Messingzeiger und weist die Minuten. Sein Stiel ist eigenartig gebogen, damit er sich ungehindert über den darunter liegenden Mondzeiger hinwegdrehen kann. Die rückwärtige Verlängerung des Zeigers dient dem Gewichtsausgleich.

In der Mitte des Zifferblattes ist ein halokugeliger, dunkler Buckel. Darunter hervor kommt der messingene Mondzeiger. Ein runder Stiel trägt aussen eine drehbare Mondkugel von 18 mm Durchmesser. Diese ist von einem dunkeln, drei mm breiten Blechring umgeben. Die eine Hälfte der Kugel sollte schwarz, die andere golden sein.

Dieser Mondzeiger veranschaulicht den Umlauf des Mondes um die Erde. Der Mond umkreist die Erde im gleichen Sinn wie die, nur langsamer. Er verspätet sich täglich um etwas 50 Minuten, so dass er in $29\frac{1}{2}$ Tagen gegenüber der Sonne um eine volle Umdrehung zurück bleibt.

Wenn Sonne und Mond beieinander stehen, wendet uns der Mond seine dunkle Seite zu, es ist Neumond. Dann zeigt uns das Mondkugelchen der Uhr die schwarze Hälfte. In dem Mass, wie sich Sonnen - Mondzeiger von einander entfernen, dreht sich auch das Mondkugelchen. Wenn Sonne und Mond einander gegenüber stehen, sehen wir die beleuchtete Mondhälfte; dann ist Vollmond, das Kugelchen wendet uns die goldene Seite zu. So können wir an der Uhr jederzeit die jeweiligen Monphasen feststellen.

Diese sind abhängig von der Zeit, die seit dem letzten Neumond verstrichen ist. Man drückt diese in Tagen aus und nennt diese Zahl das Mondalter. Unter dem Mondzeiger ist darum an der Uhr eine Messingscheibe, die sich gleich schnell dreht wie der Stundenzeiger und die an ihrem Aussenrand eine Einteilung in $29\frac{1}{2}$ Teile besitzt. Der Mondzeigerstiel weist auf das jeweilige Mondalter.

Der Raum innerhalb des zinnernen Zifferringes ist mit einer Blechscheibe von 30 cm Durchmesser ausgefüllt. Diese besitzt mehrere konzentrische Kreisringe. Der äusserste von 2,5 cm Breite ist in gleich grosse Sektoren eingeteilt. Jeder ist mit einem Bildchen geschmückt, die die 12 Sternbilder versinnbildlichen, welche die Sonne in einem Jahr durchläuft.

Wie die Sonne, so drehen sich auch die Sterne am Firmament; sie gehen im Osten auf und im Westen unter. Sie brauchen zu einer Umdrehung aber nicht genau 24 Stunden wie die Sonne, sondern etwa 4 Minuten weniger, so dass ~~die Sonne nicht immer mit den~~ sie der Sonne etwas vorausziehen. Daher kommt es, dass die Sonne nicht immer mit den gleichen Sternen auf - und untergeht. In einem Jahr beschreibt der Sternenhimmel eine Umdrehung mehr als die Sonne. Während dieser Zeit durchläuft die Sonne 12 Sternbilder, nämlich: Steinbock usw. Man nennt diese Reihe den Tierkreis.

2
Die Blechscheibe mit dem Tierkreis versinnbildlicht den Sternenhimmel. Wie dieser, beschreibt auch die Scheibe in 23 Std. 56 Min. eine Umdrehung; dreht sich also eine Spur schneller als der Stundenzeiger. Dadurch rückt dieser nach und nach von einem Tierkreisbild zum andern; verweilt einen Monat in einem Sektor und kommt nach einem Jahr wieder ins gleiche Feld. Da die Sonne gegenüber den Sternen zurückbleibt, erfolgt ihre Wanderung im Tierkreis links herum. Wie die Sonne, so durchwandert auch der Mond die verschiedenen Tierkreisabschnitte. Da sein Lauf einiges langsamer ist als der der Sonne, bleibt er nur drei bis vier Tage in einem Zeichen und braucht für den Umlauf durch den ganzen Tierkreis rund 27 1/3 Tage.

Wenn die Sonne am 21. Dez. in das Zeichen des Steinbocks tritt, beschreibt sie am Himmel den kleinsten Bogen, wir haben dann den kürzesten Tag. Von diesem Zeitpunkt an wird der Sonnenbogen täglich grösser und die Sonne steigt höher, bis sie am 21. Juni mit dem Eintritt ins Zeichen des Krebses ihren höchsten Stand erreicht hat. Mit dem Mond verhält es sich gleich. Auch bei ihm ist der Bogen am Himmel am kleinsten, wenn er im Zeichen des Steinbocks steht, am grössten dagegen im Zeichen des Krebses. So lang der Mondbogen grösser wird, als in den Zeichen Steinbock, Wassermann, Fische, Widder, Stier und Zwillinge, sagt man, der Mond sei obsigehend. In den folgenden sechs Zeichen Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Skorpion und Schütze ist er nidsigehend; sein täglicher Bogen am Himmel wird immer kleiner. Beim Mond erfolgt der Wechsel zwischen obsi- und nidsigehend ungefähr alle 14 Tage. Die ersten sechs Zeichen, in denen der Mondbogen grösser wird, heissen aufsteigende Zeichen, die letzten sechs dagegen absteigende Zeichen.

An den Tierkreis der Uhr schliesst sich innen ein zwei cm breiter weisslicher Ring an mit einer Monats und einer Tageseinteilung. Der Zeitpunkt, da die Sonne in ein neues Tierkreiszeichen tritt, fällt aber nicht auf den Monatsanfang, sondern ungefähr auf den 21. eines Monats. Von der Strahlensonne des Stundenzeigers sollte noch ein Zeigerchen radial nach innen bis zum Ring mit der Tageseinteilung gehen, um dort das Datum zu weisen. Auf den Datum-Ring folgt nach innen ein dunkelroter Ring mit gelben Ziffern, diese letzteren geben den Sonnenaufgang zu den verschiedenen Zeiten des Jahres an. Ortus Solis = Sonnenaufgang. Dazu stehen in enger Beziehung die roten Zahlen des darauffolgenden gelben Ringes. Sie geben an, wieviele Stunden der lichte Tag jeweils dauert. Longitud Dies = Taglänge.

In gleicher Weise werden mit den Zahlen auf den innersten beiden Ringen Sonnenuntergang (Occasus Solis) und Nachtlänge (Longitud Noct.) angegeben. Natürlich müssen die beiden Stunden zahlen, die beim nämlichen Datum stehen, zusammen 24 Std. ausmachen.

Die Tag- und Nachtlängen sind in ganzen Stunden angegeben. Die Ziffern stehen bei denjenigen Daten, da sich der Tag und die Nacht um eine volle Stunde verändert haben. Diese Zahlen sind nicht gleichmässig über das ganze Jahr verteilt. In der Nähe des längsten und kürzesten Tages sind diese Zeitspannen grösser; zur Zeit der Tag- und Nachtlänge erfolgt der Wechsel rascher.

Übersetzung des Zeigergetriebes.

Die Achse des Minutenzeigers trägt ein Trieb mit zehn Zähnen. Der Anschluss ans Gehwerk fehlt, wie dieser erfolgte, ist nicht ersichtlich.

Das Rohr des Stundenzeigers trägt ein Rad mit 57 Zähnen. Der Anschluss ans Gehwerk musste in der Weise erfolgen, dass das Antriebrad in 24 Std. 57 Zähne schaltete. Das war auf verschiedene Weise möglich, z.B. indem es 19 Zähne besass und alle acht

Stunden eine Umdrehung ausführte.

Das Rohr des Mondzeigers trägt ein Rad mit 59 Zähnen. Es ist genau gleich gross wie das 57 zählige Stundenrad. Beide Räder waren mit dem gleichen Antriebsrad im Eingriff. Das Mondrad wurde also in einem Tag auch 57 Zähne geschaltet. Es fehlten ihm ~~die~~ 24 Std. zwei Zähne zu einer vollen Umdrehung. Es blieb gegenüber dem Stundenrad täglich um zwei Zähne, somit in $29 \frac{1}{2}$ Tagen um eine volle Umdrehung zurück, was ziemlich genau der Zeit von einem Neumond bis zum nächsten entspricht.

In dieser Zeit von $29 \frac{1}{2}$ Tagen dreht sich auch die Mondkugel einmal um sich selbst. Diese Bewegung wird folgendermassen bewirkt. Die Kugel ist mittels eines Messingrohres, das sich um den Mondzeigerstiel dreht, fest mit einem 16 zähligen Kronrad verbunden. Dieses letztere greift in ein 16 zähliges ~~Trieb~~, das mit dem Sonnenzeiger fest verbunden ist und sich somit gleich schnell dreht wie dieser. Da sich der Mondzeiger langsamer bewegt als der Sonnenzeiger, rollt sich das Kronrad auf seinem Antriebsrad ab. Wenn der Mondzeiger nach $29 \frac{1}{2}$ Tagen gegenüber dem Sonnenzeiger um eine ganze Umdrehung zurückgeblieben ist, hat auch das Kronrad und mit ihm das Mondkugelchen eine ganze Umdrehung um den Mondzeigerstiel gemacht. Bei dieser Übertragung spielt die Zahl der Radzähne keine Rolle; Bedingung ist nur, dass Trieb und Kronrad die gleiche Zähnezahl aufweisen.

Die Scheibe mit dem Tierkreis wird sowohl vom Stundenrad, als auch vom Mondrad gedreht. Auf dem Mondrad sitzt ein kleineres, festes Rad, das wie das Mondrad 59 Zähne hat. Dieses greift in ein 60 zähliges Planetenrad, das auf dem Sonnenzeigerrad gelagert ist. Da das Mondrad gegenüber dem Sonnenrad täglich um zwei Zähne zurück bleibt, schaltet es das Planetenrad täglich um zwei Zähne vorwärts, sodass die Achse des Planetenrades in 30 Tagen auf dem Sonnenrad eine Umdrehung ausführt. --- Das Planetenrad hat auf der Rückseite ein Trieb mit sechs Zähnen. Dieses Trieb greift in die Innenverzahnung eines Ringes hinter der Tierkreisscheibe. Dieser Ring hat 73 Zähne. Das Trieb des Planetenrades nimmt die Tierkreisscheibe bei der täglichen Umdrehung des Sonnenrades mit. Da es aber zudem in 30 Tagen noch eine Eigenumdrehung macht, bewegt es den Tierkreis - in dieser Zeit noch sechs Zähne weiter; das macht in 365 Tagen 73 Zähne; d.h. in einem Jahr führt die Tierkreisscheibe genau eine Umdrehung mehr aus als der Sonnenzeiger. Zum gleichen Ergebnis kommt man mit folgender Zähneformel :

$$\frac{29,5 \text{ Tage} \cdot 60 \cdot 73}{59 \cdot 6} = \frac{29,5 \text{ Tage} \cdot 10 \cdot 73}{59} = \frac{29,5 \text{ Tage} \cdot 73}{59} = 365 \text{ Tage}$$

In Wirklichkeit dauert es ein Jahr und 6 Stunden, bis die Sonneuhr wieder genau bei dem gleichen Sternen steht. Der Tierkreis der dreht sich also eine Spur zu schnell; in vier Jahren geht er einen Tag vor. (Schalttag). Da aber die Uhr von Zeit zu Zeit zur Reinigung auseinander genommen ~~were~~ und wieder neu gerichtet werden musste, ist diese Ungenauigkeit nicht von Belang.

Fehlendes

Wie schon früher angeführt, gehört an das Stundenzeigerchen eine Strahlensonne mit winem Weiser nach innen auf den Datumring. Auch der Mondzeiger trug eine Verlängerung bis zum Tierkreisring. Auf der festen Achse, um die sich alle beweglichen Teile des Zifferblattes drehen, befinden sich zu innert zwei dünnwandige Eisenrohre. Am untern Rand trägt jedes Rohr einen flachen drei cm langen einarmigen ~~Winkel~~. Dies beiden Rohre, von denen jedes ^{für} sich drehbar ist, haben jetzt kleinere keine Funktion mehr. Offenbar sind es die Überreste einer Einrichtung, die mittels zweier Kreisringsektoren die Tag- und "Nachtlänge veranschaulicht". Das eine Rohr trug einen hellen, das andere einen dunkel gefärbten Kreisringsektor. Diese verschoben sich konzentrisch ineinander, so dass der eine die Tag -

5

4

der andere die Nachtlänge veranschaulichte. Ferner konnte man daran die Zeit des Sonnenauf- und -Unterganges feststellen. Dieser helldunkle Ring stand in enger Beziehung zu den vier bunten innersten Ringen der Tierkreisscheibe, möglicherweise war er in den gleichen Farben gehalten wie diese. Er füllte einst die jetzt leere Fläche der Messingscheibe. Diese Tag- und Nachtlängendarstellung drehte sich nicht; ihre einzige Bewegung war das konzentrische ineinanderschieben der beiden Ringsektoren! --- An alten astronomischen Uhren wird diese Einrichtung vom Uhrwerk aus betätigt mit Hilfe einer Scheibe die im Jahr eine Umdrehung macht. Die beiden einarmigen Hebel werden sodann durch diesen Schieber gesteuert. Wie die Betätigung an dieser Kalenderuhr erfolgte, ist aus den vorhandenen Resten nicht mehr ersichtlich.

Das Mondkugelgetriebe wird von einer halbkugeligen Glocke gedeckt. Diese wirkt mit inreer dunklen Farbe fremd auf dem bunten Zifferblatt. Man kann sich denken, diese Halbkugel selle die Erde dar. Dann kreisen Sonne, Mond und Sterne um diese. Wäre diese Glocke als Erdkugel bemalt, bekäme das ganze Zifferblatt ein einheitliches Aussehen, Nach blauen Farbspuren zu schliessen, ist die jetzige düstere Bemalung nicht ursprünglich.

Mutmassliche Aufstellung, Verwendung und Herkunft der Uhr

Die Ausmasse des Zifferringes und der Stundenzahlen lassen darauf schliessen, dass die Uhr in einem grösseren Raum aufgestellt war, vielleicht im Vorraum eines öffentlichen Gebäudes und dort als Schaustück diente. Im Gegensatz zum grossen Stundenzeigerifferring können die Angaben im Raum innerhalb dieses Ringes nur ganz in der Nähe abgelesen werden; selbst der Minutenzeiger ist garnicht auf Fernwirkung berechnet. Das weist darauf hin, dass sie Uhr so aufgestellt war, dass man sie auch aus der Nähe betrachten konnte.

Das besondere daran ist der Datumring, sowie die Angabe wann der Tag und die Nacht jeweilen eine volle Stunde zu- oder abgenommen haben. Dies deutet auf ein damals noch im Gebrauch befindliche, ältere Art der Stundenzählung hin. --- Als man von den mittelalterlichen veränderlichen Temoralstunden zur jetzigen festen Stundenzählung überging, verfiel man auf verschiedene Übergangslösungen, die von Landesgegend wechselten. Wesentlich war, dass man sich allgemain der neuen, sich immer gleich bleibenden Stunden bediente. Hingegen hielt man für den Bedinn der Zählung immer noch fest an den bisher üblichen Zeiten von Sonnenauf- und Sonnenuntergang. Die Nürnberger z.B. begannen ihre Tagestunden mit Sonnenaufgang zu zählen und zählten bis Sonnenuntergang. Anschliessend zählten sie ihre Nachtstunden von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang. -- Im Laufe des Jahres änderte sich Tglänge fortwährend. Man verharrte aber ber der einmal beangenenommenen Zählung, bis sich die Taglänge um eine volle Stunde geändert hatte; dann wurde neu gezählt. Die Tagesstundenzählung begann jetzt am Morgen eine halbe Stunde früher und dauerte am Abend eine halbe Stunde länger. War der Tag wieder eine Stunde länger geworden, wurde neuerdings gewechselt. Da die Tage nicht immer gleich schnell zu- und abnehmen, waren diese Wechsel in der Stundenzählung nicht gleichmässig über das Jahr verteilt. Diese Zeitpunkte wurden von Astronomen bestimmt und im Kalender festgehalten. Der Taglänge entsprach auch die Zahl der Stundenschläge. Am kürzesten z.B. schlug es von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang von 1-8, in der darauffolgenden Nacht sodann von 1-16. Am längsten Tag war es umgekehrt. Zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche schlug es sowohl bei Tag als auch bei Nacht von 1-12. Man hatte besondere Schlaguhren. Diese mussten bei jedem Sonnenauf- und Sonnenuntergang auf die erste Stunde frisch einge-

Sonnenauf- und

