Aller Anfang ist leicht : oder: die Entwicklungsgeschichte eines Kleinplanetariums

Autor(en): **Stauffer, B.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **54 (1996)**

Heft 277

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-898154

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Aller Anfang ist leicht

Oder: Die Entwicklungsgeschichte eines Kleinplanetariums

B. STAUFFER

1. Vom sich einwickeln lassen....

Mit oben genanntem Titel will ich dem gängigen Sprichwort, das besagt, dass aller Anfang schwer sei, natürlich nicht widersprechen. Auf das Ausfüllen der Steuererklärung trifft dieses Sprichwort bei mir sicher zu, denn ich kann diese Pflicht wochenlang vor mir herschieben.

Ganz anders geht es mir mit Dingen, die mich interessieren und faszinieren. Ist der zündende Funke fast unmerklich gesprungen, ist es meist schon zu spät. Das Feuer ist dann oft nicht mehr zu löschen, bis ein mehr oder weniger grosser Phönix der Asche entsteigt.

Diese Selbsterkenntnis ist erst jüngeren Datums, und so konnte ich damals – als eine völlig intakte Schaltuhr mich aus dem Alteisencontainer hinter der Fabrik «anblinzelte» – der Versuchung nicht wiederstehen. Das gefundene Uhrwerk wurde der Anfang meiner Reise zu den Wurzeln der Himmelsmechanik.

Vom Auswickeln des Konzepts....

Der alte Wunsch wurde wach, einen kleinen Globus von dieser Uhr antreiben zu lassen. Durch erste Skizzen kam ich zur Überzeugung, dass ein solches Modell nicht nur informativ, sondern auch dekorativ sein könnte. Ein fester Zeiger sollte an der sich vorbeidrehenden Erde den ungefähren Ort des Mittags anzeigen.

Bald wurde klar, dass dieses einfache Prinzip keine Rauminformationen würde weitergeben können, aber gerade das war es, was mich besonders reizte. Also spann ich die Fäden weiter und kam zum Schluss, dass eine Sonne den stillstehenden und parallel zur Erdachse ausgerichteten Globus umkreisen müsste. Aber schon der nächste Gedanke machte klar, dass dabei weder die Deklinationsänderung der Sonne noch die Zeitgleichung nachgebildet würden.

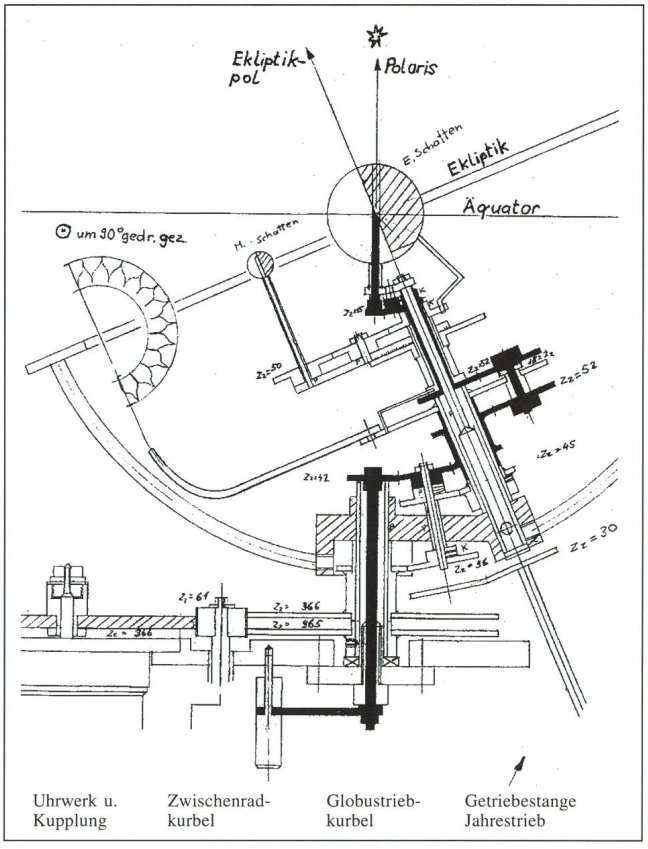
Um weitere Überlegungen überprüfen und damit die Grundlagen für ein erfolgversprechendes Konzept schaffen zu können, baute ich vier einfache Holzmodelle. Die Erkenntnis daraus war folgende: Soll die Sonnenscheibe das ganze Jahr der wirklichen Sonne folgen, so müssen am Modell zwei Bedingungen erfüllt sein:

- Der Ekliptikring muss mit Sternzeit um die Globusachse (Erdachse) von Ost nach West rotieren.
- Die Sonnenscheibe muss in einem Jahr die Sonnenbahn (Ekliptik) von West nach Ost durchwandern.

Soll der Sonnenort auch in Bezug auf den Globus stimmen, so darf sich letzterer nicht drehen, weil der oberste Punkt des Globus den Aufstellungsort des Modells darstellt. Da der Globus fest auf der Erde steht, erhält er von dieser die notwendige ostwärts gerichtete Rotation. Erst die Motivation mit der Uhr etwas anzufangen, brachte mich dazu, diese Zusammenhänge gründlicher als vorher zu überdenken. Die zwei wichtigsten Hilfsmittel waren die Sternkarte «Sirius» sowie das kleine Hallwag – Büchlein «Einführung in die Astronomie». Da ich weder ein Planetarium gesehen, noch eine Beschreibung davon gelesen hatte, war mir unbekannt, wie diese Forderungen mechanisch umzusetzen wären.

War mein Grübeln und Planen bis dahin fast spielerisch und unverbindlich, so stellte sich an diesem Punkt die Frage: Wie weiter? Was bauen? Entweder ein einfaches Modell, das keine grossen Schwierigkeiten bieten würde, oder ein komplexeres, von welchem mir nun klar war, was es können müsste. Ich war von der Sache so sehr fasziniert und gefesselt, dass ich gar nicht anders konnte, als das Letztere zu wählen. Es hatte mir wieder einmal den Ärmel hinein genommen.

Abb.1. Das Bild zeigt die Zeichnung des Hauptgetriebes (ohne Änderungen). Die senkrechte Polachse trägt – trotz Unterbruch – den Globus und zeigt auf den Nordpol. Ganz unten liegt das Sternrad und darüber das Sonnenrad. Die dunkel angefärbten Zwischenräder verhindern das Mitdrehen des Globus mit dem Getriebe. Die um 23.5° geneigte Achse zeigt im Uhrbetrieb immer auf den Ekliptikpol und wird von der Sonne innerhalb eines Jahres einmal umkreist.



Vom Entwickeln des geozentrischen Getriebes

Um der Familie willen begann ich mit dem Skizzieren und Überlegen erst um zehn Uhr abends. In diesen Nächten erfuhr ich die Wahrheit eines weiteren Sprichwortes, das besagt, dass der Teufel im Detail steckt.

Konstruktiv die grösste Schwierigkeit bot die Forderung, dass der kleine Globus (Ø 36 mm) am Ende des rotierenden Hauptgetriebes stillstehen musste. Weil das Getriebe möglichst einfach werden sollte, legte ich das Jahr nicht zu 365,24 Tagen, sondern nur zu 365 Tagen fest. Dadurch war es möglich, mit nur einem grossen zusätzlichen Zahnrad die Sternzeit zu erreichen. Erleichtert darüber, eine Getriebelösung gefunden zu haben, die die weiter oben beschriebenen Forderungen erfüllt, wurde ich übermütig.

Weitere Zutaten

Unterhalb der Erde war noch Platz vorhanden, was lag also näher, als auch noch den Mondlauf einzubauen. Grundlage für die Übersetzung war der synodische Monat zu 29,53 Tagen (Neumond bis Neumond). Da das Modell noch in diesem Jahrtausend fertig werden sollte, baute ich weder die Mondbahnneigung noch den Knotenrücklauf ein. Wenn die Erde nun noch von einem Schatten umrundet würde, so dachte ich, wäre das wohl das «Tüpfli auf dem i». Gesagt – getan. Da das anfänglich beschriebene Feuer noch immer nicht zu löschen war, erhielt auch der Mond einen Schatten. Nach ein paar Wochen Nachtschicht war das Konzept endlich auf dem Papier.

Etwas unvergessliches war in diesen Nächten jeweils um 1 Uhr morgens in der nahen Grube zu hören. Während der Mond das geborgte Licht verstrahlte, sang eine Nachtigall laut ihr helles klares Lied.

Nach weiteren drei Wochen war auch die Konstruktionszeichnung soweit gediehen, dass ich beginnen konnte, Nägel mit Köpfen zu machen. (Abb. 1). Da ich als Betriebsmechaniker in einem kleinen Betrieb arbeite, standen mir die nötigen Maschinen in meiner Freizeit zur Verfügung. Bald bestätigte sich die Vermutung, dass der Umfang der Arbeit weit grösser war, als ich es mir ursprünglich vorgestellt hatte. Nun musste ich dafür büssen, nicht ein einfacheres Modell geplant zu haben. Aber nach einigen Monaten des Drehens, Fräsens, Bohrens und Lötens begann das Hauptgetriebe Gestalt anzunehmen.

2. Die geozentrische Aufstellung

Jetzt, wo das Getriebe im Groben fertig war, ging es um dessen Aufstellung. Bald sah ich ein, dass durch eine starre Aufstellung, entsprechend dem Breitengrad meines Wohnortes, nicht alle Möglichkeiten der Mechanik ausgenützt werden konnten. Also ging es erneut ans Zeichnen. Ich entschloss mich für ein Gestell mit Wiege und Horizont.

Das Gestell

Das Gestell, welches das Getriebe umgibt, besteht aus wasserfest verleimtem Buchensperrholz. Ein sehr stabiles, gut zu bearbeitendes und dennoch dekoratives Material. Um die Wiegenführung und alle anderen runden Holzteile möglichst genau zu bearbeiten, kam nur das Ausfräsen in Frage. Dazu versah ich den Bohrmaschinentisch mit einem Stift, der den Drehpunkt für die zu bearbeitenden Sperrholzplatten bildete. Mit einer zirkelgeführten Oberfräse wäre sicher auch ein gutes Resultat zu erzielen gewesen.

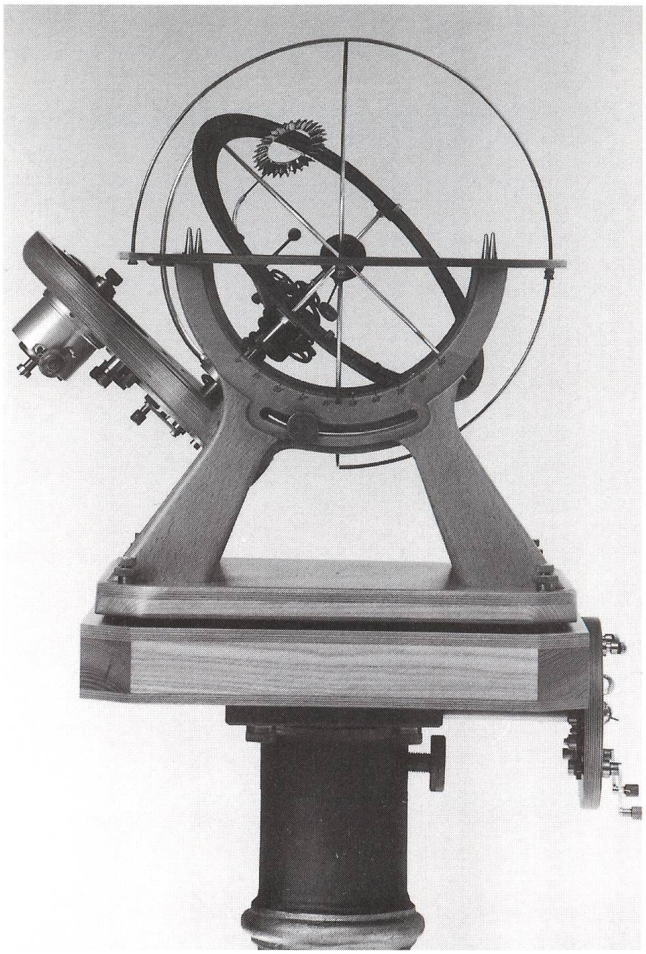


Abb. 2. Die Einstellung zeigt den 1. Aug. um 16:50 Uhr MESZ. Der Blick fällt genau aus östlicher Richtung auf den Horizontring mit der darunterliegenden Breitengradwiege. Die Polachse des Getriebes ist mit Hilfe der Skala auf 47°10' Nord eingestellt. Der im Süden (links) aufsteigende 3/4 Kreis ist der Meridian (Nord-Süd) und der nur als senkrechte Linie sichtbare Kreis ist der 1. Vertikal (Ost-West). Die Getriebeachse geht durch den Globus und zeigt auf den Himmelsnordpol. Parallel zur Uhrplatte liegt der Himmelsäquator. Der als Ellipse sichtbare Ring stellt die Ekliptik dar. Beide sind miteinander verbunden und rotieren um die Polachse. Im Norden unter dem Horizont (rechts) liegt der Frühlingspunkt. Weil dieser knapp 12 Stunden vorher durch den Meridian gegangen ist, ist es 12 Uhr Sternzeit.

Die Breitengradwiege

Das Hauptgetriebe mit der Uhrplatte befindet sich innerhalb des Gestells und ist mittels der Breitengradwiege von 0° bis 90°nördlicher Breite einstellbar gelagert. Bei allen Orten mit 0° Breite (Äquator) kommt die Polachse genau auf den Horizont zu liegen. Daher ist bei nördlichen Breiten von 0° bis ca. 30° wegen dem Platzbedarf des Getriebes im Süden des Horizonts ein gläsernes Ringsegment zu entfernen. Beim Schwenken bleibt das Globuszentrum stets auf der Höhe der oberen Horizontfläche.

Der Horizont

Die halbkreisförmige Wiege versah ich mit einem Horizontring (Ø innen 304 mm). Mit diesem ist, neben der Bestimmung der Sonnen – Auf- und Untergänge und mit Hilfe

einer anghängbaren Schablone, auch das Ende der bürgerlichen (–6°), der nautischen (–12°) und der astronomischen Dämmerung (–18°) zu erfahren. Auf den Ring baute ich aus Messing die Bögen des 1. Vertikals (Ost-West) und den Meridian (Nord-Süd). Die Kreuzungspunkte bilden darüber den Zenit und darunter den Nadir. (Abb. 2).

3. Funktion des geozentrischen Planetariums

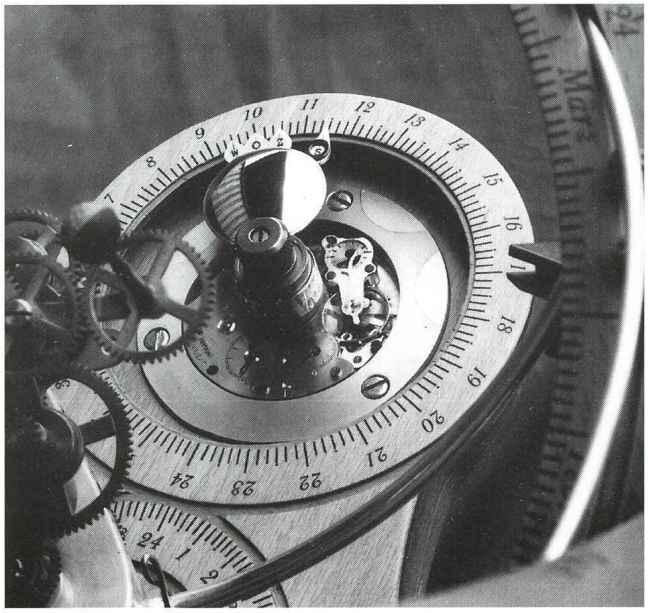
Sonnenzeit

Am hinteren Ende der Uhrplatte befindet sich die Uhr. (Abb. 3). Auf deren Nabe ist ein Vierfachzeiger aufgesteckt, der an einem Zifferblatt mit 24-h-Einteilung ständig die aktuelle Weltzeit (WZ oder UT), die Mitteleuropäische Zeit (MEZ), die mittlere Ortszeit (MOZ) von 7°20' Ost und die Mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ) anzeigt. Die kuppelbare Nabe trägt, um den Blick auf das schöne Uhrwerk nicht zu versperren, ein durchsichtiges, grosses Zahnrad mit 366 Zähnen. Das nachfolgende, kleine Zwischenrad treibt gleichzeitig das Sonnenzeitrad mit 366 Zähnen sowie das Sternzeitrad mit 365 Zähnen an. Beide Räder liegen übereinander auf der Polachse. Das Sonnenrad dreht sich gleich schnell wie die Uhr (24 h /Umdr.) und überträgt seine Rotation von der Polachse auf die geneigte Ekliptikachse und von dort hinauf zum Sonnenhalter mit der Sonne.

Sternzeit

Da das Sternrad einen Zahn weniger hat, benötigt es für eine Umdrehung vier Minuten weniger lang (23 h 56´/Umdr.). Dieses Rad bildet mit dem Getriebeskelett und der Ekliptik eine feste Einheit, welche mit Sternzeit um die Polachse rotiert. Die Ekliptik wandert deshalb jeden Tag ca. ein Grad weiter nach Westen. Ein am Getriebe befestigter, sternförmiger Zeiger gibt an einem zentrisch zur Polachse angeordneten Zifferblatt ständig die aktuelle Sternzeit an (SZ).

Abb. 3. Die Scheibe auf dem Viervachzeiger stellt einen Ausschnitt aus der Sonnenoberfläche dar. Ihr Kugelradius steht im richtigen Verhältnis zu den – steckbaren – inneren Planetenkügelchen.



Wahre Sonne

Die Überlagerung der beiden Bewegungen lässt die Sonnenscheibe (wahre Sonne), welche im Zentrum einen Zeiger besitzt, jeden Tag auf der Datumsskala einen Strich weiter vorankommen. Diese auf der Ekliptik liegende Skala sowie das Ellipsengetriebe werden weiter unten noch beschrieben.

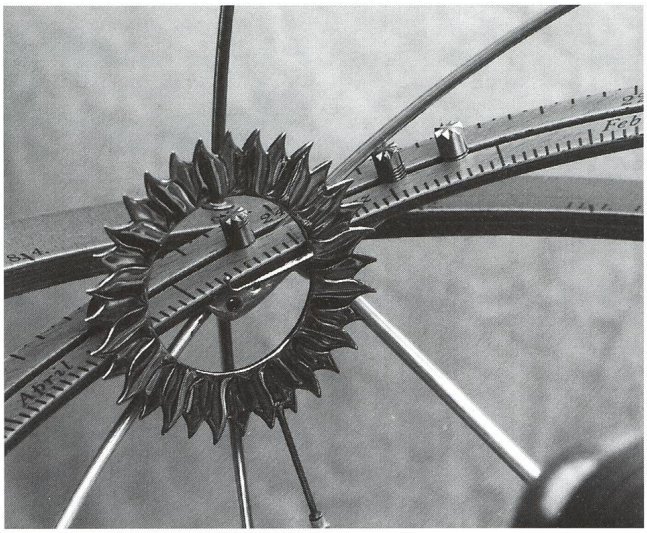


Abb. 4. Das Bild zeigt den Sonnenaufgang an meinem Wohnort am 27. März um 07:25 Uhr MESZ. Durch den Unterschied zwischen Sonnen- und Sternzeit steht die Ekliptik jeden Tag zur selben Zeit ca. 1° weiter westlich. Die Sonne wandert dadurch täglich einen Datumsstrich weiter ostwärts durch die scheinbare Sonnenbahn.

Die Analemma

Das oben erwähnte, axial schaltbare Zwischenrad besitzt eine kuppelbare Kurbel. Wird dieses entsprechend axial verschoben, so kann entweder nur die Sonne oder nur die Ekliptik, oder in der Zwischenstellung das ganze Planetarium von Hand angetrieben werden. An zwei lose mitlaufenden Zahnrädern ist jeweils die andere Funktion zu bremsen.

Als ich zufällig die Sonne blockierte und nur die Ekliptik allein einen Umlauf machen lies, war ich sehr überrascht und erfreut, die Sonne eine stehende «8» beschreiben zu sehen. Die Analemma, wie diese «Achterbahn» heisst, hatte ich schon früher an Wandsonnenuhren beobachtet, aber nie verstanden. Diese Kurve entsteht aus der Überlagerung der Deklination der Sonne mit der Zeitgleichung.

Sonne Mond und Erde

Damit die Sonne als wichtiges Element auffällig wirkt, besteht sie aus einem getriebenem Strahlenkranz aus Messing. (Abb. 4). Die Öffnung in der Mitte entspricht dem Durchmesser des Globus. Weil das Planetarium parallaktisch aufgestellt und mit Hilfe der Uhr nachgeführt wird, kann die Sonne, sofern sie durchs Fenster scheint, ständig die kleine Erde beleuchten. Sollte dies einmal nicht der Fall sein – was bei unserem Wetter vorkommen kann – so zeigt auf der gegenüberliegenden Seite die Schattenschale (ein halber Pingpongball) den Verlauf der Tag- und Nachtseite. Im Sommer ist der beleuchtete Nordpol und gegen den Winter hin die Zunahme der Polarnacht zu sehen. Zusätzlich wandert der Mondglobus mit seiner gebundenen Rotation täglich

12,19° weiter nach Osten, während drei Zahnräder seine Schattenschale ständig nach der Sonne ausrichten. Dreht man zu Demonstrationszwecken die Kurbel unter der Polachse, so rotiert die Erde ostwärts, während der Mond sie in gleicher Richtung langsam umkreist.

Der ruhende Globus

Eine durchgehende Verbindung Uhrplatte – Globus war wegen dem Sonnenhalter nicht möglich. Die nötige verdrehsichere Getriebeverbindung mit der Uhrplatte musste über die geneigte Ekliptikachse geleitet werden. Weil der Kraftfluss noch zusätzlich durch den Sonnenhalter gehen musste, waren nur für diese (Un)Funktion zehn Zahnräder nötig. Die ungerade Anzahl Zwischenräder haben nur Übertragungs – nicht aber Übersetzungsfunktion.

Die Planeten

Um jederzeit den ungefähren Ort der Planeten erfahren zu können, versah ich den Ekliptikring (ø innen 252 mm) mit einer Nut und verschiebbaren «Ritterli» für die Planeten und Mondknoten. Da die inneren Planeten Merkur, Venus und Mars der Erde näher als eine astronomische Einheit kommen können, befinden sie sich beim Planetarium an einem Ort, der sich innerhalb des Ekliptikrings befindet. Um diesen Umstand ausnützen zu können, machte ich eine wegnehmbare Plexiglasscheibe, welche die mittleren Bahnradien der inneren Planeten enthält. Diese Bahnen versah ich mit kleinen Löchern, um die von Hand steckbaren Planetenkügelchen bei Bedarf verstellen zu können. Mit Hilfe dieser Bahnen sind die westlichen wie die östlichen Elongationen der Planeten Merkur und Venus, sowie bei gewissenhaftem nachstellen des Mars auch dessen Opposition zu ersehen.

Längengradeinstellung

Damit auf eine unkomplizierte Art jeder nördliche Ort auch in Länge eingestellt werden kann, befindet sich unter der Polachse eine Weltkarte aus Aluminium mit sechsundzwanzig Städten. (Abb. 5). Stellt man dort an einer Kurbel einen neuen Ort ein, verstellt sich oben die Erde entsprechend und der Horizont gilt nun für diesen neuen Ort. Der Aufwand für diese Funktion war nicht so gross, wie man annehmen könnte. Es musste nur durch die hohle Polachse hindurch eine Verbindung von der Kurbel zum ohnehin vorhandenen Globustrieb geschaffen werden. Nun waren alle grösseren Arbeiten getan und ich hatte keine Möglichkeit mehr, eine unangenehme aber umso wichtigere Arbeit weiter hinauszuschieben.

4. Das Datum und die wahre Sonne

Vor dem Einteilen des Ekliptikrings hatte ich seit Beginn der Arbeiten Respekt. Ich ahnte, wenn irgendwo in der Konstruktion ein «Bock» steckt, wird sich dieser beim Einteilen der Datumsstriche zeigen. Der Ring durfte ja nicht einfach in 365 gleiche Teile unterteilt werden. Die Einteilung musste auf dem Planetarium selber erfolgen. Also musste ich mich erneut mit dem Beginn der Jahreszeiten, dem Datum der Sonnennähe und -ferne sowie dem Zustandekommen der Zeitgleichung näher befassen.

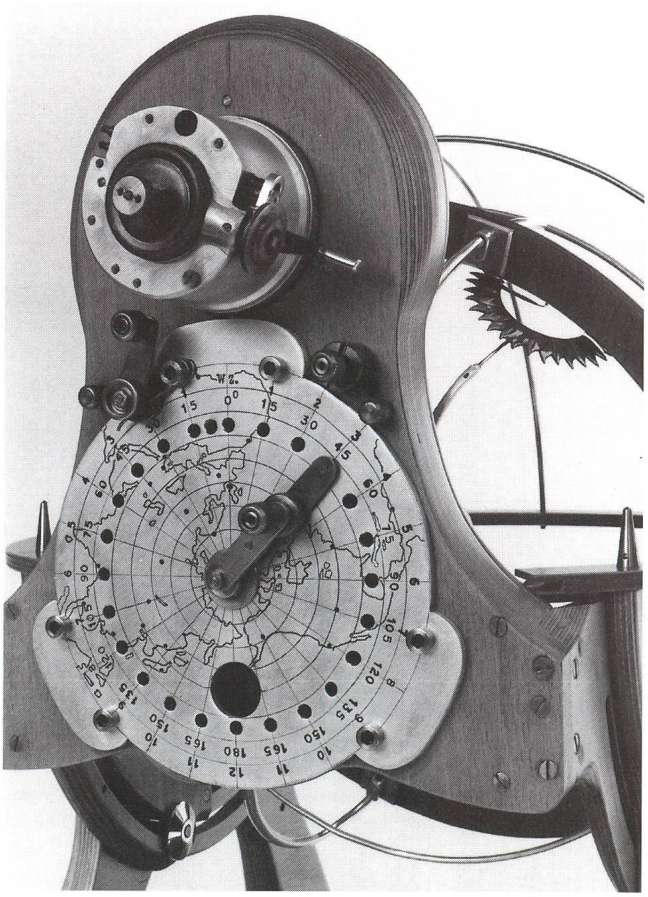
Das Durchdenken förderte ungute Früchte zutage. Mir wurde klar, dass ich doch etwas vergessen hatte. Dieser Abend ist mir noch deshalb in unguter Erinnerung, weil im Moment der Erkenntnis sich auf meiner Stirn schlagartig kalter Schweiss bildete, denn ich wusste in diesem Augenblick noch nicht, ob die Konstruktion grundsätzlich falsch war, oder ob sich der Fehler beheben liesse.

Mein Fehler bestand im Nichtbeachten der Tatsache, dass das Winter - und Sommerhalbjahr aus nicht gleichvielen Tagen besteht (nachprüfbar anhand der Sternkarte Sirius, wahre Sonne). Der Grund liegt, hervorgerufen durch die Erdbahnellipse, in der ungleichmässigen Erdbahngeschwindigkeit. Da der Herbst und der Frühlingspunkt –Schnittpunkt Himmelsäquator – Ekliptik– am Himmel wie am Planetarium aber genau 180° auseinander liegen, kämen bei einem Nichtberücksichtigen dieser Fakten die Daten des 21. März und des 23.Sept. nicht auf diese Punkte zu liegen. Der Datumsfehler betrüge bei den Tagundnachtgleichen ca. zwei Tage, was nicht akzeptabel war. Ein Getriebe musste die 179 Wintertage auf 180° und die 186 Sommertage ebenfalls auf 180° verteilen.

Das Ellipsengetriebe

Für einmal war die praktische Lösung dieses Problems einfacher als die theoretische. Es mussten nur zwei schon bestehende, gleichgrosse Zahnräder nicht mehr zentrisch,

Abb. 5. Die schaltbare Kurbel links und die Bremse rechts dienen dem Handantrieb von Getriebe, Sonne und Ekliptik. Mit der zentralen Kurbel kann die Erdrotation mit dem Mondlauf demonstriert werden, sie dient aber auch mit Hilfe der Karte dem Einstellen der Erde in Länge. Oben ist das aus einer Schaltuhr stammende starke Uhrwerk mit einem Zwei-Tage-Aufzug zu sehen.



sondern um 0,51 mm exzentrisch gelagert werden. Der grosse Radius des einen greift dabei in den kleinen Radius des andern. Dieses «eiern» der Räder gleicht den grössten Teil des Fehlers aus. So gerüstet, konnte ich nun endlich das Datum einteilen.

Auf denselben Ring kam noch eine Rektaszensionsskala. Da sich die RA auf den Himmelsäquator bezieht, musste diese um die Schiefe der Ekliptik korrigiert und darauf übertragen werden. Mit Hilfe dieser RA konnte ich nun die 365 Datumsstriche kontrollieren. Der Fehler des Datums und damit des wahren Sonnenortes liegt bei ca. einem Grad oder vier Zeitminuten. Da ich kein Messinstrument, sondern ein Anschaungsmodell bauen wollte, genügte mir diese Genauigkeit. Durch massiveres Bauen und einem aufwendigeren Ellipsengetriebe (wozu meine rechnerischen Fähigkeiten nicht ausgereicht hätten) wäre diese noch zu verbessern gewesen. Die Transparenz und Vielseitigkeit hätten aber darunter gelitten. Das funktionstüchtige Modell war nun bis auf die Oberflächenbearbeitung fertig. Die noch verbleibenden Arbeiten beschränkten sich hauptsächlich auf das Reinigen, Lackieren und Skalieren.

5. Das Ende, ein neuer Anfang

Meine Frau atmete im Glauben, das Kapitel Planetarium bald schliessen zu können, auf. Zu ersten Demonstrationszwecken musste sich meine Familie zur Verfügung stellen. Sie erkannten die Tagebogen der Sonne, sowie deren Auf- und Untergänge, die Jahreszeiten, die Mitternachtssonne und die Polarnacht, die Tagundnachtgleichen, die Sonnenwenden, die Mondphasen u.s.w.

Das Umdenken der geozentrischen in eine heliozentrische Ansicht gelang meiner Frau und meinen beiden Töchtern jedoch nicht recht. Es ist wohl für viele von uns eine Überforderung, sich die taumelnde Ekliptik fest, dafür aber den ruhenden Globus sich drehend und um die Sonne kreisend vorzustellen. Auf meine Frage, ob ich das Planetarium so ergänzen soll, dass auch der Lauf der Erde um die Sonne möglich ist, erhielt ich ein entschiedenes «nicht nötig» zu hören.

Der Reiz, auch diese klassische Darstellung noch einzubauen, packte mich erneut. Nach dem Entscheid beschwichtigte ich mein Frau mit dem Argument, es so einfach wie möglich zu machen. Ein schwacher Trost, wie sich später zeigen sollte. Also begann die Nachtschicht von neuem.

Das heliozentrische Konzept

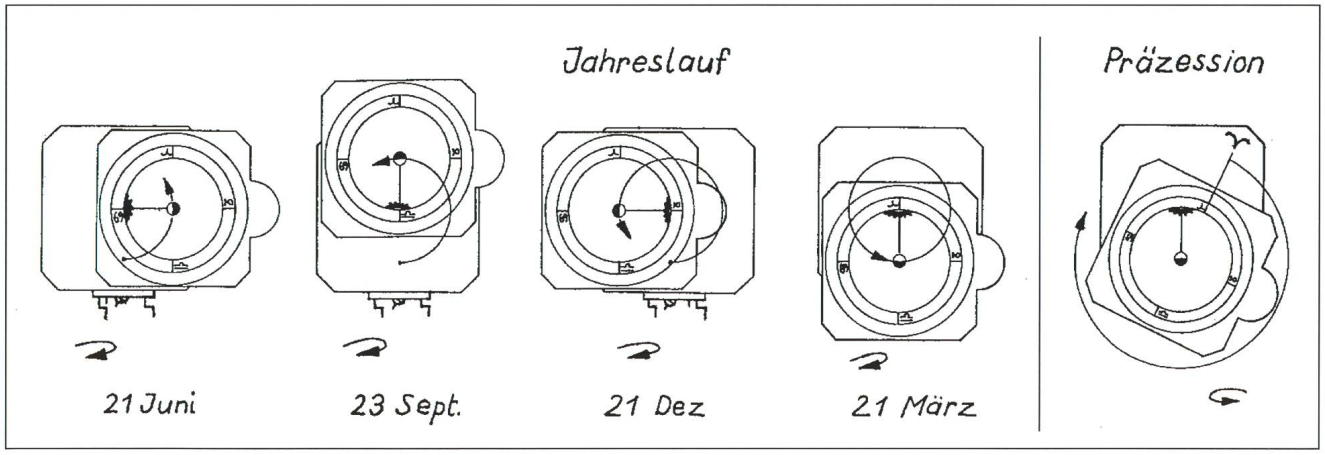
Die Möglichkeit, das bestehende geozentrische Planetarium auch heliozentrisch zu verwenden, erkannte ich, als ich zufällig die Breite von 66.5° Nord eingestellt hatte, also den Polarkreis. Dort kommt jeden Tag für einen kurzen Moment die gesamte Ekliptik auf den Horizont zu liegen. Die Ekliptikpole stehen dann genau im Zenit und Nadir.

Wenn ich die Ekliptik in dieser Stellung fixiere, kann die ausgekuppelte Sonne genau parallel zum Planetariumsfuss um die Erde herumbewegt werden. Die Sonne musste also mit Hilfe einer zusätzlichen Mechanik dazu gebracht werden, *immer über dem Zentrum* eines noch zu bauenden Erdbahntisches stehen zu bleiben. Da die Polachse des Globus ihre Ausrichtung nicht ändern durfte, musste das Planetarium, *ohne* sich dabei zu drehen, *um* diesen Punkt herumwandern. (Abb. 6). Zu diesem Zweck musste das eine Ende eines Hebels im Zentrum des Tisches unterhalb der Sonne und das andere in der Mitte des Planetariumsfusses unterhalb der Erde befestigt werden. Drei auf dem Hebel montierte, grosse Zahnräder lassen das Planetarium und damit die Polachse mit einer festen Orientierung um die Sonne kreisen.

Salzen oder versalzen?

Weil es «auf dem Papier» einfach schien, das Heliozentergetriebe noch weiter auszunützen, glaubte ich, die Präzession auch noch einbauen zu müssen. Es sollte zu Demonstrationszwecken die Ausrichtung der Globusachse unabhängig vom Jahreslauf an einer Kurbel eingestellt werden können. Die Getriebeskizzen in eine ansprechende und baubare Form umzusetzen, bot (im Detail betrachtet) wieder mehr Knacknüsse als erwartet. Langsam aber sicher wurde die Lust zur Last. Mit den Wünschen, einerseits das Planetarium nach meinen Vorstellungen zu vollenden und andererseits das Familienleben berechtigterweise möglichst wenig zu beeinträchtigen, geriet ich unter Stress. Darum: wer einen Turm baut, überschlage die Kosten. Nach weiteren Monaten der «Verbissenheit», wie sich meine Frau auszudrücken pflegte, mich aber dennoch ermunterte weiterzumachen, war auch diese Hürde genommen.

Abb. 6. Die vier Zeichnungen verdeutlichen, wie beim Jahreslauf das Planetarium mit dem Globus um die Sonne wandert. Die Abb. ganz rechts zeigt, wie sich infolge der Präzession der Frühlingspunkt gegenüber der Sphäre verschiebt.



6. Funktion des heliozentrischen Planetariums

Der Erdbahntisch

Damit das Ganze auch ausser Haus (ohne Sockel) aufgestellt werden kann, besitzt der Erdbahntisch unten einschraubbare Füsse und auf der Seite eine Schublade für Werkzeuge und dergleichen. Vorne am Tisch ist ein festes und innerhalb diesem ein drehbares Zifferblatt angebracht. Im Zentrum befindet sich eine geneigte halbe Erde aus Messing und im Ringspalt zwischen den Zifferblättern läuft als Zeiger eine kleine Sonnenscheibe. Mit Hilfe dieses Tisches ist auch eine heliozentrische Darstellung möglich. (Abb. 7). Dazu sind folgende Umbauten nötig: Das Planetarium ist vom Tisch, auf dem es sich normalerweise befindet, zu lösen und mit einer Schraube am oben beschriebenen Hebel exzentrisch wieder zu befestigen, die Uhr und die Sonne ist auszukuppeln, die Wiege auf 66.5° Nord zu schwenken, die Ekliptik auf die Horizontebene zu legen und diese zu bremsen. Ferner ist die Ekliptikachse mit einer einhängbaren Getriebestange bis zum Planetariumsfuss zu verlängern und Zifferblatt und Zeiger am Tisch einzustellen. (Abb. 8). Dieser Umbau dauert ca. vier Minuten. Der Lauf der Erde um die Sonne sowie die Präzession ist nur von Hand, also nicht mit Hilfe der Uhr, möglich.

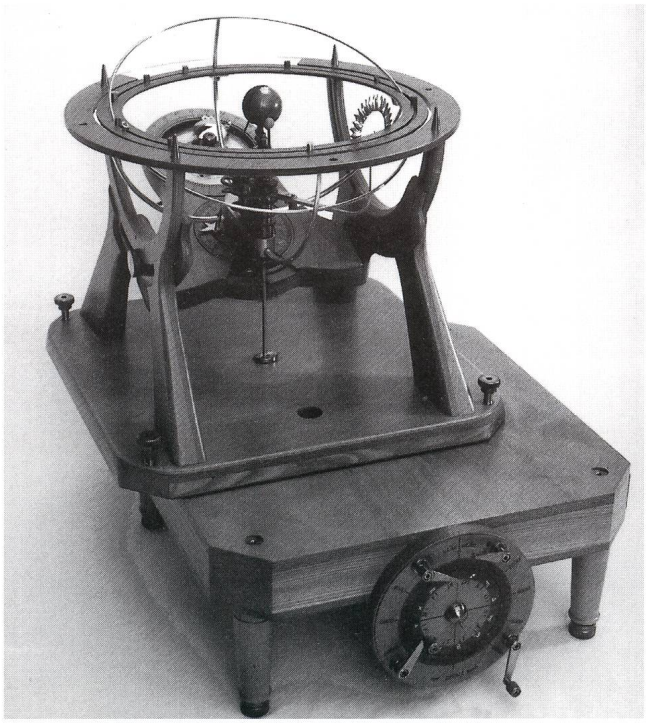


Abb. 7. Ein Hebel führt das Planetarium auf einer Kreisbahn um das Tischzentrum herum, während drei Zahnräder die parallele Ausrichtung beim Jahreslauf oder die Drehung bei der Präzession besorgen. Dabei läuft die Ekliptik an der stets über dem Tischzentrum stehenden Sonne vorbei.

Die Erdbahn

Dreht man die Jahreskurbel und bremst den Präzessionstrieb, so ist oben am Planetarium die Bahn der Erde um die Sonne (die Sonne bleibt stets über dem Tischzentrum stehen) und unten am Zifferblatt die selbe, aber geozentrische Ansicht zu beobachten. Dabei zeigt die kleine Sonnenscheibe am äusseren Zifferblatt, in welchem Tierkreissternbild und am inneren, in welchem Sternzeichen sich die Sonne gerade befindet. (Abb. 9). Durch den geneigten Globus sowie den immer von der Sonne abgewandten Erdschatten ist der Wandel der Jahreszeiten gut mitzuverfolgen, während die Sonne an der Ekliptik immer das dazugehörende Datum anzeigt.

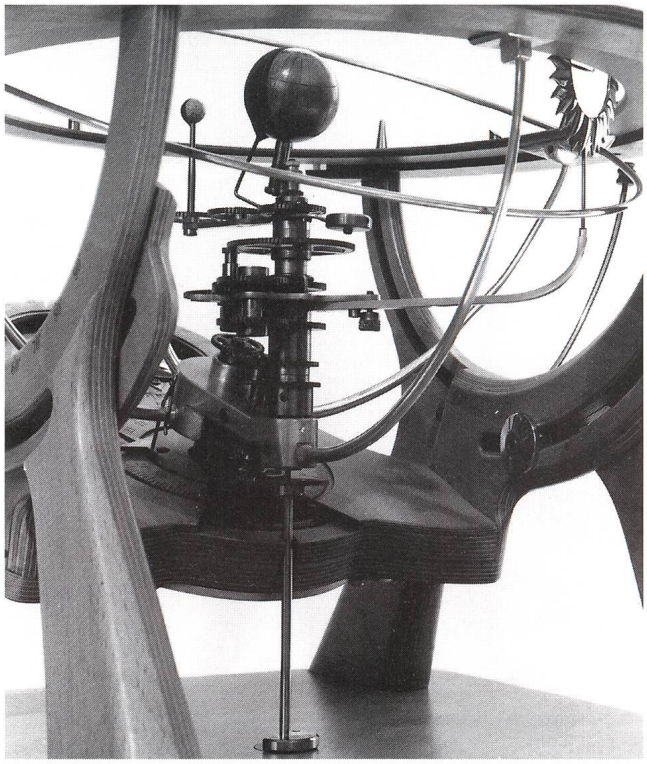


Abb. 8. Die mit einer Steckkupplung versehene Getriebestange verbindet den im Fuss liegenden Hebel über die Ekliptikachse mit der Sonne. Dadurch liegt der Sonnenhalter stets parallel über dem Hebel und die Sonne bleibt über dem Tischzentrum stehen.

Die Präzession

Wird die Präzessionskurbel gedreht und der Jahrestrieb gebremst, so dreht sich das Planetarium um den Ekliptikpol und die Erdachse beschreibt dabei einen Doppelkegel, während sich unten am Tisch das innere Zifferblatt mit der halben Erde ebenfalls dreht. Dadurch ist das Verschieben der Sternzeichen durch den Tierkreis und an einer Zeitskala die dazugehörende Epoche zu ersehen. Die Erde präzessiert. Eine voller Umlauf des Frühlingspunktes durch den Tierkreis, ein Platonisches Jahr also, dauert in Wirklichkeit ca. 26000 Jahre. Durch gleichzeitiges drehen beider Kurbeln ist auch das Prinzip des Tropischen Jahres erkennbar (Rückkehr zum Frühlingspunkt).

7. Abschlussarbeiten

Das Planetarium war nun auch heliozentrisch funktionstüchtig, wies aber noch einige Mängel auf. Da mir das Aussehen (des Planetariums) sehr am Herzen lag, mussten auch da noch viele Details verbessert werden.

Gegengewichte und Zahnräder

Damit die gekauften Zahnradscheiben (Normteile) nicht nur optisch leichter wirkten, änderte ich diese durch Aussägen zu Speichenräder ab. Die verschiedenen Getriebeteile hinkten beim Durchdrehen stark, also mussten sie mit Gegengewichten ausbalanciert werden. Weil diese aus Platzmangel zum Teil nicht unterzubringen waren, machte ich sie aus Wolfram. Dieses Metall ist zwar wesentlich schwerer als Blei, aber braucht weniger Platz.

Der letzte Schliff

Die letzte und natürlich wiederum unterschätzte Arbeit war das Skalieren und Lackieren. Das Streichen der Grundierung war kein Problem. Den Decklack zu streichen aber misslang gänzlich und brachte mich, aus Angst, die ganze Arbeit noch zu verpfuschen, fast zur Weissglut. Nur mit Spritzen erhielt ich annehmbare Oberflächen. Alle Teile wurden zweimal grundiert und zwischengeschliffen, bevor ein farbloser, seidenmatter Kunstharzlack den Abschluss bildete. Ringe und Skalenscheiben erhielten vor dem Decklack, als Unterlage für die Skalen, eine schwache farbige Lasur.

Die Skalen

Schon während dem Bau probierte ich alles mögliche aus, um die Skalenstrichlein und andere Bezeichnungen möglichst sauber und kontrastreich auf das Holz zu bringen. Alles, was ich versuchte, war unbefriedigend, bis mir ein Schriftenmaler «Letter-press» empfahl. Das sind Schriften, Zeichen und Linien, welche auf einer Folie haften und die mittels rubbeln auf die Unterlage übertragen werden können. Ich war froh, für die 1050 Strichlein und die 440 anderen Zeichen endlich ein Verfahren gefunden zu haben, das sehr einfach und trotzdem gut war. Wegen der Gefahr des Verschmierens durften diese Schriften nicht mit Nitrolack behandelt werden. Nun musste nur noch der alte, gusseiserne Sockel sowie der Globus bemalt werden. (Abb. 10). Die 20 Stunden für das Aufzeichnen der Erdteile und Bemahlen des aus Buchsholz bestehenden Globus empfand ich nicht mehr als Last, weil sich das Ende der Reise abzuzeichnen begann und dadurch die gute Laune wieder zurückgekehrt war.

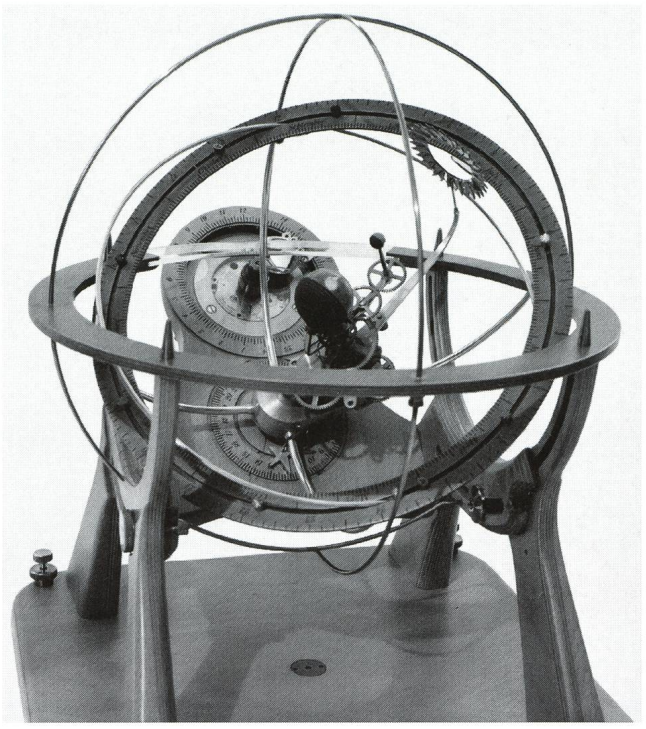
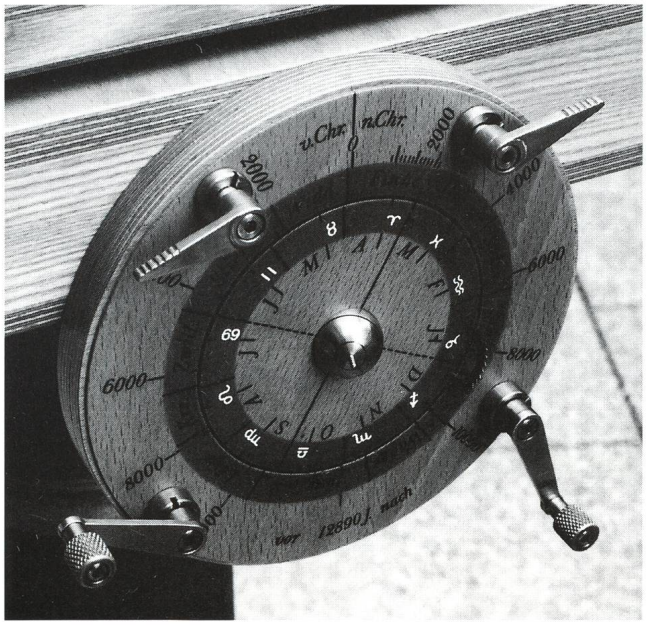


Abb. 10. Das Bild zeigt das geozentrisch aufgestellte Planetarium am 29. Juli um ca. 16:35 Uhr MESZ von 47°10' Nord und 10°30' Ost. (Die Mondstellung stimmt der besseren Sichtbarkeit wegen nicht). Die Sternzeit beträgt 11:50 Uhr. Vor der Uhr befindet sich ein durchsichtiges Ringsegment, welches beim Einstellen niederer geogr. Breiten wegen dem Platzbedarf des Getriebes entfernt werden muss.

Abb. 9. Mit den beiden Kurbeln wird die Bewegung für das Jahr und die Präzession über verschiedene Getriebeteile auf den Hebel im Tischzentrum geleitet. Die zwei oberen Hebelchen dienen der Bremsung der nicht verwendeten Funktion. Die Skalen von innen nach aussen bedeuten: Monat, Sternzeichen, Sternbilder und Äquinoktium (Zeit der Tagundnachtgleichen).



Ende gut, alles gut

Als das letzte Holzteil lackiert, die Zahnräder poliert und alles wieder zusammengesetzt war, löste sich die Spannung endgültig und ich atmete auf. Nach zweieinhalb Jahren und ca. 1700 Stunden Arbeit, wobei mehr als die Hälfte der Zeit auf das Erarbeiten der Grundlagen und die Konstruktion entfielen, war ich endlich am Ende und zwar im doppelten Sinn. Allein der Kraftakt der Abschlussarbeiten kostete mich vier Kilogramm Lebendgewicht. Ohne den Termin zu planen oder mir bewusst ein solches Geschenk zu machen, wurde das «Plani» zu meinem Vierzigsten fertig. Ein Bubentraum wurde Wirklichkeit.

Oft gehe ich vor dem ins Bett gehen noch schnell in die Wohnzimmerecke, um zu sehen, was mit der Erde «so läuft». Dabei werde ich häufig von zwei Gefühlen heimgesucht. Zum einen beschleicht mich ein Grausen ob der Arbeit, die ich mir da «fast» freiwillig aufgehalst habe, und zum andern eine befriedigende Freude, die dem glücklichen Umstand zu verdanken ist, dass ich mich habe einwickeln lassen.

B. STAUFFER
Busswilstrasse 5, CH-3263 Büetigen