

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Band: 50 (1992)
Heft: 253

Artikel: Berechnung einer Sonnenuhr
Autor: Kamber, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-899016>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

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



Berechnung einer Sonnenuhr

F. KAMBER

1. Einleitung

In der Literatur findet man genügend Anleitungen um Sonnenuhren mit Stunden- und Monatslinien zeichnerisch zu konstruieren. Die zeichnerische Konstruktion ist in vielen Fällen eine geeignete Methode z.B. für Sonnenuhren mit wagrechtem Zifferblatt oder für kleine Sonnenuhren an Wänden, die genau in Ost-West-Richtung orientiert sind. Für andere Orientierungen ist die Konstruktion recht kompliziert. Aber auch sonst hat die zeichnerische Konstruktion einige Nachteile:

- man braucht selbst für kurze Schattenstäbe grosse Zeichnungsflächen, damit man die notwendigen Schnittpunkte aufs Papier bringen kann.
- die Genauigkeit ist wegen schleifenden Schnitten beschränkt.
- der Zeitaufwand ist beträchtlich.
- nicht immer kann die fertige Zeichnung direkt auf die Wand kopiert werden. Die gezeichneten Linien müssen dann einzeln auf die Wand übertragen werden.

Es stellt sich deshalb die Frage, ob es nicht eine Möglichkeit gäbe, diese Nachteile zu vermeiden.

Man kann natürlich die gesuchten Punkte beim entsprechenden Sonnenstand direkt auf der Wand markieren. Dabei ist für die Stundenlinien die Zeitgleichung zu beachten. Für die Markierung der Monats- bzw. Jahreszeitenlinien muss am richtigen Tag die Sonne scheinen, was im Winter bestimmt nicht immer der Fall ist.

Es bleibt eine weitere Möglichkeit, nämlich die Berechnung. Sie bietet folgende Vorteile:

- sie kann bequem am Schreibtisch durchgeführt werden. Genaue Zeichnungen sind nicht nötig. Einfache Skizzen in reduzierter Grösse genügen vollständig.
- hohe Genauigkeit
- die berechneten Punkte können mit Hilfe von Massstab und Wasserwaage leicht auf die Wand übertragen werden.

Die Berechnung einer Sonnenuhr für eine Wand wurde vom Verfasser durchgeführt und soll nun in diesem Aufsatz beschrieben werden.

2. Situation und Daten

Die Berechnung, die nachstehend dargelegt wird, bezieht sich auf eine senkrechte Wand, die $24,5^\circ$ von der genauen West-Ostrichtung gegen Osten abweicht. Die Sonnenuhr enthält neben den Stundenlinien für mitteleuropäische Zeit (MEZ) die Jahreszeitenlinien für Sommersonnwende, die Tag-Nachtgleiche und die Wintersonnwende. Das sind Linien, welche der Schatten der Zeigerspitze an den betreffenden Daten beschreibt.

Daten der ausgeführten Sonnenuhr

Geografische Breite 47°
 Geografische Länge $8,3^\circ$ Ost
 Winkel zwischen West-Ostrichtung und Wand $24,5^\circ$
 Siehe Figur 1.

Zeigerlänge (Schattenstab) 40 cm

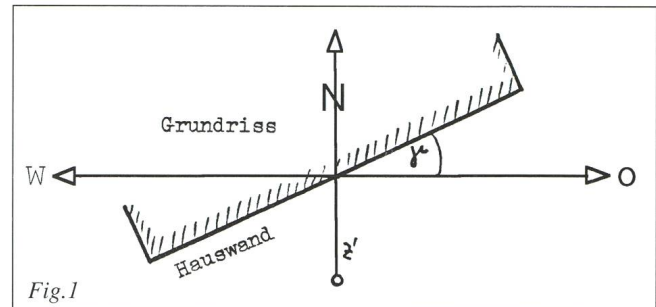


Fig. 1

Figur 2 zeigt eine Ansicht der fertigen Sonnenuhr.

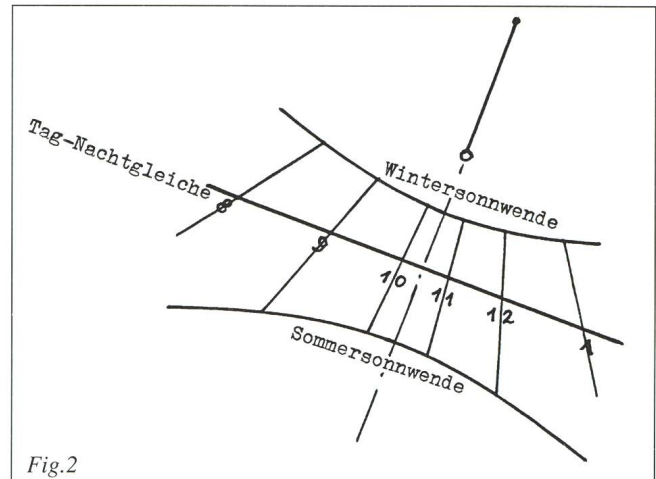


Fig. 2

Auf allgemeine Zusammenhänge betreffend Sonnenuhren wird hier nicht eingegangen (MEZ, mittlere Sonnenzeit, Zeitgleichung usw.). Sie können der reichlich vorhandenen Literatur entnommen werden.

3. Der Zeiger (Schattenstab)

Der Zeiger z muss parallel zur Erdachse liegen. Für eine geografische Breite von 47° muss er deshalb mit der wagrechten Bodenfläche einen Winkel von 47° bilden, mit einer lotrechten Linie einen Winkel von 43° . Der Grundriss von z wird mit z' , der Aufriss mit z'' und der Seitenriss mit z''' bezeichnet.

Für die praktische Ausführung ist es nicht zu empfehlen, den Zeiger direkt an der Hauswand zu befestigen. Leichter und genauer geht es, wenn man ihn auf eine Grundplatte montiert, die dann mit Schrauben an der Hauswand befestigt werden kann. Siehe Figur 3. Die Punkte A, B und C müssen genau festgelegt und markiert werden (z.B. mit einem kleinen Loch).

Für die Berechnung der notwendigen Punkte und Strecken fügen wir den Zeiger als Raumdiagonale in einen Quader ein. Siehe Figur 4.



Schatten des Zeigers kann in Wirklichkeit nie beobachtet werden, weil die Sonne in diesem Moment unter dem Horizont stehen würde. Für die Berechnung spielt das jedoch keine Rolle.

Wir klappen das Dreieck A–D–P (siehe auch Figur 4) nach oben in die Wandebene und ziehen nach bekanntem Muster die Linie P*–W₃ und P*–T₃.

Aus Figur 7 folgt:

$$\overline{DW_3} = z''' \cdot \tan(\beta - 23,5^\circ)$$

$$\overline{DT_3} = z''' \cdot \tan \beta$$

$$\overline{AW_3} = c + \overline{DW_3}$$

$$x_3 = \overline{AM} - \overline{AW_3} \cdot \sin \varepsilon$$

$$y_3 = \overline{AW_3} \cdot \cos \varepsilon$$

5. Berechnung der Stundenlinien

In früheren Zeiten haben die Sonnenuhren die Sonnenzeit angezeigt. Diese ist natürlich verschieden für alle Orte, die nicht unter dem gleichen Meridian liegen. In der heutigen Zeit mit dem weiträumigen Verkehr muss für grössere Gebiete eine einheitliche Zeit festgelegt werden. Das ist bei uns die mitteleuropäische Zeit MEZ. Diese stimmt nur für Orte unter dem 15. Meridian Ost mit der mittleren Sonnenzeit überein. In Luzern mit der geografischen Länge 8,3° Ost geht die MEZ der Sonnenzeit 26,8 min voraus. Es ist wohl sinnvoll, eine Sonnenuhr für MEZ zu beziffern.

Wie bereits erwähnt spannen die Sonnenstrahlen bei Tag-Nachtgleiche im Verlauf des Tages die Ebene TNP auf, die senkrecht auf dem Zeiger z steht. Die Sonnenstrahlen rücken pro Stunde 360:24 = 15° vor. Um die Winkel in wahrer Grösse zeichnen zu können klappen wir die TNP-Ebene um die TN-Linie nach unten in die Wandebene. Siehe Figur 8. Figur 9 zeigt die Situation anschaulicher in perspektivischer Darstellung.

Mit Figur 8 lassen sich folgende Grössen bestimmen:

$$\overline{P^*T_1} = p = z \cdot \tan \delta$$

$$\overline{T_1T_2} = r = \frac{z}{\cos \delta} \cdot \tan \varepsilon$$

$$\tan \rho = \frac{r}{p} = \frac{z \cdot \tan \varepsilon}{\cos \delta \cdot z \cdot \tan \delta} = \frac{\tan \varepsilon}{\sin \delta}$$

Auf der geografischen Länge von 15° fallen mittlere Sonnenzeit und MEZ zusammen. Für Luzern mit der geografischen Länge von 8,3° ergibt sich eine Differenz von 15 – 8,3 = 6,7° (entspricht einer Zeit von 26,8 min). Da die MEZ der Sonnenzeit vorausseilt, muss man von der Linie P*–T₂ (Mittag

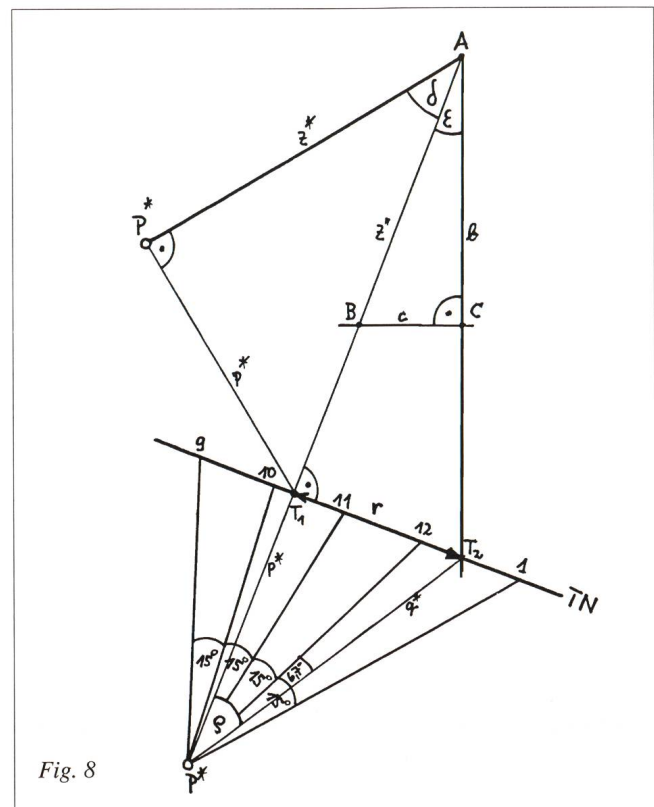


Fig. 8

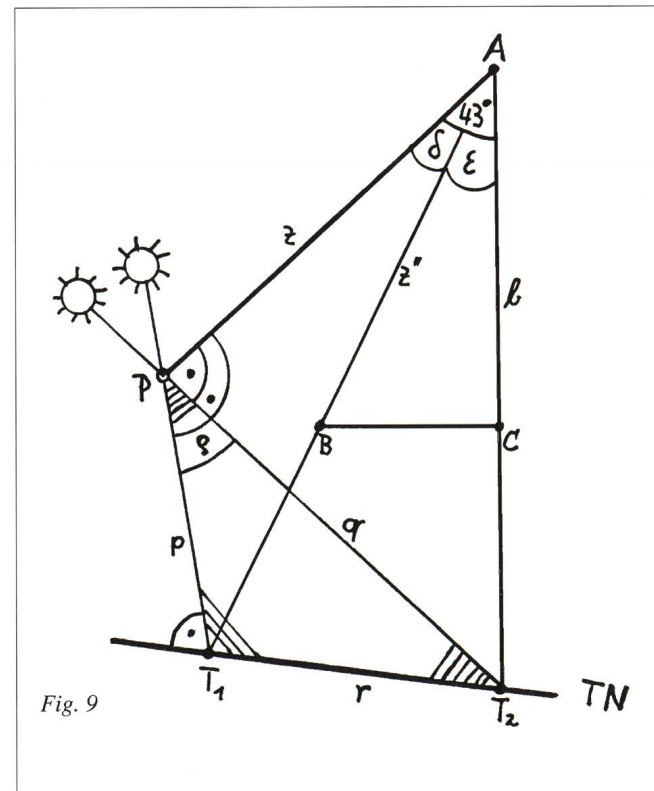


Fig. 9

Ortszeit) 6,7° nach links abtragen, um 12 h MEZ zu erhalten. Von hier aus werden für die anderen Stunden jeweils 15° zu bzw. abgezählt.



Rechnerisch findet man den 12 h – Punkt, indem man den Abstand s vom Punkt T_1 bestimmt: $s = p \cdot \tan(\rho - 6,7^\circ)$. Entsprechend können auch die weiteren Stundenpunkte gefunden werden. Durch die Stundenpunkte können dann die Stundenlinien in Richtung A gezogen werden. Ihre Länge wird begrenzt durch die beiden Sonnwendlinien.

6. Berechnung der ausgeführten Sonnenuhr

Daten: Geogr. Breite 47°

Geogr. Länge $8,3^\circ$

Zeigerlänge 40 cm

Abweichung der Hauswand gegen Osten von der West-Ostrichtung $\gamma = 24,5^\circ$

$$z' = z \cdot \sin 43^\circ = 40 \cdot \sin 43^\circ = 27,280 \text{ cm}$$

$$a = z' \cdot \cos \gamma = 27,280 \cdot \cos 24,5^\circ = 24,823 \text{ cm}$$

$$b = z \cdot \cos 43^\circ = 40 \cdot \cos 43^\circ = 29,254 \text{ cm}$$

$$c = z' \sin \gamma = 27,280 \cdot \sin 24,5^\circ = 11,313 \text{ cm}$$

$$\text{Kontrolle: } z = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2} = 39,9995 \text{ cm}$$

$$\sin \delta = \frac{a}{z} = \frac{24,823}{40} = 0,6206 \quad \delta = 38,358^\circ$$

$$\tan \varepsilon = \frac{c}{b} = \frac{11,313}{29,254} = 0,3867 \quad \varepsilon = 21,142^\circ$$

$$\cos \beta = \frac{c}{z} = \frac{11,313}{40} = 0,2828 \quad \beta = 73,571^\circ$$

$$z'' = z \cdot \cos \delta = 40 \cdot \cos 38,358^\circ = 31,366 \text{ cm}$$

$$z''' = z \cdot \sin \beta = 40 \cdot \sin 73,571^\circ = 38,367 \text{ cm}$$

$$\overline{BT_1} = a \cdot \tan \delta = 24,823 \cdot \tan 38,358^\circ = 19,645 \text{ cm}$$

$$\overline{AT_1} = \frac{z}{\cos \delta} = \frac{40}{\cos 38,358^\circ} = 51,011 \text{ cm}$$

$$\overline{BW_1} = a \cdot \tan(\delta - 23,5^\circ) = 24,823 \cdot \tan 14,848^\circ = 6,585 \text{ cm}$$

$$\overline{BS_1} = a \cdot \tan(\delta + 23,5^\circ) = 24,823 \cdot \tan 61,858^\circ = 46,407 \text{ cm}$$

$$f = \frac{1}{2}(\overline{BS_1} - \overline{BW_1}) = \frac{1}{2}(46,407 - 6,585) = 19,911 \text{ cm}$$

$$\overline{AM} = z'' + \frac{1}{2}(\overline{BW_1} + \overline{BS_1}) = 31,366 + \frac{1}{2}(6,585 + 46,407) = 57,862 \text{ cm}$$

$$\overline{CW_2} = z' \cdot \tan(43^\circ - 23,5^\circ) = 27,280 \cdot \tan 19,5^\circ = 9,660 \text{ cm}$$

$$\overline{CT_2} = z' \cdot \tan 43^\circ = 27,280 \cdot \tan 43^\circ = 25,439 \text{ cm}$$

$$\overline{CS_2} = z' \cdot \tan(43^\circ + 23,5^\circ) = 27,280 \cdot \tan 66,5^\circ = 62,740 \text{ cm}$$

$$\overline{AW_2} = b + \overline{CW_2} = 29,254 + 9,660 = 38,914 \text{ cm}$$

$$\overline{AT_2} = \frac{z}{\cos 43^\circ} = \frac{40}{\cos 43^\circ} = 54,693 \text{ cm}$$

$$x_2 = \overline{AM} - \overline{AW_2} \cdot \cos \varepsilon = 57,862 - 38,914 \cdot \cos 21,142^\circ = 21,567 \text{ cm}$$

$$y_2 = \overline{AW_2} \cdot \sin \varepsilon = 38,914 \cdot \sin 21,142^\circ = 14,036 \text{ cm}$$

$$\overline{DW_3} = z''' \cdot \tan(\beta - 23,5^\circ) = 38,367 \cdot \tan 50,071^\circ = 45,839 \text{ cm}$$

$$\overline{AW_3} = \overline{DW_3} + c = 45,839 + 11,313 = 57,152 \text{ cm}$$

$$\overline{DT_3} = z''' \cdot \tan \beta = 38,367 \cdot \tan 73,571^\circ = 130,117 \text{ cm}$$

$$x_3 = \overline{AM} - \overline{AW_3} \cdot \sin \varepsilon = 57,862 - 57,152 \cdot \sin 21,142^\circ = 37,248 \text{ cm}$$

$$y_3 = \overline{AW_3} \cdot \cos \varepsilon = 57,152 \cdot \cos 21,142^\circ = 53,305 \text{ cm}$$

$$g = \frac{y}{\sqrt{\frac{x^2}{f^2} - 1}} = \frac{53,305}{\sqrt{\frac{37,248^2}{19,911^2} - 1}} = 33,716 \text{ cm}$$

$$x = f \cdot \sqrt{1 + \frac{y^2}{g^2}} = 19,911 \cdot \sqrt{1 + \frac{y^2}{1136,77}}$$

y =	10 cm	x =	20,768 cm
	20 cm		23,151 cm
	30 cm		26,652 cm
	40 cm		30,894 cm
	50 cm		35,614 cm
	60 cm		40,644 cm
	70 cm		45,884 cm
	80 cm		51,268 cm

$$\overline{T_1 T_2} = r = z \cdot \frac{\tan \varepsilon}{\cos \delta} = 40 \cdot \frac{\tan 21,142^\circ}{\cos 38,358^\circ} = 19,726 \text{ cm}$$

$$\overline{P^* T_1} = p = z \cdot \tan \delta = 40 \cdot \tan 38,358^\circ = 31,656 \text{ cm}$$

$$\tan \rho = \frac{r}{p} = \frac{19,726}{31,656} = 0,6231 \quad \rho = 31,929^\circ$$



$$12 \text{ h - Punkt: } s = p \cdot \tan(\rho - 6,7^\circ) = 31,656 \cdot \tan 25,229^\circ \\ = 14,916 \text{ cm}$$

$$13 \text{ h - Punkt: } s = p \cdot \tan(\rho - 6,7^\circ + 15^\circ) = 26,845 \text{ cm}$$

$$14 \text{ h - Punkt: } s = p \cdot \tan(\rho - 6,7^\circ + 30^\circ) = 45,715 \text{ cm}$$

$$11 \text{ h - Punkt: } s = p \cdot \tan(\rho - 6,7^\circ - 15^\circ) = 5,752 \text{ cm}$$

$$10 \text{ h - Punkt: } s = p \cdot \tan(\rho - 6,7^\circ - 30^\circ) = -2,603 \text{ cm}$$

von T₁ aus nach links abtragen!

$$9 \text{ h - Punkt: } s = p \cdot \tan(\rho - 6,7^\circ - 45^\circ) = -11,335 \text{ cm}$$

$$8 \text{ h - Punkt: } s = p \cdot \tan(\rho - 6,7^\circ - 60^\circ) = -21,920 \text{ cm}$$

7. Übertragung der gerechneten Werte auf die Hauswand

Punkt A festlegen

Lotrechte Linie von A nach unten

Darauf C, W₂, T₂, und S₂ markieren

Von Punkt C aus Strecke c wagrecht nach links abtragen

B markieren

Linie z'' ziehen und verlängern

Darauf W₁ T₁ M und S₁ markieren

Im Interesse einer grösseren Genauigkeit kann T₃ auf einer wagrechten Linie durch A markiert werden

Linie TN und m ziehen

Die x- und y-Werte von M aus messen und markieren

Stundenpunkte auf TN von T₁ aus markieren

Stundenlinien von den Stundenpunkten in Richtung A ziehen und nach unten verlängern.

Anmerkung: beim Markieren von Punkten und Linien muss man unterscheiden zwischen solchen, die bleiben und solchen, die am Schluss wieder ausgeputzt werden müssen.

8. Literatur

¹ Albert Seifert, Schweizerischer Maler- und Gipsmeisterverband, Die Konstruktion von Sonnenuhren

² Heinz Schumacher, Sonnenuhren, 3 Bände

³ Heinz Schumacher/Günther Litt, Sonnenuhrendorf Bernau

F. KAMBER

Waldstrasse 39, 6015 Reussbühl

Leserbrief

Sternzeit-Armbanduhren in der Schweiz

Unter dem Titel «Come nacque il primo orologio da polso analogico con ora siderale» ist in ORION 252, Okt.92, p.221 eine Notiz von Herrn Prof.Dott. Rinaldo Roggero erschienen. Der Verfasser stellt sich darin als Geburtshelfer, ja gar als Vater des einmaligen «primo orologio da polso analogico con perfetta ora siderale di nome Prestige» (nomen est omen) dar. Beiläufig deutet er dann nach Bemängelung der Präzision japanischer Armbanduhren an, dass «nel canton Soletta a Dornach» die Modifikation und der Verkauf japanischer digitaler Sternzeituhren seit 1989 betrieben werde (Herr Roggero hat wohl den Namen des in Dornach tätigen Modifikators und Verkäufers verdrängt). Offensichtlich zählt Herr Roggero diese Uhren nicht zu den «interessanti novità in questo campo», nach denen er für die «astrofili e astronomi» Ausschau zu halten vorgibt; ja seine zwielichtige Darstellung begünstigt geradezu die Meinung, dass die Uhren aus Dornach unpräzise wären.

Meine folgende chronologische Zusammenstellung soll einiges zurechtrücken.

Nachdem ich ein Jahr lang digitale Tischuhren mit Zusatzschaltungen auf exakten Sternzeitbetrieb umgerüstet hatte, suchte ich nach einer einfacheren Lösung. Meine Anfrage bei der Firma Moor AG in Regensdorf im **September 1986** ergab, dass bei ETA in Grenchen die Herstellung spezieller Sternzeit Quarze ohne riesigen Aufwand möglich war. Derartige Quarze waren sogar von einem früheren Auftrag an Lager, denn innerhalb einer Woche bekam ich schon meine ersten Exemplare. Wann und für wen diese Sternzeit-Frequenz erstmals bei ETA gefertigt wurde, konnte ich bis heute leider noch nicht erfahren. Als bei den Herren Roggero und Kully Udie Idee gegen **Ende Juli 1987** geboren wurde...», hatte ich bereits zehn meiner preisgünstig umgebauten Sternzeituhren verkauft!

Mit schönen Namen wie «Prestige» konnte ich nicht aufwarten, dafür hatten alle meine Uhren eine 24h-Anzeige, welche für einen ernsthaften Sternzeitbetrieb wichtig ist. Die Suche nach Uhren, die sich für Sternzeitbetrieb eigneten und nicht zu teuer waren, führte mich damals zu Produkten aus Fernost. Da 24-Stunden-Anzeigen bei erschwinglichen Analog-Uhren praktisch nicht zu finden sind, hatten zunächst alle meine Uhren eine Digitalanzeige.

Im Februar 1989 startete ich dann eine erste kleine Reklame-Aktion, worauf Herr Roggero am **27.05.89** sich bei mir telefonisch meldete. Ich sandte ihm umgehend mein damaliges Prospektblatt, auf dem von vier Modellen nur noch gerade eines japanischer Herkunft war (die Armbanduhr); zwei Tischuhren und eine **analoge Wanduhr mit 24-Stunden-Zifferblatt** waren deutscher bzw. Dornacher Herkunft; auf dem Prospektblatt war auch mein voller Name und die volle Adresse zu lesen! Etwas später ist dann im ORION 232, **Juni 1989**, p.84/85 mein Artikel «Sternzeituhren im Einsatz» erschienen. **Bis heute** sind mehr als 180 meiner Sternzeituhren im Umlauf. Auch kritische Kunden sind sehr zufrieden mit der hohen Ganggenauigkeit.

Im Mai 1992 hat R. Roggero in der Tessiner astronomischen Zeitschrift «MERIDIANA» (Ausgabe 100, Mai/Juni 1992) bereits einen Bericht gleichen Inhaltes wie «Come nacque ...» veröffentlicht. Pietro Paolo Frangi aus Birmensdorf, einer meiner zufriedenen Sternzeit-Kunden, verfasste umgehend in italienischer Sprache einen Brief, in dem er deutlich auf die Inkorrektheit dieses Berichtes hinwies; vom Adressaten, Herrn Sergio Cortesi (Redaktor der MERIDIANA), hat er bis heute nichts gehört. Tatsache ist, dass Herr Roggero nun erneut seine sensationell klingende und inkorrekte Darstellung veröffentlichten liess.

Dornach, den 6.Oktober 1992

LUKAS HOWALD