

Zeitschrift:	Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber:	Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band:	33 (1975)
Heft:	151
Artikel:	Über die Bedeutung von Zeitzeichensendern : unter besonderer Berücksichtigung des Senders DC F 77 in Mainflingen bei Frankfurt (n. Br. 50°01' und ö. L. 09°00') und über einen darauf abgestimmten Zeitzeichenempfänger mit Decodierung und Digitalanzeige
Autor:	Brömme, A. / Wörner, A.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-899469

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: 20.02.2026

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

4. Cotes d'intensité T:	Observateurs				Moyennes
Objet	PEZZOLI	JETZER	G.A.N.	1974/75	1971/74
SPR	4.1	4.4	5.1	4.5	4.9
STZ	3.1	3.0	3.1	3.1	3.0
SEBs	3.6	—	4.3	4.0	—
SEBn	4.3	—	5.2	4.8	—
SEB	4.2	4.1	—	4.2	4.5
EZ	2.2	1.4	2.0	1.9	1.7
EB	—	3.0	4.0	3.5	—
Anneau A extérieur	3.2	3.4	3.0	3.2	3.5
Anneau A intérieur	—	2.6	2.9	2.8	2.6
Anneau B extérieur	1.4	0.6	0.5	0.8	1.0
Anneau B intérieur	2.5	1.1	3.4	2.3	1.5
Anneau C	7.6	7.2	7.3	7.4	7.2
Division de CASSINI	8.3	9.3	9.0	8.9	8.5
Division de ENCKE	5.8	6.5	6.0	6.1	6.6
Anneau C en projection devant le disque	5.9	5.4	6.0	5.8	5.4
Ombre du globe sur les anneaux	9.5	9.3	9.0	9.3	8.7
Ombre des anneaux sur le globe	—	—	8.5	8.5	—
Zone entre SEBs et SEBn	4.0	—	—	4.0	3.5

Les valeurs T sont normales. Les différences entre les divers observateurs sont assez minimes, sauf pour la valeur de la partie intérieure de l'anneau B, ce qui, à notre avis, provient de la difficulté de bien déterminer la limite entre l'anneau B et C.

5. Latitude des bandes:

Ces latitudes ont été calculées au départ de 13 observations de PEZZOLI et de 5 faites par le soussigné. Elles ne diffèrent pas beaucoup de celles de l'année passée. La latitude du centre était $+24.5^\circ$. Cette année nous sommes parvenus à mesurer aussi la latitude de la EB.

Objet	y = Sin (b' - B')	Lat. Saturnicentr. C 1974/75	1973/74
SPR bord n.	-0.704	$-69^\circ 8'$	$-73^\circ 8'$
SEB bord s.	-0.013	$-25^\circ 2'$	$-24^\circ 9'$
SEB bord n.	+0.329	$-7^\circ 0'$	$-6^\circ 6'$
EB centre	+0.554	$+5^\circ 9'$	—
An. C bord int.	+0.690	$+14^\circ 9'$	$+16^\circ 7'$

6. Conclusions:

La planète a été calme durant toute la présentation. Les données numériques telles que latitudes des bandes et intensité T sont restées dans la normalité.

Adresse de l'auteur:
F. JETZER, via Lugano 11, 6500 Bellinzona.

Über die Bedeutung von Zeitzeichensendern

unter besonderer Berücksichtigung des Senders DCF 77 in Mainflingen bei Frankfurt (n. Br. $50^\circ 01'$ und ö. L. $09^\circ 00'$)
und über einen darauf abgestimmten Zeitzeichenempfänger mit Decodierung und Digitalanzeige¹⁾

von A. BRÖMME und A. WÖRNER, Darmstadt

Für den Berufsastronomen ist eine genaue Kenntnis der Zeit, vor allem der Sternzeit, seit langem eine Selbstverständlichkeit. Für den Astroamateur wird diese Kenntnis dann wichtig, wenn er der Astronomie nützliche Dienste leisten möchte, wozu *Beobachtungen desselben Ereignisses*, wie: Sternbedeckungen, Sonnenfinsternisse, Flareausbrüche, Meteore und Meteoritenfälle an verschiedenen Orten zu zählen sind. Mangelhafte Zeitbestimmungen solcher Ereignisse mindern deren Wert ganz erheblich. Diesem Umstand kann durch den Einsatz von mobilen Zeitzeichenempfängern gänzlich abgeholfen werden, da deren von Sendern übernommene Zeitangaben auf Millisekunden genau sind. Hierüber soll im folgenden berichtet werden.

1. Die Zeitarten

Grundsätzlich ist zwischen zwei Zeitarten zu unterscheiden: Die *Ephemeridenzeit* (UT 1) wird auf Grund astronomischer Beobachtungen ständig neu berechnet, da sie aus der aus verschiedenen Gründen (Gezeitenreibung, Eismassenverteilung, tektonischen Veränderungen u.s.w.) nicht ganz konstanten Erdrotation abgeleitet wird. Schwankungen der Erdrotationszeit sind von unmittelbarer Bedeutung für die Navigation und für astronomische Messungen. Da sich die Erdrotationszeit außerdem etwas verlangsamt, würde eine darauf beruhende gleichmässige Zeit zu immer grösseren Zeitdifferenzen zwischen dieser und der tatsächlichen Tageszeit führen.

Diese Schwierigkeiten werden durch die *Atomzeit* (AT) und die Anschlüsse daran behoben. Hierzu werden die extrem konstanten Schwingungen des Cäsium-Atoms (Cs 133) kontinuierlich mit der Ephemeridenzeit verglichen. Tritt zwischen diesen Zeiten eine Differenz von höchstens 0,7 Sekunden auf, so wird bei der koordinierten Weltzeit (UTC) durch eine Schaltsekunde die Differenz verkleinert. Da die Atomsekunde konstant ist, kann eine Korrektur nur in Schritten von z. B. einer Sekunde erfolgen. Die nachfolgende Fig. 1 erläutert dies graphisch.

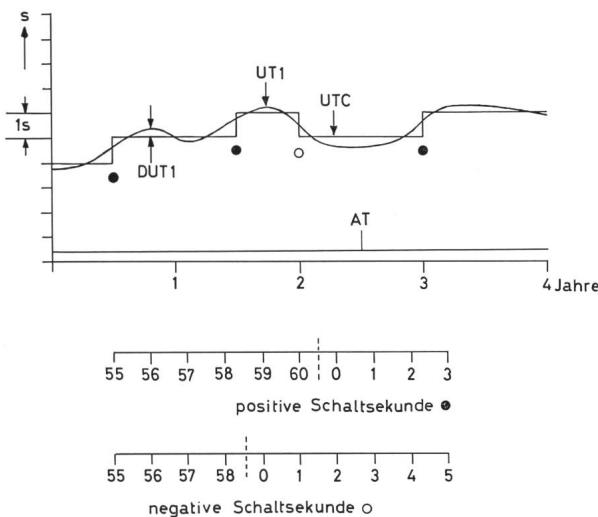


Fig. 1: Der Zusammenhang zwischen AT, UT 1, UTC und DUT 1 in graphischer Darstellung.

2. Die Uhren

Sieht man von den relativ ungenauen Wasser-, Sand- und Sonnenuhren ab, so kann man zwischen mechanischen und elektronischen Uhren unterscheiden. Die *mechanischen Uhren* umfassen die Pendel- und die Unruh-Uhren. Pendeluhr können sehr hohe Ganggenauigkeiten erreichen (SHORTT-Uhr und RIEFLER-Uhr), sind aber an gegebene Standorte gebunden. Unruh-Uhren sind als Armbanduhren weit verbreitet. Ihre Ganggenauigkeit kann ± 1 Minute/Monat erreichen. Da die Ganggenauigkeit mit der Frequenz des Schwingers steigt, wird mit Stimmgabel-Armbanduhren eine höhere Genauigkeit, nämlich bis ± 1 Minute/4–6 Monate erreicht. Da die Frequenz einer Quarz-Armbanduhr, die bereits zu den *elektronischen Uhren* zählt, nochmals um einen Faktor 10 höher ist, wird mit diesen modernen Armbanduhren eine Ganggenauigkeit von ± 30 Sekunden/Jahr erreicht. Die nachstehende Fig. 2 veranschaulicht diese Verhältnisse.

Da heute gute Quarz-Armbanduhren bereits weniger als Fr. 200.— kosten, kann der Astroamateur schon mit ihnen die eingangs erwähnten Zeitbestimmungen bis auf wenige Sekunden genau durchführen.

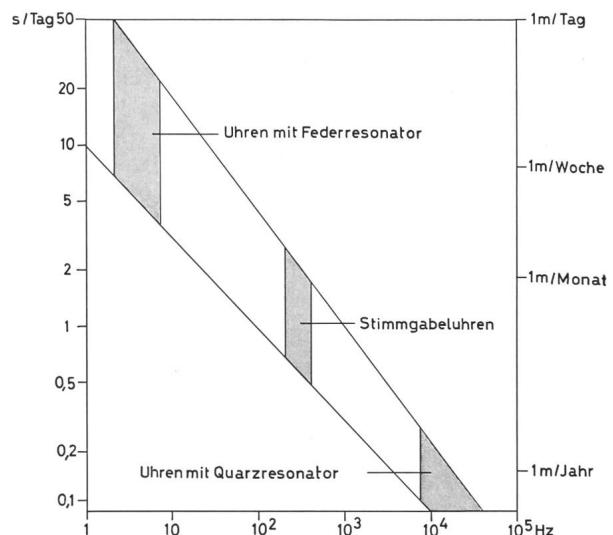


Fig. 2: Prinzipielle Abhängigkeit der Ganggenauigkeit von der Frequenz des benutzten Schwingers.

Noch genauere vergleichende Zeitbestimmungen sind mit Hilfe einer Atomuhr möglich, deren Zeitangabe von einem Sender ausgestrahlt und von an den Beobachtungsorten befindlichen Empfängern (unter Berücksichtigung der Signal-Laufzeit) streng synchron angezeigt wird.

3. Die Atomuhr (abgebildet auf der Titelseite von ORION 136)²⁾

Die Atomuhr, deren Ganggenauigkeit praktisch nicht mehr messbar ist, beruht auf der Quanten-Emission angeregter Cäsium-Atome (Cs 133), die, bei der Rückkehr in den Grundzustand, entsprechend der konstanten Energie-Differenz zweier bestimmter Niveaus, ebenfalls frequenzkonstant ist. 9 192 631 770 Perioden einer Schwingung, die bei einer genau definierten Anregung des Cäsiums entsteht, sind als eine (Atom-)Sekunde definiert worden. Diese Anzahl Perioden wurde gewählt, um eine möglichst genaue Angleichung an die Ephemeriden-Sekunde zu erzielen. Die bei einer Atomuhr möglichen Störeinflüsse (Geschwindigkeit der Atome, Magnetfeld, Resonatorfehler u.s.w.) können zusammen eine Ungenauigkeit von 4×10^{-13} Sekunden erreichen, was aber nur einem Fehler von einer Sekunde in 100 000 Jahren entspricht. Eine Atomsekunde ist gegenwärtig um etwa 3×10^{-8} Sekunden kürzer als die zur Zeit gültige Ephemeridensekunde.

In Amateursternwarten, die über einen Anschluss ans Lichtnetz (220 V, 50 Hz) verfügen, sind auch *Synchronuhren* für Welt- und Sternzeit gebräuchlich. Abgesehen davon, dass die Uhren ortsgebunden sind, ist die Sollfrequenz von 50 Hz lastabhängig, so dass bei der Zeitanzeige Abweichungen bis zu ± 30 Sekunden auftreten können. Diese Abweichungen werden zwar von den Kraftwerken durch Drehzahländerungen der Generatoren wieder ausgeglichen, so dass Synchronuhren im Durchschnitt genaue Zeitangaben vermitteln; da aber kein Verlass darauf ist, dass eine Synchronuhr in einem bestimmten Augenblick UT oder ST korrekt anzeigt, scheiden Synchronuhren für exakte Zeitmessungen aus.

4. Die Zeitzeichensender

Es wurde bereits gezeigt, dass eine *laufend genaue* Zeitangabe ohne örtliche Bindung nur mit einer mobilen Quarzuhr und eine *maximal genaue* Zeitangabe nur mit einer Atomuhr über einen Radiosender und einen mobilen Empfänger möglich sind. Dafür sind auf der ganzen Welt zahlreiche *Zeitzeichensender* eingerichtet worden. Diese senden zum Teil auf Kurzwelle (Frequenzbereich 3000–10 000 kHz), zum Teil auf Langwelle (Frequenzbereich 60–80 kHz). Da der Kurzwellenempfang jedoch nicht unbedingt von Störungen frei ist, empfiehlt es sich, die Zeitsignale von den Langwellensendern zu empfangen. In Europa stehen dafür zur Verfügung:

Der Zeitzeichensender Englands in Rugby,
Frequenz 60 kHz,
der Zeitzeichensender der Schweiz in Prangins,
Frequenz 75 kHz, und
der Zeitzeichensender Deutschlands in Mainflingen,
Frequenz 77.5 kHz.

Diese Sender arbeiten nach dem Prinzip des unterbrochenen Dauertons, wobei der Beginn der Unterbrechung den *Beginn* einer Sekunde bedeutet. Minuten werden durch einen doppelten, Stunden durch einen dreifachen Impuls markiert. Zwischen der 1. und 15. Sekunde übertragen diese Sender auch DUT1 = UT1 – UTC, also die Differenz zwischen der Ephemeridenzeit und der koordinierten Weltzeit. Darüber hinaus sendet der Mainflinger Sender DCF 77 als erster und bisher einziger Sender eine vollständige, codierte Zeit- und Datumsangabe, so dass man die Nummern der Stunden und Minuten nicht zu kennen braucht, um eine eindeutige Zeitangabe zu bekommen. Darüber hinaus erlaubt eine Decodierung der Signale im Empfänger, Jahr, Monat, Wochentag, Tag, Stunden, Minuten und Sekunden (beispielsweise mit Leuchtdioden-Röhren) digital anzuzeigen. Ein derartiger, mit NC-Akkumulatoren betriebener Empfänger, wie er in der Folge beschrieben wird, stellt also praktisch *einen nicht ortsgeschränkten Atomuhrgesteuerten Zeitmesser höchster Genauigkeit mit allen den erwähnten Anzeigen* dar.

5. Der Zeitzeichensender DCF 77

Der Sender von Mainflingen mit dem Kennzeichen DCF 77 befindet sich etwa 24 km südöstlich von Frankfurt am Main. Seine Koordinaten sind: 50°01' nördl. Breite und 09°00' östl. Länge. Er ist ein Langwellensender mit der Trägerfrequenz 77.5 kHz, die eine hochstabilisierte Normalfrequenz darstellt, die mit der internationalen Atomzeitskala mit einer Unsicherheit von weniger als 2×10^{-13} Sekunden übereinstimmt. Die Frequenz-Mittelwerte zeigen über eine Woche eine relative Genauigkeit von 10^{-12} Sekunden. Die abgestrahlte Leistung dieses Senders beträgt 27 kW; er kann daher praktisch in ganz Europa empfangen werden. Bei automatischer Auswertung der Sendesignale (Decodierung) kann mit einer Reichweite von mindestens 1000 km gerechnet werden; Feldstärkenmessungen ergaben beispielsweise in Berlin 0.8 mV/m und in München 4.4 mV/m. Die ungehinderte Ausbreitung der Bodenwelle (keine tote Zone) und ihre weitgehende Unabhängigkeit von möglichen Störeinflüssen (Tageszeit, Sonnenaktivität) lässt die Langwellensender gegenüber den Kurzwellensendern im Vorteil erscheinen³⁾. Es kommt dazu, dass Zeitübermittlungen bei Langwellensendern wegen der praktisch geradlinigen Ausbreitung der Wellen eine Laufzeitberücksichtigung für maximale Genauigkeit zulassen. Beträgt beispielsweise die Entfernung des Empfängers vom Sender 1000 km, so beträgt die Laufzeit des Signals

$$T = \frac{1000}{300} \text{ ms} = 3.3 \text{ ms},$$

da sich die elektromagnetischen Wellen mit Lichtgeschwindigkeit (300 000 km/s) ausbreiten. Dem gegenüber sind die Zeitverzögerungen im Empfänger nur von der Größenordnung von $10 \mu\text{s}$.

Der Zeitzeichensender DCF 77 arbeitet durchgehend; er unterbricht seinen Betrieb nur jeden zweiten Dienstag im Monat von 05 Uhr bis 09 Uhr wegen Wartungsarbeiten und muss sonst nur bei sehr starken örtlichen Gewittern abgeschaltet werden.

Sek.-No.	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
BCD-Code	S	1	2	4	8	10	20	40	P1	1	2	4	8	10	20	P2	1	2	4	8	10	20	1	2	4
Zuordnung																									
Bit-Beispiel	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
Decodierung																							3.		Montag

Fortsetzung:

Sek.-No.	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	00
BCD-Code	1	2	4	8	10	1	2	4	8	10	20	40	80	P3	–	–
Zuordnung																
Bit-Beispiel	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	–	0
Decodierung																

Tab. 1: Zuordnung der Bits beim Zeitzeichensender Mainflingen DCF 77. Das Bit-Beispiel ergibt die Daten: 03.11.75 13.26.05 h Montag.

Die codierte, vollständige Zeit- und Datumsangabe des Senders DCF 77 wird seit dem Juni 1973 ausgestrahlt. Die vielfachen Informationen werden wie folgt übermittelt: Die (an sich konstante) Trägeramplitude wird zu Beginn einer jeden Sekunde auf 25% ihres Wertes abgesenkt und dann wieder angehoben, womit (im Vergleich mit einer Unterbrechung) die Normalfrequenz durchgehend zu empfangen ist. Der Beginn einer neuen Minute wird durch Auslassung der Markierung der 59. Sekunde angezeigt, so dass die nachfolgende Absenkung der Trägeramplitude den Beginn der 0. Sekunde bedeutet. Die Codierung der Zeitinformationen erfolgt durch die Dauer der Trägeramplitude-Absenkungen, die 0.1 oder 0.2 Sekunden beträgt, wobei im Dualsystem 0.1 den Wert «0» und 0.2 den Wert «1» bedeuten. Eine logische Überlegung ergibt, dass zur Übermittlung der vollständigen Zeit- und Datumsinformation, wenn Jahrtausend und Jahrhundert ausgelassen werden, 35 Stellen notwendig sind, wozu noch 4 Prüfbits kommen. Die Zuordnung der insgesamt 39 Bits geht aus der nachfolgenden Tab. 1 hervor. In jeder Minute werden die Nummer der folgenden Minute sowie die dazugehörigen Nummern von Stunde, Kalenterstag, Wochentag, Monat und Jahr im «BCD-Code» übertragen. Der Prüfbit S in der 20. Sekunde ist immer eine «1», die den Beginn der Zeit- und Datumscodierung anzeigen, während die Prüfbits P 1, P 2 und P 3 nur zur Kontrolle der Informationsübermittlung dienen.

Die Codierung des Zeitzeichensenders DCF 77 berücksichtigt auch die zur Anpassung der Atomzeit UTC an die Weltzeit UT 1 gelegentlich erforderliche Einfügung einer positiven oder negativen Schaltsekunde. Beispielsweise manifestiert sich die Einfügung einer positiven Schaltsekunde wie folgt:

Anzeige der Uhr:

Datum	Stunde	Minute	Sekunde
01.07.75	00	59	57
01.07.75	00	59	58
01.07.75	00	59	59
01.07.75	00	59	00
01.07.75	01	00	00
01.07.75	01	00	01

Während der ersten 15 Sekunden einer jeden Minute wird die Differenz zwischen UT 1 und UTC auf 0.1 Sekunden gerundet übermittelt. Diese Zeitdifferenz wird mit $DUT\ 1 = UT\ 1 - UTC$ bezeichnet. Der Betrag von $DUT\ 1$ wird durch die Anzahl der verlängerten Sekundenmarken zwischen der 1. und 15 Sekunde angegeben. Die Anzahl der hervorgehobenen Sekundenmarken $\times 0.1$ ist dann gleich $DUT\ 1$, wobei die ersten 7 Sekunden positive und die Sekunden 9–15 negative Werte bedeuten. Die 8., 16., 17., 18. und 19. Sekundenmarken sind in jedem Fall kurz, bleiben also unverändert. Da jeder Zeitzeichensender auf Grund internationaler Übereinkommen auch in regelmässigen Abständen sein Kennzeichen ausstrah-

len muss, sendet DCF 77 während der 19., 39. und 59. Minute «DCF 77» in Morsezeichen mittels Tonmodulation in 250 Hz ohne Störung der laufenden Zeitinformationen. Diese werden von den Atomuhren der physikalisch-technischen Bundesanstalt in Braunschweig geliefert, die gleichzeitig die Genauigkeit vom DCF 77 überwacht.

5. Empfangsmöglichkeiten der Zeitsignale

Die Zeitsignale vom DCF 77 (wie auch jene anderer Zeitzeichensender) können mit dem Langwellenteil normaler Radioempfänger nicht aufgenommen werden, da der Radio-Langwellenbereich erst bei 145 kHz beginnt, während die Zeitzeichensender im Frequenzbereich von 60–80 kHz arbeiten.

Eine erste Möglichkeit zum Empfang der Zeitzeichensender mit dem Langwellen-Teil eines Radioapparates besteht in der Hinzunahme eines Frequenzwandlers, der die Zeitzeichensender-Frequenz verdoppelt, entweder nach dem GRAETZ-Prinzip der Vollweg-Gleichrichtung oder nach dem Überlagerungsprinzip. Der Frequenzwandler besteht im Prinzip aus einem auf die Zeitzeichensender-Frequenz abgestimmten Empfänger (Ferritantenne, abgestimmter Kreis) und der Einrichtung zur Frequenzverdopplung. Der Ausgang des Konverters wird mit der Ferritantenne des Radioempfängers gekoppelt. Man hört dann einen im Sekundenrythmus unterbrochenen Dauerton und lernt mit der Zeit die langen und kurzen Unterbrechungen zu unterscheiden und damit den Code des DCF 77 zu entschlüsseln.

Eine zweite Möglichkeit zum Empfang der Zeitzeichensender besteht in der Erstellung eines einfachen Empfängers, bei dem man dann die Unterbrechungen als 0.1- und 0.2-Sekunden-Tonsignal hörbar machen kann.

Die weitaus beste und elegantere Empfangsart insbesondere des DCF 77 besteht jedoch in einem Empfänger, der automatisch decodiert und sämtliche Daten anzeigt. Ein solcher Zeitzeichenempfänger soll im folgenden beschrieben werden.

6. Der Zeitzeichenempfänger mit vollständiger Digitalanzeige

Eine erste vollständige Bauanleitung für einen codeauswertenden Zeitzeichenempfänger des DCF 77 ist von P. HETZEL und L. ROHBECK gegeben worden⁴⁾. Fig. 3 zeigt das Blockschaltbild dieses Empfängers. Dessen Ferritantenne wird in Richtung 90° zur Minimumspeilung auf den Sender ausgerichtet. Sie bildet mit dem Eingang des Antennenverstärkers ein abgestimmtes, breitbandiges LC-Filter, auf das ein Quarzfilter hoher Güte folgt, das die Bandbreite verringert und gleichzeitig Störeinflüsse vermindert. Darauf folgt ein Verstärker mit Schwundausgleich und Feldstärke-Messgerät. Im nachfolgenden Demodulator werden die Eingangssignale in Rechteckimpulse umgewandelt, die dann in der Logikschaltung ausgewertet werden. Der Impulslängendecodierer er-

kennt die Länge oder das Fehlen einer Sekundenmarke (bei der 59. Sekunde) und erzeugt ein «0»- oder ein «1»-Signal bzw. einen Sekundenimpuls, wobei der Impuls der 0. Sekunde zur Synchronisation der Uhr verwendet wird. Die Sekundenmarken werden über einen Zähler der Anzeige zugeführt; die langen und kurzen Impulse werden in Dualform einem Schieberegister zugeleitet, das sie mit Hilfe eines Speichers für eine Anzeige in digitaler Form bereithält.

7. Der verbesserte Zeitzeichenempfänger

Das Prinzip des Empfängers wurde nicht geändert, dagegen war es möglich, die Güte des Antennenverstärkers und des Verstärkers zu verbessern. Um den Empfänger transportabel zu machen, wurde sein Betrieb mit wieder aufladbaren Ni-Cd-Akkumulatoren eingeführt. Für eine genaue Antennenausrichtung wurde ein Feldstärke-Messgerät eingebaut. Testversuche ergaben vom Bereich unmittelbarer Sender-

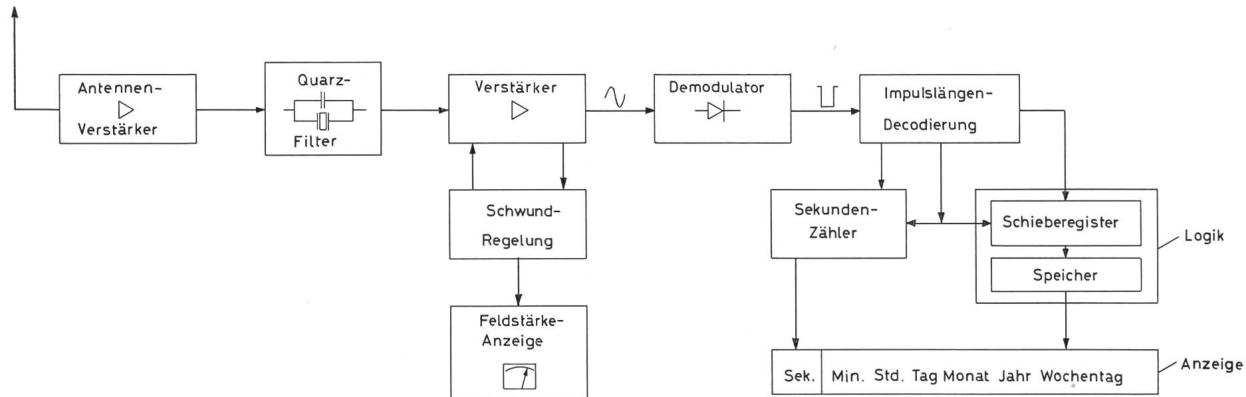


Fig. 3: Blockschaltbild des Zeitzeichenempfängers mit Decodierung und kompletter Digitalanzeige.

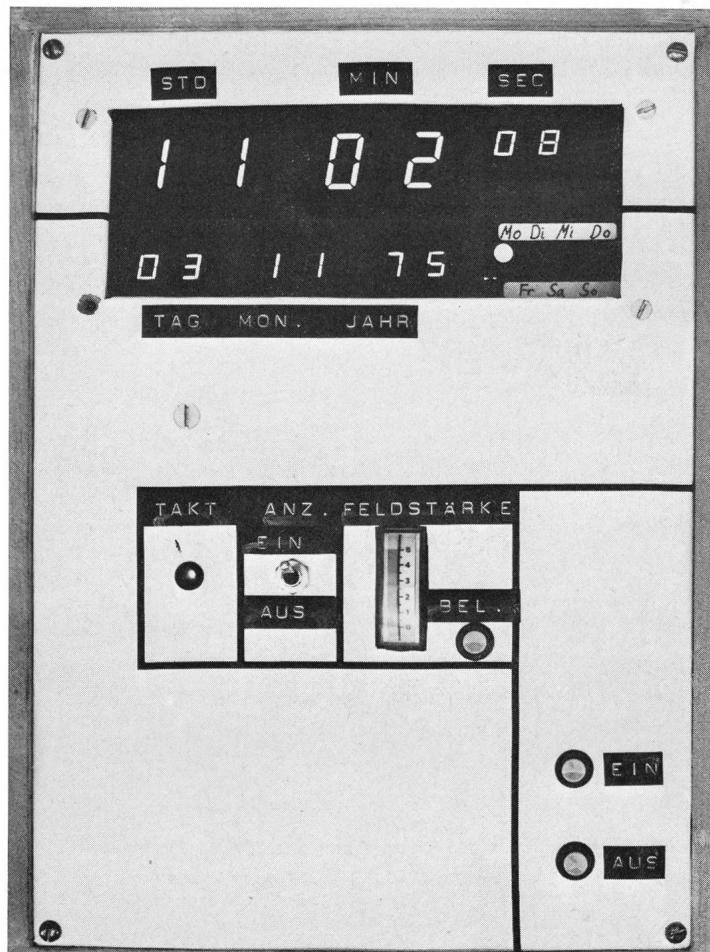


Fig. 4: Frontansicht des beschriebenen Zeitzeichenempfängers, aufgenommen am Montag, den 3.11.75 um 11^h 02^m 08^s UT.

nähe bis im Tessin einwandfreies Arbeiten des Empfängers. Da aber der relativ hohe Stromverbrauch (Wiederaufladen des Akkumulators nach einer Stunde Betrieb) Betriebsunterbrüche (Akkumulatorwechsel) bedingt, erwiesen sich Verbesserungen der integrierten Schaltkreise und der Anzeige als notwendig. Dabei haben sich bisher Grösse des Empfängers und sein Strombedarf bei gleichzeitiger Verbesserung der Eingangsempfindlichkeit erheblich verringern lassen.

8. Probleme der Weiterentwicklung des Zeitzeichenempfängers

Die nachfolgend aufgeführten Verbesserungs- und Weiterentwicklungs-Möglichkeiten des Zeitzeichenempfängers sind in Angriff genommen worden:

1. Einbau einer zusätzlichen quarzgesteuerten Impulsstufe, womit, ähnlich wie bei elektrischen Uhren mit Gangreserve, Sender-Störungen und -Ausfälle überbrückt werden können (unter der Voraussetzung, dass der Empfänger vorher noch vom

Literatur:

- 1) Erweiterte Fassung eines Vortrags von A. BRÖMME anlässlich der 4. Frühjahrstagung der VdS in Würzburg am 5. 4. 1975.
- 2) MÜLLER, H., Die Rotation der Erde und unsere Uhrzeit. ORION 31, 79 (1973), No. 136. Das Titelbild dieser Nummer zeigt die Atomuhr OSCILLATOM I der Oscilloquartz S. A., Neuchâtel.
- 3) BECKER, G., Einführung eines neuen Zeitsystems mit Schaltsekunden. PTB-Mitteilungen No. 3 (1971).

Adresse des Verfassers:

A. BRÖMME, Länggasserweg 5, D-61 Darmstadt, BRD.

Sender synchronisiert werden konnte, also für mehr als 2 Minuten ungestörten Empfang hatte).

2. Anschlussmöglichkeit für eine elektronische Stoppuhr (für sofort ablesbare Zeitdifferenzen neben der absoluten Zeit). Werden beide Werte (Zeit und Zeitdifferenz) synchron aufgezeichnet, so wird damit eine Dokumentation gegeben, die im Falle simultan an verschiedenen Orten durchgeföhrter Beobachtungen (visuell oder photographisch) einen nahezu perfekten Vergleich der Werte ermöglicht. Zudem kann die z. B. auf Magnetband festgehaltene Information dem Zeitzeichenempfänger wieder zugeführt und auf dessen Anzeigefront reproduziert werden.
3. Möglichkeit einer Vorprogrammierung des Empfängers durch ein Zusatzgerät mit beliebig wählbarer Zeitdifferenz, beispielsweise der Anzeige MEZ statt MOZ.

Über diese Weiterentwicklungen des beschriebenen Zeitzeichenempfängers soll zu gegebener Zeit berichtet werden.

- 4) HETZEL, P. und ROBECK, L., Datums- und Zeitangabe drahtlos empfangen. Funkschau No. 19 (1974).
- 5) BECKER, G. und HETZEL, P., Codierte Zeitinformationen über den Zeitmarken- und Normalfrequenzsender DCF 77. PTB-Mitteilungen No. 83 (1973).
- 6) SCHREIBER, H., Empfänger für Zeitzeichenseduzungen. Funktechnik No. 9 (1973).
- 7) VOGEL, H.-W., Aufbau einer Zeitdekodiereinrichtung für den Zeitzeichensender DCF 77. Diplomarbeit TH Darmstadt, Fachgebiet Hochfrequenztechnik, No. D 925 (1975).

Berechnung genauer Prüfwerte für Parabolspiegel

von E. WIEDEMANN, Riehen

Veranlassung zu dieser kleinen Mitteilung war ein Brief von Herrn K. MONKEWITZ in Zürich an den Autor, worin die Gültigkeit der «wichtigsten Formel für den Spiegelschleifer»

$$s = \frac{r^2}{R_0} \quad 1)$$

angezweifelt und mit dem Vorschlag einer Änderung auf die Formel

$$s = \frac{3}{2} \frac{r^2}{R_0} \quad 2)$$

begegnet worden ist. Eine Überprüfung dieses Vorschlags ergab, dass die Formel (1) eine Näherungsformel ist, die im Bereich der praktisch zu realisierenden Öffnungsverhältnisse sicher genau genug ist, während die Formel (2) mit steigendem Öffnungsverhältnis an Genauigkeit gewinnt, um bei $R = 1:0.25$ genau richtig zu sein.

Im Zusammenhang mit einer Ableitung der genauen Formel für s, die der Autor Herrn MONKEWITZ nicht vorwegnehmen möchte, war es jedoch von Interesse,

die genauen Werte von s (in Fig. 1 und im folgenden mit AD bezeichnet) zu berechnen.

Die aus Fig. 1 ableitbaren Vorgänge der Berechnung von AD wurden in einem kleinen Computer-Programm zusammengefasst, das es erlaubt, in beliebig wählbaren Schritten von Parabelpunkt zu Parabelpunkt die interessierenden Längen MD, DE, ME und AD mit wählbarer Stellen-Genauigkeit zu berechnen und auszudrucken und dazu das jeweilige Öffnungsverhältnis anzugeben. Die Längen für andere Brennweiten werden mittels eines Proportionalitätsfaktors erhalten.

Die Computer-Berechnung ergibt die Längenwerte MD, DE, ME und AD mit jeder gewünschten Genauigkeit für alle (auch sehr grosse) Öffnungsverhältnisse, und zwar für jede mögliche Art der Messung, über deren Durchführung bei anderer Gelegenheit berichtet werden soll.

Der Verfasser ist gerne bereit, diese Daten für Parabolspiegel beliebiger Brennweite und Öffnungsverhältnisse zu berechnen und zur Verfügung zu stellen.