

Über Radiozeit, ihre Abgabe und Aufnahme.

Von **F. Hopfner**,

Leiter der Versuchsanstalt für Behelfe zur Zeitmessung im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen.

Bei der Vornahme geographischer Ortsbestimmungen auf Forschungsreisen ist es bekanntlich sehr leicht, durch Messung von Zenitdistanzen — sei es der Sonne, sei es eines Fixsternes — in der Nähe des Meridians oder in diesem mit Hilfe eines Sextanten oder astronomischen Universales sich die Kenntnis der geographischen Breite des Beobachtungsortes zu verschaffen. Wesentlich schwieriger ist es, auch seine geographische Länge, gezählt von irgendeinem Hauptmeridian der Erde, zu bestimmen. Zwar bereitet es keine Schwierigkeit, wenn die ungefähre Lage des Beobachtungsortes auf der Erde bekannt ist, seine mittlere Ortszeit zum Zeitpunkte der Beobachtung aus Zenitdistanzen in der Nähe des ersten Vertikales zu bestimmen, aber die Kenntnis der geographischen Länge ergibt sich nur dann, wenn zugleich die mittlere Ortszeit im Hauptmeridian — also beispielsweise in Greenwich — zur Zeit der Beobachtung bekannt ist. Die Vornahme einer Längenbestimmung auf einer Forschungsreise fern von jeder Zivilisation setzte daher bis vor kurzem die Mitnahme von Chronometern voraus, welche die Kenntnis der Greenwicher Ortszeit vermittelten. Der Forschungsreisende befand sich somit bei der Vornahme geographischer Längenbestimmungen in einer ähnlichen Lage wie der Nautiker auf hoher See, nur war jener in der Regel übler daran als dieser. Die Transportschwierigkeiten zu Lande beeinflussten nämlich den regelmäßigen Gang der gegen Erschütterungen und Stöße meist sehr empfindlichen Chronometer äußerst nachteilig, so daß ihre Angaben auf längeren Reisen in der Regel sehr unzuverlässig wurden. Überdies war dem Forschungsreisenden der Vergleich seiner Chronometer nach Greenwichzeit zumeist nur mit Hilfe von Sternbedeckungen durch den Mond möglich. Diese Schwierigkeiten waren wenigstens zum Teil die Ursache, daß der Forschungsreisende sehr häufig ganz auf die Mitnahme von Chronometern verzichtete

und seinen Positionsbestimmungen nur die topographische Aufnahme der Reiseroute zugrunde legte, wodurch grobe Ungenauigkeiten meist kaum zu vermeiden waren. Heutzutage — im Zeitalter der Radiotelegraphie — dürfte dem Forschungsreisenden eine gutgehende Taschenuhr das Chronometer völlig ersetzen. Für die Vornahme geographischer Längenbestimmungen zur See hat man nämlich vor etwa eineinhalb Dezennien das sogenannte Onogozeichen eingeführt, welches zu gewissen Tageszeiten die mittlere Greenwicher Ortszeit im Zeitpunkte der Zeitzeichenabgabe radiotelegraphisch bekanntgibt. Diese Onogozeichen besitzen gegenüber den allgemein bekannten „bürgerlichen“ Zeitzeichen, welche die Ortssender meist zweimal im Tage abzugeben pflegen und die in der Regel nur die Kenntnis der richtigen Sekunde vermitteln, eine wesentlich erhöhte Genauigkeit. Mit Hilfe der Onogozeichen ist es nämlich möglich, sich die richtige Zeit zumeist bis auf das Zehntel der Sekunde, ja wenn gewisse Vorsichtsmaßregeln beobachtet werden, mit noch größerer Genauigkeit zu verschaffen.

Indessen reicht die Genauigkeit der Onogozeichen keineswegs für alle wissenschaftlichen Zwecke aus, und es existiert daher noch eine dritte Art von Zeitsignalen, die kurz nach dem Kriege aufgekommen sind und welche man unter dem Namen *Koinzidenzsignale* zusammenfaßt. Diese Zeitzeichen vermitteln die Kenntnis des richtigen Hundertstels der Zeitsekunde. Eine so weitgehende Genauigkeit in den Zeitangaben wird beispielsweise bei der Ausführung von Schweremessungen gefordert. Bei diesen handelt es sich in der Hauptsache darum, die Schwingungszeit von Metallpendeln auf etwa 2—3 Zehnmillionstel der Zeitsekunde zu bestimmen, u. zw. durch den Vergleich mit der Schwingungszeit eines Sekundenpendels in einer astronomischen Uhr, deren Voreilen, bezw. Zurückbleiben während der Dauer der Beobachtung schärfstens ermittelt werden muß, wozu man sich zweckmäßigerweise der Koinzidenzsignale bedient.

Für den Zeitdienst in Mitteleuropa kommen hauptsächlich drei Großsender, welche täglich Onogo-, bezw. Koinzidenzsignale abgeben, in Betracht, nämlich Nauen bei Potsdam, Paris und Lafayette-Bordeaux; außerdem funken noch Leningrad und Moskau wissenschaftliche Zeitzeichen nach einem speziellen

Schema. Die Großstation in Nauen funkt täglich zweimal auf Welle 3100 gedämpft und Welle 18.000 ungedämpft um 0 Uhr 55 Min. und 12 Uhr 55 Min. M. E. Z., also beiläufig um 1 Uhr mittags und nachts. Hingegen funkt das Bureau International de l'heure um 8 Uhr 55 Min. und 20 Uhr 55 Min. M. E. Z. durch Lafayette-Bordeaux auf Welle 18.900 ungedämpft und gleichzeitig durch den Eiffelturm auf Welle 2650 gedämpft und auf den Kurzwellen 75 und 32 m. Jede der genannten zwei Stationen funkt sonach täglich zweimal in Intervallen von je 12 Stunden. Überdies gibt noch der Eiffelturm um 10 Uhr 25 Min., u. zw., auf Welle 2650, gedämpft, ein Onogozeichen ab. Ordnet man die Zeitzeichen der Stationen Nauen, Paris, Lafayette-Bordeaux nach ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge beginnend um Mitternacht, so ergibt sich folgendes Schema:

M. E. Z.	0 Uhr 55 Min.	...	Nauen (Onogo- und Koinzidenzzeichen)
	8 " 55 "	...	Lafayette-Bordeaux und Paris (Onogo- und Koinzidenzzeichen)
	10 " 25 "	...	Paris (nur Onogozeichen)
	12 " 55 "	...	Nauen (Onogo- und Koinzidenzzeichen)
	20 " 55 "	...	Lafayette-Bordeaux und Paris (Onogo- und Koinzidenzzeichen).

Allein die drei genannten europäischen Großsender geben sonach fünfmal im Tage die genaue Zeit ab. Selbstverständlich treten zu diesen Großfunkstationen noch weitere zahlreiche Sendestationen in den übrigen Kontinenten hinzu, so daß es heutzutage wohl kaum einen Punkt auf der Erde geben dürfte, in welchem nicht wenigstens die eine oder die andere Station hörbar wäre. Ein sehr vollständiges Verzeichnis der Zeitfunkstationen liegt in der alljährlich erscheinenden Veröffentlichung der deutschen Marineleitung „Nautischer Funkdienst“ (bei Mittler u. Sohn, Berlin) und deren Nachträgen vor, welche alle für den Nautiker wichtigen Angaben über das Funkwesen enthält. Sie dürfte auch dem Forschungsreisenden unentbehrlich sein.

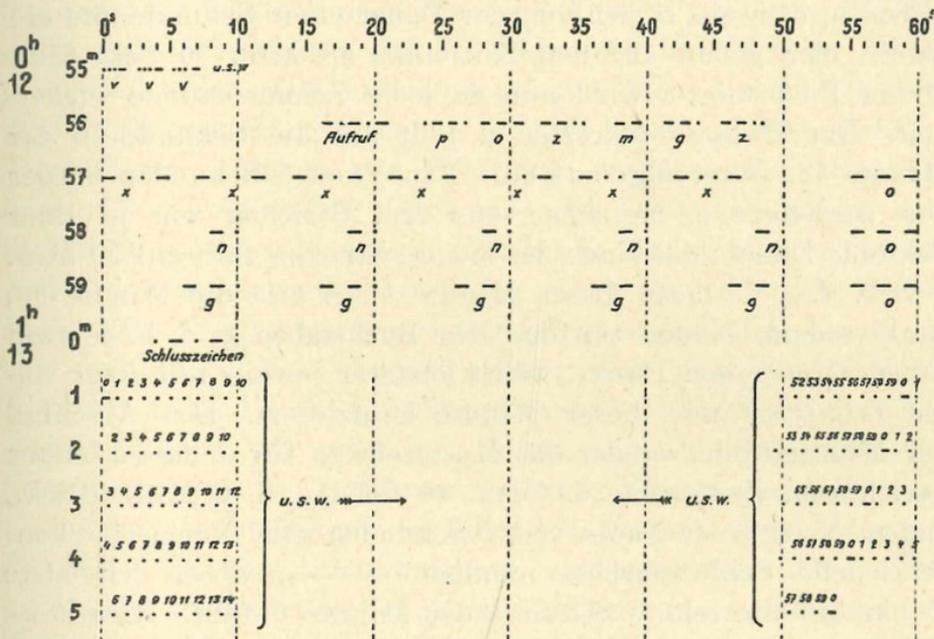
Es ist verhältnismäßig leicht, eines oder das andere der erwähnten europäischen Zeitzeichen abzunehmen, vorausgesetzt, daß ein Empfangsgerät entweder für die Kurzwellen 32 und 75 m, oder für den Wellenbereich zwischen 2500 m und 3200 m

zur Verfügung steht. Mit einer Freiluftantenne von den bei Amateuren üblichen Ausmaßen dürfte sich schon mit jedem Detektorapparat unter nicht zu ungünstigen Verhältnissen das Nauener Zeitzeichen abnehmen lassen; auch Paris dürfte unter günstigen Verhältnissen überall in Österreich auf diese Weise erhältlich sein. Ist nur eine Zimmerantenne vorhanden, so ist zur Abnahme der Zeitzeichen wohl zumindest ein Einröhrenapparat unentbehrlich. Die Hauptschwierigkeit besteht bei einem mäßig selektiven Empfangsgerät anfangs wohl zumeist darin, das Zeitzeichen unter den übrigen meist gleichzeitig hörbaren Morsezeichen anderer Großsender herauszuhören. Hier führt nur Geduld und eine sich allmählich einstellende Übung zum Ziele. Unerlässlich ist es für das Heraushören der Zeichen — wenigstens für den Anfang —, eine Uhr zu besitzen, deren Stand, d. h. Fehlangebe z. B. gegen M. E. Z., auf einige Sekunden genau bekannt ist; die Kenntnis der Fehlangebe kann man sich unschwer mit Hilfe eines bürgerlichen Zeitzeichens verschaffen, die ja die M. E. Z. bis auf die Sekunde genau vermitteln. Dann wird es sich darum handeln, an der Hand des Zeichenschemas das Zeichen akustisch zu erfassen. Das ist anfangs für den Ungeübten nicht ganz leicht, gelingt aber sicherlich, wenn der Amateur für seine ersten Versuche das Nauener Zeitzeichen heranzieht, welches in Österreich und zumal in Wien zumeist ungemein deutlich wahrnehmbar ist; allerdings macht sich hier gelegentlich die Nähe des Senders in Deutsch-Altenburg, der auf ähnlicher Welle sendet, störend bemerkbar. Anfangs beschränke man sich darauf, die verschiedenen Phasen in der Abgabe des Zeitzeichens deutlich zu erfassen und verfolge zu diesem Behufe mit dem Finger auf dem Zeichenschema das Fortschreiten der Abgabe. Erst bis der Amateur sich das Zeichenschema völlig eingepägt hat und die Fertigkeit besitzt, dem Zeichen akustisch mit Sicherheit zu folgen, dann erst sollte der Versuch unternommen werden, mit Hilfe des Zeichens Uhren zu vergleichen.

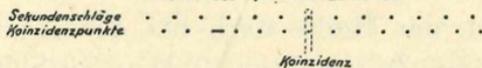
Der Großsender Nauen beginnt, wie übrigens auch die Großsender in Paris und Lafayette-Bordeaux, die Abgabe des Zeitzeichens mit einem *Vorsignal*. 55 Min. nach 0 Uhr, bezw. nach 12 Uhr (M. E. Z.) beginnt Nauen durch etwa eine volle Minute hindurch den Buchstaben *v* in Morsezeichen, d. i. ... — abzugeben. Diese Zeichen gehen bekanntlich jedem Funkver-

kehr voran und geben Gelegenheit zur Feinabstimmung des Radioempfangsgerätes (vgl. hiezu das Zeichenschema für Nauen). Um 56 Min. 16 Sek. ertönt der Aufruf als Aviso für den Hörer, daß Nauen mit der Abgabe beginnen wird. Nun

*Nauen (Pbz) auf Welle 3100 m gedämpft und 18000 m ungedämpft
um 0^h 55^m und 12^h 55^m M.E.Z.*



Ein Beispiel für eine Koinzidenz zwischen den Sekundenschlägen der Beobachtungsur und den Punkten des Koinzidenzzeichens



folgen im Verlaufe der 56. Minute die sechs Buchstaben P O Z M G Z in Morsezeichen aufeinander. Die ersten drei Buchstaben, also P O Z, kennzeichnen den gebenden Sender, hier Nauen bei Potsdam, die folgenden drei Buchstaben, also M G Z, sind die Abkürzung für die Worte: mittlere Greenwichscher Zeit. Hiemit ist das sogenannte Vorsignal beendet und es folgt nun das Hauptsignal, nämlich das eigentliche Zeitzeichen. Es beginnt mit der Minute 57. Zunächst gibt Nauen siebenmal hintereinander den Buchstaben x, der durch einen Strich, zwei Punkte und einen Strich charakterisiert ist. Diese x folgen im Sekundentempo derart aufeinander, daß Anfang

und Ende jedes Striches sowie jeder Punkt mit einer vollen Sekunde zusammenfällt. Das letzte x endet präzise um 57 Min. 47 Sek. Nun folgt eine Pause von 8 Sekunden, worauf Nauen den Buchstaben o, d. s. drei Striche von je einer Sekunde Dauer — getrennt durch je ein Intervall von Sekundenlänge — funkt; das Ende des letzten Striches fällt auf 58 Min. 0 Sek. Nach einer Pause von 8 Sekunden funkt sodann Nauen den Buchstaben n, d. i. ein Strich von der Dauer einer Sekunde und ein Punkt, der genau auf den Zeitpunkt 58 Min. 10 Sek. fällt. Dieser Buchstabe n wird nun zu jeder Zehnersekunde wiederholt. Der Punkt des letzten n fällt auf die Sekunde 50 der Minute 58. Nun folgt auf eine Pause von 5 Sekunden wieder der Buchstabe o, bestehend aus drei Strichen von je einer Sekunde Dauer; das Ende des letzten Striches fällt auf 59 Min. 0 Sek. Im Verlaufe dieser Minute, d. i. also die Minute 59, funkt sodann Nauen fünfmal den Buchstaben g, d. h. je zwei Striche und einen Punkt, welcher letzterer jeweils mit einer vollen Zehnersekunde dieser Minute koinzidiert. Den Abschluß der Minute bildet wieder das Morsezeichen für o, dessen letzter Strich zum Zeitpunkte 59 Min. 60 Sek., d. i. 0 Min. 0 Sek., endet. Nach einer Pause von 4 Sekunden gibt Nauen das konventionelle Schlußzeichen, nämlich . — . — ., wobei der letzte Punkt auf die zehnte Sekunde der Minute 0 fällt. Hiemit ist die Abgabe des Onogozeichens beendet.

Aus dem Zeichenschema ist nun auch leicht die Herkunft der Bezeichnung „Onogo“ zu entnehmen. Man schreibe die Buchstaben, welche der Reihe nach bei der Abgabe des Zeitzeichens zwischen den Zeitpunkten 57 Min. 55 Sek. und 0 Min. 0 Sek. zur Verwendung kommen, nebeneinander; man erhält so die Buchstabenfolge o, n, o, g, o, welche als Wort gelesen die Bezeichnung Onogo liefert.

Die präzise Abgabe des Zeitzeichens in Nauen besorgt ein Mechanismus, den H. Mahnkopf im Archiv der Deutschen Seewarte (XXXIX. Jahrgang, 1921, Die Auslösung der funkentelegraphischen Nauener Zeitsignale durch die Deutsche Seewarte) bis ins einzelne beschrieben hat. Hier wird es genügen, die größtenteils nach Wanachs Vorschlägen geschaffenen Apparaturen wenigstens in großen Umrissen zu schildern.

Die zur Kenntnis der präzisen Zeit nötigen astronomischen Beobachtungen werden an der Deutschen Seewarte in Hamburg

angestellt. Diese ist mit dem Großsender in Nauen durch eine Telegraphenleitung verbunden, welche indessen bei jeder Signalabgabe nur für einen zwei Sekunden dauernden Stromstoß in Anspruch genommen wird, welcher den in Nauen befindlichen Hauptsignalgeber betätigt. Die Abgabe dieses kurzen, einmaligen Stromstoßes geschieht durch zwei im Zeitdienstzimmer der Seewarte aufgestellte Auslöseuhren, welche Sekundenpendeluhren sind, und die kurz vor Abgabe des Signals dadurch auf den für die Signalabgabe richtigen Stand gebracht werden, daß ihre Pendel durch Zulegen oder Abheben von Zulagegewichten geeignet belastet oder entlastet werden. Normalerweise stehen zur Erhöhung der Sicherheit des Betriebes beide Uhren in Funktion und lösen gemeinsam den zur Betätigung des Hauptsignalgebers in Nauen nötigen Stromstoß aus. Doch kann die Auslösung von jeder der beiden Uhren auch allein besorgt werden. In der Großsendestation Nauen ist der sogenannte Vorsignalgeber und der eben erwähnte Hauptsignalgeber untergebracht. Dem Vorsignalgeber obliegt, wie schon der Name sagt, die Auslösung des Vorsignals, also die Auslösung der zur Abstimmung dienenden v und der in die Minute 56 fallenden Morsezeichen „Achtung P O M Z G Z“. Der Vorsignalgeber wird seinerseits durch eine neben ihm aufgestellte Sekundenpendeluhr in Betrieb gesetzt. Auch diese Uhr wird mit Hilfe von Zulagegewichten von den Beamten der Großstation Nauen auf den zur Abgabe des Signals richtigen Stand gebracht. Es genügt nämlich vollauf, wenn die Vorsignale auf einige Sekunden genau abgegeben werden, doch weichen sie selten um mehr als eine Sekunde ab. Es lag daher gewiß kein Grund vor, den Vorsignalgeber von Hamburg aus zu betätigen, und es konnte daher die Überwachung seiner Auslösung unbedenklich der Großsendestation Nauen übertragen werden. Hingegen mußte die Auslösung des Hauptsignalgebers der Hamburger Seewarte vorbehalten bleiben, welche diese auf der schon erwähnten Telegraphenlinie zwischen Hamburg und Nauen mittels des nur zwei Sekunden dauernden Stromstoßes bewirkt. Der Hauptsignalgeber löst das eigentliche Zeitsignal, also die zwischen 57 Min. 0 Sek. und 60 Min. 10 Sek. fallenden Zeichen, d. s. die x, die Onogozeichen und das Schlußsignal, aus. Der Hauptsignalgeber besteht in der Hauptsache aus einem Sekundenpendelwerk mit Grahamhemmung,

das eine Scheibe dreht, dessen Umfang eine Anzahl von teils spitzen, teils stumpfen Zähnen trägt. Diese Zähne und die Lücken zwischen ihnen schließen, bzw. öffnen bei der Drehung der Scheibe einen Stromkreis, wodurch bei Stromschluß je nach der zeitlichen Dauer des Kontaktes die Punkte und Striche des Signals hervorgerufen werden. Das Sekundenpendel des Uhrwerks ist vor Eintreffen des in Hamburg ausgelösten Stromstoßes unter einem Winkel von etwa $1^{\circ} 40'$ seitwärts von seiner Ruhelage arretiert. Durch den Stromstoß wird die Arretierung gelöst und das Pendel beginnt im Sekudentempo zu schwingen, wodurch die erwähnte Scheibe im Kreise ruckweise weiter bewegt wird. Nach einem vollen Umlauf der Zeichenscheibe, also nach Abgabe des Schlußzeichens, wird das Pendel in seiner Ausgangsstellung wieder festgehalten, so daß es für die nächste, in 12 Stunden wieder erfolgende Signalabgabe bereit ist.

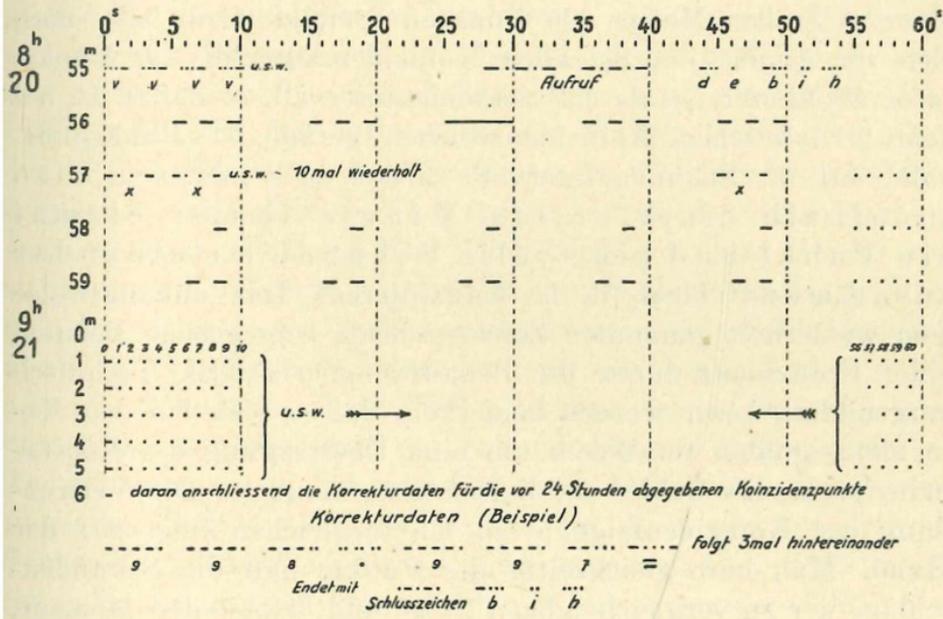
Auch die Großsender in Paris und Lafayette-Bordeaux geben Onogozeichen ab. Die Onogozeichen dieser Stationen unterscheiden sich nicht wesentlich von jenen, die Nauen abgibt. Im Vorsignal wird zur Abstimmung der Empfangsgeräte zunächst wiederholt der Buchstabe v in Morsezeichen gegeben, worauf der Aufruf und das Kennzeichen des Signals, d. s. die Morsezeichen für „de bih“, d. h. de Bureau International de l'heure, folgt. Während jedoch beim Nauener Signal sofort auf das Kennzeichen der Buchstabe x folgt, geben die beiden französischen Sender nach dem Kennzeichen zunächst viermal im Sekudentempo den Buchstaben o in Morsezeichen und trennen hiebei die beiden ersten o von den beiden letzten durch einen 5 Sekunden dauernden Strich; hieran schließen sich, beginnend mit der vollen Minute, die x und das eigentliche Onogozeichen, in welchem jedoch die französischen Stationen, abweichend von Nauen, die am Ende jeder vollen Minute auftretenden o in sechs Punkte auflösen, die im Sekudentempo aufeinanderfolgen. Man ersieht die aufgezählten Unterschiede ohneweiters beim Vergleiche der Zeichenschemen auf Seite 217.

Wie bereits eingangs erwähnt, geben die Sendestationen in Nauen, Paris und Lafayette-Bordeaux noch ein weiteres, für hochpräzise Uhrvergleiche geeignetes Zeitzeichen ab, das sogenannte *Koinzidenzsignal*. Die französischen Koinzidenzsignale bestehen darin, daß fünf Intervalle zu je einer Zeit-

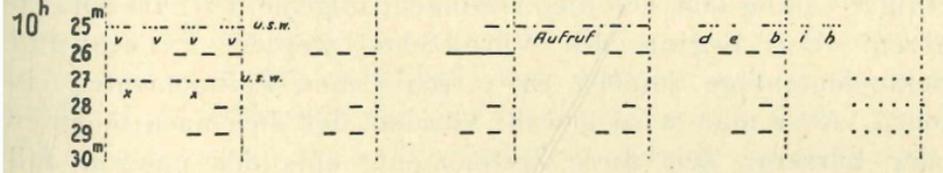
minute Länge durch je 60 Punkte in je 61 Teilintervalle zerlegt werden. Aus dem Schema für die französischen Zeitzeichen ist zu ersehen, daß der Beginn des Koinzidenzzeichens sowie jeder der folgenden fünf Minuten durch einen beiläufig eine

Bih (Bureau International del Heure) funkt um 8^h55 u. 20^h55 J.C. E.Z.

durch $\left\{ \begin{array}{l} \text{LY (Lafayette Bordeaux) auf Welle 18900 m ungedämpft} \\ \text{FL (Eiffelturm)) - - - 2650 - gedämpft} \\ \text{(") - - - 75 - } \\ \text{(") - - - 32 - } \end{array} \right\} \text{ Kurzwellen}$



FL auf Welle 2650 m um 10^h 25^m vorm.



halbe Sekunde dauernden Strich bezeichnet ist; zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Strichen liegen 60 Punkte, die in Intervallen von je 98 Hundertsteln Sekunden aufeinanderfolgen, wie man sofort erkennt, wenn man die Anzahl der Sekunden in einer Minute, also 60, durch die Anzahl der Punktintervalle in einer Minute, also 61, dividiert; die Punkte folgen also etwas rascher aufeinander, als eine Sekundenuhr tickt. Diese Bemerkung ist für das Folgende festzuhalten.

Das Koinzidenzsignal von Nauen besteht aus 300 Punkten, die in Intervallen von je 98 Hundertsteln Sternzeitsekunden aufeinanderfolgen. Der erste Punkt des Nauener Koinzidenzsignals wird ebenso wie der 60., 120., 180., 240. und 300. Punkt in je einen, etwa eine halbe Sekunde dauernden Strich ausgezogen. Auch beim Nauener Zeitzeichen folgen die einzelnen Punkte also etwas rascher aufeinander als eine mittlere Zeituhr, geschweige denn eine Sternzeituhr, tikt.

Zum Verständnis des Zweckes, welcher mit der Abgabe einer so großen Menge von Punkten verfolgt wird, halte man sich vor Augen, daß bei allen Koinzidenzsignalen das Punktintervall kürzer ist als das Sekundenintervall, so daß z. B. bei dem französischen Koinzidenzzeichen gerade 61 Punktintervalle auf 60 Sekundenintervalle gehen. Es müssen also innerhalb einer vollen Minute immer einmal ein Punkt und eine volle Sekunde miteinander zusammenfallen, d. h. koinzidieren. Das anhangsweise dem wiederholt genannten Zeichenschema beigegebene Beispiel einer Koinzidenz dürfte die Behauptung erläutern. Technisch vorgebildete Leser werden bemerken, daß es sich bei den Koinzidenzsignalen im Wesen um eine Übertragung des Noniusprinzips in das Gebiet der Zeitmessung handelt. Die Verwendung der Koinzidenzsignale zu Uhrvergleichen liegt auf der Hand. Man höre gleichzeitig die Punkte und die Sekundenschläge der zu vergleichenden Uhr ab und erfasse den Moment, in welchem Punkt und Sekundenschlag zusammenfallen. Mit einiger Übung läßt sich dieser Moment ungemein scharf heraus hören. Bei Beginn des Vergleiches werden Punkte und Sekundenschläge zumeist zu verschiedenen Zeitmomenten ertönen. Aber man wird gewahr werden, daß sich nach längerer oder kürzerer Zeit diese Zeitmomente einander nähern, daß schließlich ein Koinzidieren eintritt, worauf die Punkte, da sie in kürzeren Intervallen aufeinanderfolgen als die Sekundenschläge, diesen vorzueilen beginnen; Punkte und Sekundenschläge entfernen sich jetzt so lange von einander, bis ein Punkt genau die Mitte zwischen zwei aufeinanderfolgende Sekundenschläge hineinfällt; von da an beginnen sich die Punkte wieder den Sekundenschlägen so lange zu nähern, bis schließlich ein Punkt wieder mit einem Sekundenschlag koinzidiert. Das Koinzidieren läßt sich bei einiger Übung ungemein scharf er-

fassen; das menschliche Ohr ist nämlich befähigt, noch Zeitunterschiede von zwei Hundertstel Sekunden herauszuhören. Da das Punktintervall gerade nur zwei Hundertstel Sekunden kürzer ist als das Sekundenintervall, so kann man selbst in nächster Nähe der Koinzidenz noch den zeitlichen Unterschied zwischen dem Ertönen eines Punktes und eines Sekundenschlages, und hiedurch schließlich das völlige Koinzidieren bei einiger Übung scharf wahrnehmen.

Wir sind damit zu dem Thema des Uhrvergleiches mit Hilfe der Radiozeitzeichen überhaupt gekommen. Beginnen wir mit der Besprechung der Aufnahme der einfachsten, also der bürgerlichen Zeitzeichen. Man vergegenwärtige sich hiebei vielleicht das Zeitzeichen des Wiener Ortsenders, also das RAVAG-Zeichen, welches in einem Vorsignal zuerst die kommende volle Minute und sodann durch das Hauptsignal, welches bekanntlich aus drei Einzelschlägen einer Glocke besteht, die volle Minute mit dem dritten Schlage markiert. Hat man mit Hilfe dieses Zeichens beispielsweise eine Sekundenuhr, also eine Uhr, die volle Sekunden tickt, zu vergleichen, so wird man die Sekunden dieser Uhr mitzählen, sei es, daß man mit dem Auge dem Springen des Sekundenzeigers folgt, sei es — was genauer ist —, daß man mit einem Ohre die aufeinanderfolgenden Sekundenschläge erfaßt. Im Momente des dritten Schlages des RAVAG-Zeichens wird man versuchen, die Zehntelsekunden zu schätzen, die seit dem letzten Sekundenschlage bis zum Ertönen des Glockenschlages verflossen sind. Das ist keineswegs schwer, und die nötige Übung ist ungemein rasch erworben, da der Mensch schon von Natur aus ein ungemein feines Zeitempfinden mitbringt; man erinnere sich daran, wie empfänglich jedermann für den Rhythmus musikalischer Darbietungen, welcher Art auch immer, ist, und wie die geringsten Verstöße hiegegen viel schärfer als etwa Verstöße gegen die Tonhöhe wahrgenommen werden. Selbstredend ist beim Schätzen des Zehntels der Sekunde gleichzeitig die abgelaufene volle Sekunde zu erfassen, und es ist für den Anfang zweckmäßig, sich die wiederholte Abgabe des Zeichens dadurch nutzbar zu machen, daß man zuerst die abgelaufene Sekunde und erst bei der zweiten oder dritten Wiederholung des Zeichens auch daran geht, das Zehntel der Sekunde zu schätzen. Es vereinfacht den Uhrvergleich, wenn man sich auf einem Stück Papier unter-

einander die Zeiten aufschreibt, zu welchen das Zeichen der RAVAG ertönen wird, und sodann die vollen Sekunden und die geschätzten Zehntel daneben setzt. Die Differenz nebeneinanderstehender Zahlen gibt dann sofort die Fehlangebe der Uhr gegen M. E. Z.; da die RAVAG in der Regel fünfmal hintereinander zu jeder vollen Minute ihr Zeichen abgibt, erhält man somit fünf Werte für die Fehlangebe der Uhr, welche sich nur um die Fehler der Schätzung, also um einige Zehntel, voneinander unterscheiden können, und die man zweckmäßigerweise zu einem arithmetischen Mittel zusammenfaßt. Ähnlich wird man beim Vergleiche von Taschenuhren vorgehen. Diese Uhren sind bekanntlich in der Regel Zwei-Zehntel-Schläger, d. h. sie ticken fünfmal in der Sekunde. Hier erfordert der Vergleich nur mit dem Gehöre bereits eine größere Übung. Zunächst verschafft man sich durch einen Aug- und Ohrvergleich die Kenntnis der vollen Sekunde, zu welcher der Glockenschlag ertönt. Um nun auch das Zehntel der Sekunde zu erfassen, zählt man die Schläge der Taschenuhr in der Sekunde in der Form 0, 2, 4, 6, 8, 0, 2, 4, 6, 8 usw. mit und bemüht sich, jenes Zehntel zu erfassen, bei welchem der Glockenschlag ertönt; diese setzt man der bereits ermittelten vollen Zeitsekunde hinzu.

Auf andere Weise läßt sich auch das Onogozeichen nicht aufnehmen, falls nicht besondere instrumentelle Hilfsmittel zur Verfügung stehen. Auch bei diesem Zeichen kommt es nur darauf an, beim Ertönen des Hauptsignales die Momente, zu welchen die Punkte oder das Ende der Striche wahrgenommen werden, an der Vergleichsuhr festzuhalten. Wenn auch jede einzelne Beobachtung mit einem fast unvermeidlichen Schätzungsfehler behaftet ist, so gibt doch die große Anzahl der Einzelsignale im Hauptsignal eine gewisse Gewähr dafür, daß der Mittelwert aller Schätzungen nahezu frei sein wird von den Schätzungsfehlern. Selbst bei geringer Übung kann auf diese Weise die Fehlangebe der Uhr bis auf ein Zehntel der Sekunde genau erhalten werden.

Bequemer und vielleicht auch etwas genauer wird das Ergebnis des Uhrvergleiches, wenn man sich bei ihm eines Chronographen bedienen kann. Es sind das bekanntlich Instrumente, welche den Eintritt eines Ereignisses graphisch festhalten. Ein in den Apparat eingebautes Uhrwerk bewegt

einen Papierstreifen mit gleichförmiger Geschwindigkeit weiter. Zwei Schreibstifte markieren, falls sie durch den Schluß eines elektrischen Stromes betätigt werden, auf diesem Papierstreifen Punkte. Man pflegt nun den einen Schreibhebel in einen Stromkreis einzuschalten, der durch das schwingende Pendel einer Uhr bald geöffnet, bald geschlossen wird; bei Stromschluß markiert die Feder einen Punkt auf dem Streifen. Da die Feder somit jede Sekunde einen solchen Punkt am Streifen markiert, werden durch die entstehenden Punkte die ablaufenden Sekunden der Uhr graphisch festgehalten. Den anderen Schreibhebel am Chronographen schaltet man in einen Stromkreis ein, dessen Schließung und Öffnung durch einen Taster besorgt wird. Beim Niederdrücken des Tasters markiert die zweite Feder auch einen Punkt. Aus der Lage dieses Punktes gegenüber jenen Punkten, welche die Sekunden der Uhr markieren, kann ohne Schwierigkeit, nämlich durch Ausmessung der Lage der Punkte am Papierstreifen, der Moment, zu welchem der Taster betätigt wurde, entnommen werden. Mit einem solchen Chronographen ist der Uhrvergleich ungemein bequem. Der Beobachter ist nämlich der Zählung der Sekunden an der Uhr völlig enthoben und kann seine ganze Aufmerksamkeit dem Zeitzeichen widmen. Sobald das Hauptsignal ertönt, besteht seine ganze Tätigkeit darin, beim Ertönen jedes Punktes — z. B. in der n- oder g-Reihe des Onogoseichens — den Taster niederzudrücken. Hiedurch markiert die zweite Feder eine Anzahl von Punkten auf dem Papierstreifen, welche die Zeitmomente graphisch festhalten, zu denen die Zeichen im Onogoseichensignal ertönt. Die Genauigkeit dieses, man kann sagen, halb automatischen Aufnahmeverfahrens sollte jedoch nicht überschätzt werden. Viel genauer als bei der Aug- und Ohrmethode dürfte sich der Uhrvergleich kaum ausführen lassen. Der weitere Schritt zur vollständigen Automatisierung des Uhrvergleiches lag daher nahe; man schaltet den Beobachter völlig aus und ersetzt ihn durch ein hochempfindliches Relais, das auf die einfallenden Radiowellen selbsttätig anspricht und das automatisch jene Feder am Chronographen betätigt, die beim halbautomatischen Verfahren der Beobachter durch Niederdrücken des Tasters funktionieren ließ. Auf diesem Wege läßt sich eine weitgehende Genauigkeit erzielen und das Hundertstel der Sekunde scharf festhalten.

Eine nahezu ebenso weitgehende Genauigkeit ohne Zuhilfenahme einer komplizierten Apparatur läßt sich durch die bereits eingangs dieses Vortrages beschriebene Abnahme des Koinzidenzsignals erzielen. Wie bereits erwähnt, ist es hier Aufgabe des Beobachters, die Koinzidenzen, d. h. das Zusammenfallen des Sekundenschlages der zu vergleichenden Uhr mit gewissen Punkten des Signals, zu erfassen. Zu diesem Behufe hat der Beobachter sowohl die Sekunde, zu welcher die Koinzidenz eintritt, als auch die Nummer des koinzidierenden Punktes in der Gesamtreihe der Punkte zu notieren. Die Kenntnis dieser Nummer ist unerläßlich für die Durchführung des Uhrvergleiches, da sie jene Greenwicher Zeit vermittelt, zu welcher der Punkt ertönte. Da nämlich der Zeitpunkt des Beginnes und des Endes des Koinzidenzsignals bekannt ist, so kann nach einfacher Regeldetri der Moment des Ertönens des koinzidierenden Punktes errechnet werden, sowie nur seine Nummer gegeben ist. Der Unterschied dieser Zeit gegenüber der Zeitangabe der verglichenen Uhr gibt ihre Fehlangebe. Natürlich kann man das Koinzidenzsignal, ebenso wie das Onogzeichen, auch automatisch mit Hilfe eines hochempfindlichen Relais und eines Chronographen aufnehmen; die Koinzidenzen, die nach dem Aug- und Ohrverfahren akustisch erfaßt werden müssen, werden beim automatischen Verfahren auf dem Chronographenstreifen graphisch festgehalten. Aus verschiedenen Gründen dürfte aber das automatische Verfahren kaum der Aug- und Ohrmethode überlegen sein.

Übrigens gibt es noch ein halbautomatisches Verfahren, welches die akustische Abnahme wesentlich bequemer gestaltet (Verfahren nach Hänni). Man verbindet das Kopftelephon derart mit der Aufnahmeuhr durch einen elektrischen Stromkreis, daß das Telephon im Momente des Sekundenschlages durch einen in der Uhr angebrachten Kontakt kurzgeschlossen wird, d. h., daß zu diesem Augenblicke das Telephon akustisch unwirksam wird. Nun vergegenwärtige man sich den Ablauf der Ereignisse bei einer Koinzidenz; diese besteht dann, wenn ein Punkt mit einem Sekundenschlag zusammenfällt. Infolge der Versuchsanordnung ist aber das Telephon gerade beim Sekundenschlage akustisch unwirksam. Wenn also eine Koinzidenz eintritt, fällt scheinbar ein Punkt aus der Punktreihe aus, er wird durch die Versuchsanordnung, wie

man sagt, gelöscht. Man hat also beim halbautomatischen Verfahren zwar wieder auf die Nummer des gelöschten Punktes in der Punktreihe zu achten und auch die Sekunde zu notieren, für welche die Löschung eintritt, aber der Beobachter ist dadurch entlastet, daß für ihn die Aufgabe entfällt, das Zusammenrücken von Sekundenschlag und Punkt ständig zu verfolgen und ihr schließliches Zusammenfallen zeitgerecht wahrzunehmen.

Die Abgabe der Zeitzeichen geschieht durch keinen Sender vollständig fehlerfrei, da selbst bei genauester Ausführung der verwendeten Apparaturen es technisch unmöglich ist, jede ihr Funktionieren beeinträchtigende Störung vollständig auszuschalten. Kein Zeitzeichen ist daher fehlerfrei, wenn auch den Onogo- und Koinzidenzsignalen in der Regel nur Fehler von einigen Hundertsteln Sekunden anhaften. Aber diese spielen wenigstens für die wissenschaftlichen Zwecke der Zeichen immerhin eine Rolle, da der Aufnahmefehler der Zeichen unter ein Hundertstel der Sekunde herabgedrückt werden kann. Die Sendestationen geben daher für jedes der abgegebenen Zeitzeichen nachträglich diesen Fehler bekannt, den sie dadurch bestimmen, daß sie ihre eigenen Zeitzeichen automatisch aufnehmen und mit ihren Hauptuhren vergleichen. Die Hamburger Seewarte veröffentlicht beispielsweise die an das Nauener Zeitzeichen anzubringenden Korrekturen nachträglich in den Zirkularen der Astronomischen Nachrichten. Lafayette-Bordeaux gibt im Anschlusse an seine täglichen Koinzidenzzeichen vorläufige Korrekturdaten für das 24 Stunden vorher gefunkte Koinzidenzzeichen, u. zw. in jener Form, die aus dem oft genannten Zeitzeichenschema leicht zu entnehmen ist. Das dort mitgeteilte Beispiel besagt, daß (I. Teil der Korrektur) der erste Strich des Koinzidenzsignals nicht, wie es sein sollte, genau um 1 Min. 0 Sek. begonnen hat, sondern bereits etwas vorher, nämlich um 0 Min. 59.98 Sek. Der zweite Teil der Korrektur sagt aus, daß der letzte Strich des Koinzidenzsignals nicht um 6 Uhr 0 Sek., sondern schon früher, nämlich um 5 Min. 59.97 Sek. begonnen hat. Endgültige Korrekturen für ihre Zeitzeichen geben die französischen Stationen im Bulletin Horaire (Herausgeber Bureau International de l'heure, Paris, bei Gauthier-Villars) bekannt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: [69](#)

Autor(en)/Author(s): Hopfner Franz

Artikel/Article: [Über Radiozeit, ihre Abgabe und Aufnahme. 209-223](#)