



## Die Entwicklung des Internationalen Zeitdienstes nach dem Kongreß für Chronometrie in Paris, 1954

Paul Szkalnitzky <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **45** (5–6), S. 164–175

1957

Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub>:

```
@ARTICLE{Szkalnitzky_VGI_195716,  
  Title = {Die Entwicklung des Internationalen Zeitdienstes nach dem Kongreß  
    f{"u}r Chronometrie in Paris, 1954},  
  Author = {Szkalnitzky, Paul},  
  Journal = {"Österreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen"},  
  Pages = {164--175},  
  Number = {5--6},  
  Year = {1957},  
  Volume = {45}  
}
```



## Die Entwicklung des Internationalen Zeitdienstes nach dem Kongreß für Chronometrie in Paris, 1954

Von Dr. phil. Paul Szkalnitzky

*Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen*

Die Anforderungen, welche die Beobachtungen des Geophysikalischen Jahres 1957/58 an den Internationalen Zeitdienst stellen, lassen eine Zusammenstellung der internationalen Zeitsignale für den astronomischen Zeitdienst und damit für die Längenbestimmungen während des Geophysikalischen Jahres notwendig erscheinen.

Das Bureau International de l'Heure (BIH) in Paris hat sich im Jahre 1955, wie bisher bei der Angabe der Verbesserungen der Zeitsignale, auch der astronomischen Beobachtungen anderer Länder bedient. Die eigenen Beobachtungen (halbdefinitive Zeit) umfassen den Tageszeitraum von 8<sup>h</sup>00 bis 23<sup>h</sup>00 Weltzeit, während für den Zeitraum von 0<sup>h</sup>00 bis 8<sup>h</sup>00 Weltzeit, angefangen vom Sender Norddeich (DAN 1 und DAN 2), die Korrekturen der Zeitsignale aus den Veröffentlichungen des Deutschen Hydrographischen Instituts und den Publikationen anderer Länder für deren Sender übernommen und dem System des BIH angepaßt werden.

Die vom BIH gewöhnlich im Bulletin Horaire in der Tabelle III, bzw. IV laufend veröffentlichten Korrekturen der Zeitsignale geben natürlich auch eine genaue Übersicht über die Signale, die im Laufe eines Kalendertages dem Beobachter zur Verfügung stehen. Da diese Tabellen aber frühestens ein halbes Jahr nach dem stattgefundenen Zeitzeichen im Druck erscheinen, wird der Beobachter in der Praxis über fallweise eingetretene Änderungen in Sendezeiten und Wellenlängen in Unkenntnis gelassen, womit ein mühsames Suchen der Stationen im Empfangsapparat verbunden sein kann.

Aus der erweiterten Tabelle der Zeitsignale (Heure définitive) gewinnt man aber eine gute Übersicht über die dem Internationalen Zeitdienst zur Verfügung stehenden Stationen.

Bevor darauf näher eingegangen wird, sei der Typus der Zeitsignale erläutert. Man unterscheidet Zeitsignale, die in mittlerer Zeit (Zonenzeit) von den einzelnen Stationen nach einem festen System gesendet werden. Der klassische Typus dieser Signale ist unter der Bezeichnung „ONOGO“ bekannt, die dadurch entstanden ist, daß durch fünf mittlere Zeitminuten alle 10 Sekunden nach einem bestimmten Schema Morsezeichen als Signale gesendet werden, aus denen dieses Wort gebildet wurde. So haben es noch vor dem 2. Weltkrieg die Sender von Paris des BIH und der Deutschlandsender (Königswusterhausen) gehalten. Später wurden die 3 Striche (Buchstabe O) zur vollen Minute durch 6 Punkte ersetzt, der letzte derselben gab die volle Minute an. (Vgl. Fig. 1.)

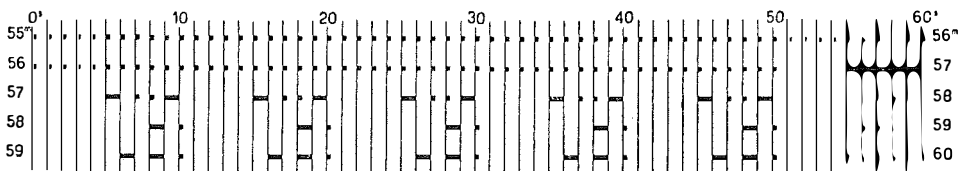


Fig. 1

Das BIH verwendet bei seinen Pariser Emissionen noch heute teilweise dieses System und nennt es „automatisches System“.

Auf dem Kongreß für Chronometrie im Jahre 1954 in Paris wurde jedoch von vielen Kongreßteilnehmern der Wunsch ausgesprochen, man möge doch auf das „englische System“ übergehen. Dieses besteht darin, daß während 5 Minuten kurze Sekundenimpulse gesendet werden, wobei die volle Minute durch einen kurzen Strich angezeigt wird.

Ein ganz ähnliches System wird in Amerika von der Sendegruppe WWV verwendet. Es wechseln dabei während 5 Minuten die Sekundenimpulse mit Normalfrequenzen ab. Zwecks Kennzeichnung der vollen Minute wird der 59. Punkt unterdrückt.

Das „englische System“ hat überdies den Vorteil, daß es einen bequemen Uhrvergleich in mittlerer Zeit mit Hilfe eines „Stroboskops“ gestattet. Dabei löst das Zeitzeichen im Stroboskop Lichtblitze aus, die ein Zifferblatt im Sekundenrhythmus erhellen. Dreht sich also ein von einer Quarzuhr gesteuerter Sekundenzeiger (1 Umdrehung pro Sekunde) vor dem Zifferblatt, so scheint er, durch den Lichtblitz des Signals sichtbar gemacht, immer an der gleichen Stelle des Zifferblattes zu stehen. So kann man einerseits sofort auf 0<sup>o</sup>001 genau Zeitablesungen vornehmen, andererseits würde man Änderungen, die im Rhythmus der vom Sender ankommenden Signale vorkämen, sofort erkennen.

Der Vorteil der Stroboskopmethode besteht darin, daß sofort Uhrvergleiche ohne Rechnung vorgenommen werden können. Diese Methode wird laufend in der Gruppe Eichwesen des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen bei Kontrolle der Quarzuhr angewendet.

Die Beobachtungsmöglichkeit der Zeitsignale mittels Stroboskopen oder Braun'schen Röhren, Kathodenstrahloszillographen u. dgl. m. veranlaßte nun auch das BIH bei drei von ihm emittierten Signalen (von insgesamt 7) das „englische System“ einzuführen.

Auch der russische Vertreter beim Kongreß für Chronometrie in Paris, 1954, Prof. Zverev, hat sich diesem Wunsche nach Aussendung der Vorsignale nach dem „englischen System“ gefügt und die russischen Sender sind seither von ihrem eigenen Vorsignalsystem zum englischen System übergegangen. Laut Mitteilung des Deutschen Hydrographischen Instituts in Hamburg vom Oktober 1957 wurde am 1. November 1957 gleichfalls das „englische System“ eingeführt. Das erleichtert die Beobachtung und Kontrolle der Signale in der Praxis sowie ihr mühsames Aufsuchen im Empfangsapparat.

Die besonderen „Koinzidenzsignale“ werden zwischen den Minuten 01 und 06 bei den vollen und in den Minuten 31 bis 36 bei den halben Stunden Weltzeit (Zonenzeit) gesendet.

Es werden innerhalb einer Minute 61 Punkte mit Hervorhebung des vollen Minutenpunktes gesendet, so daß ein Punktintervall dem Zeitraum von  $60/61^s = 0^s9836$  mittlerer Zeit, bzw.  $0^s986$  Sternzeit entspricht. Daraus ergeben sich die beiden nachstehenden Tabellen, die jedem Signalpunkt die seit Signalbeginn verstrichene Zeit nach mittlerer, bzw. Sternzeit zuordnen.

Tabelle 1

*Reduktion der Koinzidenzsignale bei Vergleich mit  
Mittlere-Zeit-Uhren*

Pkt. Nr.	Red.	Pkt. Nr.	Red.	Pkt. Nr.	Red.
0	0,0000				
1	0,9836	21	20,6557	41	40,3279
2	1,9672	22	21,6393	42	41,3115
3	2,9508	23	22,6230	43	42,2951
4	3,9344	24	23,6066	44	43,2787
5	4,9180	25	24,5902	45	44,2623
6	5,9016	26	25,5738	46	45,2459
7	6,8852	27	26,5574	47	46,2295
8	7,8688	28	27,5410	48	47,2131
9	8,8524	29	28,5246	49	48,1967
10	9,8361	30	29,5082	50	49,1803
11	10,8197	31	30,4918	51	50,1639
12	11,8033	32	31,4754	52	51,1475
13	12,7869	33	32,4590	53	52,1311
14	13,7705	34	33,4426	54	53,1148
15	14,7541	35	34,4262	55	54,0984
16	15,7377	36	35,4098	56	55,0820
17	16,7213	37	36,3934	57	56,0657
18	17,7049	38	37,3770	58	57,0492
19	18,6885	39	38,3607	59	58,0328
20	19,6721	40	39,3443	60	59,0164
				61	60,0000

*Schema des deutschen Koinzidenzsignales:*

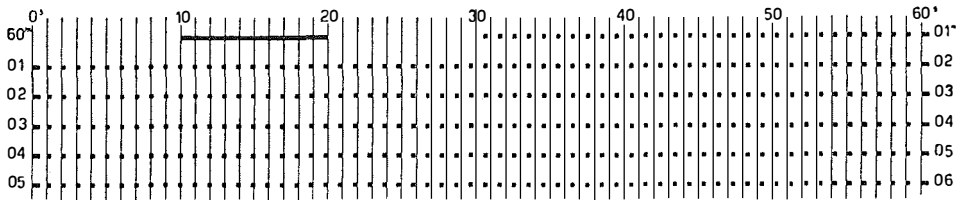


Fig. 2

Tabelle 2

*Reduktion der Koinzidenzsignale beim Vergleich mit Sternzeituhren*

Nr.	Red.	Nr.	Red.	Nr.	Red.	Nr.	Red.	Nr.	Red.
1	0 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> 986	62	1 <sup>m</sup> 1 <sup>s</sup> 151	123	2 <sup>m</sup> 1 <sup>s</sup> 315	184	3 <sup>m</sup> 1 <sup>s</sup> 479	245	4 <sup>m</sup> 1 <sup>s</sup> 644
2	1,973	63	2,137	124	2,301	185	2,466	246	2,630
3	2,959	64	3,123	125	3,288	186	3,452	247	3,616
4	3,945	65	4,110	126	4,274	187	4,438	248	4,602
5	4,932	66	5,096	127	5,260	188	5,424	249	5,589
6	5,918	67	6,082	128	6,246	189	6,411	250	6,575
7	6,904	68	7,068	129	7,233	190	7,397	251	7,561
8	7,890	69	8,055	130	8,219	191	8,383	252	8,548

Nr.	Red.	Nr.	Red.	Nr.	Red.	Nr.	Red.	Nr.	Red.
9	8,877	70	9,041	131	9,205	192	9,370	253	9,534
10	9,863	71	10,027	132	10,192	193	10,356	254	10,520
11	10,849	72	11,014	133	11,178	194	11,342	255	11,506
12	11,836	73	12,000	134	12,164	195	12,328	256	12,493
13	12,822	74	12,986	135	13,150	196	13,315	257	13,479
14	13,808	75	13,972	136	14,137	197	14,301	258	14,465
15	14,794	76	14,959	137	15,123	198	15,287	259	15,452
16	15,781	77	15,945	138	16,109	199	16,274	260	16,438
17	16,767	78	16,931	139	17,096	200	17,260	261	17,424
18	17,753	79	17,918	140	18,082	201	18,246	262	18,411
19	18,740	80	18,904	141	19,068	202	19,233	263	19,397
20	19,726	81	19,890	142	20,055	203	20,219	264	20,383
21	20,712	82	20,877	143	21,041	204	21,205	265	21,370
22	21,699	83	21,863	144	22,027	205	22,192	266	22,356
23	22,685	84	22,849	145	23,014	206	23,178	267	23,342
24	23,671	85	23,836	146	24,000	207	24,164	268	24,328
25	24,658	86	24,822	147	24,986	208	25,150	269	25,315
26	25,644	87	25,808	148	25,972	209	26,137	270	26,301
27	26,630	88	26,794	149	26,959	210	27,123	271	27,287
28	27,616	89	27,781	150	27,945	211	28,109	272	28,274
29	28,603	90	28,767	151	28,931	212	29,096	273	29,260
30	29,589	91	29,753	152	29,918	213	30,082	274	30,246
31	30,575	92	30,740	153	30,904	214	31,068	275	31,232
32	31,562	93	31,726	154	31,890	215	32,054	276	32,219
33	32,548	94	32,712	155	32,876	216	33,041	277	33,205
34	33,534	95	33,698	156	33,863	217	34,027	278	34,191
35	34,520	96	34,685	157	34,849	218	35,013	279	35,178
36	35,507	97	35,671	158	35,835	219	36,000	280	36,164
37	36,493	98	36,657	159	36,822	220	36,986	281	37,150
38	37,479	99	37,644	160	37,808	221	37,972	282	38,137
39	38,466	100	38,630	161	38,794	222	38,959	283	39,123
40	39,452	101	39,616	162	39,781	223	39,945	284	40,109
41	40,438	102	40,603	163	40,767	224	40,931	285	41,096
42	41,425	103	41,589	164	41,753	225	41,918	286	42,082
43	42,411	104	42,575	165	42,740	226	42,904	287	43,068
44	43,397	105	43,562	166	43,726	227	43,890	288	44,054
45	44,384	106	44,548	167	44,712	228	44,876	289	45,041
46	45,370	107	45,534	168	45,698	229	45,863	290	46,027
47	46,356	108	46,520	169	46,685	230	46,849	291	47,013
48	47,342	109	47,507	170	47,671	231	47,835	292	48,000
49	48,329	110	48,493	171	48,657	232	48,822	293	48,986
50	49,315	111	49,479	172	49,644	233	49,808	294	49,972
51	50,301	112	50,406	173	50,630	234	50,794	295	50,958
52	51,288	113	51,452	174	51,616	235	51,780	296	51,945
53	52,274	114	52,438	175	52,602	236	52,767	297	52,931
54	53,260	115	53,424	176	53,589	237	53,753	298	53,917
55	54,246	116	54,411	177	54,575	238	54,739	299	54,904
56	55,233	117	55,397	178	55,561	239	55,726	300	55,890
57	56,219	118	56,383	179	56,548	240	56,712	301	56,876
58	57,205	119	57,370	180	57,534	241	57,698	302	57,863
59	58,192	120	58,356	181	58,520	242	58,685	303	58,849
60	59,178	121	59,342	182	59,507	243	59,671	304	59,835
61	1 <sup>m</sup> 0,164	122	2 <sup>m</sup> 0,329	183	3 <sup>m</sup> 0,493	244	4 <sup>m</sup> 0,657	305	5 <sup>m</sup> 0,821

Der Vergleich von Uhren, die mittlere Zeit anzeigen, mit den Koinzidenzsignalen erfolgt normalerweise akustisch. Braucht man genaue Resultate, die mit Sicherheit  $0^{\circ}01$  verlangen, so bedient man sich der elektrischen Auslöschmethode bzw. von Chronographen, die mechanisch Uhrschlag und Zeitsignal registrieren. Nur solche Einrichtungen kommen für den Zeitdienst des Geophysikalischen Jahres in Frage.

Stimmt der Schlag einer Pendeluhr beispielsweise zur angezeigten Sekunde 53 mit dem 54. Signalpunkt (lt. Tabelle 1:  $53^{\circ}115$ ) überein, so besitzt die Pendeluhr einen Uhrstand von  $+0^{\circ}115$ , sie geht also um diesen Betrag dem Zeitsignal gegenüber nach.

Will man jedoch den Stand einer Sternzeituhr nach dem wissenschaftlichen Zeitzeichen ermitteln, so benötigt man zum Uhrvergleich den Wert des Sternzeitintervalles, das zwischen der vorhergehenden Mitternacht des Ortsmeridianes und dem betreffenden Signalbeginn liegt. Dieser Wert stellt aber für die Zeitbestimmungen mit ein und demselben Signal eine Konstante dar.

Addiert man zu dieser den Wert des Koinzidenzzeitpunktes, der nach Tabelle 2 in Sternzeit ausgedrückt ist, so bekommt man sofort den gesuchten Wert des Zeitsignals (in Sternzeit); das ist der Soll-Wert der Sternzeituhr. Der Unterschied gegen die Uhrablesung ist der gewünschte Uhrstand.

Nehmen wir z. B. an, auf fünf bekannten astronomischen Instituten in Wien befinden sich bei bekannter geographischer Länge dieser Institute fünf Sternzeitpendel. Diese müssen, damit sie ihrem Zweck entsprechen, Ortssternzeit angeben.

Nach ihrer geographischen Länge geordnet, handelt es sich um folgende Institute:

Station	östl. geogr. Länge von Gr.	Korrektion der Sternzeit
I. Kuffnersternwarte, Wien XVI.	$1^{\text{h}} 5^{\text{m}} 11^{\circ}00$	$-10^{\circ}71$
II. Universitätssternwarte, Wien XVIII.	$1 5 21,35$	$-10,73$
III. Bundesamt f. Eich- u. Verm.Wesen, Wien VIII.	$1 5 26,24$	$-10,75$
IV. Technische Hochschule, Wien IV.	$1 5 29,76$	$-10,76$
V. Uraniasternwarte, Wien I.	$1 5 33,48$	$-10,77$

Wird beim Vergleich einer Sternzeituhr z. B. das Zeitzeichen von Rugby verwendet, so verwandelt man zunächst die Weltzeit des Signalbeginnes ( $10^{\text{h}}01^{\text{m}}00^{\circ}000$ ) durch Addition der Länge in mittlere Ortszeit und diese in ein Sternzeitintervall, das eine Stationskonstante ist. Zu diesem Werte muß die Ortssternzeit um  $0^{\text{h}}$  Mitternacht des Beobachtungstages addiert werden, wenn man von der dem Jahrbuch zu entnehmenden Sternzeit  $0^{\text{h}}$  Weltzeit den Betrag der „Korrektion der Sternzeit“ subtrahiert, welche letztere für jede Beobachtungsstation wieder eine Konstante ist. Wird diese in obige Stationskonstante einbezogen, so braucht man in der Praxis des Zeitdienstes nur jeweils zur Sternzeit  $0^{\text{h}}$  Weltzeit eine Stationskonstante addieren, um die richtige Ortssternzeit des Signalbeginnes zu erhalten.

Zu diesem Zwecke wurden für die fünf in der vorhergehenden Tabelle angeführten Beobachtungsstationen in Wien sämtliche Signalkonstanten aller hörbaren Signale in der Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3

Stationskonstanten für die Signalbeginne wissenschaftlicher Zeitsignale in Wien

Signalbeginn (MEZ)	Station:				
	I	II	III	IV	V
1 <sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> ,000	1 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup> ,17	1 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup> ,53	1 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> ,41	1 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup> ,93	1 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 33 <sup>s</sup> ,65
3 1 0,000	3 6 30,88	3 6 41,24	3 6 46,12	3 6 49,64	3 6 53,36
5 1 0,000	5 6 50,59	5 7 00,95	5 7 05,83	5 7 09,35	5 7 13,07
7 1 0,000	7 7 10,31	7 7 26,67	7 7 25,55	7 7 29,07	7 7 32,79
9 1 0,000	9 7 30,02	9 7 40,38	9 7 45,26	9 7 48,78	9 7 52,50
10 1 0,000	10 7 39,88	10 7 50,24	10 7 55,12	10 7 58,64	10 8 02,36
10 31 0,000	10 37 44,80	10 37 55,16	10 38 00,04	10 38 03,56	10 38 07,28
11 1 0,000	11 7 49,73	11 8 00,09	11 8 04,97	11 8 08,49	11 8 12,21
11 55 0,000	12 1 58,60	12 2 08,96	12 2 13,84	12 2 17,36	12 2 21,08
13 1 0,000	13 8 09,44	13 8 19,80	13 8 24,68	13 8 28,20	13 8 31,92
14 1 0,000	14 8 19,30	14 8 29,66	14 8 34,54	14 8 38,06	14 8 41,78
15 1 0,000	15 8 29,16	15 8 39,52	15 8 44,40	15 8 47,92	15 8 51,64
16 1 0,000	16 8 39,01	16 8 49,37	16 8 54,25	16 8 57,77	16 9 1,49
17 1 0,000	17 8 48,87	17 8 59,23	17 9 04,11	17 9 07,63	17 9 11,35
19 1 0,000	19 9 08,58	19 9 18,94	19 9 23,82	19 9 27,34	19 9 31,06
21 1 0,000	21 9 28,30	21 9 38,66	21 9 43,54	21 9 47,06	21 9 50,78
22 1 0,000	22 9 38,15	22 9 48,51	22 9 53,39	22 9 56,91	22 10 00,63
23 1 0,000	23 9 48,01	23 9 58,37	23 10 03,25	23 10 06,77	23 10 10,49
23 31 0,000	23 39 52,93	23 40 03,29	23 40 08,17	23 40 11,69	23 40 15,41

Für den Gebrauch der Tabelle 3 ein Beispiel: Findet etwa die Koinzidenz einer Sternzeituhr nach der Abhörmethode oder dem elektrischen Auslöschverfahren der Signalpunkte mit dem wissenschaftlichen Zeitsignal beim 178. Punkt statt (d. i. der 56. Punkt in der 3. Laufminute des Signals), so ergibt sich für das Signal von Rugby (11<sup>h</sup> MEZ) für den 2. Mai 1957 nachstehende Rechnung:

Sternzeit um 0 <sup>h</sup> Weltzeit (Berl. Jahrb. 1957, S. 7)	14 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 34 <sup>s</sup> ,15
Signalkonstante nach Tabelle 3, Station III	11 8 4,97
Ortssternzeit des Signalbeginnes	1 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup> ,12
Zeitwert des Koinzidenzpunktes Nr. 178, Tabelle 2	2 55,56
Sollwert des Sternzeitpendels	1 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 34 <sup>s</sup> ,68
Uhrablesung (Istwert)	1 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup> ,00
<b>Uhrstand</b>	<b>-4<sup>s</sup>,32</b>

Das BIH in Paris beobachtete im Jahre 1954 28.553 verschiedene, auf der ganzen Welt ausgesandte Zeitsignale, das sind rund doppelt so viele als im Jahre 1949. Dazu stieg die Zahl der astronomischen Vergleichsbeobachtungen um 66%, nämlich von 404 auf 672. Auch die technische Entwicklung wurde in den Dienst der Zeitbestimmung gestellt. Zeitbewahrer in Form von Quarzuhren sichern neben Pendeluhr in jedem Lande die Zeitsignale, die von den einzelnen Radiostationen ausgesendet werden, während die Atomuhren sich noch im Versuchsstadium befinden.

Auf dem Kongreß in Paris im Jahre 1954 wurde die Verwendung von Zenit-Teleskopen empfohlen, die eine automatische und zugleich photographische Beob-

achtung der Sterne zum Zwecke der Zeitbestimmung gestatten. Als besondere Schwierigkeit bei dieser Methode ist der Umstand zu bezeichnen, daß für die Zenitteleskope die Anzahl der zur Beobachtung zur Verfügung stehenden Sterne des FK3 noch zu gering ist und deshalb sollte dem Prismenastrolab von Danjon neben weitestgehender Automatisierung der Beobachtung von Sterndurchgängen gegenüber modernen Passageninstrumenten der Vorzug gegeben werden.

Ein Studium der Zeitsignalkorrekturen, die vom BIH in Paris laufend veröffentlicht werden, zeigt deutlich die Güte und Genauigkeit der ausgestrahlten Zeitsignale. Diese Übersichten des BIH zeigen aber auch die verschiedenen Wellenlängen (oder Frequenzen) der Zeitsignale, welche aus funktechnischen Gründen (Ausbreitungsbereiche der elektrischen Wellen der verschiedenen Kurzwellenbereiche, beste Empfangsmöglichkeiten in Übersee bei Tag und Nacht u. dgl. m.) häufig gewechselt werden müssen, was ein besonderes Studium erfordert.

Die Langwellenstationen, deren Wellenlängen das ganze Jahr hindurch gleichbleiben, bereiten aus diesem Grunde dem Praktiker keine Schwierigkeiten. Langwellenempfang ist aber vielen atmosphärischen Störungen, insbesondere in den Sommermonaten, ausgesetzt und man würde für den Empfang langwelliger Zeitsignale eigene Entstörgeräte benötigen, die den einwandfreien Empfang der Zeitsignale gewährleisten sollen.

Bekannte Langwellenstationen, geordnet nach dem Signalbeginn des Koinzidenzsignals, sind:

0 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>	(Weltzeit)	DAN I	Norddeich	2.400 m	125 kHz
4 01	„	ROR	Moskau	10.000 m	30 kHz
8 01	„	ROR	Moskau	10.000 m	30 kHz
8 01	„	FYP	St. Assise	3.291 m	91,2 kHz
9 01	„	FYP	St. Assise	3.291 m	91,2 kHz
9 31	„	FYP	St. Assise	3.291 m	91,2 kHz
10 01	„	GBR	Rugby	18.750 m	16 kHz*)
		GBZ	Criggion	15.306 m	19,6 kHz
12 01	„	DAN I	Norddeich	2.400 m	125 kHz
12 01	„	ROR	Moskau	10.000 m	30 kHz
13 01	„	FYP	St. Assise	3.291 m	91,2 kHz
14 01	„	RES	Moskau	3.333 m	90 kHz
16 01	„	ROR	Moskau	10.000 m	30 kHz
18 01	„	GBR	Rugby	18.750 m	16 kHz*)
		GBZ	Criggion	15.306 m	19,6 kHz
20 01	„	FYP	St. Assise	3.291 m	91,2 kHz
20 01	„	ROR	Moskau	10.000 m	30 kHz
21 01	„	FYP	St. Assise	3.291 m	91,2 kHz
22 01	„	RES	Moskau	3.333 m	90 kHz
22 31	„	FYP	St. Assise	3.291 m	91,2 kHz

\*) Derzeit werden die Zeitsignale nur auf Sender Criggion gesendet.

Die oben angeführten Signale eignen sich besonders zum Empfang auf stabilen Stationen.



Für Feldstationen, nämlich für Triangulierungspunkte 1. Ordnung, die vielfach auf Berggipfeln liegen und auf denen astronomische Längen- und Breitenbestimmungen bzw. Azimutmessungen durchgeführt werden sollen, eignen sich besser die weniger voluminösen Kurzwellenapparate mit Akkumulatorenbetrieb und leicht auslegbaren Antennen.

Daher wurde besondere Aufmerksamkeit auf den Empfang von Koinzidenzsignalen im Kurzwellenbereich gelegt. Die Beobachtung dieser Signale vor dem Jahre 1954 war besonders schwierig, da die Stationen unverhofft und verschiedentlich zu ganz unregelmäßigen Zeitpunkten ihre Wellenlängen änderten. Zuerst hatten diese Änderungen durchaus keinen periodischen Charakter. Auch die Zahl der Sendestationen war verhältnismäßig gering. Am besten zu hören waren die Zeitsignale des BIH, das ganzjährig Wellenlängen und Sendezeiten beibehält (Sender Pontoise).

Vorsignal (Weltzeit)	Typus	Koinz. Signal (Weltzeit)	Ruf- zeichen	Wellen- länge	Frequenz
7 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> — 8 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	autom.	8 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup> — 8 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup>	TQC 9	27,84 m	10.775 kHz
8 55 — 9 00	engl.	9 01 — 9 06	FYA 3	40,39 m	7.428 kHz
9 25 — 9 30	autom.	9 31 — 9 36	TQG 5	21,62 m	13.873 kHz
12 55 — 13 00	engl.	13 01 — 13 06	TQG 5	21,62 m	13.875 kHz
19 55 — 20 00	autom.	20 01 — 20 06	TQC 9	27,84 m	10.775 kHz
20 55 — 21 00	engl.	21 01 — 21 06	FYA 3	40,39 m	7.428 kHz
22 55 — 22 30	autom.	22 31 — 22 36	TQG 5	21,62 m	13.873 kHz

Weitere Stationen mit jährlich gleichbleibender Wellenlänge in den Jahren 1955 und 1956 waren:

Beginn d. Koinz. S. (Weltzeit)	Ruf- zeichen	Sender	Wellenlänge	Frequenz
10 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> *)	DHI 5	Osterloog	49,38 m	6.075 kHz
12 01	DAN 2	Norddeich	17,67 m	16.977 kHz
12 01	RWM 3	Moskau	26,20 m	11.450 kHz
		(nur 1955)		
12 01	RWM 5	Moskau	20,16 m	14.880 kHz
		(nur 1956)		

\*) Nur Werktags.

Damit ist leider die Reihe der Sendestationen mit gleichbleibenden Wellenlängen erschöpft. Wie man aus den Sendezeiten sieht, sind die Signale für den Beginn und den Abschluß astronomischer Messungen gar nicht günstig gelegen. Man muß solche Signale zur Verfügung haben, die in den Abend- und Morgenstunden so günstig liegen, daß sie unmittelbar vor Beginn und nach Abschluß der astronomischen Messungen zur Verfügung stehen.

In der Tat gibt es eine Reihe solcher Stationen, sie ändern aber ihre Wellenlänge periodisch.

Wendet man den englischen Kurzwellenstationen seine Aufmerksamkeit zu, so ergibt sich folgende Sendereihe für die Jahre 1955 und 1956:

Für 10<sup>h</sup>01<sup>m</sup> (Weltzeit) standen im Jahre 1955 folgende Signale zur Verfügung:

GIC 29	Rugby	32,09 m	9.350 kHz	Monat: I, II, XI, XII
GIC 37	Rugby	16,96 m	17.685 kHz	ganzjährig
GKU 5	Rugby	23,46 m	12.790 kHz	III—X

im Jahre 1956:

GIC 37	Rugby	16,96 m	17.685 kHz	ganzjährig
GIC 29	Rugby	32,09 m	9.350 kHz	I, II
GKU 5	Rugby	23,46 m	12.790 kHz	III, IV
GIC 33	Leafield	22,13 m	13.555 kHz	V—VIII
GPB 30	Rugby	29,03 m	10.332,5 kHz	XI, XII

im Jahre 1957:

GPB 30	Rugby	29,03 m	10.332,5 kHz	I, II
GIC 37	Rugby	16,96 m	17.685 kHz	voraussichtlich ganzjährig
GKU 5	Rugby	23,46 m	12.790 kHz	III—X

Für 18<sup>h</sup>01<sup>m</sup> (Weltzeit) ergab sich folgende Sendefolge:

im Jahre 1955:

GIC 26	Rugby	42,95 m	6.985 kHz	I, II
GIC 27	Rugby	40,55 m	7.397,5 kHz	III, IV, XI, XII
GPB 30	Rugby	29,03 m	10.332,5 kHz	I, II, V—X
GKU 5	Rugby	23,46 m	12.790 kHz	III, IV, XI, XII
GIC 37	Rugby	16,96 m	17.685 kHz	V—X

im Jahre 1956:

GIC 27	Rugby	40,55 m	7.397,5 kHz	I, II
GKU 5	Rugby	23,46 m	12.790 kHz	I, II, IX, X
GPB 30	Rugby	29,03 m	10.332,5 kHz	III—VIII, XI, XII
GIC 37	Rugby	16,96 m	17.685 kHz	III—XII

im Jahre 1957:

GPB 30	Rugby	29,03 m	10.332,5 kHz	I, II, XI
GIC 37	Rugby	16,96 m	17.685 kHz	voraussichtlich ganzjährig
GKU 5	Rugby	23,46 m	12.790 kHz	III—X

Für den praktischen Zeitdienst eignen sich diese Signale vorzüglich, doch liegen die Sendezeiten so, daß nur das Signal um 19 Uhr (MEZ) für den Beginn astronomischer Beobachtungen zum vorangehenden Uhrvergleich günstig liegt. Ist man auf Beobachtungsstationen gezwungen, zu beliebiger Nachtstunde die Beobachtungen abubrechen bzw. zu beenden, so stehen eine ganze Reihe weiterer Stationen zur Verfügung, die periodisch ihre Wellenlänge ändern. Es sind dies die Sender der Sendergruppe RWM 1—5 (Moskau), RPT—, 1, 2 (Taschkent) und RBT 1—4 Irkutsk.

Die Wellenlängen und Frequenzen dieser Sender sind folgende:

RWM 1	Moskau	29,85 m	10.049,4 kHz
RWM 2	„	55,76 m	5.379,8 kHz
RWM 3	„	26,20 m	11.449,5 kHz
RWM 4	„	39,01 m	7.689,7 kHz
RWM 5	„	20,16 m	14.870,8 kHz
RPT—	Taschkent	20,48 m	14.638,5 kHz
RPT 1	„	25,91 m	11.577,6 kHz
RPT 2	„	50,93 m	5.889,9 kHz
RBT 1	Irkutsk	21,58 m	13.900,6 kHz
RBT 2	„	27,52 m	10.900,3 kHz
RBT 3	„	44,28 m	6.774,5 kHz
RBT 4	„	56,82 m	5.279,4 kHz

Auch die Kurzwellenstationen des Deutschen Hydrographischen Instituts ändern für das Koinzidenzsignal von 0<sup>h</sup> 01<sup>m</sup> periodisch jeweils am 21. eines Monats nach einem nicht ganz einheitlichen Schema ihre Frequenz.

Die zur Verfügung stehenden Sender sind:

DAN 3	Norddeich	34,73 m	8.638 kHz
DAN 4	„	46,34 m	6.474 kHz
DAN 6	„	70,34 m	4.265 kHz

Die Sendezeiten der Sendegruppe RWM (Beginn des Koinzidenzsignals) sind: 0<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>, 2<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>, 6<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>, 12<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>, 14<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>, 16<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>, 20<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>, und 22<sup>h</sup> 01<sup>m</sup> (Weltzeit); die der Sendergruppe RBT (Irkutsk): 0<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>, 2<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>, 6<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>, 12<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>, 14<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>, 16<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>, und 22<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>; Sendegruppe RPT (Taschkent): 10<sup>h</sup> 01<sup>m</sup> und 18<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>.

Für die Jahre 1955 und 1956 sowie die ersten Monate des Jahres 1957 ergaben sich die aus nachstehender Übersicht ersichtlichen Vertauschungen, wobei der Wechsel der Wellenlänge jeweils am 1. des betreffenden (in der Übersicht mit römischer Ziffer angeführten) Monats eintritt.

Eine Ausnahme macht das bereits oben angeführte deutsche Signal um 0<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>, das nachstehenden Rhythmus aufweist:

DAN 4	III/IV—VIII/IX	oder	IX/X, II/III
DAN 3	IV—VIII	oder	III—IX
DAN 6	IX—III	oder	X—II

*Aufstellung der russischen Sender:*

Signalbeginn (Weltzeit)	Jahr	Sender	Monate	Sender	Monate
0 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>	1955	RWM 1	VI—VIII	RBT 1	VI—VIII
		RWM 2	I—III, X—XII	RBT 2	II, IV, V, IX—XII
		RWM 4	IV, V, IX	RBT 3	I, III
	1956	RWM 1	VI, VIII	RBT 1	VI, VII
		RWM 2	I—III, VII, X, XII	RBT 2	I, IV, VIII, XII
		RWM 4	IV, V	RBT 3	II, III, V
	1957	RWM 2	I, II	RBT 2	IV
		RWM 4	III, IV	RBT 3	I—III

2 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>	1955	RWM 1	IV, VII–IX	RBT 1	IV–IX
		RWM 3	V, VI	RBT 2	I–III, X–XII
		RWM 4	I–III, X–XII		
	1956	RWM 1	IV–VI, VIII	RBT 1	IV, VII, VIII
		RWM 2	I, II, VII	RBT 2	I–III, XII
		RWM 4	III, XII		
1957	RWM 1	IV	RBT 1	IV	
	RWM 4	I–III	RBT 2	I–III	
6 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>	1955	RWM 2	III	RBT 2	XI, XII
		RWM 3	I, II, IV–XII		
	1956	RWM 5	I–VIII, XII	RBT 1	III–VI, VIII, XII
			(vermutl. ganzjähr.)	RBT 2	I, II, VII
	1957	RWM 5	I–IV (ganzjährig)	RBT 1	I–IV
10 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>	1955			RPT 1	ganzjährig
				RPT 1	I–VI, VIII, IX, XII
	1956			RPT 2	VII
				RPT –	I–IV
12 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>	1955	RWM 3	ganzjährig	RBT 1	VII, VIII
				RBT 2	III–VI, IX, X
				RBT 3	II
				RBT 4	I, XI, XII
	1956	RWM 5	ganzjährig	RBT 1	VI, VII
				RBT 2	IV, V, VIII, IX
				RBT 3	II, III
				RBT 4	I, XII
	1957	RWM 5	ganzjährig	RBT 2	IV
				RBT 3	I–III
14 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>	1955	RWM 1	II, III, X	RBT 2	IV–VIII
		RWM 2	VII, XI, XII	RBT 3	II, III, IX, X
		RWM 3	IV–VI, VIII, IX	RBT 4	XI, XII
		RWM 4	I		
	1956	RWM 1	III, X	RBT 2	IV–VII
		RWM 2	XII	RBT 3	II, III, VIII
		RWM 3	IV, IX	RBT 4	I, XII
		RWM 4	I, II, XI		
		RWM 5	V–VIII		
	1957	RWM 1	III	RBT 2	IV
		RWM 3	IV	RBT 3	I–III
		RWM 4	I, II		
16 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>	1955	RWM 1	IV, VIII, IX	RBT 2	IV–VII
		RWM 2	I, XI, XII	RBT 3	IX, X
		RWM 3	V–VII	RBT 4	I–III, XI, XII
		RWM 4	II, III, X		

	1956	RWM 1	IV, VIII, IX	RBT 2	IV—VII
		RWM 2	I, II, XI, XII	RBT 4	I—III, XII
		RWM 3	V—VII		
		RWM 4	III, X		
	1957	RWM 1	IV	RBT 3	III, IV
		RWM 2	I, II	RBT 4	I, II
		RWM 4	III		
18 <sup>h</sup>	01 <sup>m</sup>	1955		RPT 1	VI—VIII
				RPT 2	I—V, IX—XII
		1956		RPT 1	VI—VIII
				RPT 2	I—V, IX, X—XII
		1957		RPT 2	I—IV
20 <sup>h</sup>	01 <sup>m</sup>	1955	RWM 1	VI—VIII	
			RWM 2	I—III, X—XII	
			RWM 4	IV, V, IX	
		1956	RWM 1	VII, VIII	
			RWM 2	I—III, X—XII	
			RWM 4	IV—VI, IX	
		1957	RWM 2	I—III	
			RWM 4	IV	
22 <sup>h</sup>	01 <sup>m</sup>	1955	RWM 1	VI—VIII	RBT 2
			RWM 2	I—III, X—XII	RBT 3
			RWM 4	IV, V, IX	RBT 4
					I, XI, XII
		1956	RWM 1	VI, VII	RBT 2
			RWM 2	I—III, X—XII	RBT 3
			RWM 4	IV, V, VIII, IX	RBT 4
					I
		1957	RWM 2	I—III	RBT 2
			RWM 4	IV	RBT 3
					I—III

Diese Übersicht zeigt eine gewisse Periodizität. Wenn auch der Wiederholungsvorgang manchmal nicht ganz gleichmäßig eingehalten wird, so werden nur die (stets gleichbleibenden) Frequenzen der entsprechenden Sendergruppe gewählt, so daß im Falle des Senderwechsels der Beobachter nur die entsprechenden anderen Frequenzen der Sendergruppe zu probieren braucht, um das entsprechende Zeitsignal aufzufinden.

Das BIH in Paris schließt grundsätzlich nur Stationen in seinen Beobachtungsdienst ein, deren Sendezeit zwischen 8 und 23 Uhr (Weltzeit) liegt. In den „heures definitives“ des BIH werden aus den Publikationen anderer Länder die entsprechenden Werte der nicht beobachteten Zeitsignale übernommen, nachdem diese zuerst dem System des BIH angeglichen worden sind. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der Veröffentlichungen des Deutschen Hydrographischen Instituts und des Instituts für Hochfrequenztechnik in Moskau (Prof. D. Belozerkovsky).

Im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen wurden für einzelne Sendezeiten Beobachtungsserien angestellt und im Jahre 1957 der Senderwechsel so vorgefunden, wie er im Jahre 1956 stattgefunden hat.