

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **81102235.9**

(51) Int. Cl.³: **G 04 G 7/02**
G 04 G 5/00

(22) Anmeldetag: **25.03.81**

(30) Priorität: **19.06.80 DE 3022949**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.01.82 Patentblatt 82/1

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: **Schulz, Werner**
Valentinianstrasse 6
D-6802 Ladenburg(DE)

(72) Erfinder: **Schulz, Werner**
Valentinianstrasse 6
D-6802 Ladenburg(DE)

(54) **Verfahren zum automatischen Stellen autonomer Funkuhren mit Hilfe eines Zeitzeichens.**

(57) Die vorgestellte Erfindung stellt die Kombination eines speziellen Zeitmeßverfahrens in Verbindung mit automatischen Korrekturvorgängen dar. Dabei wird die Gangabweichung sowie die Oszillatorfrequenz einer Digitaluhr oder quasianalog anzeigenden Uhr mit Schrittmotor innerhalb eines bestimmten Fangbereichs mit Hilfe eines einheitlichen Zeitzeichens gemessen, gespeichert und im Anschluß daran korrigiert. Es wurde Wert auf hohe Störsicherheit und Energieersparnis gelegt sowie die Verlagerung des Zeitsignal-Empfängers in handelsübliche Rundfunk-/Fernsehempfänger vorgeschlagen. Die Vorteile des Verfahrens, z.B. bei Uhrenanlagen oder gegenüber codiert gesendeten Zeitinformationen, sind klargelegt. Um nicht von unrealistischen Voraussetzungen auszugehen, schließt die Beschreibung des Verfahrens die Aufzählung der senderseitig erforderlichen Änderungen ein.

EP 0 042 913 A2

Verfahren zum automatischen Stellen autonomer Funkuhren mit
Hilfe eines Zeitzeichens

Unter autonomer Funkuhr soll hier eine selbständig arbeitende Funkuhr verstanden werden, die von manuellen Stellvorgängen unabhängig ist. Unter Zeitzeichen soll hier ein Teil einer Modulationsschwingung verstanden werden, dem die Aufgabe zukommt, die von einem Sender
5 gelieferte Zeitreferenz drahtlos oder drahtgebunden zu übertragen (siehe hierzu Figur 9).

Die Erfindung beschreibt ein Verfahren für eine durch Zeitzeichen gesteuerte Digitaluhr oder mittels Schrittmotor quasianalog anzei-
10 gende Uhr, die man - außer bei der ersten Installation oder nach einem Servicefall - nie zu stellen braucht, die auch nach längerem Zeitzeichenausfall keine erkennbare Gangabweichung zeigt sowie extrem störsicher und energiesparend arbeitet.

15 Die Verfahren bekannter Funkuhren lassen sich in drei Kategorien einteilen: 1. Synchronisation, 2. Triggerung, 3. Demodulation und Direktanzeige einer codierten Zeitinformation. Für alle diese Verfahren gibt es zahlreiche Variationen und Schaltungen, einschließlich der notwendigen Gangreserve, mit einer Fülle von Veröffentlichungen.
20 Zur ersten Kategorie gehören Analog- oder Digitaluhren, deren interne Zeitbasis ständig oder nur zeitweise mittels Frequenz- oder Phasenvergleich zu einer empfangenen Referenzfrequenz korrigiert wird, wie z.B. Tetzner, Karl: "Funksynchronisierte Uhren" in der Funkschau 1976, Heft 15, Seite 623 (Franzis-Verlag München, Bundesrepublik Deutschland) oder von Marti, Raymond: "Selbsttätige und fortlau-
25 fende Zeiteinstellvorrichtung einer Uhr" in der Auslegeschrift 1773406 vom 10. 5. 1968 (Deutsches Patentamt München) beschrieben. Ebenso sind Anwendungen bekannt, bei denen die Zeitbasis der Uhr von der

Trägerfrequenz eines Senders (oder mehrerer Sender) abgeleitet ist. Hierbei ist dann noch eine Umschaltung auf eine zweite Zeitbasis erforderlich (Gangreserve), wie z. B. von Schreiber, Herrmann: "Steuerung einer Gebrauchsuhr durch Zeitzeichensender" in der Funkschau 1977, Heft 2, Seite 96 und Heft 3, Seite 137 (Franzis-Verlag München, Bundesrepublik Deutschland) beschrieben. Zur zweiten Kategorie gehören Digitaluhren, die mit mehr oder weniger großer Genauigkeit frei laufen und zu definierten Zeiten (meist 0 Uhr) mittels eines Zeitzeichens auf Sollzeit gesetzt werden, wie z. B. von Beck, J.: "Korrekturautomatik für Digitaluhren" in Elektor 1974, Heft 7, Seite 79 (Elektor Verlag GmbH Gangelst, Bundesrepublik Deutschland) beschrieben. Die dritte Kategorie unterteilt sich wieder in zwei Verfahren: 3.1 der Uhrzeitsender wird ständig empfangen, wie z. B. von Weiß, Reinhard: "Uhrzeit- und Normalfrequenzempfänger für DCF 77 mit Gangreserve" in der Funkschau 1976, Heft 22, Seite 964 (Franzis-Verlag München, Bundesrepublik Deutschland) mit Fortsetzungen beschrieben, 3.2 der Uhrzeitsender dient nur zeitweise zum Einstellen der Funkuhr, wie z. B. von Prof. Dr.-Ing. Hilberg, Wolfgang: "Funkuhr-Einstellung" in der Offenlegungsschrift 2715096 vom 4.4.1977 (Deutsches Patentamt München) beschrieben, wobei das Einschalten des Empfängers in Abhängigkeit von der Gangabweichung der Uhr erfolgt und das Überschreiten der Gangreserve angezeigt wird; oder das Verfahren nach Suwa Seikosha: "Automatisches Korrekturverfahren für eine elektronische Uhr" laut Offenlegungsschrift 2539224 vom 3.9.1975 (Deutsches Patentamt München), wobei die codiert gesendete Zeitinformation zu beliebigen Zeitpunkten als Korrekturwert der Digitaluhr dient. Zur dritten Kategorie gehören auch Empfangsgeräte, z. B. Fernsehgeräte, die primär nicht als Funkuhren zu bezeichnen sind, die richtige Uhrzeit aber nach Knopfdruck darstellen, wie z. B. von AEG-Telefunken entwickelt und in der Zeitschrift elektrotechnik 1972, Heft 6, Seite 29 (Vogel-Verlag

KG Würzburg, Bundesrepublik Deutschland) unter dem Titel:

"Künftig nur noch Atomzeit" beschrieben.

Parallel hierzu sind verschiedene Zeitmeßverfahren bekannt, die mit Hilfe eines Sendersignals die Gangabweichung einer Uhr bestimmen

5 und mit speziellen Maßnahmen wieder eliminieren, wie z. B. von Maire, Bernard, Marin: "Elektronisches Zeitmeßgerät mit automatischer Korrektur der Gangabweichung" in der Offenlegungsschrift 2851223 vom 27. 11. 1978 (Deutsches Patentamt München) beschrieben, wobei die Gangabweichung einer Uhr in Sekundenschritten innerhalb eines längeren Zeitraums mit Hilfe eines Zeitzeichens manuell gemessen und
10 gespeichert wird, wonach die Uhr innerhalb der nächsten, gleichen Zeiträume ihre gespeicherte Gangabweichung automatisch korrigiert bis eine erneute Korrekturaufforderung dem Benutzer signalisiert wird.

15

Die aufgezählten Verfahren weisen verschiedene Vor- und Nachteile auf, von denen hier nur die hervorzuhebenden Nachteile aufgezählt sind: Zur 1. Kategorie: relativ lange Einschaltdauer des Empfängers, wodurch die Störanfälligkeit und der Energiebedarf hoch ist; relativ

20 kurze Gangreserve; im eigentlichen Sinn keine autonome Arbeitsweise.

Zur 2. Kategorie: nach längerem Zeitzeichenausfall relativ ungenaue Zeitanzeige, da sich die Gangabweichungen der aufeinanderfolgenden, unkorrigierten Zeitabschnitte ständig addieren; Triggerung erfolgt um 0 Uhr (Zählerreset), wodurch Störungen, die regelmäßig zu dieser Zeit ebenfalls auftreten, nicht ausgeblendet werden können. Zur

25

3. Kategorie: es muß ein Uhrzeitsender mit ausreichender Feldstärke zu empfangen sein, was relativ aufwendige und teure Empfangsvorrichtungen voraussetzt; die Decoderschaltkreise sind verhältnismäßig aufwendig; der Aufbau quasianalog anzeigender Uhren ist nicht möglich.

30 Oben beschriebenes Zeitmeßverfahren weist außer der manuellen Betätigung auch den Nachteil auf, daß die Gangabweichung der Uhr vor

Korrekturbeginn einen relativ großen Wert erreicht hat.

Die Erfindung legt nun eine 4. Kategorie von Funkuhren fest, die eine Kombination eines Zeitmeßverfahrens für die Gangabweichung der Uhr mit einem - für Funkuhren typischen - automatischen Stellvorgang darstellt, wobei das Ergebnis eine autonome Arbeitsweise sein muß. In dem hier beschriebenen Verfahren wird die Gangabweichung der Uhr nach Größe und Richtung mit Hilfe eines Zeitzeichens innerhalb definierter, gleichbleibender Zeitabschnitte gemessen, gespeichert und im Anschluß daran zur Korrektur der Gangabweichung und der Oszillatorfrequenz der Funkuhr benutzt. Das Einschalten des Zeitsignal-Empfängers, das Festlegen des Fangbereichs für das Zeitzeichen sowie die Decodierung des Zeitzeichens wird ebenfalls mit dieser Oszillatorfrequenz vorgenommen. Trotz sehr kurzer Einschaltdauer des Zeitsignal-Empfängers muß der Fangbereich so groß gewählt werden, daß das Zeitzeichen unter den ungünstigsten Umständen immer innerhalb dieser Grenzen liegt. Nach einem Zeitzeichenausfall ist eine Fehlmessung und Fehlkorrektur verhindert. Die zuvor erwähnte Korrektur geschieht dann mit den zuletzt gespeicherten Werten, woraus die hohe Gangreserve resultiert. Das Verfahren ist weiterhin so konzipiert, daß es auch für Uhrenanlagen anwendbar ist. Hierbei kann die Hauptuhr u. a. als Verstärkerstation für das Zeitzeichen angesehen werden, die alle Nebenuhren mit einem aufbereiteten Zeitzeichen versorgt. Setzt man ein einheitliches Sender-Zeitsignal voraus, das alle Rundfunk-/Fernsehanstalten/Uhrzeitsender/Hauptuhren aussenden, dann kann der Zeitsignal-Empfänger sich automatisch auf den Sender mit der größten Feldstärke einstellen und nach mehrmaligem Zeitzeichenausfall einen anderen Sender anwählen. Ebenso ist die Verlagerung des Zeitsignal-Empfängers in handelsübliche Rundfunk-/Fernsehempfänger möglich, damit die bereits vorhandene Empfangseinrich-

tung für die Funkuhr mit genutzt wird (Figur 6a, 6b).

Im einzelnen erreicht man mit der Erfindung folgende Vorteile:

1. Die maximale Gangabweichung kann kleiner als die Anzeigeauf-
- 5 lösung gehalten werden, 2. Die Gangreserve ist sehr groß, 3. Das
- Verfahren ist sowohl bei Digitaluhren als auch bei quasianalog an-
- zeigenden Uhren anwendbar, 4. Der Zeitsignal-Empfänger ist
- periodisch nur sehr kurzzeitig eingeschaltet, woraus eine hohe
- Störsicherheit und 5. Energieersparnis resultiert, 6. Die Korrek-
- 10 tur des Anzeigewertes und der Oszillatorfrequenz muß nicht um
- 0 Uhr erfolgen, 7. Das Verfahren ist auch bei Uhrenanlagen anwend-
- bar, 8. Bei der Uhrenfertigung läßt sich der Oszillatorabgleich ver-
- meiden.

Setzt man ein einheitliches Sender-Zeitsignal, z. B. nach Figur 9,

15 voraus, welches wesentlich unproblematischer einzuführen und aus-

zustrahlen ist als eine codierte Zeitinformation, dann erreicht man

mit diesem Verfahren weitere Vorteile:

9. Die Decoderschaltkreise sind relativ einfach aufgebaut und lassen
- sich in sehr großen Stückzahlen produzieren, 10. Es ist die Verla-
- 20 gerung des Zeitsignal-Empfängers in handelsübliche Rundfunk- und
- Fernsehgeräte möglich, wodurch die bereits vorhandene Empfangs-
- einrichtung für diese Geräte von der Funkuhr mit genutzt werden
- kann (Figur 6a, 6b), und die Funkuhr noch preiswerter herzustellen
- ist, 11. Der Zeitsignal-Empfänger ist preiswerter herzustellen als
- 25 ein solcher für codierte Zeitinformationen, da 11.1 mit größeren
- Empfangsfeldstärken gerechnet werden kann (Einrastung des Zeit-
- signal-Empfängers auf den Sender mit der größten Feldstärke), 11.2
- der Decoderschaltkreis einfacher ist, 11.3 größere Demodulations-
- verzerrungen zulässig sind, 11.4 die Stromversorgung kleiner sein
- 30 kann.

Funktionsbeschreibung der Problemlösung anhand folgender Zeichnungen:

Figur 1 zeigt das zeitliche Ablaufdiagramm des Verfahrens

5

Figur 2 zeigt das zu Figur 1 gehörige Blockschaltbild des Verfahrens

Figur 3 zeigt das Impulsdiagramm zur Anzeigekorrektur

10 Figur 4 zeigt das Blockschaltbild des Zeitsignal-Empfängers

Figur 5 zeigt ein komplettes Funkuhrkonzept

15 Figur 6 zeigt die Verlagerung des Zeitsignal-Empfängers in handelsübliche Rundfunk-/Fernsehempfänger

Figur 7 zeigt das Funktionsprinzip einer Uhrenanlage nach dem erfindungsgemäßen Verfahren

20 Figur 8 zeigt die weitere Ausgestaltung einer Uhrenanlage nach dem erfindungsgemäßen Verfahren

Figur 9 zeigt ein geeignetes Sender-Zeitsignal für das erfindungsgemäße Verfahren

25

Das Ablaufdiagramm in Figur 1 zeigt die zeitliche Reihenfolge der wichtigsten Signalleitungen des Blockschaltbildes von Figur 2. Diese Signalleitungen sind mit eingekreisten Bezugsnummern versehen, um Figur 2 besser verstehen zu können. Dieses Blockschaltbild dient lediglich der Funktionsbeschreibung des Verfahrens, wird in der Praxis aber durch ein Computerprogramm ersetzt.

30

Die Gangabweichung der Uhr (49) wird von der Frequenzkonstanz des Oszillators (30) bestimmt. Um diese messen zu können, muß der Vergleich mit einem als "richtig" geltenden Zeitintervall möglich sein. Da es keine absolut richtige Zeitskala gibt, muß man für
5 Uhrenanwendungen die "Amtliche Zeit" zugrunde legen, die von den Rundfunk-/Fernsehanstalten/Uhrzeitsendern zur Zeit mit uneinheitlichen Sender-Zeitsignalen verbreitet wird. Im folgenden soll jedoch angenommen werden, daß ein einheitliches, automatisch auswertbares Sender-Zeitsignal von allen Rundfunk-/Fernsehan-
10 stalten ausgestrahlt wird, damit das hier beschriebene Verfahren voll zur Geltung kommt.

Die Inbetriebnahme der Uhr erfolgt mit Hilfe des Schalters (f), der die Startautomatik (48) und den Zeitsignal-Empfänger (45) einschaltet. Sollte die Uhr (49) bereits laufen, wird sie mittels der Stop-
15 taste (e) angehalten. Bei quasianalog anzeigenden Uhren wird das Zeigerwerk auf die Referenzzeit gestellt oder an dieser Stelle angehalten. Das nächste Zeitzeichen (3), (5) gelangt über die Startautomatik (48) in die Uhr (49) und stellt dort alle Register - entsprechend der vorgegebenen Zeitreferenz - auf Sollwert und startet den
20 Zeitzähler. Die Uhr (49) läuft jetzt mit der Genauigkeit ihres Quarzoszillators (30) selbsttätig, also ohne Senderbeeinflussung, bis zum Eintreffen des nachfolgenden Zeitzeichens (3), (5) weiter. Gleichzeitig mit dem ersten empfangenen Zeitzeichen (3), (5) wird über die Resetleitung der Startautomatik (48) der Ruhezustand hergestellt;
25 über das Oder-Gatter (41) wird das Flipflop (47) zurückgestellt, womit der Zeitzeichenausgang vom Und-Gatter (46) verriegelt ist; über das Oder-Gatter (36) wird der Taktzähler (40) auf 0 gestellt und das Flipflop (38) in die Ruhelage gebracht, damit über das Und-Gatter (39) der Zeittakt 1 nicht in den Taktzähler (40) gelangen kann; über
30 das Oder-Gatter (35) wird die Einschaltstufe (43), (44) des Zeitsignal-Empfängers (45) in Stellung "Aus" gebracht; weiter werden die

Register in der Stellogik (31) auf Sollwert gesetzt und die Inhalte von Vorzeichenspeicher (23) und Differenzzeitspeicher (26) auf 0 gestellt. Etwas später schaltet man mit dem Schalter (f) den Zeitsignal-Empfänger (45) und die Startautomatik (48) wieder aus, womit der Startvorgang beendet ist. Ein zeitlich vorgewähltes Signal (1) von der Uhr (49) schaltet den Zeitsignal-Empfänger (45), z. B. nach 23 Stunden/59 Minuten, über die Einschaltstufe (43), (44) ein und öffnet das Und-Gatter (39) mit Hilfe des Flipflops (38), damit der Zeittakt 1 in den Taktzähler (40) gelangen kann. Das zeitlich nächste Signal (2) wird vom Taktzähler (40) geliefert, gibt über das Flipflop (47) und dem Und-Gatter (46) den Zeitzeichenausgang des Zeitsignal-Empfängers (45) frei, stellt die Register im Differenzzeitmesser (24) und in der Prioritätslogik (21) zurück und gibt über die Und-Gatter (22), (25) den Übertrag der Informationen aus Prioritätslogik (21) und Differenzzeitmesser (24) zum Vorzeichenspeicher (23) und Differenzzeitspeicher (26) frei. Die Prioritätslogik (21) erwartet jetzt das Zeitzeichen (3), (5) oder das periodische Zeitsignal (4) vom Taktzähler (40). Kommt das periodische Zeitsignal (4) vor dem Zeitzeichen (5) ergibt sich ein positives Vorzeichen in der Prioritätslogik (21) (das Signal zum Vorzeichenspeicher führt z. B. das Potential H), im umgekehrten Fall ergibt sich ein negatives Vorzeichen (das Signal zum Vorzeichenspeicher führt z. B. das Potential L). Diese Ausdrucksweise soll als Definition aufgefaßt werden. Mit Eintreffen des 1. Signals (3) oder (4) wird der Differenzzeitmesser (24) von der Prioritätslogik (21) gestartet, wobei Zählimpulse des Zeittakts 2, die vom Taktzähler (40) an den Differenzzeitmesser (24) und an die Korrekturstufe (27) führen, gezählt werden und die Auflösung der Zeitmessung für die Gangabweichung der Uhr (49) bestimmen. Die Differenzzeitmessung wird von dem zuletzt eintreffenden Signal (4) oder (5) über den Weg der Prioritätslogik (21) wieder beendet. Das Signal (7) vom Taktzähler (40) ver-

riegelt anschließend über Oder-Gatter (41), Flipflop (47), Und-Gatter (46) das Zeitzeichen (3), (5). Der nächste Signalausgang (8) des Taktzählers (40) schaltet über Oder-Gatter (35), Flipflop (43), Oder-Gatter (44) den Zeitsignal-Empfänger (45) aus und überträgt
5 mit demselben Signal (8) die Meßwerte aus Prioritätslogik (21) und Differenzzeitmesser (24) über die Und-Gatter (22), (25) in den Vorzeichenspeicher (23) und Differenzzeitspeicher (26). Nachdem diese Daten an der Korrekturstufe (27) stabil anstehen und ausgewertet wurden, kann der Korrekturbeginn über die Signalleitung (9)
10 vom Taktzähler (40) aus eingeleitet werden. Die Korrektur der Anzeige geschieht mit Hilfe der Impulsstufe 1 (29), der Impulsstufe 2 (33) und des Oder-Gatters (37) derart, daß die im Vorzeichenspeicher (23) und Differenzzeitspeicher (26) festgehaltenen Werte der Gangabweichung wieder rückgängig gemacht werden. Hierbei formt
15 die Impulsstufe 1 (29) den Zeittakt 1 (Figur 3a) des Oszillators (30) in eine Rechteckschwingung mit dem Impulsverhältnis 4 um (Figur 3b). Diese Rechteckschwingung gelangt im Normalfall über das Oder-Gatter (37) und das Entstörfilter (42) als Zeittakt zur Uhr (49).
Ging die Uhr (49) laut Meßergebnis zu schnell, wird dieser Zeittakt
20 von der Korrekturstufe (27) über das Oder-Gatter (28) in der Impulsstufe 1 (29) so lange unterdrückt, bis die gemessene Gangabweichung wieder ausgeglichen ist. Ging die Uhr (49) laut Meßergebnis zu langsam, wird von der Korrekturstufe (27) über das Oder-Gatter (32) der Mittenimpuls zum Zeittakt (Figur 3c) in der Impulsstufe 2
25 (33) freigegeben, wobei das Summensignal mit dem Impulsverhältnis 2 (Figur 3d) über das Oder-Gatter (37) so lange zur Uhr (49) gelangt, bis die gemessene Gangabweichung wieder ausgeglichen ist.
Parallel zur Korrektur der Anzeige empfiehlt sich die Korrektur der Oszillatorfrequenz, z. B. auf digitale Weise, wie von Dipl. -Ing. Gollinger, Wolfgang in: "Elektronische Quarzuhr mit integrierten Schaltungen" in der Offenlegungsschrift 2362470 vom 15. 12. 1973 (Deut-

sches Patentamt München) beschrieben und in Figur 5 schematisch dargestellt. Die Korrekturstufe (27) wirkt rechnerweise in diesem Oszillatorzweig der Gangabweichung der Uhr (49) ^t entgegen, so daß ein geschlossener Regelkreis entsteht. Die Beendigung aller

5 Korrekturvorgänge wird von der Korrekturstufe (27) mit dem Signal (10) angezeigt, welches über das Oder-Gatter (36) die Rückstellung des Taktzählers (40) und des Flipflops (38) bewirkt. Nach einem Zeitzeichenausfall erreicht der Zähler im Differenzzeitmesser (24) seinen Maximalwert und setzt mit seinem Ausgangssignal (6) das

10 Flipflop (34). Der Übertragimpuls (8) ist dadurch wirkungslos, so daß die anschließende Anzeigekorrektur mit den zuletzt gespeicherten Werten im Vorzeichenspeicher (23) und Differenzzeitspeicher (26) erfolgt. Die Oszillatorkorrektur ist vom Flipflop (34) aus verhindert, der Regelkreis wird also unterbrochen, damit die hohe

15 Gangreserve erhalten bleibt. Die Signalleitung "Sommer-Winterzeit" von der Uhr (49) zur Stellogik (31) setzt voraus, daß es sich um eine computergesteuerte Datumsuhr handelt. H-Potential entspricht z. B. Sommerzeit, L-Potential Winterzeit. Der Potentialwechsel auf dieser Signalleitung verursacht den gezielten Stellvorgang um jeweils eine Stunde mit Hilfe des vorher beschriebenen

20 Verfahrens für die Anzeigekorrektur. Da dieser Stellvorgang verhältnismäßig lange dauert, und in dieser Zeit die Aussage der Uhrenanzeige unkorrekt ist, sollte die Anzeigeauflösung in jedem Fall eine Sekunde betragen, damit optisch erkennbar wird; die

25 Uhr läuft zu schnell bzw. die Uhr steht. Diese Signalisierung genügt Uneingeweihten, auch ohne Bedienungsanleitung, um die Anzeige unberücksichtigt zu lassen.

Am stör anfälligsten ist das Zeitzeichen (3), (5), dessen Signalweg

30 einer genaueren Untersuchung unterzogen wurde. Störimpulse außerhalb des Fangbereichs (Figur 1) wirken sich nicht aus. Störim-

pulse innerhalb des Fangbereichs wirken sich nur aus, wenn sie vor Eintreffen des Zeitzeichens (3),(5) entstehen. Tritt dieser Fall ein, so ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß es sich um eine Dauerstörung handelt, d.h., die Wahrscheinlichkeit einer Stör-impulsreihe, die sich über den gesamten Fangbereich erstreckt, ist groß. Dabei wirkt sich aber nur der erste Störimpuls aus, der der unteren Toleranzgrenze (Figur 1) am nächsten liegt. Es wird also ein Nachgehen der Uhr simuliert. Sorgt man nun beim automatischen Oszillatorabgleich dafür, daß die Uhr tatsächlich nachgeht, dann wird - trotz falsch interpretierter Zeitzeichen - sich der Fangbereich auch nach mehrmaligen Störungen noch innerhalb der erlaubten Absolutzeit des Zeitzeichens (3),(5) befinden. Anders ausgedrückt: das Zeitzeichen (3) wird in der ersten Hälfte des Fangbereichs erwartet, wobei einem Störimpuls nur ein kleiner Wirkungszeitraum zur Verfügung steht. Zu beachten ist, daß sich der Fangbereich mit dem periodischen Zeitsignal (4) in Bezug auf das Zeitzeichen (3),(5) ändert, während das Zeitzeichen (3),(5) selbst als stillstehend zu betrachten ist.

In Figur 4 ist das detaillierte Blockschaltbild des Zeitsignal-Empfängers (45) dargestellt. Der Rundfunkempfänger (61) ist, wie unter Vor-
teile beschrieben, einfach aufgebaut. Die Senderabstimmung erfolgt spannungsgesteuert. Der Empfänger-Mikrocomputer (68) stellt den Rundfunkempfänger (61) nach Einschaltung durch das Oder-Gatter (44) und der Stromzufuhr (64) automatisch auf den stärksten Sender ein. Dies geschieht z. B. durch Auswerten der Regelspannung, die über den Verstärker (62) und über den A/D-Wandler (66) dem Empfänger-Mikrocomputer (68) zugeführt wird. Das Computerprogramm fährt zunächst den gesamten Empfangsfrequenzbereich mit Hilfe der über den D/A-Wandler (65) umgeformten Abstimmungsspannung ab und speichert die zugehörigen Regelspannungswerte. Anschließend rastet er

den Rundfunkempfänger (61) bei dem Sender mit der größten Feldstärke ein, um die Wahrscheinlichkeit eines ungestörten Empfangs zu erhöhen. Wird, wie zur Zeit, das Sender-Zeitsignal von allen Sendern zu fast jeder vollen Stunde ausgestrahlt, besteht auch in

5 Uhrzeit-Grenzgebieten die Möglichkeit, einen benachbarten Sender, der außerhalb der Uhrzeit-Grenze liegt, zu empfangen, was mit codiert gesendeten Signalen nicht möglich ist. Einen mehrmaligen Zeitzeichenausfall kann der Empfänger-Mikrocomputer (68) einfach registrieren, da er außerdem die Aufgabe der Zeitzeichencodierung wahrzunehmen hat. In diesem Fall sucht er sich den

10 nächst starken Sender.

Soll der Rundfunkempfänger (61) gleichzeitig als Radiouhr verwendet werden, empfiehlt sich eine Umschaltung auf Handbetrieb mittels des Schalters (g). Der gerade eingestellte Sender wird dann

15 auch als Zeitsignal-Sender verwendet. In dieser Betriebsart muß die Startautomatik (48) über das Und-Gatter (69) verriegelt sein, und der Empfänger-Mikrocomputer (68) auf eine andere Programmschleife umgeschaltet werden. Es kann evtl. die Notwendigkeit bestehen, einen bestimmten Sender (z. B. Uhrzeitsender) als Zeitsig-

20 nal-Sender von Hand zu suchen. Dieser kann dann mit der Taste (h) gespeichert werden, wonach gewährleistet ist, daß der Empfänger-Mikrocomputer (68) diesen Sender immer automatisch anwählt. Mit Taste (i) ist diese Betriebsart wieder rückgängig zu machen: Wenn das Programm bei Abfrage der Speicherstelle für vorgegebenen

25 Sender eine 0 erkennt, wird wieder der Sender mit der größten Feldstärke angewählt. Das zu decodierende Sender-Zeitsignal (Nf) (Figur 9) wird im Verstärker (63) so hoch verstärkt, daß es als Rechteckspannung mit definierten Logikpegeln zu verwenden ist. Das Flipflop (67) verbessert die Decodierbarkeit, da es die Zeichenfrequenz (Nf) halbiert und für ein exaktes Impulsverhältnis von

30 2 sorgt.

Anwendung des Verfahrens bei Uhrenanlagen

Das einfachste und preisgünstigste Konzept einer Uhrenanlage nach diesem Verfahren erhält man mit einer Hauptuhr nach Figur 5 und quasianalog anzeigenden Nebenuhren mit Schrittmotor (82). Die Steuerung der Nebenuhren erfolgt über nur eine Signal-
5 leitung, die den Sekudentakt mit Korrektur an jede Nebenuhr führt. Die Installation der Nebenuhren beschränkt sich also auf eine Doppelader - ohne Stromversorgung -, so daß sich dieses
10 Verfahren z. B. in explosionsgefährdeten Anlagen empfiehlt.

Ähnlich einfach ist eine Uhrenanlage nach diesem Verfahren entsprechend Figur 7. Die Hauptuhr ist wieder nach Figur 5 konzipiert, die Nebenuhren ebenso, jedoch fehlt bei letzteren der Zeitsignal-Empfänger (45). Die Steuerung der Nebenuhren erfolgt
15 jetzt mit Hilfe des Zeitzeichens. Im Gegensatz zu vorigem Konzept arbeiten die Nebenuhren störsicherer, müssen nach einem Hauptuhrenausfall nicht gestellt werden (Ausnutzung der hohen Gangreserve) und können auch mit Digitalanzeige (81) ausgerüstet
20 sein.

Nebenuhren sind oft an schlecht zugängigen Stellen angebracht und extremen Umwelteinflüssen ausgesetzt, so daß besonders bei diesem Uhrentyp der Service einfach sein sollte. Da es sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ohnehin um eine computergesteuerte
25 Uhr handelt, ist es ohne besonderen Aufwand möglich, Ausgänge für den Datenaustausch (Anzeigewert) über genormte Schnittstellen zwischen Haupt- und Nebenuhren vorzusehen. Ein solches Beispiel zeigt Figur 8. Die Steuerung der Nebenuhren geschieht auch hier
wieder mit Hilfe des Zeitzeichens, also störsicher mit hoher Gangreserve, nur ist jetzt noch zusätzlich die Möglichkeit gegeben, durch
30 zyklische Abfrage aller Nebenuhren das fehlerhafte Arbeiten einer

Nebenuhr im zentralen Überwachungsraum anzuzeigen. Nach erfolgtem Service ist ein gezielter Stellvorgang von der Hauptuhr aus möglich. Voraussetzung hierfür ist die Adressierung jeder Nebenuhr von der Hauptuhr aus und das einfache Einstellen und Erkennen der spezifischen Adresse an der Nebenuhr. Erfindungsgemäß läßt sich diese Aufgabenstellung verhältnismäßig einfach durch Codierschalter (91) Figur 8) lösen. Man hat dann auch die Möglichkeit, Stellvorgänge für Sommer- und Winterzeit von der Hauptuhr aus vorzunehmen.

10

Senderseitige Umstellung

Automatische Nachstellverfahren für autonome Funkuhren müssen für den ungünstigsten Fall dimensioniert sein. Ein großer Fangbereich bedeutet aber Störanfälligkeit und höheren Energiebedarf der Funkuhr, da der Zeitsignal-Empfänger länger eingeschaltet ist. Nach dem heutigen Stand der Technik lassen sich sehr gute Resonatoren herstellen, die die tägliche Gangabweichung einer Uhr gering halten. Die größte Abweichung entsteht bei einem Zeitskalensprung, also bei Schaltsekunden, mit dem die Funkuhr ständig rechnen muß und der ihr gesamtes Konzept verschlechtert. Es bietet sich daher an, von dem Verfahren einer Schaltsekunde zum Teil abzuweichen und die Anpassung der mittleren Sonnenzeit an die gemittelte Atomzeit in kleineren Zeitskalensprüngen vorzunehmen. Günstig ist die Aufteilung der Schaltsekunde in 8 (2^3) gleiche Teile, also in 0,125 Sekunden-Schritten, die vor dem errechneten Zeitpunkt in 8 aufeinanderfolgenden Tagen, den letzten Kalendertagen eines UTC-Monats (UTC = Coordinated Universal Time), vorzugsweise Ende Juni oder Ende Dezember, berücksichtigt werden. Dabei bleibt das generelle Prinzip der Schaltsekunde erhalten, auf das man sich international geeinigt hat. Wird mehr als ein Sender-Zeitsignal pro Tag gesendet

30

(es sollten mindestens 2 sein, die um 12 Stunden versetzt sind), dann muß die Berücksichtigung eines Zeitskalensprungs in jedem Sender-Zeitsignal eines Meß-Zeitintervalls (z.B. eines Tages) auf die selbe Art berücksichtigt werden. Aufgrund praktischer Erfahrungen kann man davon ausgehen, daß eine Korrektur der Funkuhr pro Tag ausreicht. Um periodische Störer, die regelmäßig zu einer Tageszeit stören, auszuschalten, ist es zweckmäßig, auf ein zweites Sender-Zeitsignal zurückgreifen zu können. Dies hat auch den Vorteil, daß man bei der ersten Inbetriebnahme oder nach einem Servicefall der Funkuhr nicht von einer einzigen Tageszeit abhängig ist. Es sollten sich daher alle Rundfunkanstalten verpflichten, das einheitliche Sender-Zeitsignal zu zwei festen Tageszeiten, die um 12 Stunden versetzt sind, immer auszustrahlen. Aus den vielfältigen Möglichkeiten für ein geeignetes Sender-Zeitsignal, das eine automatische Auswertung gewährleistet, wurde eine Lösung ausgearbeitet, die den Aufbau einfacher Zeitzeichencoder sowie -decoder gestattet, akustisch wahrnehmbar ist und nur drei Sekunden Zeitdauer in Anspruch nimmt (Figur 9). Die Nf-Modulationsfrequenz von 1000 Hz wurde gewählt, da sie in der Nachrichtentechnik für viele Parameter als Bezugsfrequenz dient und außerdem hörbar gemacht werden kann. Die gewählte Dauer von insgesamt drei Sekunden stellt einen günstigen Kompromiß zwischen unnötig lang (damit störanfällig) und zu kurz (damit ungenügende Selektion aus einem beliebigen Nf-Signal) dar. Weiter ist hervorzuheben, daß alle maßgebenden Zeiten mit Binärteilern von einer üblichen "Uhrenfrequenz", z.B. 2^{15} Hz oder 2^{22} Hz, ableitbar sind, wofür es genügend Resonatoren gibt. Dieser Vorteil bezieht sich sowohl auf die Zeitzeichencoder- als auch -decoderschaltung. Die gleich gewählten Zeitabschnitte kommen auch einer Computerauswertung entgegen, da mit Programmschleifen oder Unterprogrammen gearbeitet werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum automatischen Stellen autonomer Funkuhren mit Hilfe eines Zeitzeichens (3), (5), dadurch gekennzeichnet, daß die
5 Gangabweichung einer Funkuhr innerhalb eines definierten Zeitintervalls nach Größe und Richtung periodisch so gemessen, gespeichert und im Anschluß daran korrigiert wird, daß das Zeitzeichen (3), (5) immer innerhalb eines definierten Fangbereichs liegt, dessen Grenzen von der Oszillatorfrequenz abgeleitet sind, wobei die-
10 se Oszillatorfrequenz ebenfalls in Abhängigkeit von der Gangabweichung periodisch korrigiert wird, alle Korrekturen in Abhängigkeit von den gespeicherten Meßwerten erfolgen, und die Veränderung vorgenannter Speicherinhalte (23), (26) bei einem Zeitzeichenausfall verhindert ist.
15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitsignal-Empfänger (45) nur wenig länger als der Fangbereich eingeschaltet ist.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Oszillator (30) der Funkuhr automatisch so abgeglichen wird, daß das Zeitzeichen (3) nach Möglichkeit vor dem periodischen Zeitsignal (4) erscheint.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitsignal-Empfänger (45) z. B. computergesteuert arbeitet, sich automatisch auf den stärksten Sender einstellt, bei einem Zeitzeichenausfall den nächst starken Sender anwählt oder generell auf einen vorgegebenen Sender zurückgreift.

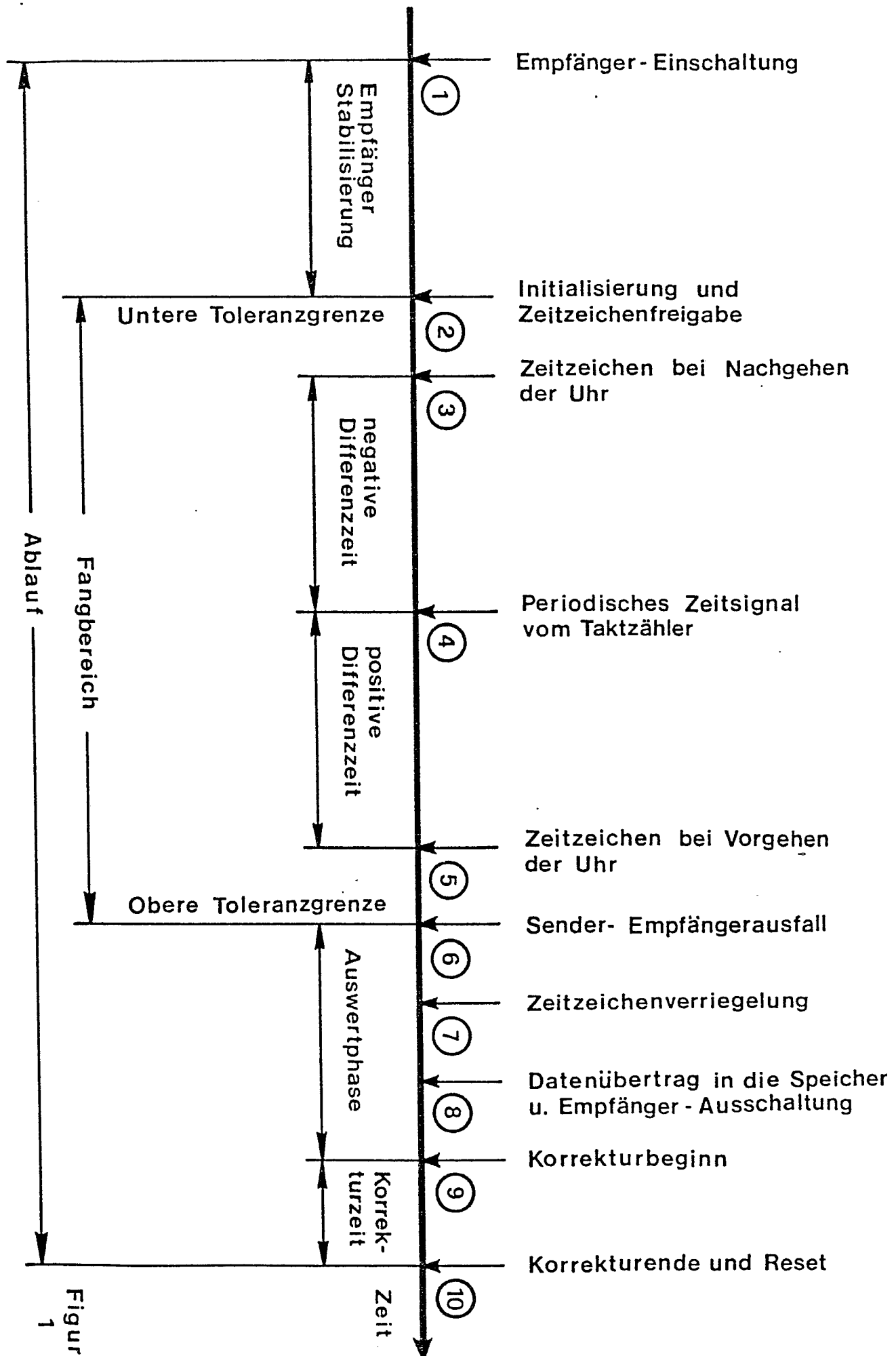
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitsignal-Empfänger (45) auch in bereits vorhandene Rundfunk-/Fernsehempfänger verlagert sein kann.

- 5 6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es auch für Uhrenanlagen verwendbar ist, und daß die angezeigte Uhrzeit einer Nebenuhr unter einer bestimmten - durch Codierschalter (91) gegebenen - Adresse von einer Hauptuhr aus abrufbar sowie veränderbar ist.

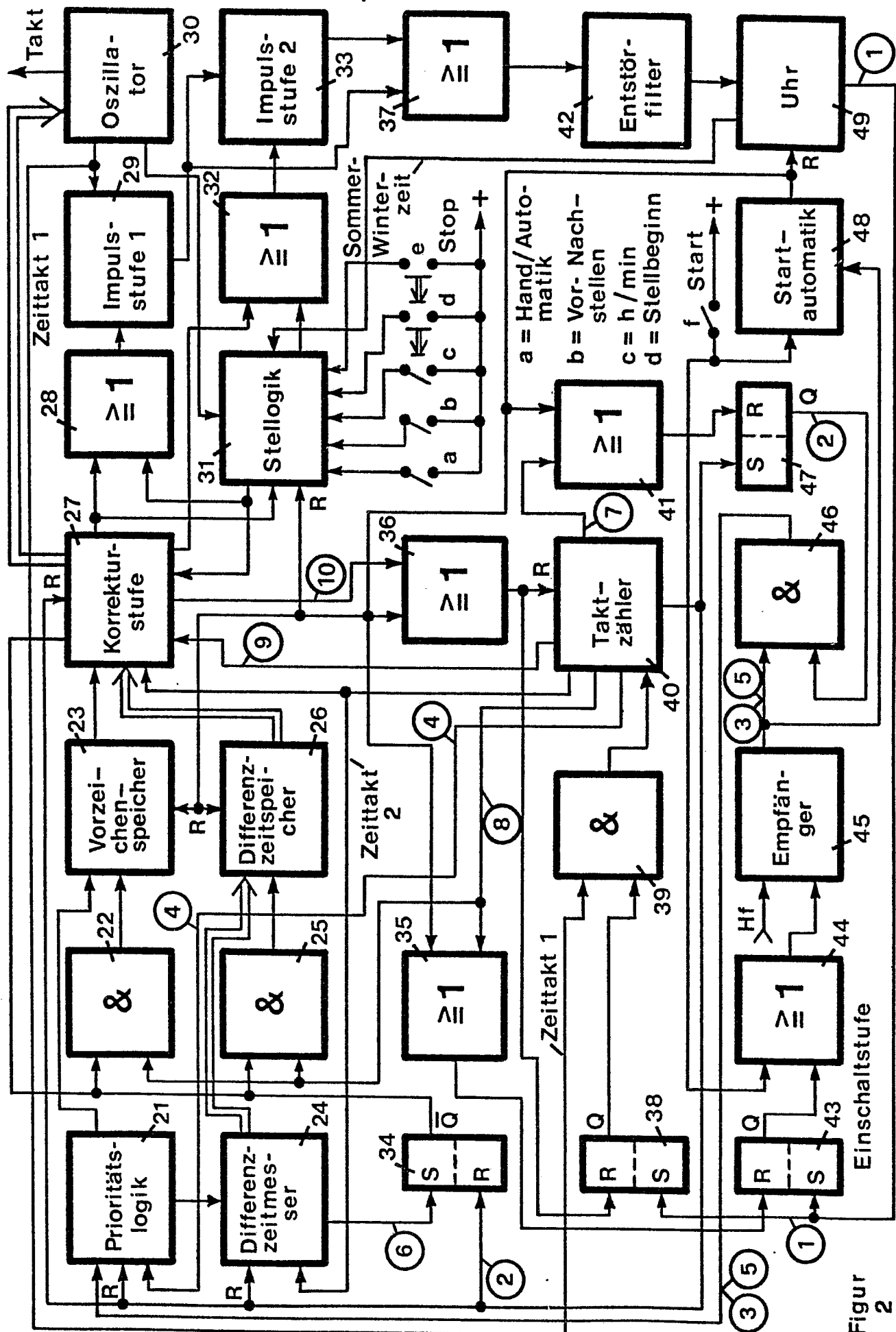
10

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zeitskalensprung von einer Sekunde (Schaltsekunde) senderseitig in mehrere kleine Zeitskalensprünge aufgeteilt ist, und daß diese kleineren Zeitskalensprünge an mehreren aufeinanderfolgenden

- 15 Meß-Zeitintervallen (z.B. Tagen) gesendet werden.

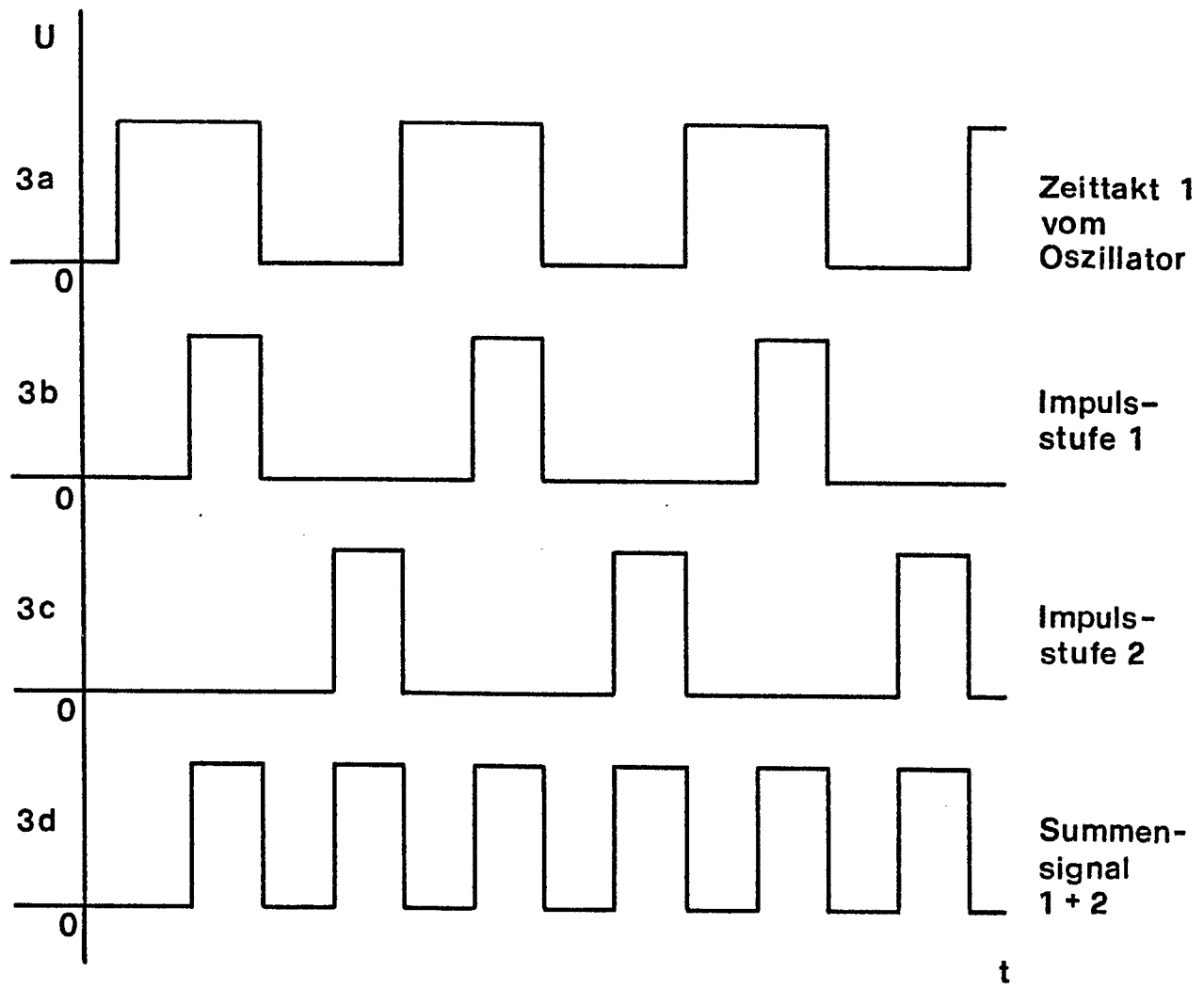


Figur
1



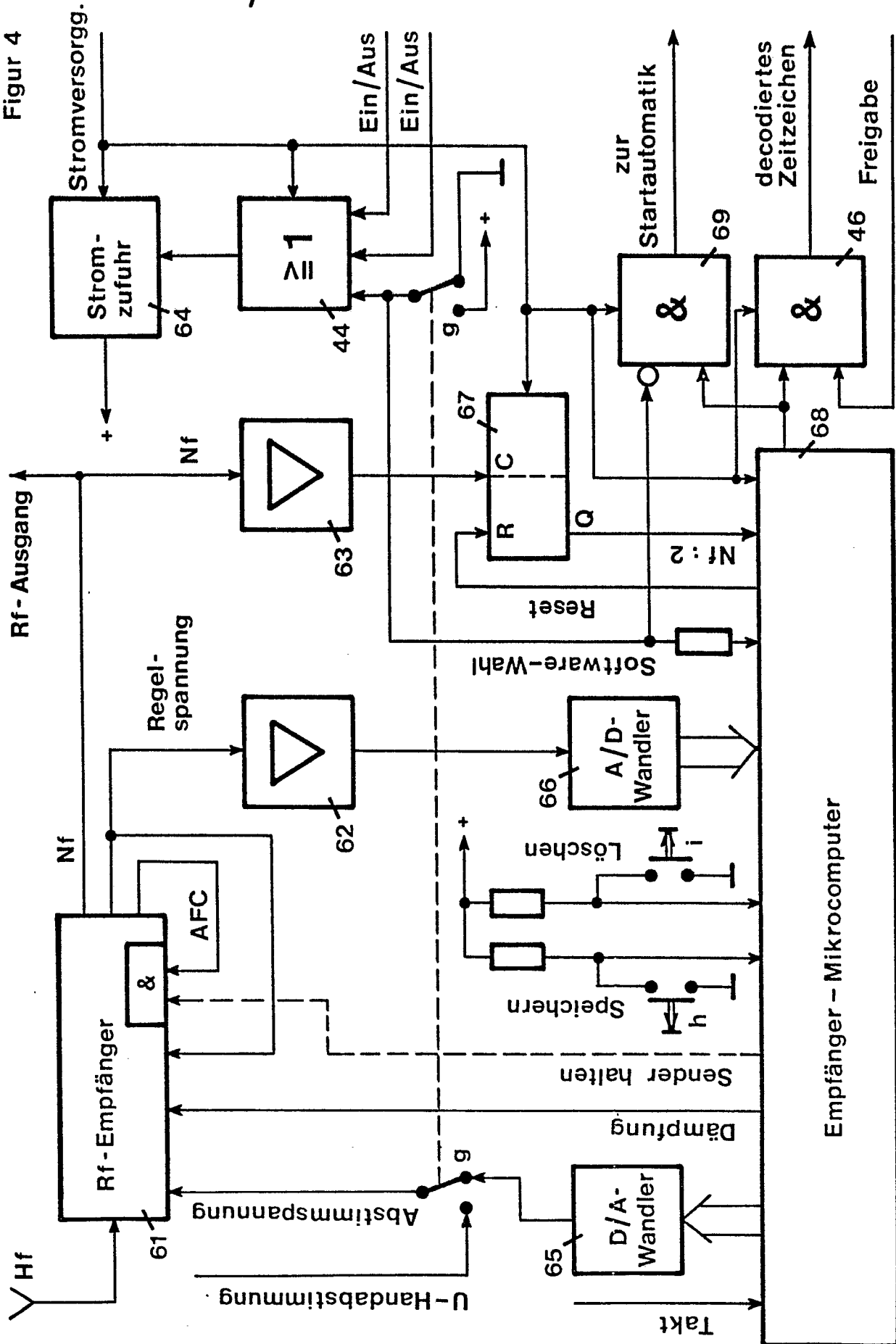
Figur 2

3/8

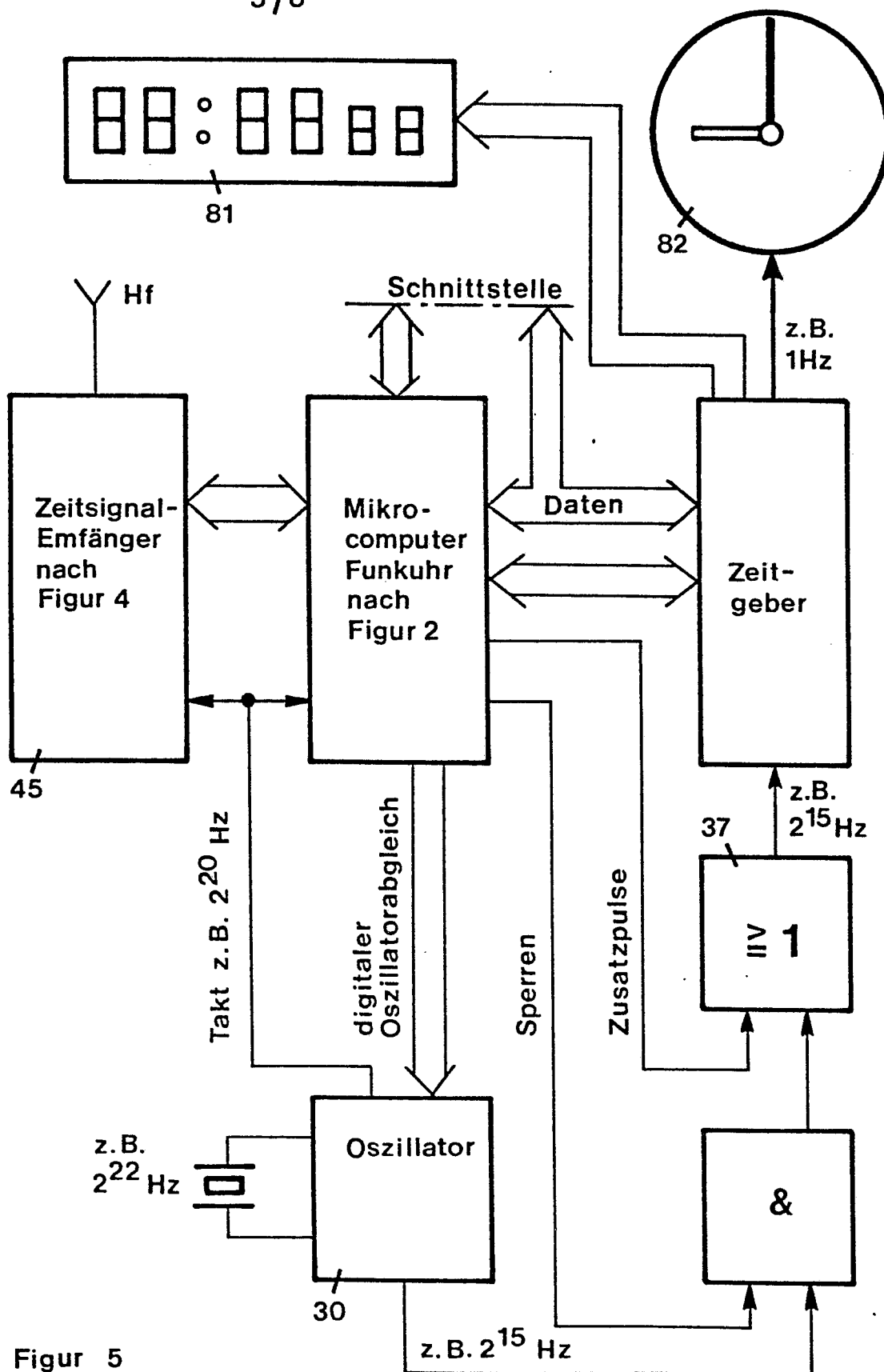


Figur 3

Figur 4

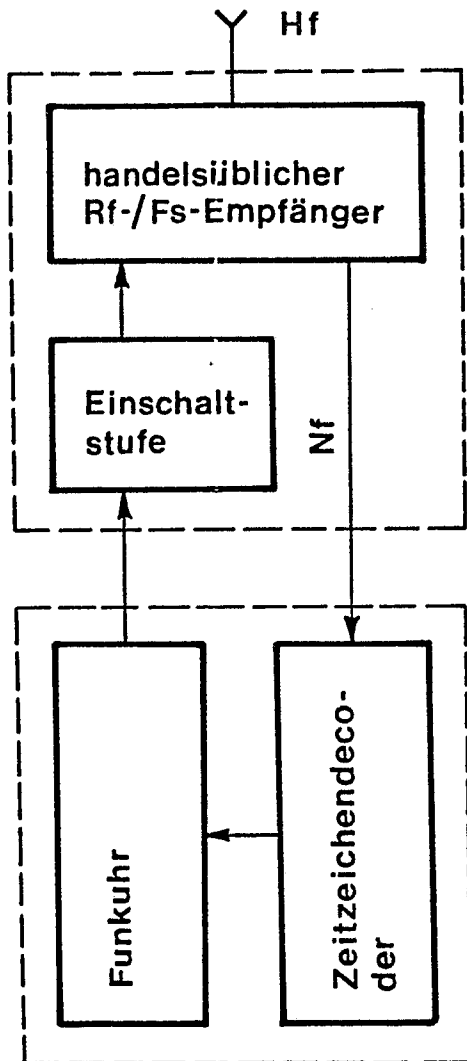


5/8

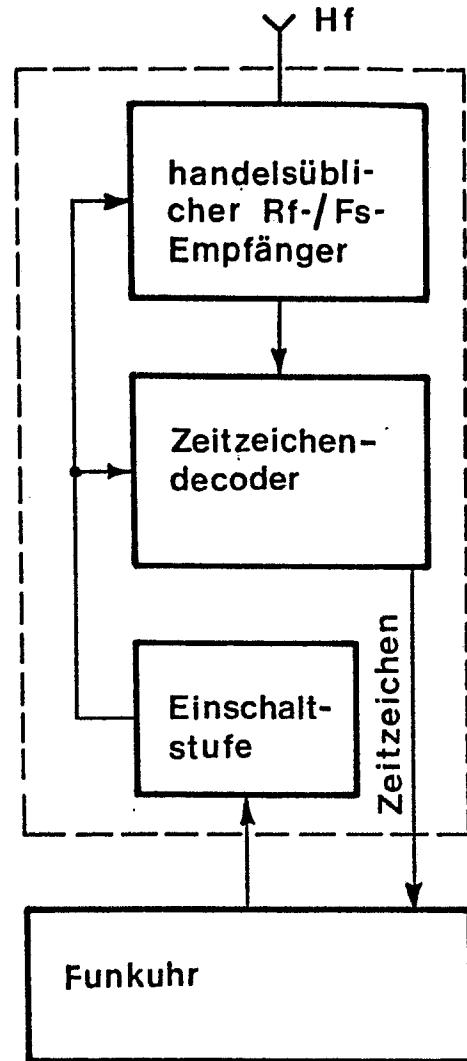


Figur 5

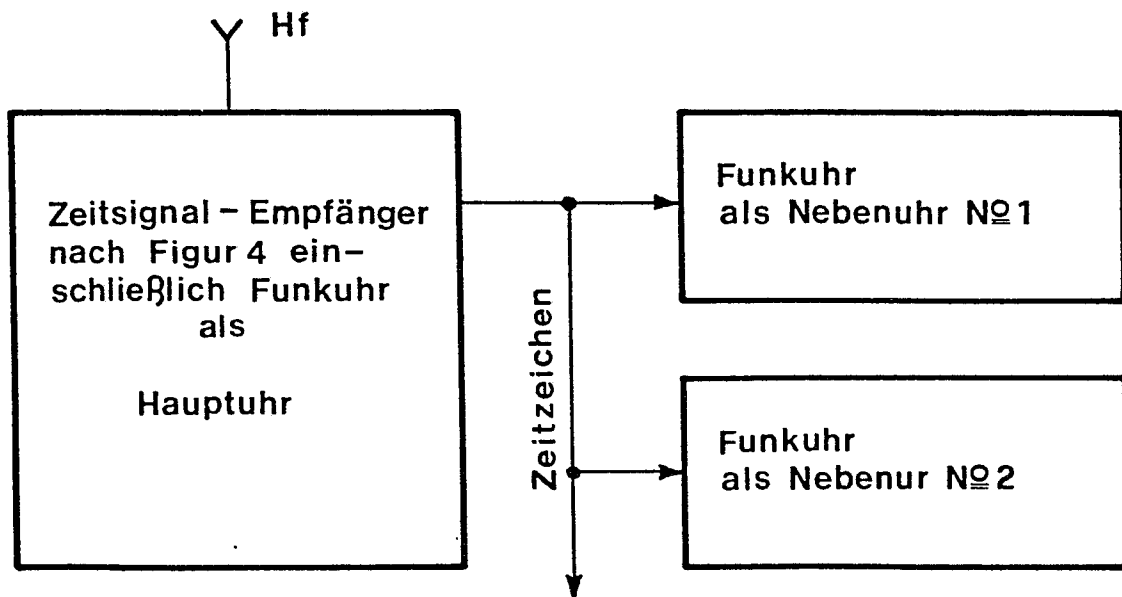
6/8



Figur 6a

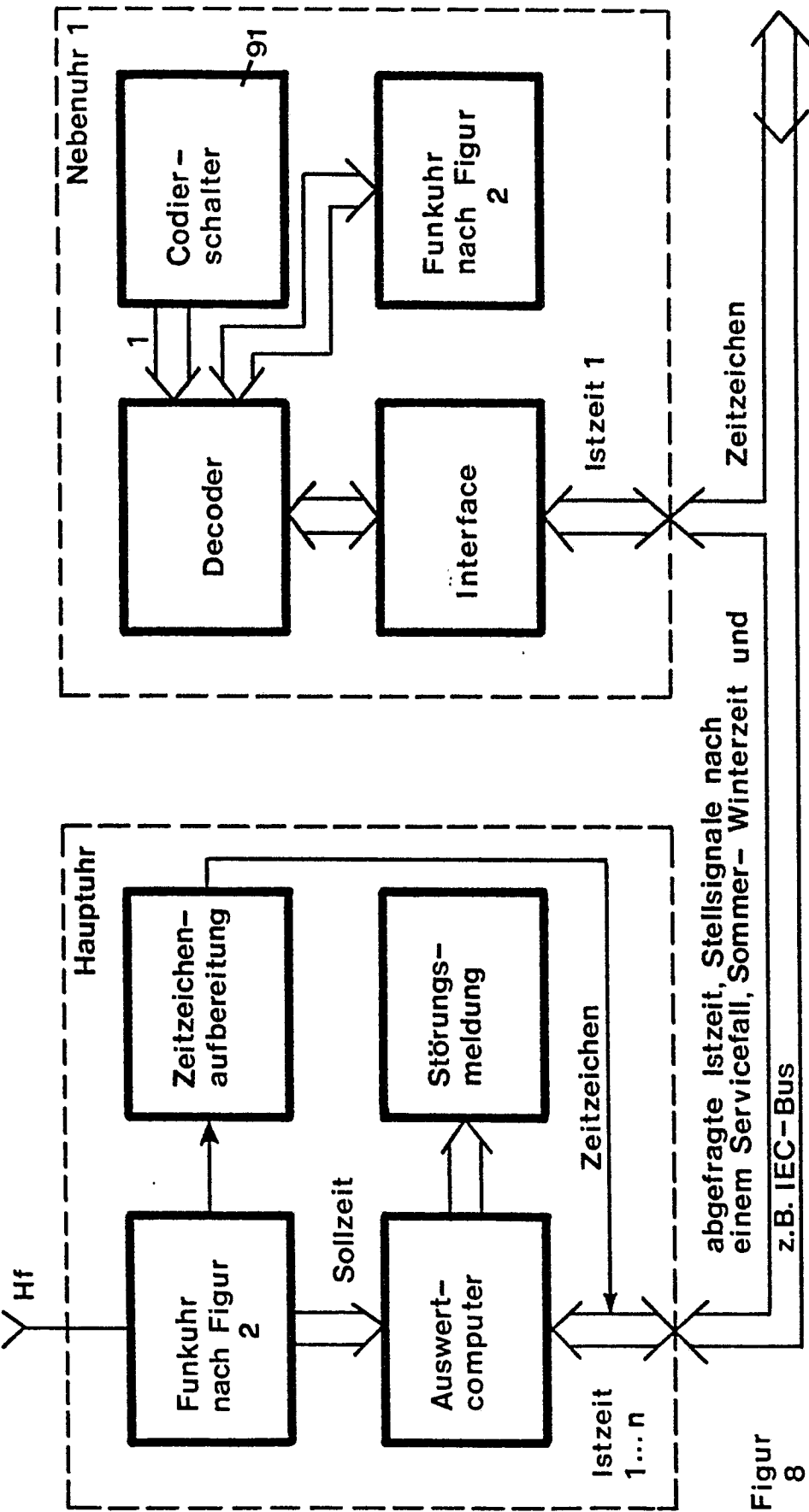


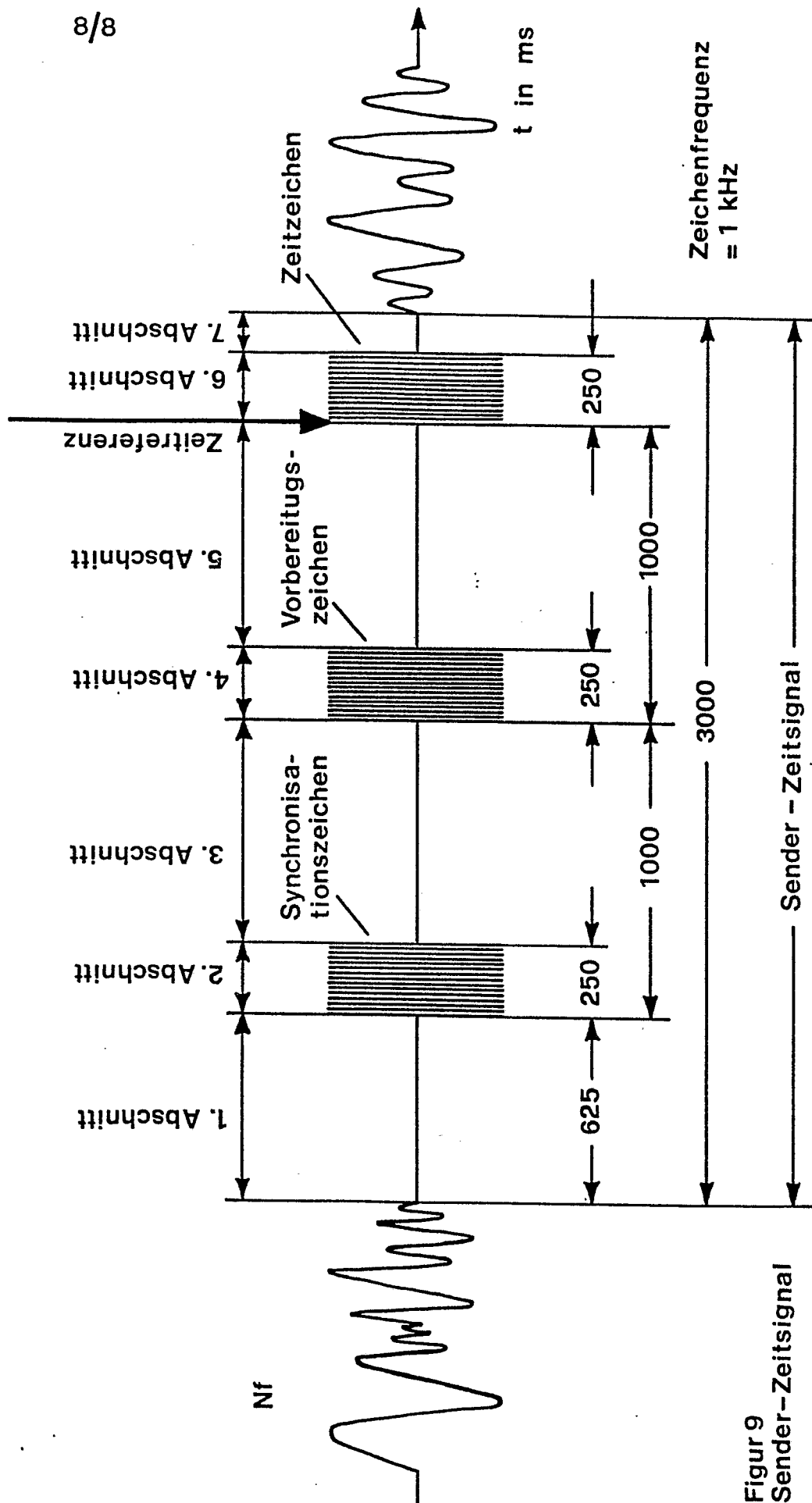
Figur 6b



Figur 7

zu weiteren Nebenuhren





Figur 9
Sender-Zeitsignal