



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung der Synchronität von Sendern in einem Gleichwellennetz sowie eine dazu geeignete Einrichtung.

**[0002]** Es ist bekannt, daß zur Überprüfung der Synchronität von Sendern in einem DAB-Gleichwellennetz (DAB = Digital Audio Broadcasting) die Kanalimpulsantwort, welche z.B. von DAB-Empfängern während der Demodulation geliefert wird, herangezogen werden kann. Die Kanalimpulsantwort setzt den jeweiligen Startzeitpunkt der von den DAB-Sendern ausgestrahlten DAB-Rahmensignale in zeitlichen Bezug, so daß die maximale zeitliche Abweichung aller im Empfangsgebiet liegenden DAB-Sender bestimmt werden kann. Dieses Verfahren findet in der Technik allgemein Anwendung.

**[0003]** Fig. 1 zeigt den schematischen Aufbau eines DAB-Gleichwellennetzes. Der sogenannter Ensemble Multiplexer (101) faßt die innerhalb eines Ensembles gemeinsam auszustrahlenden Audio- und Datendienste zu einem Ensemble in Form des in European Telecommunication Standard (ETS) 300 799 definierten Ensemble Transport Interfaces (ETI) zusammen. Dieser Rahmen-orientierte Datenstrom wird durch einen Netzwerkadapter (102) um die Zeit  $t_{NP}$  verzögert, wobei typischer Weise der Netzwerkadapter (102) im Ensemble Multiplexer (101) integriert ist. Der so an die Laufzeitanforderungen angepaßte ETI-Datenstrom wird über ein Transportnetzwerk (103) an die Sender verteilt. Die am Sender einlaufenden Rahmen (104) werden durch einen weiteren Netzwerkadapter (105) zum Ausgleich von Laufzeitunterschieden im Transportnetzwerk verzögert. Falls die Laufzeit  $t_{TN}$  durch das Transportnetzwerk konstant ist, kann eine individuelle Verzögerungszeit  $t_{NA}$  für jeden Sender statisch vorgegeben werden. In der Regel erfüllt die Laufzeit im Transportnetzwerk jedoch nicht die zeitlichen Anforderungen von DAB, wozu ein sogenannter dynamischer Laufzeitausgleich durch den Netzwerkadapter (105) durchgeführt werden kann. Der Multiplexer (101) tastet dazu zusätzliche Zeitmarken (TIST) für jeden Rahmen ein. Der TIST legt die Sollzeit fest, zu der der Rahmenanfang am COFDM-Modulator (107) eintreffen soll. Als global verfügbare Bezugsgröße (110) wird dafür die vom Global Positioning System (GPS) gelieferte Zeit in Form von 1 Hz Impulsen (1pps) verwendet. Der Netzwerkadapter (105) verzögert demnach den empfangenen Rahmen (104) solange, bis die vom TIST geforderte Zeitbedingung erfüllt ist, und speist den Rahmen (106) in den COFDM-Modulator (107) ein. Dieser benötigt für die Erzeugung des DAB-Signals eine fest vorgegebene Zeit  $t_{MOD}$ . Das so erzeugte DAB-Signal wird ggf. zur Anpassung spezifischer Zeitanforderungen des Senders durch ein Verzögerungsglied (108) nochmals verzögert und dann über eine Mischstufe mit folgender Endstufe (109) auf der gewünschten Frequenz ausgestrahlt (111).

**[0004]** Aus der Fig. 1 können die wesentlichen Zeitbeziehungen abgelesen werden.

**[0005]** Die Gesamtlaufzeit eines Rahmens  $t_{NS}$  vom Ausgang des Multiplexers (101) bis zum Senderausgang (111) ergibt sich zu:

$$t_{NS} = t_{NP} + t_{TN} + t_{NA} + t_{MOD} + t_{OFF} + t_{TX}$$

**[0006]** Die Laufzeit im Transportnetzwerk inkl. dynamischen Laufzeitausgleich vom Ausgang des Multiplexers (101) bis zum COFDM-Eingang (106) bestimmt sich zu:

$$t_{ND} = t_{NP} + t_{TN} + t_{NA}$$

**[0007]** Falls der Netzwerkadapter (102) integraler Bestandteil des Multiplexers (101) ist, vereinfachen sich die genannten Formeln zu:

$$t_{NS} = t_{TN} + t_{NA} + t_{MOD} + t_{OFF} + t_{TX}$$

$$t_{ND} = t_{TN} + t_{NA}$$

**[0008]** DE 19 830 638 offenbart ein Verfahren zur Überwachung der Synchronität eines DAB-Senders, welches die statische Senderverzögerungszeit zur Bewertung der Synchronität heranzieht. Dem Verfahren zur Messung der Senderverzögerungszeit liegt der zeitliche Abstand der Frame Phase Information des in den COFDM-Modulator eingespeisten ETI(NI)-Signals und dem folgenden Nullsymbol im COFDM-Signal zugrunde (Institut für Rundfunktechnik, Technischer Bericht Nr. B167/99, Abschnitt 3.2).

**[0009]** Die Anwendung der Kanalimpulsantwort erfordert einen ausgewählten Empfangsstandort, an dem alle zu überwachenden DAB-Sender gleich gut empfangen werden, was nur in relativ kleinen Versorgungsgebieten mit bis zu fünf DAB-Sendern zu erreichen ist. Bei größeren Versorgungsgebieten müssen deshalb weitere günstige Empfangsstandorte gefunden werden. Dies steigert neben den Investitionskosten für die Gerätetechnik selbst auch die einmaligen und laufenden Infrastrukturkosten für die Standortmiete, die Anbindung an Fernwirk- und Fernmeldesysteme. Hinzu kommt, daß nur relative Meßergebnisse geliefert werden und die Fehlerzuordnung zu einem bestimmten DAB-Sender nicht direkt möglich ist.

**[0010]** Nachteil der in DE 19 830 638 vorgeschlagenen Lösung ist es, daß nur die statische Senderverzögerungszeit zur Beurteilung der Synchronität herangezogen wird. Die zeitliche Position eines DAB-Senders wird jedoch auch von der Laufzeit im DAB-Transportnetzwerk und den Komponenten für den dynamischen Laufzeitausgleich bestimmt. Somit bleiben Fehler beim

dynamischen Laufzeitausgleich unerkannt und der DAB-Sender kann zur Störquelle werden. Hinzu kommt, daß für das Meßverfahren neben dem HF-Signal des Senders auch das am COFDM-Eingang anliegende ETI (NI)-Signal verwendet wird, welches in der Regel nur eingeschränkt innerhalb der Gerätetechnik als internes Signal zugänglich ist.

**[0011]** Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile nach dem Stand der Technik zu beseitigen. Es soll insbesondere ein verbessertes Verfahren zur Überwachung der Synchronität von Sendern in einem Gleichwellennetz sowie eine dazu geeignete Einrichtung angegeben werden.

**[0012]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 14 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindungen ergeben sich aus den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 15 und 17 bis 30.

**[0013]** Nach Maßgabe der Erfindung ist ein Verfahren zur Überwachung der Synchronität von Sendern in einem Gleichwellennetz vorgesehen, das die Schritte

(a) Bestimmen der zeitliche Position des von einem Sender erzeugten Signals bezüglich einer externen Referenz;

(b) Ermitteln der Gesamtlaufzeit des vom Ausgang eines Multiplexers zum Ausgang eines Senders übertragenen Signals durch Auswertung zumindest der in Schritt (a) erhaltenen Zeitinformation und

(c) Beurteilen der Synchronität des Senders aus der in Schritt (b) ermittelten Gesamtlaufzeit des Signals

umfaßt. Die Ermittlung der Gesamtlaufzeit des Signals in Schritt (b) kann neben der Auswertung der in Schritt (a) erhaltenen Zeitinformation die Auswertung weiterer, vom Multiplexer oder Sender übertragener Zeitinformationen umfassen.

**[0014]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann sowohl zur Überwachung der Synchronität eines Senders in einem Gleichwellennetz als auch zu dessen Einmessung der zeitlichen Position während der Inbetriebnahme angewendet werden.

**[0015]** Das angegebene Verfahren hat gegenüber den bisher bekannten Lösungen den Vorteil, daß die Gesamtlaufzeit des übertragenen Signals bestimmt wird und damit sowohl Laufzeitfehler des Senders als auch innerhalb des Transportnetzwerkes erkannt werden können. Bei periodischem Einsatz des Verfahrens wird zudem eine schnelle Fehlererkennung, Fehlermeldung und ggf. Ablösung bzw. Reserveschaltung des Senders und dessen Transportnetzwerkes erzielt, wobei kein zusätzliches Personal zur Fehlerlokalisierung notwendig ist.

**[0016]** Das Verfahren kann somit insbesondere in den terrestrischen Gleichwellennetzen des Digitalen Rundfunks (Digital Audio Broadcasting - DAB) gemäß ETS 300 401 und des Digitalen Fernsehens (Digital Video

Broadcasting - DVB) gemäß ETS 300 744 angewendet werden.

**[0017]** Bei Anwendung des Verfahrens im Digitalen Rundfunk kann zur Übertragung der Referenzzeit und ggf. weiterer Zeitinformationen sowohl der Fast-Information-Channel FIC als auch freie Übertragungskapazität des Main-Service-Channel verwendet werden.

**[0018]** Obwohl die vorliegende Erfindung in Verbindung mit Sendern im Gleichwellennetz beschrieben worden ist, können die erfindungsgemäßen Vorrichtungen und Verfahren ebenfalls für jede beliebige Laufzeitbestimmung eines Signals eingesetzt werden, das beispielsweise auch per Freiraumübertragung und nicht leitungsgebunden von einem ersten Ort zu einem zweiten Ort übermittelt wird.

**[0019]** Eine zur Ausführung des vorgeschlagenen Verfahrens zur Überwachung der Synchronität von Sendern in einem Gleichwellennetz geeignete Vorrichtung umfaßt

(A) eine Einrichtung zur Bestimmung der zeitlichen Position des von einem Sender erzeugten Signals bezüglich einer externen Referenz;

(B) eine Einrichtung zur Ermittlung der Gesamtlaufzeit des vom Ausgang eines Multiplexers zum Ausgang eines Senders übertragenen Signals durch Auswertung zumindest der aus (A) erhaltenen Zeitinformation und

(C) eine Einrichtung zur Beurteilung der Synchronität des Senders aus der ermittelten Gesamtlaufzeit des übertragenen Signals. Einrichtung (B) sollte dabei zur Ermittlung der Gesamtlaufzeit des Signals eine Auswerteeinheit für die aus Einrichtung (A) erhaltene Zeitinformation und eine Auswerteeinheit für weitere, vom Multiplexer oder Sender übertragene Zeitinformationen aufweisen.

**[0020]** Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 den schematischen Aufbau eines DAB-Gleichwellennetzes nach dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine erste Ausführungsform eines Verfahrens zur Überwachung der Synchronität von Sendern in einem Gleichwellennetz,

Fig. 3a eine zweite Ausführungsform eines Verfahrens zur Überwachung der Synchronität von Sendern in einem Gleichwellennetz,

Fig. 3b eine Modifikation der zweiten Ausführungsform,

Fig. 4a eine dritte Ausführungsform eines Verfahrens zur Überwachung der Synchronität von Sendern in einem Gleichwellennetz,

Fig. 4b eine Modifikation der dritten Ausführungsform und

Fig. 5 eine vierte Ausführungsform eines Verfahrens zur Überwachung der Synchronität von Sendern in einem Gleichwellennetz.

**[0021]** Nach der in Fig. 2 dargestellten ersten Ausführungsform wird zunächst für jeden oder ausgewählte Rahmen des vom Multiplexer (201) ausgesendeten Signals (202) der Rahmenanfang mit einem Rahmendetektor (203) markiert und unter Bezugnahme einer global verfügbaren Zeitbasis (204) die individuelle Referenzzeit  $t_{REF}$  (206) (des jeweiligen Rahmens) durch die Zeitbestimmungseinheit (205) bestimmt.

**[0022]** Danach wird für jeden oder ausgewählte Rahmen des vom Sender (207) ausgesendeten und in den Rahmendetektor (209) eingespeisten Signals (208) der Rahmenanfang markiert und unter Bezugnahme derselben global verfügbaren Zeitbasis (210) der individuelle Sendezeitpunkt  $t_{DAB}$  (212) (des jeweiligen Rahmens) durch die Zeitbestimmungseinheit (211) bestimmt.

**[0023]** Der Subtrahierer (213) zieht anschließend von dem zuvor bestimmten Sendezeitpunkt (212) die zugehörige individuelle Referenzzeit  $t_{REF}$  (206) ab. Als Ergebnis liegt die Gesamtlaufzeit  $t_{NS}$  (214) des Rahmens vor.

**[0024]** Die so ermittelte Gesamtlaufzeit (214) wird in nicht dargestellter Weise von einer Steuereinheit auf Einhaltung eines tolerablen Bereiches durch Vergleich mit einem Sollwert in Verbindung mit einer max. zulässigen Abweichung überwacht.

**[0025]** Im Falle einer unzulässigen Abweichung der Gesamtlaufzeit kann je nach Ausstattung der Sendeanlage ein Alarm zu einer übergeordneten Überwachungs- und Steuereinheit signalisiert werden oder der Sender automatisch abgeschaltet bzw. durch eine Reserve abgelöst werden.

**[0026]** Die Bestimmung der Referenzzeiten kann auf ausgewählte Rahmen unter Nutzung von Rahmenzählern oder anderer markanter wiederkehrend enthaltener Rahmeninformationen eingeschränkt werden. Dadurch wird die Anzahl zu übertragender Referenzzeiten eingeschränkt. Die Referenzzeiten nachfolgender Rahmen können durch Extrapolation mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden. Dadurch kann die notwendige Übertragungskapazität für die Referenzzeit erheblich reduziert werden.

**[0027]** Nach der in Fig. 3a dargestellten zweiten Ausführungsform wird die Referenzzeit (206) des am Ausgang des Multiplexers verfügbaren Rahmen (202) ermittelt. Die so gewonnene Referenzzeit (206) wird durch die Einfügeeinheit (301) in die zu sendenden Rahmen

(302) als zusätzliche Zeitmarke eingefügt und mit den Nutzinformationen (202) über das Transportnetzwerk übertragen und vom Sender (207) ausgestrahlt.

**[0028]** Zur Auswertung des vom Sender (207) erzeugten Signals (208) kann ein für das jeweilige Übertragungsverfahren üblicher Empfänger eingesetzt werden. Dieser enthält typischerweise bei Rahmen-orientierten Übertragungsverfahren eine HF-Baugruppe (303) zur Selektion und Vorverarbeitung, einen Rahmendetektor (209) und einen Kanaldekoder (304). Der Rahmendetektor markiert zur Synchronisation des Kanaldekoders (304) den Rahmenanfang. Der Kanaldekoder stellt seinerseits die dekodierten Daten als Bitstrom (305) bereit. Erfindungsgemäß wird das vom Rahmendetektor gelieferte Signal (306) zur weiteren Verarbeitung an die Zeitbestimmungseinheit (211) geführt. Die für das Verfahren notwendige Referenzzeit (206) wird durch einen Referenzzeitdekoder (307) aus dem Bitstrom (305) dekodiert.

**[0029]** Besonderer Vorteil der zweiten Ausführungsform ist, daß kein zusätzlicher Transportweg für die Übertragung der Referenzzeit benötigt wird.

**[0030]** Praktischerweise können die in Fig. 3a enthaltenen Blöcke zur Bestimmung und Eintastung der Referenzzeit (203, 204, 205, 301) direkt im Multiplexer (201) implementiert werden. Für diesen Fall zeigt Fig. 3b eine vorteilhafte Ausführung, bei der die Referenzzeit (206) des am Ausgang der Einfügeeinheit (301) verfügbaren Rahmen (302) ermittelt wird und damit die Gesamtlaufzeit vom Geräteausgang des Multiplexers bis zum Ausgang des Senders bestimmt wird.

**[0031]** Die ermittelte Referenzzeit (206) eines jeden oder ausgewählten Rahmens kann auch zeitlich verzögert in einen der nachfolgenden Rahmen durch die Einfügeeinheit (301) eingetastet werden, wobei die Referenzzeit (206) um einen Rahmenzähler oder andere markante wiederkehrend enthaltene Rahmeninformationen des jeweiligen Rahmens erweitert wird. Am Senderstandort kann damit der Referenzzeitdekoder (307) die aus dem Bitstrom (305) dekodierte Referenzzeit (206) dem entsprechenden Rahmen zuordnen.

**[0032]** Alternativ zu der in Fig. 3a und Fig. 3b dargestellten zweiten Ausführungsform kann ein zusätzlicher Transportweg auch vermieden werden, in dem Zeitmarken, die typischerweise in Rahmen-orientierten Datenströmen bereits enthalten sind, verwendet werden, falls diese den Anforderungen an die Genauigkeit gerecht werden. Das Meßergebnis ist dann um einen spezifischen Offset zu korrigieren.

**[0033]** Beim Digitalen Rundfunk kann neben der im FIC signalisierten Uhrzeit auch der im ETI zum dynamischen Laufzeitausgleich enthaltene  $TIST_{NA}$  bzw.  $TIST_{NI}$  verwendet werden. Der  $TIST$  legt, wie in ETS 300 799 definiert, die individuelle Sollzeit eines Rahmens am Eingang des COFDM fest und wird nur im ETI und nicht im DAB-Signal übertragen. Der in Fig. 1 im Sender enthaltene Netzwerkadapter (105) verzögert dazu einen empfangenen Rahmen (104) solange, bis die individu-

elle Sollzeit erreicht ist und speist den so verzögerten Rahmen (106) in den COFDM (107) ein.

**[0034]** Um die erfindungsgemäß notwendige Referenzzeit  $t_{REF}$  aus dem TIST zu bestimmen, kann durch Vergleich von Fig. 1 und Fig. 2 unter der Annahme, daß als Absolutzeit GPS in Form von 1 Hz Impulsen verwendet wird, folgende Erkenntnis gewonnen werden:

$$TIST = t_{MUX} + t_{NP(Soll)} + t_{TN(Soll)} + t_{NA(Soll)}$$

$$t_{ND(Soll)} = t_{NP(Soll)} + t_{TN(Soll)} + t_{NA(Soll)}$$

$$t_{REF} = t_{MUX}$$

Daraus folgt:

$$t_{REF} = TIST - t_{ND(Soll)}$$

**[0035]** Falls der Netzwerkadapter (102), wie in Fig. 4b dargestellt, integraler Bestandteil des Multiplexers (101) ist, gelten folgende Beziehungen:

$$t_{ND(Soll)} = t_{TN(Soll)} + t_{NA(Soll)}$$

$$t_{REF} = t_{MUX} + t_{NP(Soll)}$$

Daraus folgt:

$$t_{REF} = TIST - t_{ND(Soll)}$$

**[0036]** Als spezifischer Offset ist demnach für die Berechnung die vorgegebene Soll-Laufzeit  $t_{ND(Soll)}$  durch das Transportnetzwerk inkl. dynamischem Laufzeitausgleich anzuwenden.

**[0037]** Bei der dritten Ausführungsform (Fig. 4a bzw. Fig. 4b), die auf eine Anwendung im Digitalen Rundfunk gerichtet ist, extrahiert der TIST-Dekoder (402) aus dem am Sendereingang anliegenden ETI-Datenstrom (401) den individuellen TIST (403) eines Rahmens. Der Subtrahierer (404) bildet aus dieser und der extern festgelegten konstanten Soll-Laufzeit (405) die für das Verfahren notwendige Referenzzeit (206).

**[0038]** Um den individuellen TIST (403) dem zugehörigen Rahmen korrekt zuzuordnen zu können, ist es vorteilhaft, wenn der TIST-Dekoder (402) zusätzlich den Rahmenzähler oder eine andere markante wiederkehrend enthaltene Rahmeninformation des jeweiligen Rahmens dekodiert und den TIST (403) um diese Information ergänzt.

**[0039]** Die in Fig. 5 dargestellte vierte Ausführungsform ist gerichtet auf den Einsatz in großen Versor-

gungsgebieten mit vielen Sendern, bei denen zur Einsparung von Kosten die Verteilung des Datenstroms über Satellit erfolgt. Da die Signallaufzeiten zu den einzelnen Sendern sich nur geringfügig unterscheiden wird typischer Weise auf den dynamischen Laufzeitausgleich am Sender verzichtet.

**[0040]** Wie in Fig. 5 dargestellt, wird der vom Multiplexer (201) erzeugte Datenstrom (202) über die Einfügeeinheit (505) als Datenstrom (302) an den Satelliten-Sender (509) übergeben. Dieser kodiert den Datenstrom und sendet ihn als Uplink (510) zum Satellit, der diesen als Downlink 511 an die Satelliten-Empfänger (513) verteilt. Der jeweilige Satelliten-Empfänger 513 dekodiert den im Downlink enthaltenen Datenstrom und führt diesen an den Sender (207).

**[0041]** Die bisher beschriebenen Verfahren zur Bestimmung der Gesamtlaufzeit eines Signals vom Ausgang des Multiplexers bis zum Senderausgang können auch bei Verteilung des Signals über Satellit angewendet werden. Da der Satellit jedoch seine Position insbesondere seine Höhe als eine Art langsamen Taumelns ändert, verändert sich auch die Gesamtlaufzeit. Dieser ist somit nicht mehr zu entnehmen, ob die Laufzeitänderungen durch Fehler im Sender verursacht sind. Die bestimmte Gesamtlaufzeit kann damit alleine nicht zur Beurteilung der Synchronität herangezogen werden.

**[0042]** Die Funktionserweiterungen der vierten Ausführungsform (Fig. 5) gegenüber der zweiten Ausführungsform (Fig. 3a bzw. Fig. 3b) zielen darauf ab, zusätzlich die Laufzeit über Satellit zu bestimmen und unter Bezugnahme auf die bekannte Soll-Laufzeit über Satellit eine Korrekturzeit  $t_{COR}$  zu bestimmen. Diese Korrekturzeit  $t_{COR}$  wird in Verbindung mit der ermittelten Gesamtlaufzeit  $t_{NS}$  zur Bewertung der Synchronität des Senders herangezogen.

**[0043]** Mittels der in dieser Ausführungsform vorgeschlagenen Lösung ist es erstmals möglich, die Gesamtlaufzeit in Gleichwellennetzen vom Multiplexerausgang bis zum Senderausgang über Satellit zu bestimmen und gleichzeitig Zeitinformationen zu gewinnen, die eine Beurteilung der Synchronität der Sender ermöglichen. Dadurch wird die Zuverlässigkeit der Sender erhöht. Überdies kann auf den bisher erforderlichen Zeitausgleich in einer Netzwerkadaption verzichtet werden, so daß eine erhebliche Kostenverringerung an jedem Sender erreicht wird.

**[0044]** Um die Korrekturzeit  $t_{COR}$  zu bestimmen, wird am Standort des Multiplexers (201) durch einen zusätzlichen Satelliten-Empfänger (508) der Downlink (511) empfangen und daraus der Datenstrom (507) dekodiert. Die Laufzeitmeßeinrichtung (506) bestimmt die Laufzeit des empfangenen Datenstroms (507) gegenüber dem gesendeten Datenstrom (302). Dazu werden in nicht dargestellter Weise die Rahmenanfänge jeweils durch einen Rahmendetektor markiert und die Zeit zwischen den zugehörigen Rahmenanfängen vermessen. Um eine Zuordnung der empfangenen Rahmen zu den gesendeten Rahmen zu treffen, können im Datenstrom ent-

haltene Rahmencounter oder andere markante wiederkehrend enthaltene Rahmeninformationen ausgewertet werden. Der Subtrahierer (502) zieht von der ermittelten Laufzeit über Satellit (504) die bekannte Soll-Laufzeit über Satellit  $t_{\text{SAT(Soll)}}$  (501) ab. Als Ergebnis liegt die Korrekturzeit  $t_{\text{COR}}$  (503) vor, welche von der Einfügeeinheit (505) in ähnlicher Weise wie die Referenzzeit (206) in den vom Multiplexer gelieferten Datenstrom (202) als zusätzliche Zeitinformation eingefügt wird. Am Sender dekodiert der Zeitinformationsdekoder (514) aus dem Bitstrom (305) die Referenzzeit (206) und zusätzlich die Korrekturzeit (503).

**[0045]** Durch Addition der Korrekturzeit (503) zu dem extern festgelegten konstanten Sollwert für die Gesamtlaufzeit (214) wird dieser Sollwert in nicht dargestellter Weise angepasst und entsprechend der ersten Ausführungsform in Verbindung mit der Gesamtlaufzeit (214) von der Steuereinheit zur Beurteilung der Synchronität verwendet.

**[0046]** Die ermittelte Korrekturzeit (503) kann somit durch die Einfügeeinheit (505) ähnlich der Referenzzeit (206) als zusätzliche Zeitinformation in das auszusendende Signal (203) eingefügt und durch einen Zeitinformationsdekoder (514) ähnlich der Referenzzeit (206) aus dem Bitstrom (305) dekodiert werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung der Synchronität von Sendern in einem Gleichwellennetz, **dadurch gekennzeichnet, daß** es die Schritte

(a) Bestimmen der zeitliche Position des von einem Sender erzeugten Signals bezüglich einer externen Referenz;

(b) Ermitteln der Gesamtlaufzeit des vom Ausgang eines Multiplexers zum Ausgang eines Sender übertragenen Signals durch Auswertung zumindest der in Schritt (a) erhaltenen Zeitinformation und

(c) Beurteilen der Synchronität des Senders aus der in Schritt (b) ermittelten Gesamtlaufzeit des Signals

umfaßt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Ermittlung der Gesamtlaufzeit des Signals in Schritt (b) neben der Auswertung der in Schritt (a) erhaltenen Zeitinformation die Auswertung weiterer, vom Multiplexer oder Sender übertragener Zeitinformationen umfaßt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei das Bestimmen der zeitlichen Position des von ei-

nem Sender erzeugten Signals bezüglich einer externen Referenz in Schritt (a) durch

(a1) Markieren des Rahmenanfangs jedes oder ausgewählter Rahmen eines von einem Multiplexer (201) ausgesendeten Signals (202) mit einem Rahmendetektor (203);

(a2) Bestimmen der individuellen Referenzzeit (206) für jeden oder ausgewählter Rahmen durch die Zeitbestimmungseinheit (205) in bezug auf eine global verfügbare Zeitbasis (204);

(a3) Markieren des Rahmenanfangs jedes oder ausgewählter Rahmen eines von einem Sender (207) ausgesendeten und in einen Rahmendetektor (209) eingespeisten Signals (208) und

(a4) Bestimmen des individuellen Sendezeitpunktes (212) für jeden oder ausgewählter Rahmen durch die Zeitbestimmungseinheit (211) in bezug auf dieselbe global verfügbare Zeitbasis (210)

erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die in Teilschritt (a2) bestimmte Referenzzeit (206) mittels einer Einfügeeinheit (301) in den gleichen oder einen der nachfolgenden Rahmen des ausgesendeten Signals (302) als zusätzliche Zeitmarke eingefügt, die gemeinsam mit Nutzinformationen (202) an Sender (207) übertragen und von diesem ausgestrahlt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei Teilschritt (a3)

(a31) das Markieren des Rahmenanfangs mittels des Rahmendektors (209);

(a32) das Synchronisieren eines Kanaldekoders (304) mittels der markierten Rahmenanfänge und

(a33) das Bereitstellen der dekodierten Daten als Bitstrom (305) durch den Kanaldekoder (304)

umfaßt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das vom Rahmendekoder (206) in Teilschritt (a31) gelieferte Signal (306) der Zeitbestimmungseinheit (211) zugeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, wobei aus dem Bitstrom (305) die Referenzzeit (206) durch einen

- Referenzzeitdeko­der (307) de­kodi­ert wird.
8. Ver­fah­ren nach An­spruch 3, wo­bei die Re­ferenzzeit (206) in Teilschritt (a2) durch
- 5 (i) Ex­tra­hie­ren ei­nes in­di­vi­du­el­len TIST (403) ei­nes Rah­mens aus dem am Sen­de­rei­ngang an­lie­gen­den ETI-Daten­strom (401) mit­tel­ts ei­nes TIST-De­ko­ders (402) und
- (ii) Sub­tra­hie­ren ei­ner ex­tern fest­ge­leg­ten kon­stan­ten Soll-Laufzeit (405) von dem im Schritt (i) be­stimm­ten in­di­vi­du­el­len TIST (403) ei­nes Rah­mens mit­tel­ts ei­nes Sub­tra­hie­rers (404)
- 10 ge­bil­det wird.
9. Ver­fah­ren nach ei­nem der An­sprü­che 3 bis 8, wo­bei das Er­mit­teln der Ge­sam­tlaufzeit des Sen­ders durch Aus­wer­tung zu­min­dest der in Schritt (a) er­hal­te­nen Zeit­in­for­ma­tion in Schritt (b) durch
- 20 Sub­tra­hie­ren der in Teilschritt (a2) be­stimm­ten Re­ferenzzeit (206) von dem in Teilschritt (a4) be­stimm­ten zu­ge­hö­ri­gen Sen­dezeitpunkt (212) mit­tel­ts ei­nes Sub­tra­hie­res (213) er­folgt, wo­durch die Ge­sam­tlaufzeit (214) für je­den Rah­men er­mit­te­lt wird.
- 25 10. Ver­fah­ren nach ei­nem der vor­ste­hen­den An­sprü­che, wo­bei das Beur­tei­len der Syn­chro­ni­tät des Sen­ders aus der in Schritt (b) er­mit­tel­ten Ge­sam­tlaufzeit des Sig­nals in Schritt (c) durch
- 30 (c1) Prü­fen der in Schritt (b) er­mit­tel­ten Ge­sam­tlaufzeit (214) auf Ein­hal­tung ei­nes to­le­ra­blen Be­rei­ches durch Ver­gleich mit ei­nem Soll­wert in Ver­bin­dung mit ei­ner ma­xi­mal zu­läs­si­gen Ab­wei­chung und
- 35 (c2) Er­zeu­gen ei­nes Stellsig­nals im Fal­le ei­ner un­zu­läs­si­gen Ab­wei­chung der er­mit­tel­ten Ge­sam­tlaufzeit (214) von dem Soll­wert
- 40 er­folgt.
- 45 11. Ver­fah­ren nach An­spruch 10, wo­bei der in den Schrit­ten (c1) und (c2) ver­wen­de­te Soll­wert durch Addie­ren ei­ner Kor­rek­turzeit (503) zu ei­nem ex­tern fest­ge­leg­ten Soll­wert be­stimmt wird.
- 50 12. Ver­fah­ren nach An­spruch 11, wo­bei die Kor­rek­turzeit (503) durch
- 55 (i) Er­mit­tlung der Laufzeit (504) des über das Trans­port­netz­werk aus­ge­sen­de­ten (302) und emp­fan­ge­nen (507) Sig­nals durch die Laufzeit­meß­ein­rich­tung (506) und
- (ii) Sub­tra­hie­ren ei­ner ex­tern fest­ge­leg­ten kon­stan­ten Soll-Laufzeit (501) von der im Schritt (i) er­hal­te­nen Laufzeit (504) mit­tel­ts ei­nes Sub­tra­hie­rers (502)
- ermittelt wird.
13. Ver­fah­ren nach An­spruch 12, wo­bei die er­mit­tel­te Kor­rek­turzeit (503)
- (i) durch die Ein­fü­ge­ein­heit (505) als zu­stät­z­li­che Zeit­in­for­ma­tion in das aus­zu­sen­de­nde Sig­nal (302) ein­ge­fügt und
- (ii) durch ei­nen Zeit­in­for­ma­tions­de­ko­der (514) aus dem Bit­strom (305) de­kodi­ert
- wird.
14. Ver­fah­ren nach An­spruch 10 bis 13, wo­bei das in Schritt (c2) er­zeu­gte Stellsig­nal ei­nen Al­arm in ei­ner über­ge­ord­ne­ten Über­wachungs- und Steuereinheit aus­löst.
15. Ver­fah­ren nach An­spruch 10 bis 13, wo­bei das in Schritt (c2) er­zeu­gte Stellsig­nal den Sen­der ab­schal­te­te, wo­bei der ab­ge­schal­te­te Sen­der durch ei­nen Re­ser­vesen­der er­gänzt wer­den kann.
16. Vor­rich­tung zur Über­wach­ung der Syn­chro­ni­tät von Sen­dern in ei­nem Gleich­wellen­netz, **dadurch ge­kenn­zeich­net, daß** sie
- (A) ei­ne Ein­rich­tung zur Be­stim­mung der zeit­li­chen Po­si­tion des von ei­nem Sen­der er­zeu­gten Sig­nals be­züg­lich ei­ner ex­ter­nen Re­ferenz;
- (B) ei­ne Ein­rich­tung zur Er­mit­tlung der Ge­sam­tlaufzeit des vom Aus­gang ei­nes Mul­ti­plexers zum Aus­gang ei­nes Sen­ders über­tra­ge­nen Sig­nals durch Aus­wer­tung zu­min­dest der aus (A) er­hal­te­nen Zeit­in­for­ma­tion und
- (C) ei­ne Ein­rich­tung zur Beur­tei­lung der Syn­chro­ni­tät des Sen­ders aus der er­mit­tel­ten Ge­sam­tlaufzeit des Sig­nals
- um­faßt.
17. Vor­rich­tung nach An­spruch 16, wo­bei die Ein­rich­tung (B) zur Er­mit­tlung der Ge­sam­tlaufzeit des Sig­nals ei­ne Aus­wer­teein­heit für die aus Ein­rich­tung (A) er­hal­te­ne Zeit­in­for­ma­tion und ei­ne Aus­wer­teein­heit für wei­te­re, vom Mul­ti­plexer oder Sen­der über­tra­ge­ne Zeit­in­for­ma­tio­nen auf­weist.
18. Vor­rich­tung nach An­spruch 16 oder An­spruch 17, wo­bei die Ein­rich­tung (A) zur Be­stim­mung der zeit-

lichen Position des von einem Sender erzeugten Signals bezüglich einer externen Referenz

(A1) eine Einheit zur Markierung des Rahmenanfangs jedes oder ausgewählter Rahmen eines von einem Multiplexer (201) ausgesendeten Signals (202) mit einem Rahmendetektor (203);

(A2) eine Einheit zur Bestimmung der individuellen Referenzzeit (206) für jeden oder ausgewählter Rahmen durch die Zeitbestimmungseinheit (205) in bezug auf eine global verfügbare Zeitbasis (204);

(A3) eine Einheit zur Markierung des Rahmenanfangs jedes oder ausgewählter Rahmen eines von einem Sender (207) ausgesendeten und in einen Rahmendetektor (209) eingespeisten Signals (208) und

(A4) eine Einheit zur Bestimmung des individuellen Sendezeitpunktes (212) für jeden oder ausgewählter Rahmen durch die Zeitbestimmungseinheit (211) in bezug auf dieselbe global verfügbare Zeitbasis (210)

aufweist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, wobei Einheit (A2) eine Einfügeeinheit (301) zum Einfügen der Referenzzeit (206) in den gleichen oder einen der nachfolgenden Rahmen des ausgesendeten Signals (302) als zusätzliche Zeitmarke aufweist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, wobei Einheit(A3)

(A31) einen Rahmendetektor (209) zur Markierung des Rahmenanfangs und  
(A32) einen Kanaldecoder (304), der mittels der markierten Rahmenanfänge synchronisiert wird und dekodierte Daten als Bitstrom (305) bereitstellt,

aufweist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, wobei Einheit (A3) eine Zeitbestimmungseinheit (211) aufweist, der das Signal (306) von Rahmendekoder (206) zugeführt wird.

22. Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 21, wobei Einheit (A3) einen Referenzzeitdekor (307) aufweist, der die Referenzzeit (206) aus dem Bitstrom (305) dekodiert.

23. Vorrichtung nach Anspruch 18, wobei Einheit (A2)

(i) einen TIST-Dekoder (402) zum Extrahieren eines individuellen TIST (403) eines Rahmens aus dem am Sendereingang anliegenden ETI-Datenstrom (401) und

(ii) einen Subtrahierer (404) zur Differenzbildung zwischen dem individuellen TIST (403) eines Rahmens und einer extern festgelegten konstanten Soll-Laufzeit (405)

aufweist, um Referenzzeit (206) zu bilden.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 23, wobei Einrichtung (B) einen Subtrahierer (213) zum Subtrahieren der in Einheit (A2) bestimmten Referenzzeit (206) von dem in Einheit (A4) bestimmten zugehörigen Sendezeitpunkt (212) und eine Einheit zur Ermittlung der Gesamtlaufzeit (214) für jeden Rahmen aufweist.

25. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei Einrichtung (C) zur Beurteilung der Synchronität des Senders aus der in Einrichtung (B) ermittelten Gesamtlaufzeit des Senders

(C1) eine Einheit zum Prüfen der in Schritt (b) ermittelten Gesamtlaufzeit (214) auf Einhaltung eines tolerablen Bereiches durch Vergleich mit einem Sollwert in Verbindung mit einer maximal zulässigen Abweichung und

(C2) eine Einheit zum Erzeugen eines Stellsignals im Falle einer unzulässigen Abweichung der ermittelten Gesamtlaufzeit (214) von dem Sollwert

aufweist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, wobei die Einheiten (C1) und (C2) den verwendeten Sollwert durch Addieren einer Korrekturzeit (503) zu einem extern festgelegten Sollwert bilden.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, wobei die Korrekturzeit (503) in Einheit (A2) durch

(i) Ermittlung der Laufzeit (504) des über das Transportnetzwerk ausgesendeten (302) und empfangenen (507) Signals durch die Laufzeitmeßeinrichtung (506) und

(ii) Subtrahieren einer extern festgelegten konstanten Soll-Laufzeit (501) von der im Schritt (i) erhaltenen Laufzeit (504) mittels eines Subtrahierers (502)

ermittelt wird.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, wobei die ermittelte

Korrekturzeit (503)

(i) in Einheit A2 durch die Einfügeeinheit (505) ähnlich der Referenzzeit (206) als zusätzliche Zeitinformation in das auszusendende Signal (302) eingefügt und 5

(ii) in Einheit (A3) durch einen Zeitinformationsdekoder (514) ähnlich der Referenzzeit (206) aus dem Bitstrom (305) dekodiert 10

wird.

**29.** Vorrichtung nach Anspruch 25 bis 28, wobei das von Einheit (C2) erzeugte Stellsignal einen Alarm in einer übergeordneten Überwachungs- und Steuereinheit auslöst. 15

**30.** Vorrichtung nach Anspruch 25 bis 28, wobei das von Einheit (C2) erzeugte Stellsignal den Sender abschaltet, wobei der abgeschaltete Sender durch einen Reservesender ergänzt werden kann. 20

25

30

35

40

45

50

55

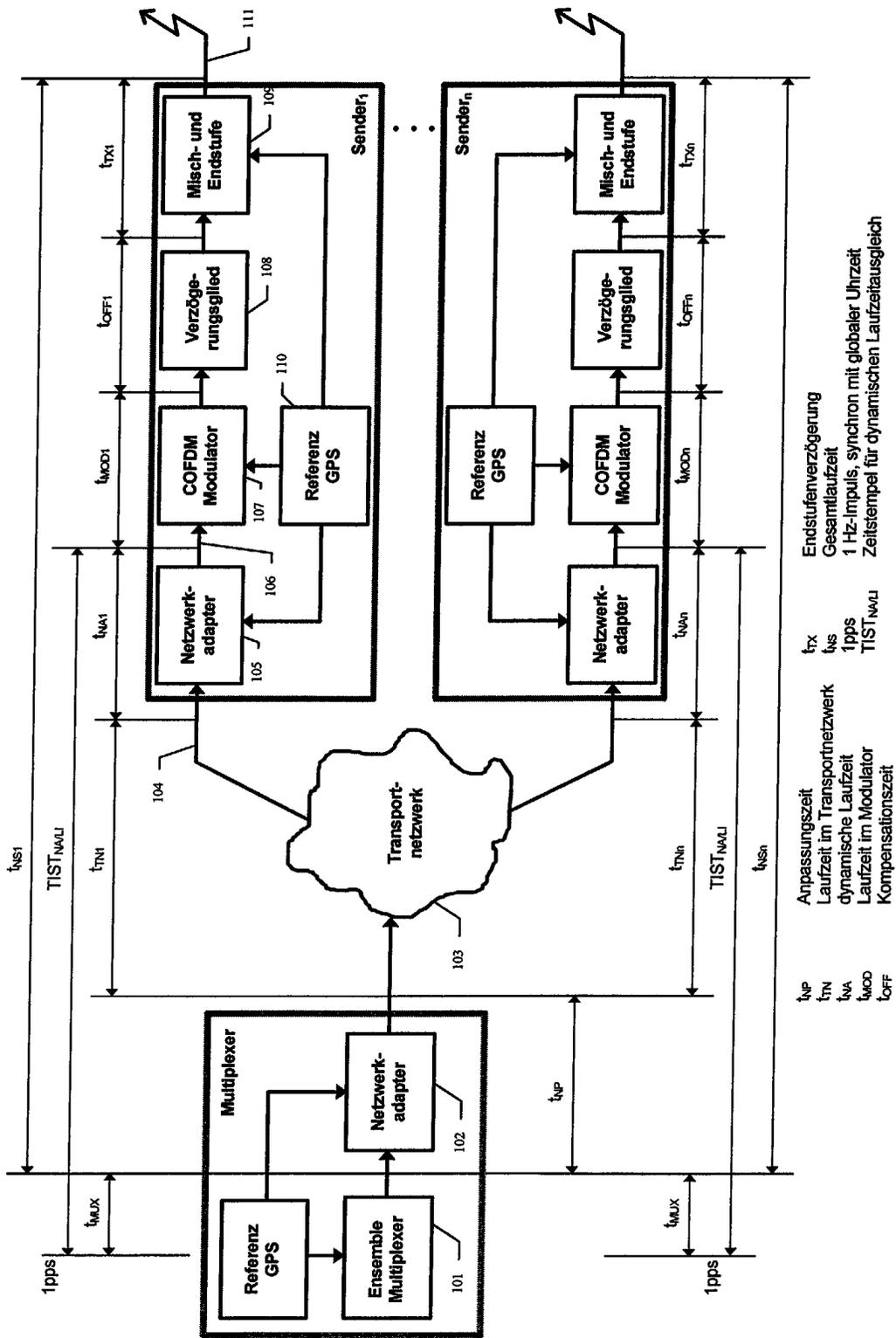


Fig. 1

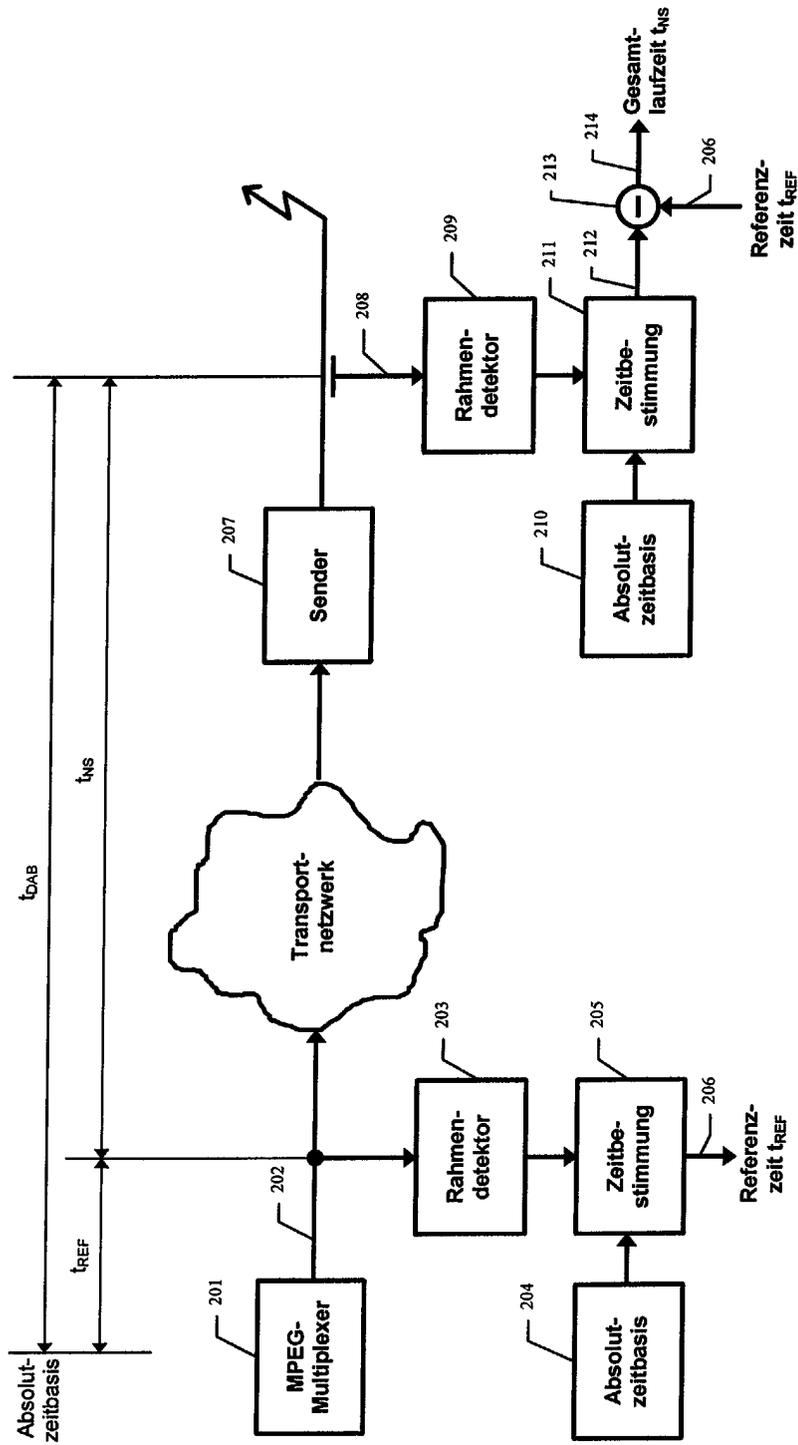


Fig. 2

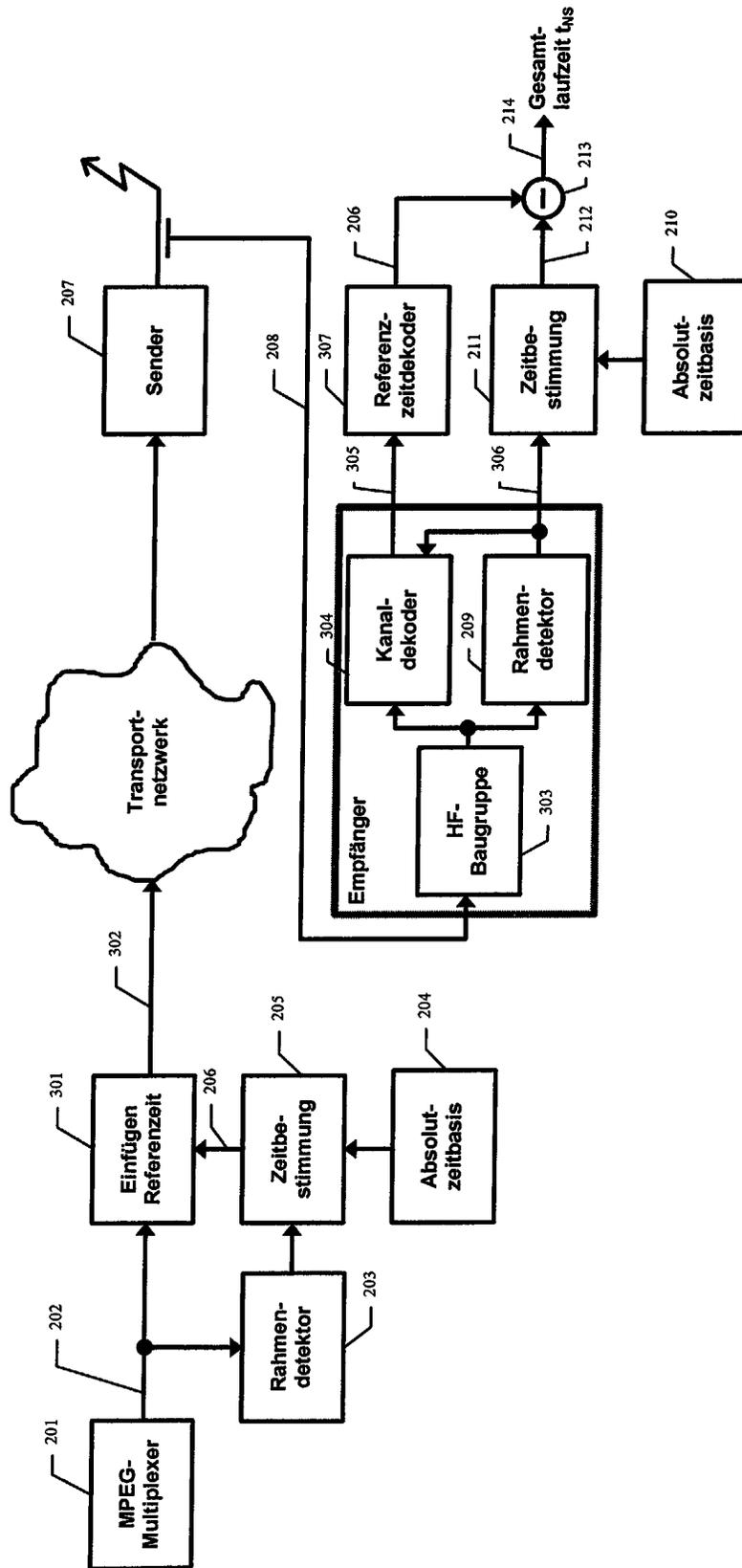


Fig. 3a



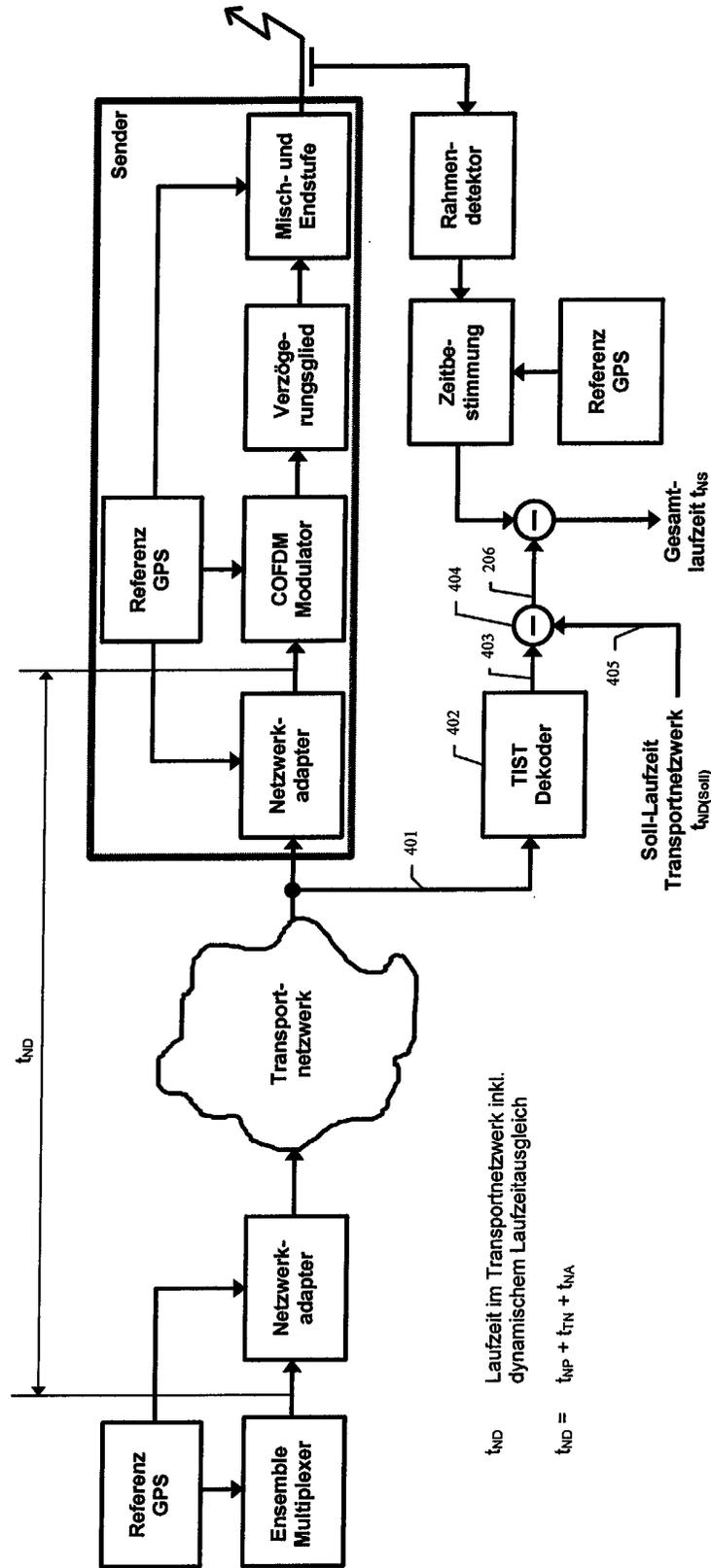


Fig. 4a

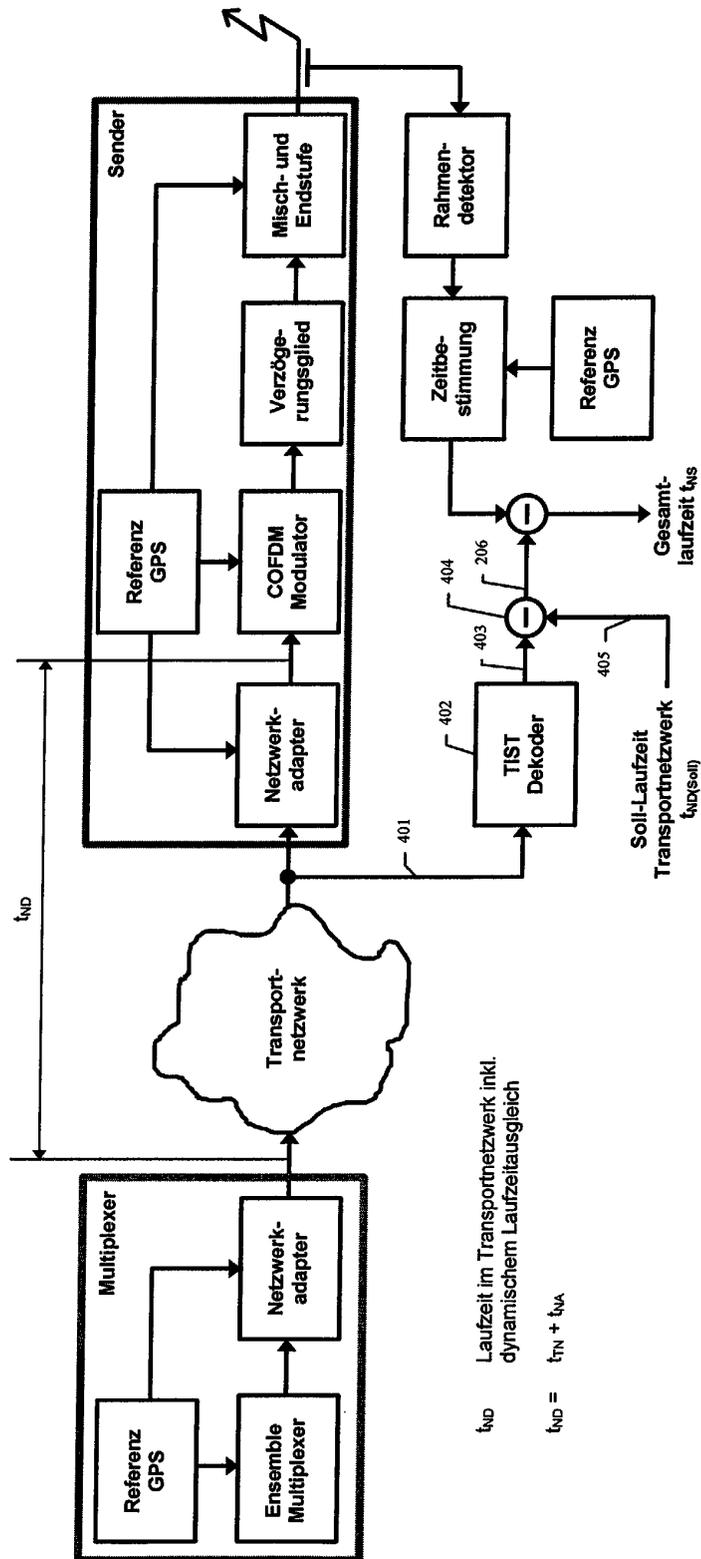


Fig. 4b

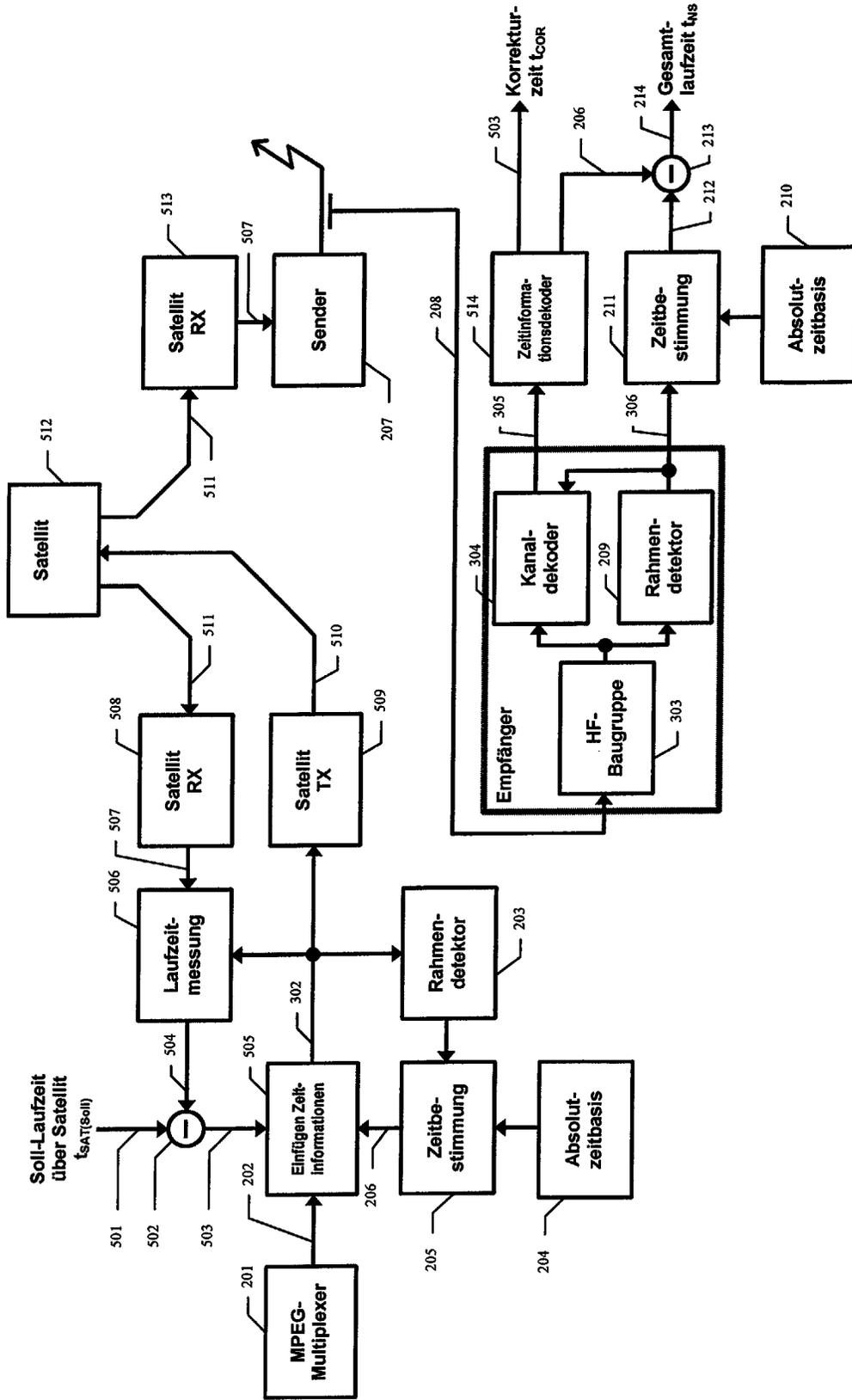


Fig. 5