



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2006 023 213 B3 2007.09.27

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2006 023 213.5

(51) Int Cl.⁸: G01B 21/00 (2006.01)

(22) Anmelddetag: 17.05.2006

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 27.09.2007

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

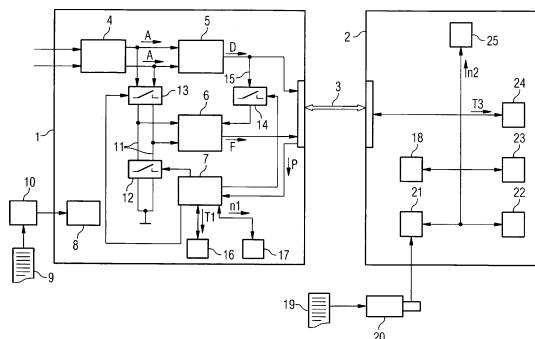
DE 197 12 622 A1

DE 102 44 583 A1

(72) Erfinder:
Siess, Rainer, 91056 Erlangen, DE

(54) Bezeichnung: Betriebsverfahren für einen Geber und eine mit dem Geber kommunizierende Steuereinrichtung

(57) Zusammenfassung: Ein Geber (1) erfasst mittels einer Erfassungseinrichtung (4) mindestens ein Analogsignal (A), ermittelt mittels einer Auswertungseinrichtung (5) unter Verwendung des Analogsignals (A) mindestens ein Digitalsignal (D) und übermittelt das Digitalsignal (D) an eine geberexterne Steuereinrichtung (2). Einer Überwachungseinrichtung (6) des Geberts (1) werden das Analogsignal (A) oder das Analogsignal (A) und das Digitalsignal (D) zugeführt. Sie überwacht anhand der ihr zugeführten Signale (A, D) die Erfassungseinrichtung (4) und/oder die Auswertungseinrichtung (5) auf ordnungsgemäße Funktion. Nur bei ordnungsgemäßem Funktionieren der überwachten Einrichtung(en) (4, 5) übermittelt sie ein Freigabesignal (F) an die Steuereinrichtung (2). Die Steuereinrichtung (2) nimmt das Digitalsignal (D) entgegen und prüft, ob ihr zusätzlich das Freigabesignal (F) übermittelt wird. In einem Normalmodus verarbeitet die Steuereinrichtung (2) das Digitalsignal (D) weiter, wenn ihr das Freigabesignal (F) übermittelt wird. Andernfalls wertet sie das übermittelte Digitalsignal (D) als fehlerhaft und gibt eine Meldung über eine Fehlfunktion des Gebers (1) aus. Von Zeit zu Zeit übermittelt die Steuereinrichtung (2) ein Prüfsignal (P) an den Geber (1) und wechselt in den Prüfmodus. Der Geber (1) nimmt aufgrund der Übermittlung des Prüfsignals (P) einen Prüfmodus an, in dem er die der Überwachungseinrichtung (6) zugeführten Signale (A, D) derart manipuliert, dass die Überwachungseinrichtung (6) bei ...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Betriebsverfahren für einen Geber und eine mit dem Geber kommunizierende Steuereinrichtung.

[0002] Derartige Betriebsverfahren sind beispielsweise aus der DE-A-102 44 583 bekannt.

[0003] Bei den bekannten Betriebsverfahren für einen Geber erfasst der Geber mittels einer Erfassungseinrichtung mindestens ein Analogsignal, ermittelt mittels einer Auswertungseinrichtung unter Verwendung des mindestens einen Analogsignals mindestens ein Digitalsignal und übermittelt das mindestens eine Digitalsignal an eine geberexterne Steuereinrichtung. Weiterhin wird einer Überwachungseinrichtung des Gebers das mindestens eine Analogsignal zugeführt. Die Überwachungseinrichtung überwacht anhand der ihr zugeführten Analogsignale die Erfassungseinrichtung auf ordnungsgemäßes Funktionieren. Nur bei ordnungsgemäßem Funktionieren der Erfassungseinrichtung übermittelt die Überwachungseinrichtung ein Freigabesignal an die geberexterne Steuereinrichtung.

[0004] Der Geber wiederholt die oben angeführten Schritte unabhängig davon, ob er sich in einem Prüfmodus befindet oder nicht. Der Geber nimmt den Prüfmodus an, wenn ihm ein Prüfsignal übermittelt wird. Im Prüfmodus manipuliert der Geber das der Überwachungseinrichtung zugeführte Analogsignal derart, dass die Überwachungseinrichtung bei ordnungsgemäßem Funktionieren der Überwachungseinrichtung auf nicht ordnungsgemäßes Funktionieren der Erfassungseinrichtung erkennt.

[0005] Aus der DE-A-102 44 583 ist weiterhin ein korrespondierendes Betriebsverfahren für die Steuereinrichtung bekannt. Im Rahmen dieses Betriebsverfahrens nimmt die Steuereinrichtung zyklisch vom Geber das Digitalsignal entgegen. Sie prüft, ob ihr zusätzlich zu dem Digitalsignal auch ein Freigabesignal übermittelt wird. Diese Schritte führt die Steuereinrichtung unabhängig davon aus, ob sie sich in einem Normalmodus oder in einem Prüfmodus befindet. Sie wiederholt diese Schritte zyklisch.

[0006] Im Normalmodus verarbeitet die Steuereinrichtung das mindestens eine Digitalsignal weiter, wenn ihr das Freigabesignal zusätzlich zu dem mindestens einen Digitalsignal übermittelt wird. Andernfalls wertet die Steuereinrichtung das übermittelte Digitalsignal als fehlerhaft und gibt eine Meldung über eine Fehlfunktion des Gebers aus.

[0007] Von Zeit zu Zeit übermittelt die Steuereinrichtung ein Prüfsignal an den Geber und wechselt vom Normalmodus in den Prüfmodus. Im Prüfmodus gibt die Steuereinrichtung eine Meldung über eine Fehl-

funktion des Gebers aus, wenn ihr zusätzlich zu jedem während des Prüfmodus übermittelten Digitalsignal ein Freigabesignal übermittelt wird. Im Prüfmodus wartet die Steuereinrichtung den Eintritt eines steuereinrichtungsinternen Ereignisses ab und wechselt sodann selbsttätig vom Prüfmodus in den Normalmodus zurück.

[0008] Von elektronischen Steuereinrichtungen für Industriemaschinen wird in regelmäßigen Zeitabständen, also zyklisch, jeweils ein von einem Geber gelieferter Messwert benötigt, um eine Maschine oder eine Anlage korrekt steuern zu können. Beispiele solcher Steuereinrichtungen sind speicherprogrammierbare Steuerungen (SPSen) und numerische Steuerungen (CNC).

[0009] Früher wurde zu diesem Zweck zunächst das von einer Erfassungseinrichtung des Gebers erfasste Analogsignal selbst zur Steuereinrichtung übertragen. Bei dieser Art der Datenübertragung war es – zumindest in manchen Fällen – möglich, dass die Steuereinrichtung den Geber auf ordnungsgemäßes Funktionieren überwachte. Dies galt insbesondere dann, wenn der Geber mehrere miteinander korrelierte Analogsignale übermittelte. Ein Beispiel derart miteinander korrelierter Analogsignale sind das Sinus- und das Cosinussignal eines Inkrementalgebers. Denn diese beiden Signale sind um ca. 90° gegeneinander phasenversetzt und weisen im Wesentlichen die gleiche Amplitude auf.

[0010] Es sind auch Geber bekannt, bei denen zusätzlich zu den Analogsignalen aus den Analogsignalen abgeleitete Digitalsignale an die Steuereinrichtung übertragen werden. Auch bei diesen Geben ist – zumindest in manchen Fällen – eine Überwachung des Gebers durch die Steuereinrichtung möglich.

[0011] In jüngerer Zeit sind Geber bekannt geworden, welche die von ihnen erfassten Analogsignale ausschließlich digital an die Steuereinrichtung übermitteln. Ein Beispiel eines derartigen Gebers ist in der bereits erwähnten DE-A-102 44 583 beschrieben. Bei diesem Geber kann von der Steuereinrichtung anhand des übermittelten Digitalsignals nicht mehr erkannt werden, ob der Geber ordnungsgemäß arbeitet oder nicht. Es sind daher zusätzliche Maßnahmen erforderlich, um eine etwaige Fehlfunktion des Gebers erkennen zu können. Insbesondere kann im Geber eine Überwachungseinrichtung vorhanden sein, welche die Erfassungseinrichtung überwacht. Auch die Überwachungseinrichtung und deren Betrieb sind in der bereits genannten DE-A-102 44 583 beschrieben.

[0012] Aus der DE 197 12 622 A1 ist ferner ein Verfahren zur automatischen Korrektur fehlerbehafteter Abtastsignale inkrementaler Positionsmesseinrichtungen bekannt, wobei von einer nachgeordneten

Auswerteeinheit ideale Signalform vorausgesetzt wird. Hierbei sind mehrere Abgleichmöglichkeiten umfasst, um durch die Beaufschlagung mit den Stellsignalen die fehlerbehafteten Abtastsignale zu korrigieren.

[0013] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die bekannten Betriebsverfahren für den Geber und die Steuereinrichtung zu optimieren.

[0014] Die Aufgabe wird für einen Geber durch ein Betriebsverfahren gemäß Anspruch 1 und für eine Steuereinrichtung durch ein Betriebsverfahren gemäß Anspruch 10 gelöst.

[0015] Erfindungsgemäß wartet der Geber im Prüfmodus den Eintritt eines geberinternen Ereignisses ab und verlässt sodann selbsttätig den Prüfmodus. Hiermit korrespondierend wechselt die Steuereinrichtung vom Prüfmodus in den Normalmodus, ohne an den Geber ein Signal zu übermitteln, das nicht auch im Normalmodus an den Geber übermittelt wird.

[0016] Durch die erfindungsgemäße Vorgehensweise wird erreicht, dass Programmcode und Rechenzeit in der Steuereinrichtung minimiert werden können. Weiterhin wird erreicht, dass es nicht mehr geschehen kann, dass durch unvorhergesehene Verzögerungen des Programmablaufs in der Steuereinrichtung ein Zurücksetzen des Prüfmodus des Gebers unterbleibt. Zudem wird die von der Steuereinrichtung zum Geber zu übermittelnde Datenmenge minimiert.

[0017] Die Aufgabe wird weiterhin durch Datenträger gelöst, auf denen je ein Computerprogramm gespeichert ist. Die Computerprogramme bewirken, dass ein Geber bzw. eine Steuereinrichtung gemäß einem obenstehend beschriebenen Betriebsverfahren betrieben wird, wenn das Computerprogramm in den Geber bzw. in die Steuereinrichtung geladen ist und vom Geber bzw. der Steuereinrichtung ausgeführt wird.

[0018] Ferner wird die Aufgabe durch einen Geber gelöst, der derart ausgebildet ist, insbesondere programmiert ist, dass von ihm ein derartiges Betriebsverfahren ausgeführt wird. Der Geber kann insbesondere als ASIC ausgebildet sein. Schließlich wird die Aufgabe durch eine Steuereinrichtung gelöst, die derart ausgebildet ist, insbesondere programmiert ist, dass von ihr ein derartiges Betriebsverfahren ausgeführt wird.

[0019] Es ist möglich, dass das geberinterne Ereignis ein Ablauf einer vom Geber auf Grund der Übermittlung des Prüfsignals gestarteten geberinternen Geberprüfzeitspanne ist. Die Geberprüfzeitspanne ist vorzugsweise ein ganzzahliges Vielfaches einer Zykluszeit, mit der der Geber arbeitet. Es ist möglich,

dass der Geber die Geberprüfzeitspanne anhand des Prüfsignals ermittelt.

[0020] Alternativ ist es möglich, dass das geberinterne Ereignis das Erreichen einer Anzahl von Übermittlungen des mindestens einen Digitalsignals, gerechnet ab dem Annehmen des Prüfmodus, ist. Analog zur Geberprüfzeitspanne ist es auch in diesem Fall möglich, dass der Geber die Anzahl von Übermittlungen des mindestens einen Digitalsignals anhand des Prüfsignals ermittelt.

[0021] In ähnlicher Weise kann das steuereinrichtungsinterne Ereignis ein Ablauf einer von der Steuereinrichtung auf Grund der Übermittlung des Prüfsignals gestarteten steuereinrichtungsinternen Steuerseinrichtungsprüfzeitspanne sein. Auch in diesem Fall ist die Steuereinrichtungsprüfzeitspanne vorzugsweise ein ganzzahliges Vielfaches einer Zykluszeit, mit der die Steuereinrichtung arbeitet. Es ist weiterhin möglich, dass das Prüfsignal von der Steuereinrichtungsprüfzeitspanne abhängig ist.

[0022] Das steuereinrichtungsinterne Ereignis kann das Erreichen einer Anzahl von Ermittlungen des mindestens einen Digitalsignals, gerechnet ab dem Annehmen des Prüfmodus, sein. Auch hier ist es wieder möglich, dass das Prüfsignal von der Anzahl von Übermittlungen des mindestens einen Digitalsignals abhängig ist.

[0023] Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen. Es zeigen in Prinzipdarstellung:

[0024] [Fig. 1](#) ein Blockschaltbild eines Gebers und einer Steuereinrichtung und

[0025] [Fig. 2](#) bis [Fig. 11](#) Ablaufdiagramme.

[0026] Gemäß [Fig. 1](#) können ein Geber **1** und eine Steuereinrichtung **2** über einen Datenkanal **3** miteinander kommunizieren. Der Datenkanal **3** kann beispielsweise eine ein- oder mehradrige Leitung (Kupfer, Koaxial, Lichtwellenleiter) oder eine leitungslose Verbindung (Funk, Infrarot, ...) sein.

[0027] Der Geber **1** weist gemäß [Fig. 1](#) eine Erfassungseinrichtung **4**, eine Auswertungseinrichtung **5**, eine Überwachungseinrichtung **6** und eine Manipulationseinrichtung **7** auf. Er kann weiterhin eine intelligente Einheit **8** aufweisen, beispielsweise einen Mikroprozessor oder einen Mikrocontroller.

[0028] Der Geber **1** kann diskrete Bauelemente aufweisen. Vorzugsweise ist er als ASIC ausgebildet.

[0029] Wenn die intelligente Einheit **8** nicht vorhanden ist, ist der Geber **1** auf Grund einer entsprechen-

den schaltungstechnischen Ausgestaltung derart ausgebildet, dass er ein Betriebsverfahren ausführt, das nachstehend in Verbindung mit den **Fig. 2** bis **Fig. 6** näher erläutert ist. Wenn der Geber **1** die intelligente Einheit **8** aufweist, führt die intelligente Einheit **8** ein Computerprogramm **9** aus. In diesem Fall ist der Geber **1** derart programmiert, dass er das Betriebsverfahren ausführt.

[0030] Das Computerprogramm **9** ist – beispielsweise mittels einer der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellten Programmierenrichtung – in den Geber **1** eingespeichert. In diesem Fall ist das Computerprogramm **9** beispielsweise in der Programmierenrichtung auf einen Datenträger **10** gespeichert. Wenn das Computerprogramm **9** in den Geber **1** geladen ist und vom Geber **1** (bzw. der intelligenten Einheit **8**) ausgeführt wird, bewirkt es, dass der Geber **1** das nachstehend in Verbindung mit den **Fig. 2** bis **Fig. 6** näher beschriebene Betriebsverfahren ausführt. In diesem Fall erfolgt der nachstehend erläuterte Betrieb der einzelnen Einrichtungen **4** bis **7** des Gebers **1** auf Grund einer entsprechenden Ansteuerung durch die intelligente Einheit **8**.

[0031] Gemäß **Fig. 2** prüft der Geber **1** in einem Schritt S1, ob ihm von der Steuereinrichtung **2** ein Prüfsignal P übermittelt wird. Wenn dem Geber **1** das Prüfsignal P übermittelt wird, nimmt der Geber **1** in einem Schritt S2 einen Prüfmodus an. Weiterhin löst der Geber **1** im Rahmen des Schrittes S2 einen späteren Eintritt eines geberinternen Ereignisses aus. Andernfalls geht der Geber **1** direkt zu einem Schritt S3 über.

[0032] Im Schritt S3 erfasst der Geber **1** mittels der Erfassungseinrichtung **4** mindestens ein Analogsignal A. Das erfasste Analogsignal A (bzw. bei mehreren erfassten Analogsignalen A die erfassten Analogsignale A) führt der Geber **1** im Rahmen des Schrittes S3 der Auswertungseinrichtung **5** zu.

[0033] Gemäß **Fig. 1** werden beispielsweise zwei Analogsignale A erfasst. Die beiden erfassten Analogsignale A können insbesondere das Sinus- und das Cosinussignal eines Inkrementalweggebers sein.

[0034] In einem Schritt S4 ermittelt der Geber **1** mittels der Auswertungseinrichtung **5** unter Verwendung der Analogsignale A mindestens ein Digitalsignal D. Es können auch mehrere Digitalsignale D ermittelt werden.

[0035] Die Anzahl der ermittelten Digitalsignale D kann gleich oder ungleich der Anzahl der erfassten Analogsignale A sein. Gemäß Ausführungsbeispiel wird ein einziges Digitalsignal D ermittelt, nämlich ein aus dem Sinus- und dem Cosinussignal ermitteltes Lagesignal.

[0036] In einem Schritt S5 prüft der Geber **1**, ob er sich im Prüfmodus befindet. Befindet sich der Geber **1** nicht im Prüfmodus, überspringt er Schritte S6 bis S8 und geht direkt zu einem Schritt S9 über.

[0037] Im Schritt S9 führt der Geber **1** der Überwachungseinrichtung **6** zumindest das mindestens eine Analogsignal A zu. Wenn der Überwachungseinrichtung **6** nur das Analogsignal A zugeführt wird, überwacht die Überwachungseinrichtung **6** die Erfassungseinrichtung **4** auf ordnungsgemäßes Funktionieren. Beispielsweise kann die Überwachungseinrichtung **6** die Summe der Quadrate der Analogsignale A bilden und prüfen, ob dieses Summensignal zwischen einem vorbestimmten Minimalwert und einem vorbestimmten Maximalwert liegt. Nur wenn es innerhalb des durch den Minimalwert und den Maximalwert definierten Wertebereichs liegt, wird die Erfassungseinrichtung **4** als ordnungsgemäß funktionierend erachtet.

[0038] Wenn der Überwachungseinrichtung **6** die Analogsignale A und das Digitalsignal D bzw. die Digitalsignale D zugeführt werden, kann die Überwachungseinrichtung **6** alternativ nur die Erfassungseinrichtung **4**, nur die Auswertungseinrichtung **5** oder die Erfassungseinrichtung **4** und die Auswertungseinrichtung **5** auf ordnungsgemäßes Funktionieren überwachen.

[0039] Die Überwachung der Erfassungseinrichtung **4** kann wie zuvor anhand der Analogsignale A erfolgen. Das Überwachen der Erfassungseinrichtung **5** kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass die Überwachungseinrichtung **6** unabhängig von der Auswertungseinrichtung **5** ebenfalls ein Digitalsignal ermittelt und das von ihr ermittelte Digitalsignal mit dem von der Auswertungseinrichtung **5** ermittelten Digitalsignal D vergleicht.

[0040] In einem Schritt S10 prüft der Geber **1**, ob die überwachte Einrichtung (je nach Ausgestaltung die Erfassungseinrichtung **4** oder die Auswertungseinrichtung **5**) bzw. die überwachten Einrichtungen **4**, **5** (also die Erfassungseinrichtung **4** und die Auswertungseinrichtung **5**) ordnungsgemäß funktionieren. Wird auf ordnungsgemäßes Funktionieren erkannt, übermittelt der Geber **1** in einem Schritt S11 das mindestens eine Digitalsignal D und ein Freigabesignal F an die Steuereinrichtung **2**. Wird auf nicht ordnungsgemäßes Funktionieren erkannt, übermittelt der Geber **1** an die Steuereinrichtung **2** nur das Digitalsignal D, nicht aber das Freigabesignal F. Gegebenenfalls ist es möglich, anstelle des Freigabesignals F ein Fehlersignal zu übermitteln.

[0041] Unabhängig davon, ob der Geber **1** den Schritt S11 oder den Schritt S12 ausgeführt hat, geht er sodann zum Schritt S1 zurück.

[0042] Auf Grund der obigen Ausführungen ist ersichtlich, dass der Geber **1** die Schritte S1 bis S12 mit einer Zykluszeit T zyklisch wiederholt. Weiterhin ist ersichtlich, dass der Geber **1** die Schritte S1 bis S12 unabhängig davon ausführt, ob er sich im Prüfmodus befindet oder nicht.

[0043] Wenn die Prüfung des Schrittes S5 ergibt, dass der Geber **1** sich im Prüfmodus befindet, führt der Geber **1** den Schritt S6 und einen der Schritte S7 und S8 aus. Im Schritt S6 prüft der Geber **1**, ob ein geberinternes Ereignis eingetreten ist. Wenn das geberinterne Ereignis eingetreten ist, führt der Geber **1** den Schritt S7 aus und geht dann zum Schritt S9 über. Wenn hingegen das geberinterne Ereignis nicht eingetreten ist, führt der Geber **1** den Schritt S8 aus und geht dann zum Schritt S9 über.

[0044] Im Schritt S7 verlässt der Geber **1** selbsttätig den Prüfmodus. Im Schritt S8 manipuliert der Geber **1** mittels der Manipulationseinrichtung **7** die der Überwachungseinrichtung **6** zugeführten Signale A bzw. die der Überwachungseinrichtung **6** zugeführten Signale A, D derart, dass die Überwachungseinrichtung **6** auf nicht ordnungsgemäßes Funktionieren der überwachten Einrichtung **4, 5** bzw. der überwachten Einrichtungen **4, 5** erkennt, wenn die Überwachungseinrichtung **6** selbst ordnungsgemäß funktioniert.

[0045] Beispielsweise kann die Manipulationseinrichtung **7** Leitungen **11**, über die der Überwachungseinrichtung **6** die Analogsignale A zugeführt werden, mittels einer ersten Schalteinrichtung **12** mit einem Referenzpotential (z. B. Masse) verbinden, so dass die Summe der Quadrate der Analogsignale A außerhalb des zulässigen Wertebereichs liegt. Eine Rückwirkung auf die Analogsignale A selbst kann beispielsweise dadurch vermieden werden, dass die Manipulationseinrichtung **7** eine zweite Schalteinrichtung **13** ansteuert, mittels derer die Überwachungseinrichtung **6** von der Erfassungseinrichtung **4** getrennt wird. Alternativ wäre es beispielsweise auch möglich, anstelle der zweiten Schalteinrichtung **13** in den Leitungen **11** Widerstände anzutragen.

[0046] Wenn der Überwachungseinrichtung **6** auch das Digitalsignal D zugeführt wird, kann beispielsweise von der Manipulationseinrichtung **7** eine dritte Schalteinrichtung **14** angesteuert werden, welche in einer Verbindungsleitung **15** angeordnet ist, über die der Überwachungseinrichtung **6** das Digitalsignal D zugeführt wird.

[0047] Als geberinternes Ereignis im Sinne der Schritt S2 und S6 von [Fig. 2](#) kommt insbesondere der Ablauf einer vom Geber **1** auf Grund der Übermittlung des Prüfsignals P gestarteten geberinternen Geberprüfzeitspanne T1 in Frage. Dieser Fall wird nachfolgend in Verbindung mit den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) beschrieben.

[0048] Gemäß [Fig. 3](#), die eine mögliche Implementierung des Schrittes S2 von [Fig. 2](#) zeigt, nimmt der Geber **1** in einem Schritt S21 zunächst den Prüfmodus an. Sodann ermittelt der Geber **1** anhand des Prüfsignals P einen Geberanfangswert n1. Der Schritt S22 ist nur optional. Er ist aus diesem Grund in [Fig. 3](#) nur gestrichelt dargestellt. Wenn der Schritt S22 entfällt, ist der Geberanfangswert n1 geberintern fest vorgegeben.

[0049] In einem Schritt S23 setzt der Geber **1** einen Zeitgeber **16** auf die Geberprüfzeitspanne T1. Die Geberprüfzeitspanne T1 ergibt sich als Produkt des Geberanfangswerts n1 und der Zykluszeit T. Weiterhin startet der Geber **1** im Rahmen des Schrittes S23 den Zeitgeber **16**.

[0050] Der Geberanfangswert n1 ist vorzugsweise eine ganze Zahl. Die Geberprüfzeitspanne T1 ist daher vorzugsweise ein ganzzahliges Vielfaches der Zykluszeit T. Zwingend ist dies jedoch nicht erforderlich.

[0051] Im Falle der Ausgestaltung des Schrittes S2 gemäß [Fig. 3](#) ist es für die Implementierung des Schrittes S6 lediglich erforderlich, gemäß [Fig. 4](#) im Rahmen des Schrittes S6 zu überprüfen, ob der Zeitgeber **16** abgelaufen ist.

[0052] Alternativ zum Ablaufen der geberinternen Geberprüfzeitspanne T1 ist es möglich, dass das geberinterne Ereignis das Erreichen einer Anzahl von Übermittlungen des mindestens einen Digitalsignals, gerechnet ab dem Annehmen des Prüfmodus, ist. Dieser Fall wird nachstehend in Verbindung mit den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) näher erläutert.

[0053] Gemäß [Fig. 5](#) werden ebenfalls die Schritte S21 und S22 (vergleiche [Fig. 3](#)) ausgeführt. Der Schritt S22 ist auch bei der Ausgestaltung gemäß [Fig. 5](#) nur optional und daher in [Fig. 5](#) nur gestrichelt dargestellt.

[0054] Anstelle des Schrittes S23 ist ein Schritt S24 vorhanden. Im Schritt S24 setzt der Geber **1** einen Zähler **17** auf den Geberanfangswert n1. Auf Grund des Umstands, dass nunmehr ein Zählerwert gesetzt wird, muss bei der Ausgestaltung gemäß [Fig. 5](#) der Geberanfangswert n1 eine ganze Zahl sein. Er kann also den Wert Eins, den Wert Zwei, den Wert Drei, usw. annehmen.

[0055] Im Falle der Ausgestaltung des Schrittes S2 gemäß [Fig. 5](#) ist es für die Implementierung des Schrittes S6 erforderlich, gemäß [Fig. 6](#) zunächst im Rahmen des Schrittes S6 den Zählerstand des Zählers **17** abzufragen. Weiterhin wird zwischen die Schritte S6 und S8 ein Schritt S25 eingeschoben. Im Schritt S25 wird der Zählerstand des Zählers **17** um eins dekrementiert.

[0056] Die Steuereinrichtung **2** weist in der Regel einen Mikroprozessor **18** auf, dessen Betriebsweise durch ein Computerprogramm **19** bestimmt wird. Das Computerprogramm **19** ist auf einem Datenträger **20** gespeichert. Gemäß [Fig. 1](#) ist der Datenträger **20** beispielhaft als USB-Memorystick **20** ausgebildet. Das Computerprogramm **19** wird der Steuereinrichtung **2** über eine geeignete Schnittstelle **21** zugeführt, über die es in einen internen Speicher **22** der Steuereinrichtung **2** eingeschrieben wird.

[0057] Wenn das Computerprogramm **19** in die Steuereinrichtung **2** geladen ist und von der Steuereinrichtung **2** ausgeführt wird, bewirkt es, dass die Steuereinrichtung **2** ein Betriebsverfahren ausführt, das nachfolgend in Verbindung mit den [Fig. 7](#) bis [Fig. 11](#) näher erläutert wird.

[0058] Gemäß [Fig. 7](#) prüft die Steuereinrichtung **2** zunächst in einem Schritt S31, ob eine Überprüfungszeit T2 abgelaufen ist. Die Überprüfungszeit T2 ist erheblich größer als die Zykluszeit T. Insbesondere liegt die Zykluszeit T in der Regel im Bereich weniger Millisekunden, manchmal sogar darunter. Die Überprüfungszeit T2 liegt im Bereich von Sekunden, Minuten oder Stunden, eventuell sogar darüber.

[0059] Wenn die Überprüfungszeit T2 abgelaufen ist, wechselt die Steuereinrichtung **2** von einem Normalmodus in einen Prüfmodus. Weiterhin löst sie im Rahmen des Schrittes S32 einen späteren Eintritt eines steuereinrichtungsinternen Ereignisses aus. Schließlich übermittelt sie im Rahmen des Schrittes S32 das Prüfsignal P an den Geber **1**.

[0060] In einem Schritt S33 setzt die Steuereinrichtung **2** ein Flag **23**.

[0061] In einem Schritt S34 nimmt die Steuereinrichtung **2** vom Geber **1** übermittelte Signale D, F entgegen. Die vom Geber **1** übermittelten Signale D, F umfassen zumindest das mindestens eine Digitalsignal D. Sie können auch mehrere Digitalsignale D umfassen. Weiterhin können die von dem Geber **1** übermittelten Signale D, F das Freigabesignal F umfassen.

[0062] In einem Schritt S35 prüft die Steuereinrichtung **2**, ob sie sich im Prüfmodus befindet. Befindet sich die Steuereinrichtung **2** nicht im Prüfmodus, geht sie zu einem Schritt S36 über. Im Schritt S36 prüft die Steuereinrichtung **2**, ob ihr im Rahmen des Schrittes S34 zusätzlich zu dem mindestens einen Digitalsignal D auch das Freigabesignal F übermittelt wurde.

[0063] Wenn das Freigabesignal F übermittelt wurde, führt die Steuereinrichtung **2** einen Schritt S37 aus. Im Schritt S37 verarbeitet die Steuereinrichtung **2** das Digitalsignal D weiter. Wenn der Steuereinrichtung **2** das Freigabesignal F nicht mitübermittelt wurde,

de, führt die Steuereinrichtung **2** einen Schritt S38 aus. Im Schritt S38 wertet die Steuereinrichtung **2** das übermittelte Digitalsignal D als fehlerhaft. Weiterhin gibt sie im Rahmen des Schrittes S38 eine Meldung über eine Fehlfunktion des Gebers **1** aus. Die Meldung kann eine datentechnische Meldung an eine andere Einrichtung sein. Sie kann alternativ oder zusätzlich eine Meldung sein, die von einem Menschen mit einem seiner Sinnesorgane unmittelbar wahrnehmbar ist, insbesondere eine optische und/oder akustische Meldung.

[0064] Unabhängig davon, ob die Steuereinrichtung **2** den Schritt S37 oder den Schritt S38 ausgeführt hat, geht sie sodann zum Schritt S31 zurück.

[0065] Wenn die Steuereinrichtung **2** im Schritt S35 festgestellt hat, dass sie sich im Prüfmodus befindet, geht sie zu einem Schritt S39 über. Auch im Schritt S39 prüft die Steuereinrichtung **2**, ob ihr das Freigabesignal F übermittelt wurde. Wenn ihr das Freigabesignal F nicht übermittelt wurde, führt sie einen Schritt S40 aus, in dem sie das Flag **23** zurücksetzt. Unabhängig davon, ob die Steuereinrichtung **2** den Schritt S40 ausführt oder nicht, setzt die Steuereinrichtung **2** die weitere Abarbeitung des Verfahrens mit einem Schritt S41 fort.

[0066] Im Schritt S41 verarbeitet die Steuereinrichtung **2** die übermittelten Digitalsignale D prüfmodusspezifisch. Die prüfmodusspezifische Überarbeitung der Digitalsignale D kann einer ordnungsgemäßen Weiterverarbeitung (analog zum Schritt S37) entsprechen. Auch andere Verarbeitungsweisen sind möglich. Welche Verarbeitungsweise ergriffen wird, liegt im Belieben des Fachmanns.

[0067] Sodann führt die Steuereinrichtung **2** einen Schritt S42 aus. Im Schritt S42 prüft die Steuereinrichtung **2**, ob das im Schritt S32 ausgelöste steuereinrichtungsinterne Ereignis eingetreten ist. Wenn das Ereignis nicht eingetreten ist, geht die Steuereinrichtung **2** zum Schritt S31 zurück.

[0068] Wenn das steuereinrichtungsinterne Ereignis eingetreten ist, prüft die Steuereinrichtung **2** in einem Schritt **543**, ob das Flag **23** gesetzt ist. Wenn das Flag **23** gesetzt ist, gibt die Steuereinrichtung **2** in einem Schritt S44 eine Meldung über eine Fehlfunktion des Gebers **1** (nämlich der Überwachungseinrichtung **6** des Gebers **1**) aus.

[0069] Unabhängig davon, ob die Steuereinrichtung **2** den Schritt S44 ausführt oder nicht, wird ein Schritt S45 ausgeführt. Im Schritt S45 wechselt die Steuereinrichtung **2** selbsttätig vom Prüfmodus in den Normalmodus zurück. Der Wechsel zurück in den Normalmodus findet ohne weitere Maßnahmen statt. Insbesondere übermittelt die Steuereinrichtung **2** an den Geber **1** im Rahmen des Schrittes S45 kein Signal,

das nicht auch im Normalmodus an den Geber **1** übermittelt wird.

[0070] Auf Grund der obenstehenden Ausführungen ist ersichtlich, dass der Schritt S44 nur dann ausgeführt wird, wenn der Steuereinrichtung **2** zusätzlich zu jedem während des Prüfmodus übermittelten Digitalsignal D auch das Freigabesignal F übermittelt wird. Weiterhin ist ersichtlich, dass die Steuereinrichtung **2** das in Verbindung mit [Fig. 7](#) beschriebene Betriebsverfahren mit der Zykluszeit T zyklisch wiederholt.

[0071] Analog zum geberinternen Ereignis kann das steuereinrichtungsinterne Ereignis im Sinne der Schritte S32 und S42 von [Fig. 7](#) ein Ablauf einer von der Steuereinrichtung **2** auf Grund der Übermittlung des Prüfsignals P gestarteten steuereinrichtungsinternen Steuereinrichtungsprüfzeitspanne T3 sein. Dies wird nachfolgend in Verbindung mit den [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) näher erläutert.

[0072] Gemäß [Fig. 8](#) wechselt die Steuereinrichtung **2** zur Implementierung des Schrittes S32 von [Fig. 7](#) zunächst in einem Schritt S51 in den Prüfmodus. In einem Schritt S52 setzt sie einen Zeitgeber **24** auf die Steuereinrichtungsprüfzeitspanne T3 und startet den Zeitgeber **24**. Die Steuereinrichtungsprüfzeitspanne T3 ergibt sich als das Produkt eines Steuereinrichtungsanfangswertes n2 und der Zykluszeit T. Der Steuerungsanfangswert ist vorzugsweise ganzzahlig, weist also einen der Werte Eins, Zwei, Drei, usw. auf. Dies ist aber nicht zwingend erforderlich.

[0073] In einem Schritt S53 ermittelt die Steuereinrichtung **2** anhand des Steuerungsanfangswertes n2 den Geberanfangswert n1. Auch der Geberanfangswert n1 ist vorzugsweise ganzzahlig. Weiterhin fügt die Steuereinrichtung **2** im Rahmen des Schrittes S53 den Geberanfangswert n1 in das Prüfsignal P ein. Das Prüfsignal P ist daher von der Steuereinrichtungsprüfzeitspanne T3 abhängig.

[0074] Der Schritt S53 ist nur optional. Er ist also nicht zwingend erforderlich. Er ist aus diesem Grund in [Fig. 8](#) nur gestrichelt dargestellt. Wenn der Schritt S53 entfällt, ist das Prüfsignal P von der Steuereinrichtungsprüfzeitspanne T3 unabhängig.

[0075] In einem Schritt S54 übermittelt die Steuereinrichtung **2** das Prüfsignal P an den Geber **1**.

[0076] Im Falle der Ausgestaltung des Schrittes S32 gemäß [Fig. 8](#) ist es für die Implementierung des Schrittes S42 lediglich erforderlich, gemäß [Fig. 9](#) im Schritt S42 abzufragen, ob der Zeitgeber **24** abgelaufen ist.

[0077] Alternativ zum Ablauf der Steuereinrich-

tungsprüfzeitspanne T3 ist es möglich, dass das steuereinrichtungsinterne Ereignis das Erreichen einer Anzahl von Übermittlungen des mindestens einen Digitalsignals D, gerechnet ab dem Wechseln in den Prüfmodus, ist. Dies wird nachfolgend in Verbindung mit den [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) näher erläutert.

[0078] Gemäß [Fig. 10](#) werden zur Implementierung des Schrittes S32 von [Fig. 7](#) ebenfalls die Schritte S51, S53 und S54 ausgeführt. Auch hier ist der Schritt S53 wieder nur optional und daher nur gestrichelt dargestellt.

[0079] Anstelle des Schrittes S52 wird ein Schritt S55 ausgeführt. Im Schritt S55 setzt die Steuereinrichtung **2** einen Zähler **25** auf den Steuereinrichtungsanfangswert n2. Für die Ausführung im Rahmen des Schrittes S55 muss der Steuereinrichtungsanfangswert n2 ganzzahlig sein, also Eins, Zwei, Drei, usw..

[0080] Im Falle der Ausgestaltung des Schrittes S32 gemäß [Fig. 10](#) ist es für die Implementierung des Schrittes S42 gemäß [Fig. 11](#) erforderlich, im Rahmen des Schrittes S42 zu prüfen, ob der Zählerstand des Zählers **25** den Wert Null erreicht hat. Ferner wird in diesem Fall dem Schritt S42 ein Schritt S56 nachgeschaltet, in dem der Zählerstand um Eins dekrementiert wird.

[0081] Die obenstehend beschriebenen Betriebsverfahren können insbesondere zur Durchführung von Wirksamkeitstests bei elektrischen Antrieben, speicherprogrammierbaren Steuerungen und numerischen Steuerungen eingesetzt werden. Mittels der erfindungsgemäßen Betriebsverfahren ist eine erheblich einfachere Überprüfung des Geberts **1** möglich als bisher.

[0082] Die obige Beschreibung dient ausschließlich der Erläuterung der vorliegenden Erfindung. Der Schutzmfang der vorliegenden Erfindung soll hingegen ausschließlich durch die beigefügten Ansprüche bestimmt sein.

Patentansprüche

1. Betriebsverfahren für einen Geber (**1**), – wobei der Geber (**1**) mittels einer Erfassungseinrichtung (**4**) mindestens ein Analogsignal (A) erfasst, mittels einer Auswertungseinrichtung (**5**) unter Verwendung des mindestens einen Analogsignals (A) mindestens ein Digitalsignal (D) ermittelt und das mindestens eine Digitalsignal (D) an eine geberexterne Steuereinrichtung (**2**) übermittelt,
- wobei einer Überwachungseinrichtung (**6**) des Gebers (**1**) das mindestens eine Analogsignal (A) oder das mindestens eine Analogsignal (A) und das mindestens eine Digitalsignal (D) zugeführt werden und die Überwachungseinrichtung (**6**) anhand der ihr zu-

gefährten Signale (A, D) die Erfassungseinrichtung (4) und/oder die Auswertungseinrichtung (5) auf ordnungsgemäße Funktion überwacht,

- wobei die Überwachungseinrichtung (6) nur bei ordnungsgemäßem Funktionieren der überwachten Einrichtung (4, 5) oder der überwachten Einrichtungen (4, 5) ein Freigabesignal (F) an die geberexterne Steuereinrichtung (2) übermittelt,

- wobei der Geber (1) die oben angeführten Schritte unabhängig davon, ob er sich in einem Prüfmodus befindet oder nicht, zyklisch wiederholt,

- wobei der Geber (1), wenn ihm ein Prüfsignal (P) übermittelt wird, einen Prüfmodus annimmt, in dem er das der Überwachungseinrichtung (6) zugeführte Signal (A) oder die der Überwachungseinrichtung (6) zugeführten Signale (A, D) derart manipuliert, dass die Überwachungseinrichtung (6) bei ordnungsgemäßem Funktionieren der Überwachungseinrichtung (6) auf nicht ordnungsgemäßes Funktionieren der überwachten Einrichtung (4, 5) oder der überwachten Einrichtungen (4, n 5) erkennt,

- wobei der Geber (1) im Prüfmodus den Eintritt eines geberinternen Ereignisses abwartet und sodann selbsttätig den Prüfmodus verlässt.

2. Betriebsverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das geberinterne Ereignis ein Ablauf einer vom Geber (1) auf Grund der Übermittlung des Prüfsignals (P) gestarteten geberinternen Geberprüfzeitspanne (T1) ist.

3. Betriebsverfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Geberprüfzeitspanne (T1) ein ganzzahliges Vielfaches einer Zykluszeit (T) ist, mit der der Geber (1) die ersten drei Schritte des Anspruchs 1 zyklisch wiederholt.

4. Betriebsverfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Geber (1) die Geberprüfzeitspanne (T1) anhand des Prüfsignals (P) ermittelt.

5. Betriebsverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das geberinterne Ereignis das Erreichen einer Anzahl (n1) von Übermittlungen des mindestens einen Digitalsignals (D), gerechnet ab dem Annehmen des Prüfmodus, ist.

6. Betriebsverfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Geber (1) die Anzahl (n1) von Übermittlungen des mindestens einen Digitalsignals (D) anhand des Prüfsignals (P) ermittelt.

7. Datenträger, auf dem ein Computerprogramm (9) gespeichert ist, wobei das Computerprogramm (9) bewirkt, dass ein Geber (1) gemäß einem Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 betrieben wird, wenn das Computerprogramm (9) in den Geber (1) geladen ist und vom Geber (1) ausgeführt wird.

8. Geber, der derart ausgebildet ist, insbesondere programmiert ist, dass von ihm ein Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 ausgeführt wird.

9. Geber nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass er als ASIC ausgebildet ist.

10. Betriebsverfahren für eine Steuereinrichtung (2),

- wobei die Steuereinrichtung (2) von einem steuer-einrichtungsexternen Geber (1) mindestens ein Digitalsignal (D) entgegen nimmt,

- wobei die Steuereinrichtung (2) prüft, ob ihr zusätzlich zu dem mindestens einen Digitalsignal (D) ein Freigabesignal (F) übermittelt wird,

- die Steuereinrichtung (2) die oben angeführten Schritte unabhängig davon, ob sie sich in einem Normalmodus oder in einem Prüfmodus befindet, zyklisch wiederholt,

- wobei die Steuereinrichtung (2) im Normalmodus das mindestens eine Digitalsignal (D) weiter verarbeitet, wenn ihr das Freigabesignal (F) zusätzlich zu dem mindestens einen Digitalsignal (D) übermittelt wird, und anderenfalls das übermittelte Digitalsignal (D) als fehlerhaft wertet und eine Meldung über eine Fehlfunktion des Gebers (1) ausgibt,

- wobei die Steuereinrichtung (2) von Zeit zu Zeit ein Prüfsignal (P) an den Geber (1) übermittelt und vom Normalmodus in den Prüfmodus wechselt,

- wobei die Steuereinrichtung (2) im Prüfmodus eine Meldung über eine Fehlfunktion des Gebers (1) ausgibt, wenn ihr zusätzlich zu jedem während des Prüfmodus übermittelten Digitalsignal (D) das Freigabesignal (F) übermittelt wird,

- wobei die Steuereinrichtung (2) im Prüfmodus den Eintritt eines steuereinrichtungsinternen Ereignisses abwartet und sodann selbsttätig vom Prüfmodus in den Normalmodus wechselt,

- wobei die Steuereinrichtung (2) vom Prüfmodus in den Normalmodus wechselt, ohne an den Geber (1) ein Signal zu übermitteln, das nicht auch im Normalmodus an den Geber (1) übermittelt wird.

11. Betriebsverfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das steuereinrichtungs-interne Ereignis ein Ablauf einer von der Steuereinrichtung (2) auf Grund der Übermittlung des Prüfsignals (P) gestarteten steuereinrichtungsinternen Steuereinrichtungsprüfzeitspanne (T3) ist.

12. Betriebsverfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtungs-prüfzeitspanne (T3) ein ganzzahliges Vielfaches einer Zykluszeit (T) ist, mit der die Steuereinrichtung (2) die ersten zwei Schritte des Anspruchs 10 zyklisch wiederholt.

13. Betriebsverfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Prüfsignal (P)

von der Steuereinrichtungsprüfzeitspanne (T3) abhängig ist.

14. Betriebsverfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das steuereinrichtungsinterne Ereignis das Erreichen einer Anzahl (n2) von Übermittlungen des mindestens einen Digitalsignals (D), gerechnet ab dem Wechseln in den Prüfmodus, ist.

15. Betriebsverfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Prüfsignal (P) von der Anzahl (n1) von Übermittlungen des mindestens einen Digitalsignals (D) abhängig ist.

16. Datenträger, auf dem ein Computerprogramm (**19**) gespeichert ist, wobei das Computerprogramm (**19**) bewirkt, dass eine Steuereinrichtung (**2**) gemäß einem Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15 betrieben wird, wenn das Computerprogramm (**19**) in die Steuereinrichtung (**2**) geladen ist und von der Steuereinrichtung (**2**) ausgeführt wird.

17. Steuereinrichtung, die derart ausgebildet ist, insbesondere programmiert ist, dass von ihr ein Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15 ausgeführt wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

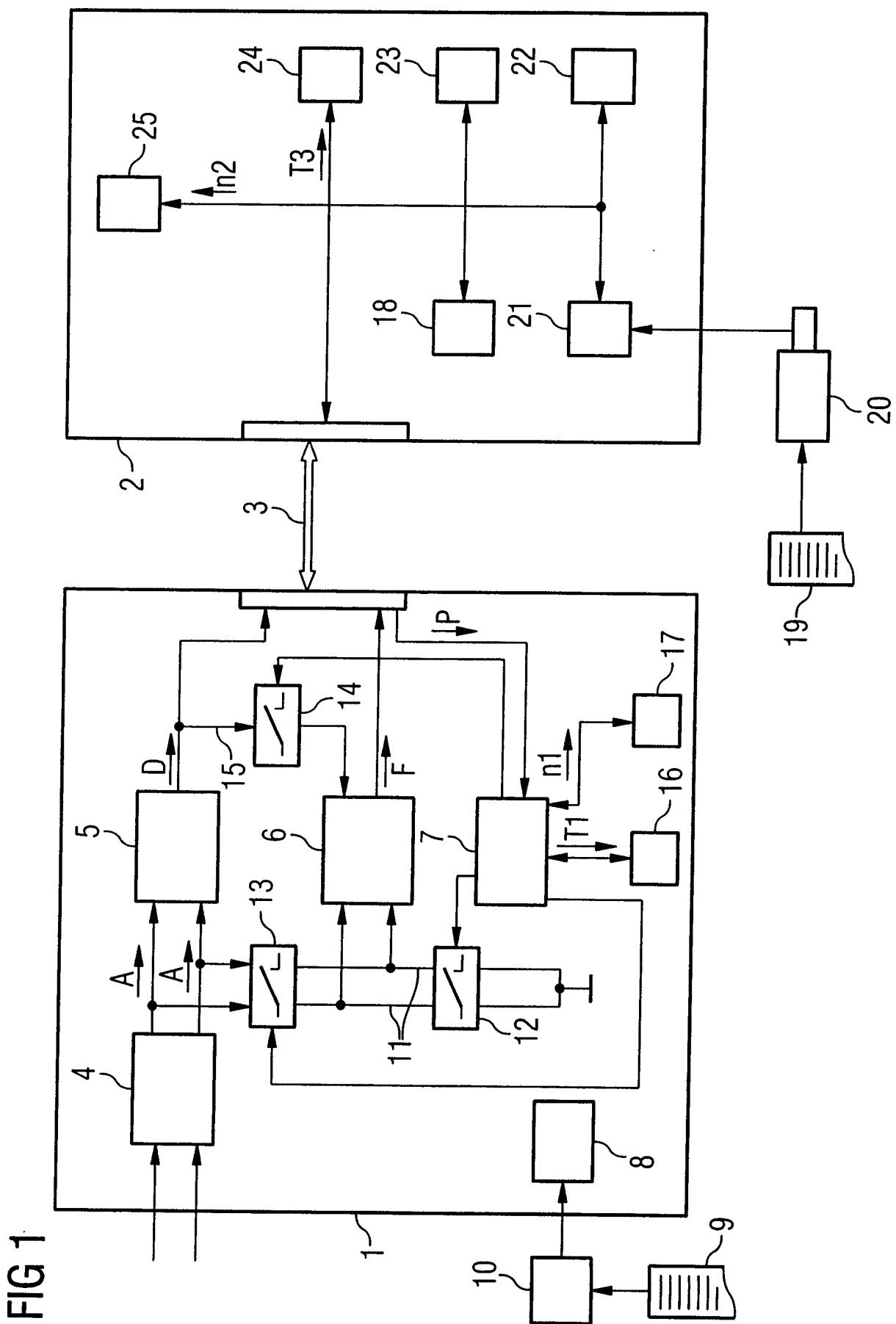


FIG 2

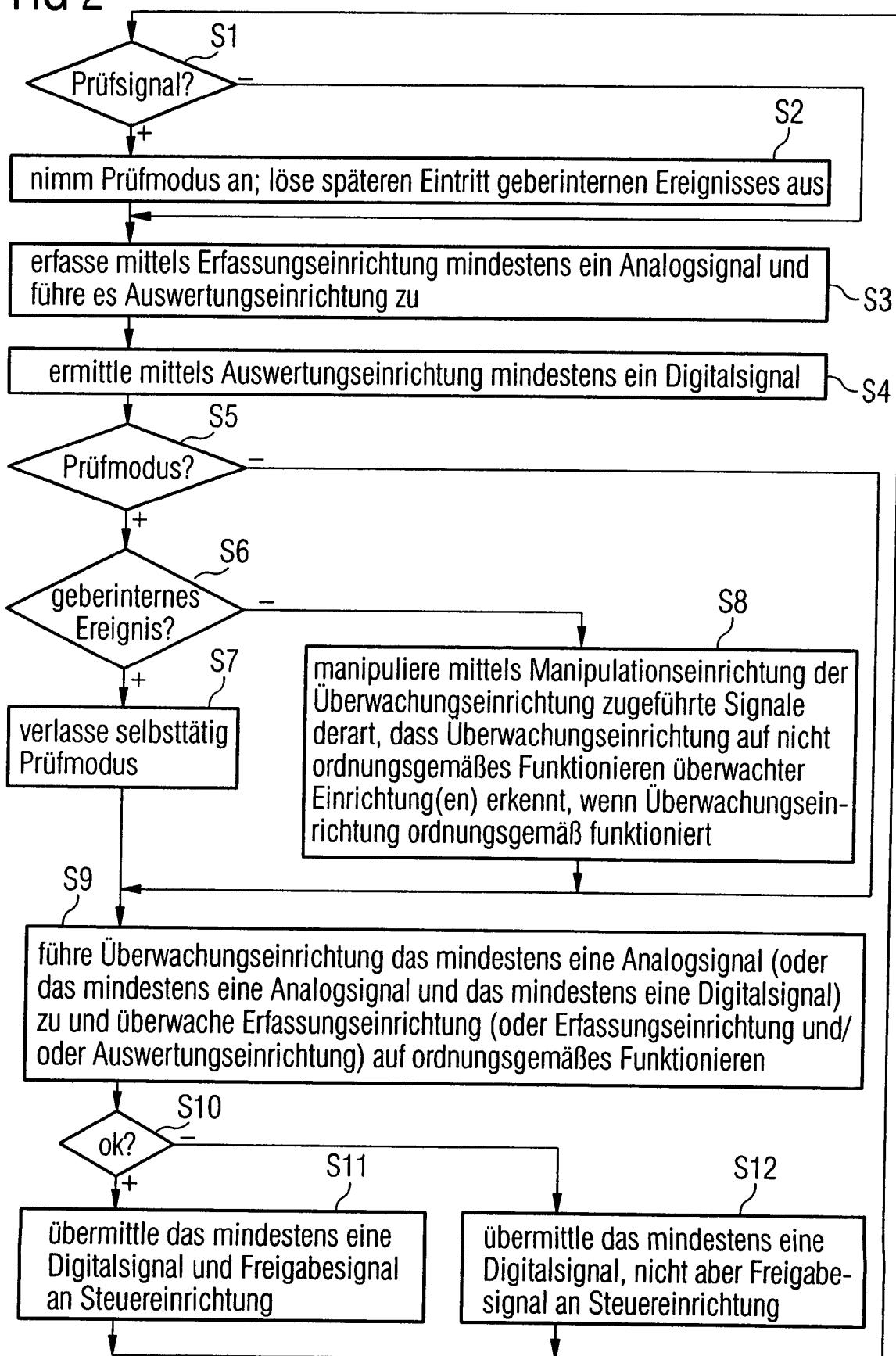


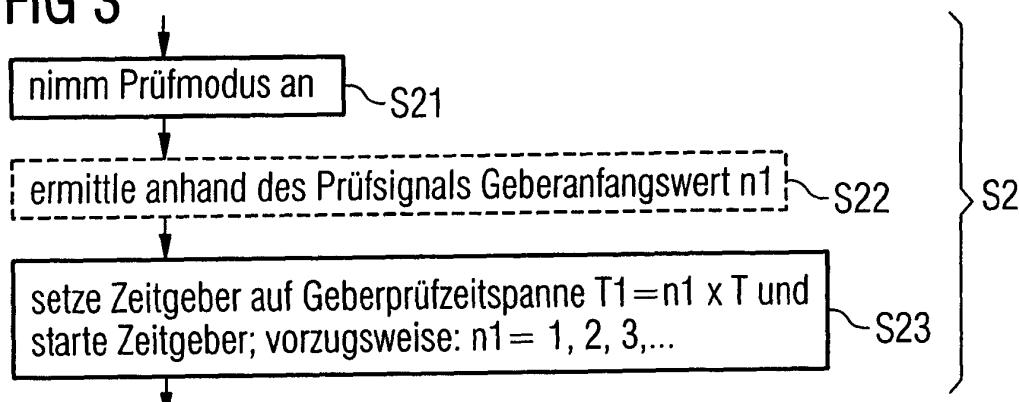
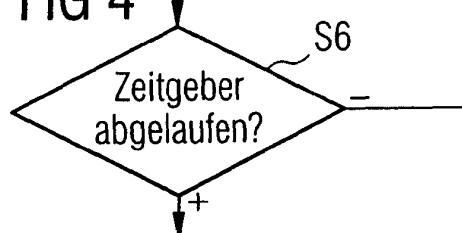
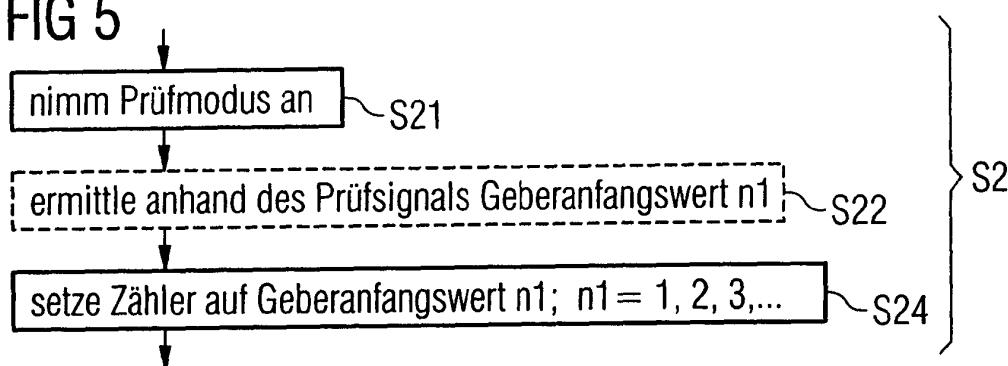
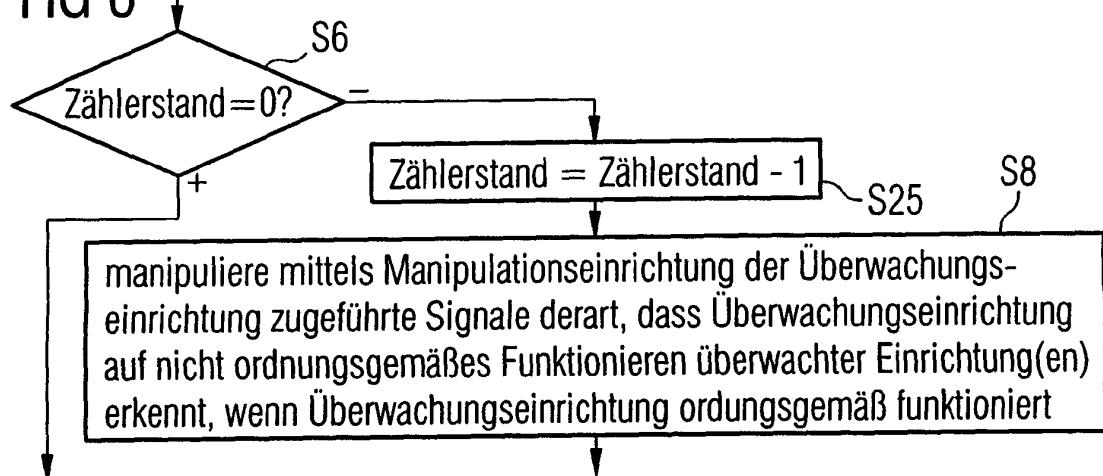
FIG 3**FIG 4****FIG 5****FIG 6**

FIG 7

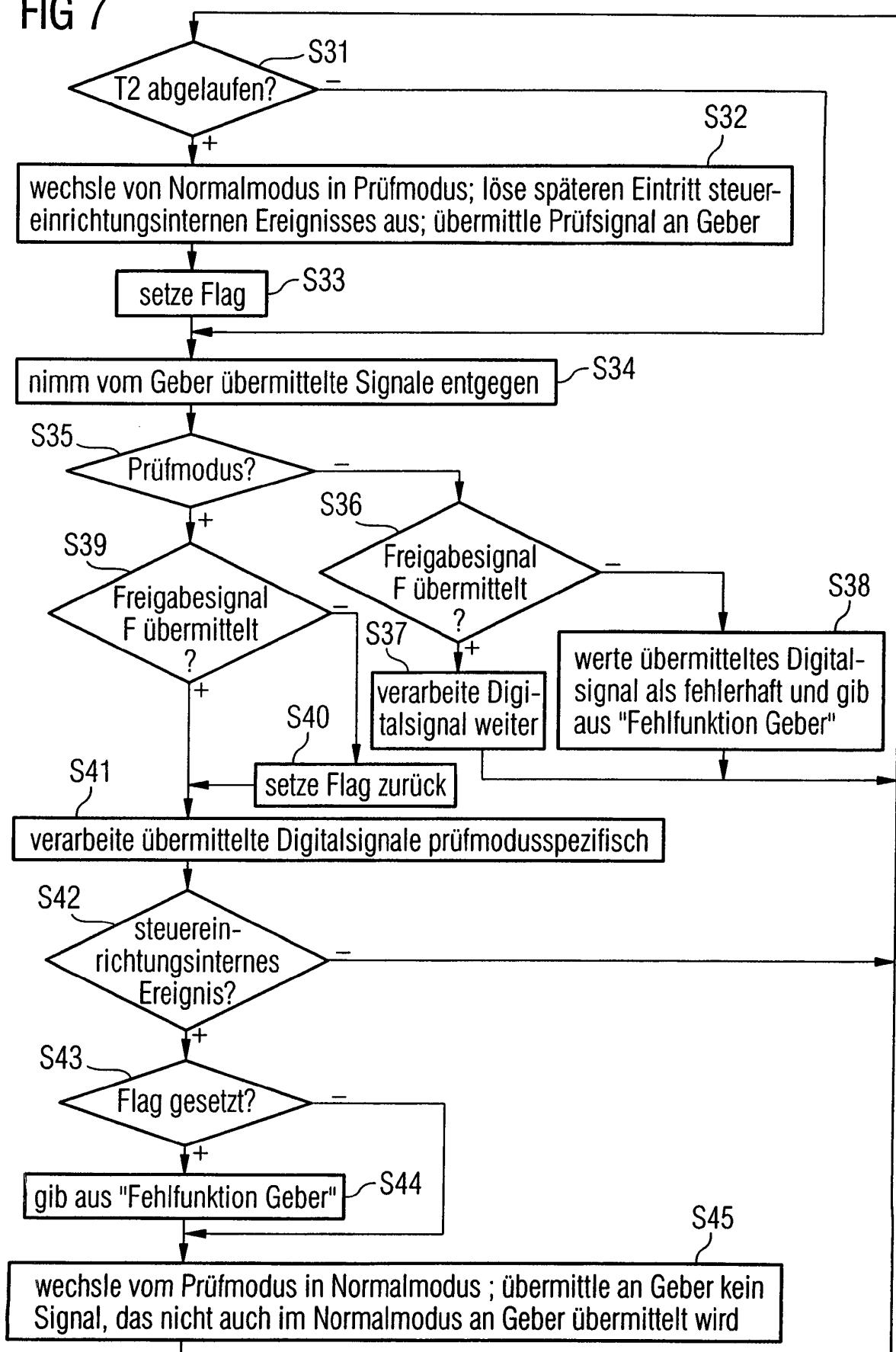
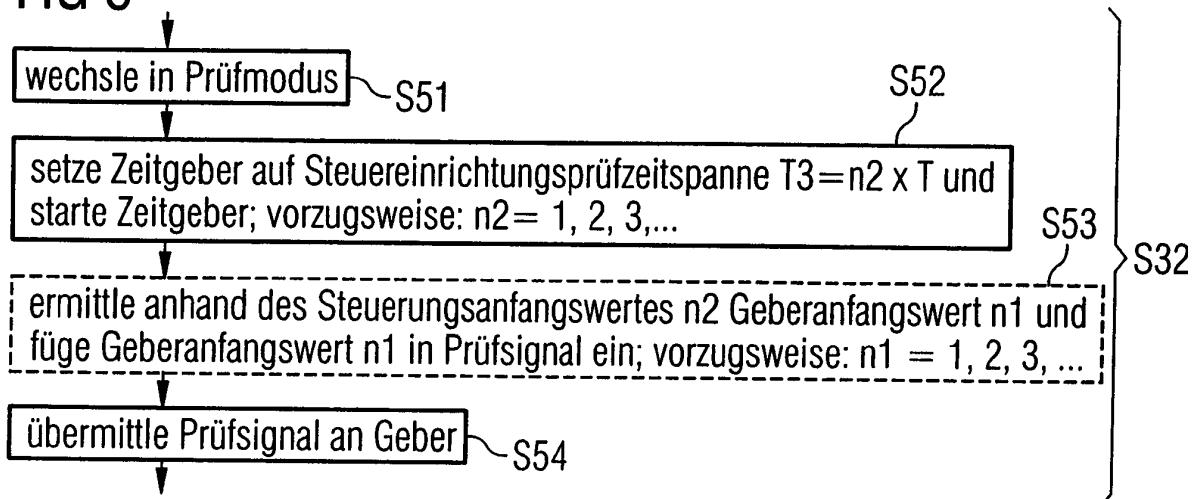
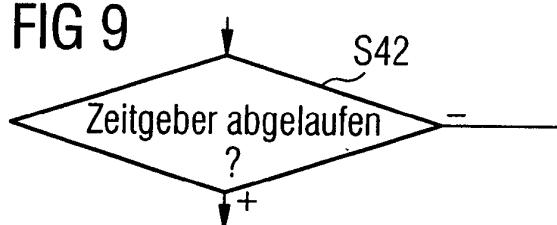
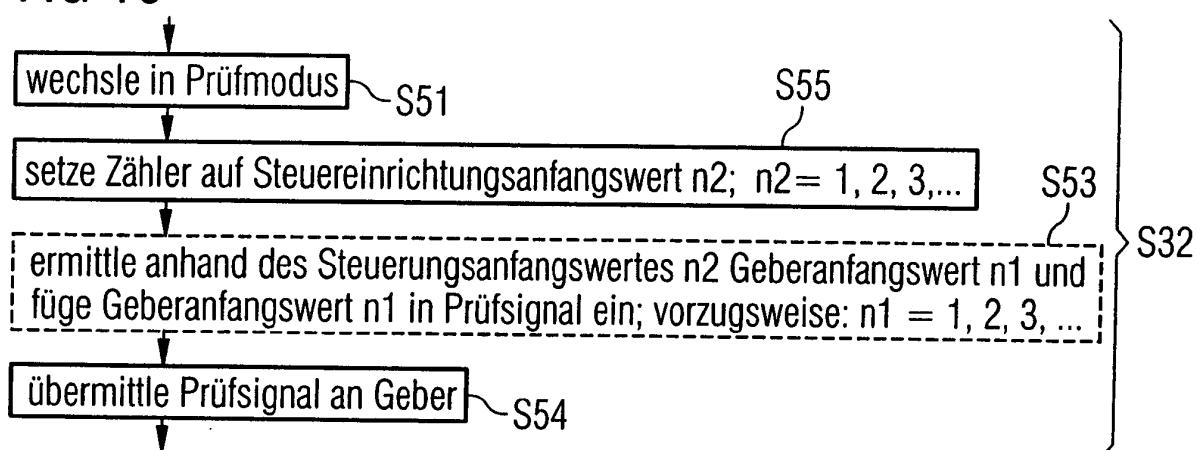


FIG 8**FIG 9****FIG 10****FIG 11**