

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21)	Anmeldenummer:	A 50578/2022	(51)	Int. Cl.:	H04J 3/06	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	29.07.2022			H03L 7/08	(2006.01)
(43)	Veröffentlicht am:	15.02.2024			H04W 56/00	(2009.01)
					G01M 17/10	(2006.01)
					B61L 23/04	(2006.01)

(56)	Entgegenhaltungen: WO 2020067941 A1 US 8050881 B1 DE 102013213808 A1 EP 2736274 A2 US 2009212877 A1 WO 2019081772 A1	(71)	Patentanmelder: Siemens Mobility Austria GmbH 1210 Wien (AT)
		(72)	Erfinder: Mayer Lukas Walter Dr. 1190 Wien (AT) Pitschko Benedikt 1100 Wien (AT) Resel Leopold 1030 Wien (AT) Kail Georg Dr. 1020 Wien (AT) Schiefer Martin 3100 St. Pölten (AT)

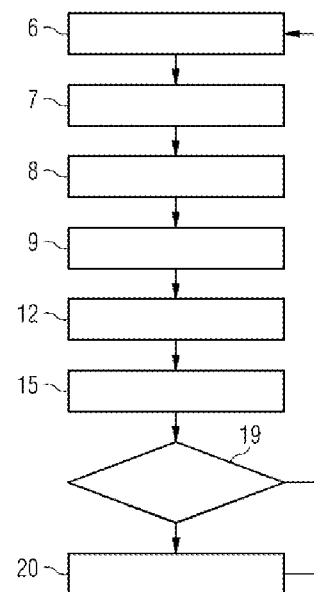
(54) **Synchronisierung einer Zeiterfassungsanordnung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Synchronisierung einer Zeiterfassungsanordnung umfassend zumindest eine erste Zeiterfassungsvorrichtung (1) und eine zweite Zeiterfassungsvorrichtung (2), welche funksignalübertragend miteinander verbunden sind, wobei die erste Zeiterfassungsvorrichtung (1) einer ersten Funkeinheit (3) und die zweite Zeiterfassungsvorrichtung (2) einer zweiten Funkeinheit (4) zugeordnet ist.

Es wird vorgeschlagen, dass ein Datenpaket (5) mit einer ersten Information bezüglich einer Sendezeit von der zweiten Funkeinheit (4) an die erste Funkeinheit (3) übermittelt wird, mittels der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) eine zweite Information bezüglich einer Empfangszeit des Datenpakets (5) ermittelt wird, aus der ersten Information und der zweiten Information eine Asynchronität ermittelt wird, auf Grundlage der Asynchronität sowie einer Ziehcharakteristik der Zeiterfassungsanordnung eine Ziehspannung ermittelt wird, und ein erstes Abstimmelement der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) mit der Ziehspannung beaufschlagt wird.

Dadurch wird eine präzise zeitliche Zuordnung von Ereignissen in einer funkbasierten Umgebung ermöglicht.

FIG 1



Zusammenfassung

Synchronisierung einer Zeiterfassungsanordnung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Synchronisierung einer Zeiterfassungsanordnung umfassend zumindest eine erste Zeiterfassungsvorrichtung (1) und eine zweite Zeiterfassungsvorrichtung (2), welche funksignalübertragend miteinander verbunden sind, wobei die erste
- 10 Zeiterfassungsvorrichtung (1) einer ersten Funkeinheit (3) und die zweite Zeiterfassungsvorrichtung (2) einer zweiten Funkeinheit (4) zugeordnet ist.
- Es wird vorgeschlagen, dass ein Datenpaket (5) mit einer ersten Information bezüglich einer Sendezeit von der zweiten
- 15 Funkeinheit (4) an die erste Funkeinheit (3) übermittelt wird, mittels der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) eine zweite Information bezüglich einer Empfangszeit des Datenpakets (5) ermittelt wird, aus der ersten Information und der zweiten Information eine Asynchronität ermittelt
- 20 wird, auf Grundlage der Asynchronität sowie einer Ziehcharakteristik der Zeiterfassungsanordnung eine Ziehspannung ermittelt wird, und ein erstes Abstimmelement der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) mit der Ziehspannung beaufschlagt wird.
- 25
- Dadurch wird eine präzise zeitliche Zuordnung von Ereignissen in einer funkbasierten Umgebung ermöglicht.

Fig. 1

Synchronisierung einer Zeiterfassungsanordnung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Synchronisierung einer Zeiterfassungsanordnung umfassend

5 zumindest eine erste Zeiterfassungsvorrichtung und eine zweite Zeiterfassungsvorrichtung, welche funksignalübertragend miteinander verbunden sind, wobei die erste Zeiterfassungsvorrichtung einer ersten Funkeinheit und die zweite Zeiterfassungsvorrichtung einer zweiten

10 Funkeinheit zugeordnet ist.

In vielen maschinenbaulichen, bautechnischen, elektrotechnischen oder akustischen Anwendungen etc. (beispielsweise für Schwingungsanalysen an großen Maschinen,

15 Motoren, Generatoren, Bauwerken oder für Schallanalysen mit räumlich weit verteilten Mikrofonen etc.) kann eine zeitliche Synchronisierung von Zeiterfassungsvorrichtungen erforderlich sein.

Beispielsweise können, um Verschleiß und Wartungsaufwand an

20 Fahrwerken von Schienenfahrzeugen auf Grundlage von Diagnose- und/oder Überwachungsvorgängen zu reduzieren, Sensoren (z.B. zur Ermittlung von Temperaturen, mechanischen Spannungen, elektromagnetischen Feldern, elektrischen Spannungen oder Vibrationen etc.) mit den Fahrwerken verbunden sein. Für eine

25 Messung von relevanten Parametern an einem Fahrwerk ist in vielen Anwendungsbereichen eine genaue Kenntnis von Messzeitpunkten notwendig, da Messdaten beispielsweise oft über Kommunikationsschnittstellen übertragen und/oder Messereignisse in ihrer Chronologie bewertet werden müssen.

30 Bei Funkvorrichtungen mit Sensoren ist es, z.B. im Gegensatz zu einer Vorrichtung mit Sensoren, welche über Kabelverbindungen mit einer zentralen Einheit verbunden sind, beispielsweise so, dass sich mehrere Sensoren ein Übertragungsmedium (z.B. einen Frequenzbereich oder eine

35 Zeitspanne) teilen. Zeitpunkte von Messereignissen müssen bei derartigen Funkvorrichtung unmittelbar in oder an den Sensoren bestimmt werden. Eine genaue Synchronisierung

einzelner Zeiterfassungsvorrichtungen ist insbesondere für derartige Funkvorrichtungen relevant, da häufig eine genaue zeitliche Zuordnung von Messereignissen erforderlich ist (beispielsweise, um bei einem schnell fahrenden

5 Schienenfahrzeug zu unterscheiden, ob Erschütterungen benachbarter Radsätze durch einen Fahrwerksschaden oder durch einen Gleisschaden verursacht sind etc.).

Häufig besteht auch Bedarf nach Funkvorrichtungen, welche einen geringen Energieverbrauch aufweisen.

10

Aus dem Stand der Technik ist beispielsweise die EP 4 002 697 A1 bekannt, in welcher eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Detektion von zeitlichem Taktzittern (Jitter) eines Ausgangstaktsignals in einer Phasenregelkreis-Schaltung

15 (Phase-Locked Loop, PLL) beschrieben sind. Die Vorrichtung umfasst ein Phasenvergleichsmodul mit einem Phasenkomparator und einem Messmodul, ein Schleifenfilter, einen

Spannungssteuerungssoszillator, einen Rückkopplungsteiler und ein Jitter-Bewertungsmodul. Jitter wird basierend auf einer

20 Metastabilitätsanalyse in dem Phasenkomparator detektiert und ausgegeben.

Weiterhin offenbart die WO 2019/219756 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Diagnose und Überwachung von Fahrzeugen, Fahrzeugkomponenten, Fahrwegen sowie Fahrwegkomponenten.

25 Mittels eines Sensors werden Messungen durchgeführt, welche in einer Recheneinheit ausgewertet werden. Auf Grundlage von Signalen des Sensors werden Klassifikationen oder Prädiktionen durchgeführt und daraus technische

30 Zustandsindikatoren gebildet. Die Zustandsindikatoren werden über Funk von einem Fahrzeug an eine infrastrukturseitige Einrichtung übermittelt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gegenüber dem

35 Stand der Technik weiterentwickelte, robuste Synchronisierung einer Zeiterfassungsanordnung anzugeben, welche in einer Funkvorrichtung eingesetzt werden kann und eine lange

Lebensdauer sowie einen energiesparenden Betrieb der Funkvorrichtung ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst mit einem Verfahren nach Anspruch 1, bei dem zumindest ein Datenpaket mit einer
5 ersten Information bezüglich einer Sendezeit des Datenpakets von der zweiten Funkeinheit an die erste Funkeinheit übermittelt wird, mittels der ersten

Zeiterfassungsvorrichtung eine zweite Information bezüglich einer Empfangszeit des mittels der ersten Funkeinheit

10 empfangenen Datenpakets ermittelt wird, aus der ersten Information und der zweiten Information eine Asynchronität zwischen der ersten Zeiterfassungsvorrichtung und der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung ermittelt wird, auf Grundlage der Asynchronität sowie einer Ziehcharakteristik der

15 Zeiterfassungsanordnung eine elektrische Ziehspannung ermittelt wird, und zur Synchronisierung der ersten Zeiterfassungsvorrichtung mit der zweiten

Zeiterfassungsvorrichtung ein mit einem ersten Schwingelement der ersten Zeiterfassungsvorrichtung verbundenes erstes

20 Abstimmelement der ersten Zeiterfassungsvorrichtung mit der Ziehspannung beaufschlagt wird, wodurch ein Schwingverhalten des ersten Schwingelements beeinflusst wird.

Es handelt sich um ein besonders präzises

Synchronisierungsverfahren, mit welchem beispielsweise eine

25 genaue zeitliche Zuordnung von Sensor-Messereignissen in einer funkbasierenden Messeinrichtung und ein zeitlicher Vergleich dieser Sensor-Messereignisse ermöglicht werden.

Es ist dadurch beispielsweise auch möglich, Messvorgänge mehrerer Sensoren der Messeinrichtung zeitlich synchron zu

30 starten.

Weiterhin können damit z.B. Frequenzfehler oder Frequenzdrift des ersten Schwingelements durch Verstimmung des ersten

Schwingelements korrigiert werden. Es können dadurch von der ersten Funkeinheit Signale erzeugt werden, welche

35 phasensynchron zu der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung sind. Dadurch, dass eine Korrektur von Frequenzfehlern oder Frequenzdrift möglich ist, können technische Anforderungen an

das erste Schwingelement reduziert werden, wodurch beispielsweise Schwingelemente oder Oszillatoren für die erste Zeiterfassungsvorrichtung ausgewählt werden können, welche zwar nicht hochpräzise sind, dafür jedoch einen
5 lediglich moderaten Energieverbrauch aufweisen. Es ist deshalb beispielsweise möglich, die erste Funkeinheit über eine Batterie mit geringer Ladung und kompakten Abmessungen zu versorgen und/oder die erste Funkeinheit als Energy-Harvesting-Einheit auszubilden etc.

10 Durch das Synchronisierungsverfahren wird ermöglicht, dass in einer Funkvorrichtung Startzeitpunkte von Übertragungsvorgängen von Funkdatenpakete mit hoher Genauigkeit von der ersten Funkeinheit bzw. der ersten Zeiterfassungsvorrichtung eingeschätzt werden können. Die
15 erste Funkeinheit kann kurz vor einem Übertragungsvorgang eingeschaltet werden. Es ist somit möglich, die erste Funkeinheit zielgerichtet ein- und auszuschalten. Toleranzzeiten, welche vorgesehen sein können, um einen sicheren Empfang von Funkdatenpaketen zu garantieren, können
20 reduziert werden oder es kann auf die Toleranzzeiten verzichtet werden. Es können dadurch Intervalle zwischen Übertragungsvorgängen einzelner Funkdatenpakete vergrößert (z.B. auf einen Wert von 30 s oder deutlich mehr als 30 s) und/oder Funkdatenpaketlängen verringert werden. Dadurch
25 sinkt ein Energiebedarf der Funkvorrichtung. Durch eine Verringerung von Funkdatenpaketlängen können beispielsweise Zeitdauern reduziert werden, über welche Hochfrequenzbaugruppen der zweiten Funkeinheit, die häufig einen hohen Stromverbrauch aufweisen, eingeschaltet sein
30 müssen. In einer Messeinrichtung kann so beispielsweise ein überwiegender Teil einer gespeicherten Energie für Messvorgänge eingesetzt werden. Eine Impulsdauer, welche eine Funkdatenpaketlänge charakterisiert, kann beispielsweise einen Wert zwischen 10
35 μ s und wenigen Millisekunden aufweisen.

Ferner ist das erfindungsgemäße Verfahren ohne hohen Aufwand implementierbar, wobei z.B. auch Nachrüstlösungen denkbar sind.

- 5 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Günstig ist es beispielsweise, wenn die Ziehspannung mittels eines ersten Spannungskonverters der ersten
10 Zeiterfassungsvorrichtung eingestellt wird.
Mittels des ersten Spannungskonverters, welcher beispielsweise als invertierender Aufwärtswandler ausgeführt sein kann und mit welchem unterschiedlich hohe elektrische Spannungen eingestellt werden können, kann beispielsweise
15 eine Kapazitätsdiode als Abstimmelement mit der Ziehspannung beaufschlagt werden. Die von dem ersten Spannungskonverter erzeugte Ziehspannung sinkt dabei über einen längeren Zeitraum (beispielsweise über mehrere Minuten) nicht wesentlich ab, weshalb die erste Funkeinheit auch über eine
20 längere inaktive Phase (z.B. im zeitlichen Ausmaß von 30 s) keine zusätzliche Energieversorgung benötigt. Mit jedem Funkdatenpaket, welches neue Synchronisierungsinformationen umfasst, kann die erforderliche Ziehspannung neuerlich ermittelt und mittels des ersten Spannungskonverters
25 eingestellt werden.

Eine Anpassung an eine Verschlechterung einer Synchronität zwischen der ersten Zeiterfassungseinheit und der zweiten Zeiterfassungseinheit wird ermöglicht, wenn ein
30 Synchronisierungsintervall der ersten Zeiterfassungsvorrichtung mit zunehmender Asynchronität verkleinert wird.

Durch diese Maßnahme wird eine Verletzung von Anforderungen im Hinblick auf eine Genauigkeit der Synchronität vermieden.

35

Eine Vorzugslösung erhält man weiterhin, wenn Temperaturen zumindest der ersten Funkeinheit überwacht werden.

Beispielsweise können dabei Temperaturen der ersten Zeiterfassungsvorrichtung gemessen werden.

Durch diese Maßnahme können Ungenauigkeiten der Synchronität aufgrund von Temperaturunterschieden (sogenannte

5 Temperaturdrift) vorhergesagt werden. Hierzu kann die erste Funkeinheit beispielsweise einen Temperatursensor aufweisen. Eine Reduktion oder eine Vermeidung dieser Ungenauigkeiten auf Grundlage einer Vorhersage kann beispielsweise dadurch
10 erfolgen, dass das Synchronisierungsintervall verkleinert wird, wenn eine gemessene Temperatur einen Temperaturschwellwert über- oder unterschreitet.

Eine genaue Abstimmung unter Bewahrung eines stabilen Betriebsverhaltens des ersten Schwingelements wird erreicht,
15 wenn mittels der Ziehspannung eine Schwingfrequenz des ersten Schwingelements um einen Absolutbetrag bis 200 ppm einer natürlichen Frequenz des ersten Schwingelements variiert wird.

Mit einer Variation der Schwingfrequenz um einen
20 Absolutbetrag von bis zu 200 ppm (parts per million) der natürlichen Frequenz des ersten Schwingelements können durch einen Synchronisierungsvorgang Temperaturdrift, Langzeitdrift und Frequenzoffsets der ersten Zeiterfassungsvorrichtung mit hoher Effektivität behandelt werden.

25

Ein erfolgversprechendes Anwendungsgebiet für das erfindungsgemäße Verfahren wird mit einer Funkvorrichtung erschlossen, welche zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet ist, umfassend zumindest eine erste

30 Funkeinheit mit zumindest einer ersten Zeiterfassungsvorrichtung sowie eine zweite Funkeinheit mit zumindest einer zweiten Zeiterfassungsvorrichtung, wobei zumindest die erste Zeiterfassungsvorrichtung eine erste Ziehschaltung zur Beaufschlagung eines ersten Abstimmelements
35 der ersten Zeiterfassungsvorrichtung mit einer elektrischen Ziehspannung für ein erstes Schwingelement der ersten Zeiterfassungsvorrichtung aufweist.

Dadurch wird eine präzise Synchronität zwischen der ersten Zeiterfassungsvorrichtung und der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung ermöglicht. Auf eine nachträgliche Korrektur einer Asynchronität zwischen der ersten
5 Zeiterfassungsvorrichtung und der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung (beispielsweise über ein Computerprogramm) kann verzichtet werden. Aufgrund der präzisen Synchronität kann die Funkvorrichtung beispielsweise für Messvorgänge eingesetzt werden, bei welchen eine genaue
10 zeitliche Zuordnung von Messereignissen erforderlich ist. Derartige Messvorgänge können funkbasiert durchgeführt werden, eine kabelbasierte Mess- oder Übertragungsvorrichtung ist nicht erforderlich. Über die erste Funkeinheit und die zweite Funkeinheit hinaus können beispielsweise weitere
15 Funkeinheiten in die Funkvorrichtung eingebunden werden und ein Funknetzwerk bilden.

Günstig ist es, wenn die zweite Zeiterfassungsvorrichtung eine zweite Zieherschaltung zur Beaufschlagung eines zweiten
20 Abstimmelements der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung mit einer elektrischen Ziehspannung für ein zweites Schwingelement der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung aufweist.

Durch diese Maßnahme kann auch die zweite
25 Zeiterfassungsvorrichtung präzise synchronisiert werden (beispielsweise auf ein Zeitsignal von einer satellitenbasierten Zeiterfassungsvorrichtung). Damit ist es beispielsweise möglich, die erste Zeiterfassungseinheit auf eine externe Referenzzeit zu synchronisieren, wodurch z.B.
30 ein zeitlicher Vergleich von Messergebnissen erleichtert wird.

Eine vorteilhafte Lösung wird erzielt, wenn zumindest die erste Zeiterfassungsvorrichtung einen ersten Mikrocontroller,
35 welcher mit der ersten Zieherschaltung verbunden ist, aufweist. Durch diese Maßnahme wird ein einfacher Zugriff des Mikrocontrollers auf hochsynchronisierte Signale der ersten

Zeiterfassungsvorrichtung ermöglicht. Über den Mikrocontroller können (z.B. mittels Interrupt-Befehlen) Ereignisse zeitgesteuert ausgelöst werden oder Zeitpunkte von Ereignissen ermittelt werden. Ein etwaiges Computerprogramm zur Ansteuerung des Mikrocontrollers kann einfach ausgeführt
5 sein, da Sende- oder Empfangsvorgänge von Funkdatenpaketen auf unkomplizierte Weise durch Basisfunktionen des Mikrocontrollers gesteuert werden können.

- 10 Eine hohe Frequenzgenauigkeit kann erreicht werden, wenn zumindest das erste Schwingelement als Schwingquarz ausgebildet ist.

Eine funkbasierte Messvorrichtung, mit welcher Messereignisse
15 zeitlich genau ausgelöst und/oder zugeordnet werden können, wird realisiert, wenn zumindest die erste Funkeinheit zumindest einen Sensor, welcher mit der ersten Zeiterfassungsvorrichtung verbunden ist oder welcher die erste Zeiterfassungsvorrichtung aufweist, umfasst.

- 20 Kann der Sensor beispielsweise eine Messreihe aufnehmen und ist z.B. eine mittels eines Sensor-Oszillators realisierte Abtastrate für diese Messreihe ungenau, so können Zeitpunkte von Messereignissen mit Zeitpunkten der ersten Zeiterfassungsvorrichtung verglichen und dadurch bestimmt
25 werden. Messdaten können dadurch z.B. auch auf einen Zeitraster, welcher beispielsweise aus den Zeitpunkten der synchronisierten ersten Zeiterfassungsvorrichtung abgeleitet werden kann, interpoliert werden.

- 30 Ein erfolgversprechendes Anwendungsgebiet für die erfindungsgemäßen Funkvorrichtung wird mit einem Schienenfahrzeug mit zumindest einer erfindungsgemäßen Funkvorrichtung erschlossen.

- 35 Hierbei erhält man eine Vorzugslösung, wenn die zumindest eine Funkvorrichtung in einer Diagnose- und/oder

Überwachungseinrichtung für zumindest ein Fahrwerk des Schienenfahrzeugs und/oder für ein Gleis eingesetzt ist. Insbesondere Diagnose- und/oder Überwachungseinrichtungen für Fahrwerke von Schienenfahrzeugen oder für Gleise erfordern

5 häufig zeitsynchrone Messungen, eine zeitlich genaue Zuordnung von Messereignissen und/oder einen zeitlichen Vergleich von Messergebnissen (z.B. zur präzisen Detektion, Identifikation und/oder Bewertung von Fehlern, Störungen oder Schäden eines Fahrwerks oder von Schäden oder Lagefehlern

10 eines Gleises etc.). Weiterhin ist für derartige Diagnose- und/oder Überwachungseinrichtungen oft eine Ermittlung von Lagen von Frequenzanteilen von Messreihen erforderlich. Derartige Anforderungen können von der erfindungsgemäßen Funkvorrichtung mit hoher Effektivität erfüllt werden. Eine

15 Nachrüstung der erfindungsgemäßen Funkvorrichtung ist einfach realisierbar, da auf eine Verlegung von Kabeln verzichtet werden kann. Es ist auch möglich, die erfindungsgemäße Funkvorrichtung modulartig zu erweitern, indem beispielsweise zu der ersten Funkeinheit und der zweiten Funkeinheit weitere

20 Funkeinheiten (z.B. auf Fahrwerken oder anderen Komponenten des Schienenfahrzeugs) hinzugefügt werden. Auch ein Tausch einzelner Funkeinheiten (z.B. aus Wartungs-, Instandhaltungs- oder Instandsetzungsgründen) ist mit lediglich moderatem Aufwand möglich.

25 Bei besonders präziser zeitlicher Zuordnung von Stoßvorgängen ist es beispielsweise denkbar, Effekte durch Körperschallwellen, die sich in einem Fahrwerk ausbreiten, zuzuordnen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigt beispielhaft:

5

Fig. 1: Ein Flussdiagramm zu einer beispielhaften Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Synchronisierung einer Zeiterfassungsanordnung,

10

Fig. 2: Eine schematische Darstellung einer beispielhaften ersten Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Funkvorrichtung umfassend eine erste Funkeinheit mit einer ersten Zeiterfassungsvorrichtung und eine zweite Funkeinheit mit einer zweiten Zeiterfassungsvorrichtung, wobei die erste Funkeinheit ein Datenpaket von der zweiten Funkeinheit empfängt, und

15

Fig. 3: Einen schematischen Seitenriss einer beispielhaften Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs mit einer beispielhaften zweiten Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Funkvorrichtung, welche in einer Diagnose- und Überwachungseinrichtung für ein Fahrwerk des Schienenfahrzeugs und ein Gleis eingesetzt ist.

25

Fig. 1 zeigt ein Flussdiagramm zu einer beispielhaften Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Synchronisierung einer Zeiterfassungsanordnung, welches in einer Diagnose- und Überwachungseinrichtung eines Schienenfahrzeugs, wie es beispielhaft in Fig. 3 dargestellt ist, eingesetzt ist.

Die Zeiterfassungsanordnung umfasst eine erste Zeiterfassungsvorrichtung 1 und eine zweite Zeiterfassungsvorrichtung 2, wie sie beispielhaft in Fig. 2 gezeigt sind und welche funksignalübertragend miteinander verbunden sind. Die erste Zeiterfassungsvorrichtung 1 ist einer ersten Funkeinheit 3 und die zweite Zeiterfassungsvorrichtung 2 einer zweiten Funkeinheit 4 zugeordnet. Die erste Funkeinheit 3 und die zweite Funkeinheit 4 sind in Fig. 2 und Fig. 3 dargestellt.

Zur Synchronisierung der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 mit der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung 2 wird zunächst ein beispielhaft in Fig. 2 gezeigtes Datenpaket 5 mit einer ersten Information bezüglich einer Sendezeit des Datenpakets 5 von der zweiten Funkeinheit 4 an die erste Funkeinheit 3 übermittelt (Paketübermittlung 6).

Die erste Zeiterfassungsvorrichtung 1 und die zweite Zeiterfassungsvorrichtung 2 sind als Uhren ausgebildet, wobei die zweite Zeiterfassungsvorrichtung 2 als Referenzuhr fungiert.

Mittels der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 wird dann eine zweite Information bezüglich einer Empfangszeit des durch die erste Funkeinheit 3 empfangenen Datenpakets 5 ermittelt (Empfangszeitermittlung 7).

Aus der ersten Information und der zweiten Information wird eine Asynchronität als Zählerunterschied zwischen der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 und der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung 2 ermittelt (Zählerunterschiedsermittlung 8), aus dem Zählerunterschied

ein Frequenzunterschied zwischen der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 und der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung 2 (Frequenzunterschiedsermittlung 9). Der Frequenzunterschied wird aus einer Ziehcharakteristik der ersten Zeiterfassungsanordnung ermittelt und charakterisiert die Asynchronität zwischen der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 und der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung 2.

- 10 Auf Grundlage des Frequenzunterschieds und somit der Asynchronität sowie der Ziehcharakteristik wird eine elektrische Ziehspannung zur Frequenzabstimmung eines ersten Schwingelements 10 der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1, welches als Schwingquarz ausgebildet ist, ermittelt
15 (Ziehspannungsermittlung 12).

Zur Ziehspannungsermittlung 12 umfasst die Ziehcharakteristik einen funktionalen ersten Zusammenhang zwischen Frequenzunterschieden zwischen der ersten
20 Zeiterfassungsvorrichtung 1 und der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung 2 einerseits und zur Kompensation dieser Frequenzunterschiede erforderlichen Ziehspannungen andererseits.

- 25 Zur Frequenzunterschiedsermittlung 9 umfasst die Ziehcharakteristik einen funktionalen zweiten Zusammenhang zwischen Zeit- und Frequenzunterschieden zwischen der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 und der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung 2.

- 30 Aus der Ziehcharakteristik wird jene Ziehspannung ermittelt, die erforderlich ist, um den aktuellen Frequenzunterschied bzw. die aktuelle Asynchronität zu kompensieren. Die Ziehspannung ist in dieser beispielhaften
35 Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Verfahrens jene Spannung, welche erforderlich ist, um dem ersten Schwingelement 10 ein Frequenzverhalten aufzuprägen, welches

jenem eines zweiten Schwingelements 11 der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung 2 entspricht.

Zur Synchronisierung der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 mit der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung 2 wird auf Basis der Ziehspannungsermittlung 12 eine mit dem ersten Schwingelement 10 verbundene erste Kapazitätsdiode 13, auch Varaktordiode genannt, der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 mit der Ziehspannung beaufschlagt, wodurch ein Schwingverhalten des ersten Schwingelements 10 beeinflusst wird (Ziehspannungsbeaufschlagung 15). Die erste Kapazitätsdiode 13 fungiert also als erstes Abstimmelement der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1.

Eine Kapazitätsdiode ist ein elektronisches Halbleiterbauteil, welches zur Frequenzabstimmung von Schwingkreisen eingesetzt sein kann. Durch Änderung einer angelegten Spannung wird eine Kapazitätsvariation erreicht. Dadurch wird eine elektrische Steuerung einer Kapazität ermöglicht.

Das erste Schwingelement 10 und das zweite Schwingelement 11 gleichen sich aufgrund der Ziehspannungsbeaufschlagung 15 in ihrer Frequenz, schwingen also synchron. Dadurch ist die erste Zeiterfassungsvorrichtung 1 mit der zweiten

Zeiterfassungsvorrichtung 2 synchronisiert.

Die Ziehspannung wird mittels eines ersten Spannungskonverters 16 der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1, welcher als Gleichspannungswandler, der als invertierender Aufwärtswandler ausgeführt ist, ausgebildet ist, eingestellt.

Bei einem Aufwärtswandler handelt es sich um eine elektrische Schaltung, mittels welcher elektrische Spannungen vergrößert werden können. Bei einem Aufwärtswandler ist eine

Induktivität in Serie mit einer Freilaufdiode geschaltet, hinter welcher ein Ladekondensator elektrische Ladungen

aufsummiert, wodurch elektrische Ausgangsspannung eingestellt werden kann. Dadurch können elektrische Ausgangsspannungen eingestellt werden.

Der erste Spannungskonverter 16 ermöglicht lange inaktive Zeiträume der ersten Funkeinheit 3, in welchen diese einen Leistungsbedarf von unter einem Mikrowatt aufweist. Die Ziehspannung in dem ersten Spannungskonverter 16 sinkt über
5 einen Zeitraum von mindestens 30 s nicht wesentlich ab.

Mittels der Ziehspannung wird, zur Frequenzabstimmung des ersten Schwingelements 10 mit dem zweiten Schwingelement 11, eine Schwingfrequenz des ersten Schwingelements 10 um einen
10 erforderlichen Absolutbetrag von bis zu 200 ppm einer natürlichen Frequenz des ersten Schwingelements 10 variiert. Beispielsweise kann die Schwingfrequenz des ersten Schwingelements 10 um 90 ppm erhöht werden. Eine derartige Variation der Schwingfrequenz bewirkt, dass Asynchronitäten
15 aufgrund von Temperaturdrift, Langzeitdrift und Frequenzoffsets der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 effektiv und mit vernachlässigbaren Risiken im Hinblick auf ein instabiles Betriebsverhalten der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 korrigiert werden können.

20 Temperaturdrift werden behandelt, indem Temperaturen der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 und somit ersten Funkeinheit 3 mittels eines Temperatursensors 18 der ersten Funkeinheit 3, wie er beispielhaft in Fig. 2 gezeigt ist,
25 überwacht werden. Wird eine Überschreitung eines definierten Temperaturschwellwerts detektiert, so wird jenes Zeitintervall, in welchem Synchronisierungsvorgänge durchgeführt werden, verkleinert. Dadurch können Asynchronitäten frühzeitig vermieden bzw. korrigiert werden.
30 In einem derartigen Fall wird ein Synchronisierungsvorgang eingeleitet, indem in einem Anfragezeitintervall Anfragedatenpakete von der ersten Funkeinheit 3 an die zweite Funkeinheit 4 gesendet werden. Die zweite Funkeinheit 4 wird dadurch veranlasst, die oben beschriebene Paketübermittlung 6
35 und somit den Synchronisierungsvorgang zu starten.

Das beschriebene Verfahren wird zyklisch durchgeführt. Wird eine Überschreitung des Temperaturschwellwerts detektiert oder vergrößert sich die wie oben beschrieben ermittelte Asynchronität (Temperatur-Asynchronität-Prüfung 19), so wird
5 ein Synchronisierungsintervall der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 durch Verkleinerung des Anfragezeitintervalls auf einen definierten Wert verkleinert (Intervallanpassung 20).

10 Erfindungsgemäß ist es auch denkbar, dass die zweite Funkeinheit 4 in regelmäßigen Zeitabständen Funkdatenpakete mit Synchronisierungsinformationen übermittelt und die erste Funkeinheit 3 bei Bedarf an Synchronisation derartige Funkdatenpakete empfängt.

15

In Fig. 2 ist eine schematische Darstellung einer beispielhaften ersten Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Funkvorrichtung offenbart. Die Funkvorrichtung umfasst eine erste Funkeinheit 3 mit einer
20 ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 sowie eine zweite Funkeinheit 4 mit einer zweiten Zeiterfassungsvorrichtung 2. Die erste Zeiterfassungsvorrichtung 1 und die zweite Zeiterfassungsvorrichtung 2 bilden eine Zeiterfassungsanordnung und sind als Uhren ausgeführt.

25 Erfindungsgemäß ist es auch denkbar, dass die Funkvorrichtung als Funknetzwerk ausgebildet ist und mehr als zwei Funkeinheiten und mehr als zwei Zeiterfassungsvorrichtungen aufweist.

Zur Übertragung von Funkdatenpaketen zwischen der ersten
30 Funkeinheit 3 und der zweiten Funkeinheit 4 weist die erste Funkeinheit 3 eine erste Antenne 21 und die zweite Funkeinheit 4 eine zweite Antenne 22 auf.

Mittels der ersten Funkeinheit 3 und der zweiten Funkeinheit
35 4 wird ein Verfahren zur Synchronisierung der Zeiterfassungsanordnung, wie es beispielhaft im Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben ist, durchgeführt.

Hierzu weist die erste Zeiterfassungsvorrichtung 1 eine erste Zieherschaltung 23 auf, mittels welcher eine als erstes Abstimmeelement fungierende erste Kapazitätsdiode 13 der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 mit einer elektrischen Ziehspannung beaufschlagt wird. Dadurch wird, wie beispielhaft im Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben, eine Frequenzabstimmung eines ersten Schwingelements 10 der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1, welches mit der ersten Kapazitätsdiode 13 verbunden ist, mit einem zweiten Schwingelement 11 der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung 2 durchgeführt. Das erste Schwingelement 10 und das zweite Schwingelement 11 sind als Schwingquarze ausgeführt. Um die zweite Zeiterfassungseinrichtung 2 mit Zeitinformationen eines Satelliten 25 synchronisieren zu können, weist die zweite Zeiterfassungsvorrichtung 2 eine zweite Zieherschaltung 24 auf, mittels welcher eine mit dem zweiten Schwingelement 11 verbundene, als zweites Abstimmeelement fungierende zweite Kapazitätsdiode 14 der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung 2 mit einer elektrischen Ziehspannung beaufschlagt werden kann. Dadurch kann eine Frequenzabstimmung des zweiten Schwingelements 11 auf Grundlage einer externen Zeitinformation, welche aus empfangenen Funksignalen ermittelt wird, die von dem Satelliten 25 gesendet werden, vorgenommen werden. Mit der ersten Kapazitätsdiode 13 ist zur Beaufschlagung der ersten Kapazitätsdiode 13 mit Ziehspannung ein erster Spannungskonverter 16 der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 verbunden, mit der zweiten Kapazitätsdiode 14 zur Beaufschlagung der zweiten Kapazitätsdiode 14 mit Ziehspannung ein zweiter Spannungskonverter 17 der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung 2.

Die erste Funkeinheit 3 ist über eine Batterie 26 mit Elektrizität versorgt. Die Batterie 26 ist als Lithium-Ionen-Akkumulator mit einer elektrischen Ladung von 1300 mAh sowie einer Länge von 35 mm, einer Breite von 50 mm und einer Dicke von 5 mm ausgeführt. Erfindungsgemäß ist es auch denkbar, die

erste Funkeinheit 3 als Energy-Harvesting-Funkeinheit auszubilden.

Die zweite Funkeinheit 4 ist über ein Bordstromnetz 27 eines Schienenfahrzeugs, wie es beispielhaft in Fig. 3 gezeigt ist, mit Elektrizität versorgt. Erfindungsgemäß ist es jedoch auch denkbar, die zweite Funkeinheit 4 als Energy-Harvesting-Funkeinheit auszubilden.

Bei Durchführung eines Synchronisierungsvorgangs wird, wie im Zusammenhang mit Fig. 1 beispielhaft beschrieben, eine Paketübermittlung 6 durchgeführt. Hierbei wird ein Datenpaket 5 über die zweite Antenne 22 und die erste Antenne 21 von der zweiten Funkeinheit 4 an die erste Funkeinheit 3 übermittelt.

Die erste Zeiterfassungsvorrichtung 1 weist einen über den ersten Spannungskonverter 16 mit der ersten Ziehschaltung 23 verbundenen ersten Mikrocontroller 28 auf, die zweite Zeiterfassungsvorrichtung 2 einen über den zweiten Spannungskonverter 17 mit der zweiten Ziehschaltung 24 verbundenen zweiten Mikrocontroller 29.

Die erste Ziehschaltung 23 wird von dem ersten Mikrocontroller 28 angesteuert, die zweite Ziehschaltung 24 von dem zweiten Mikrocontroller 29.

In dem ersten Mikrocontroller 28 ist eine beispielhaft im Zusammenhang mit Fig. 1 beschriebene Ziehcharakteristik der Zeiterfassungsanordnung implementiert.

Die erste Funkeinheit 3 weist zumindest einen als Vibrationssensor ausgeführten Sensor 30 auf, welcher mit der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 verbunden und über die Batterie 26 der ersten Funkeinheit 3 mit Elektrizität versorgt ist. Mittels der synchronisierten ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 werden Messergebnisse des Sensors 30 zeitlich zugeordnet.

Erfindungsgemäß ist es auch möglich, dass der Sensor 30 selbst die erste Zeiterfassungsvorrichtung 1 bildet oder

diese aufweist (d.h. das erste Schwingelement 10 und die erste Ziehschaltung 23 etc. umfasst).

Messdatenpakete 31 auf Basis der Messergebnisse des Sensors 30 sowie im Zusammenhang mit Fig. 1 beispielhaft beschriebene
 5 Anfragedatenpakete zur Auslösung eines Synchronisierungsvorgangs bzw. zur Veränderung eines Synchronisierungsintervalls werden über die erste Antenne 21 und die zweite Antenne 22 von der ersten Funkeinheit 3 an die zweite Funkeinheit 4 übermittelt.

10

In Fig. 3 ist ein schematischer Seitenriss einer beispielhaften Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs dargestellt.

Das Schienenfahrzeug weist ein Fahrwerk 32 und einen
 15 Wagenkasten 33 auf, wobei der Wagenkasten 33 über eine Luft-Sekundärfederanordnung 34 auf einem Fahrwerksrahmen 35 des Fahrwerks 32 abgestützt ist.

Über ein in Fig. 3 nicht sichtbares erstes Radsatzlager des Fahrwerks 32 und ein erstes Radsatzlagergehäuse 36 des

20

Fahrwerks 32 sowie über ein zweites Radsatzlager des Fahrwerks 32 und ein zweites Radsatzlagergehäuse des Fahrwerks 32, welche in Fig. 3 nicht sichtbar sind, ist ein erster Radsatz 37 mit dem Fahrwerksrahmen 35 gekoppelt. Ein zweiter Radsatz 38 ist verbindungstechnisch gleich wie der
 25 erste Radsatz 37 mit dem Fahrwerksrahmen 35 verbunden.

Das Schienenfahrzeug ist über den ersten Radsatz 37 und den zweiten Radsatz 38 beweglich auf einem Gleis 39 angeordnet.

In einer Diagnose- und Überwachungseinrichtung für das
 30 Fahrwerk und das Gleis 39 ist eine beispielhafte zweite Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Funkvorrichtung eingesetzt. Diese beispielhafte zweite Ausführungsvariante entspricht jener beispielhaften ersten Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Funkvorrichtung, welche in Fig. 2
 35 dargestellt ist.

Die Funkvorrichtung weist eine erste Funkeinheit 3 und eine zweite Funkeinheit 4 auf. Die erste Funkeinheit 3 umfasst,

wie beispielhaft im Zusammenhang mit Fig. 2 beschrieben, einen als Vibrationssensor ausgebildeten Sensor 30 und ist, wie ebenfalls im Zusammenhang mit Fig. 2 erwähnt, über eine Batterie 26 mit Elektrizität versorgt. Die erste Funkeinheit 3 umfasst weiterhin eine erste Zeiterfassungsvorrichtung 1, wie sie beispielhaft in Fig. 2 gezeigt ist.

Die erste Funkeinheit 3 ist mit einem Deckel des ersten Radsatzlagergehäuses 36 verbunden.

Die zweite Funkeinheit 4 ist in dem Wagenkasten 33 angeordnet und mit einer Recheneinheit 40 der Diagnose- und Überwachungseinrichtung verbunden. Über ein Bordstromnetz 27 des Schienenfahrzeugs ist die zweite Funkeinheit 4 mit Elektrizität versorgt.

Die erste Funkeinheit 3 weist eine erste Antenne 21 auf, die zweite Funkeinheit 4 eine zweite Antenne 22. Über die erste Antenne 21 und die zweite Antenne 22 werden Funkdatenpakete zwischen der ersten Funkeinheit 3 und der zweiten Funkeinheit 4 übertragen, beispielsweise werden so Messdaten des Sensors 30 der ersten Funkeinheit 3 an die zweite Funkeinheit 4 und an die Recheneinheit 40 übermittelt.

In der Recheneinheit 40 werden die Messdaten ausgewertet. Dadurch können Vibrationen detektiert werden, welche beispielsweise auf einen Schaden des ersten Radsatzlagers oder des Gleises 39 hinweisen.

Mittels einer ersten Ziehschaltung 23 und eines ersten Schwingelements 10 der ersten Zeiterfassungsvorrichtung 1 wird die erste Zeiterfassungsvorrichtung 1 bezüglich Zeitinformationen der zweiten Funkeinheit 4 synchronisiert. Hierzu ist ein Verfahren zur Synchronisierung eingesetzt, wie es beispielhaft im Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben ist. Wie auch im Zusammenhang mit Fig. 1 erwähnt, wird zur Synchronisierung eine Paketübermittlung 6 von der zweiten Funkeinheit 4 an die erste Funkeinheit 3 durchgeführt. Dabei wird ein Datenpaket 5, wie es beispielhaft in Fig. 2

dargestellt ist, übermittelt, welches eine Zeitinformation der zweiten Funkeinheit 4 umfasst.

Liste der Bezeichnungen

	1	Erste Zeiterfassungsvorrichtung
	2	Zweite Zeiterfassungsvorrichtung
5	3	Erste Funkeinheit
	4	Zweite Funkeinheit
	5	Datenpaket
	6	Paketübermittlung
	7	Empfangszeitermittlung
10	8	Zählerunterschiedsermittlung
	9	Frequenzunterschiedsermittlung
	10	Erstes Schwingelement
	11	Zweites Schwingelement
	12	Ziehspannungsermittlung
15	13	Erste Kapazitätsdiode
	14	Zweite Kapazitätsdiode
	15	Ziehspannungsbeaufschlagung
	16	Erster Spannungskonverter
	17	Zweiter Spannungskonverter
20	18	Temperatursensor
	19	Temperatur-Asynchronität-Prüfung
	20	Intervallanpassung
	21	Erste Antenne
	22	Zweite Antenne
25	23	Erste Ziehschaltung
	24	Zweite Ziehschaltung
	25	Satellit
	26	Batterie
	27	Bordstromnetz
30	28	Erster Mikrocontroller
	29	Zweiter Mikrocontroller
	30	Sensor
	31	Messdatenpaket
	32	Fahrwerk
35	33	Wagenkasten
	34	Luft-Sekundärfederanordnung
	35	Fahrwerksrahmen

36	Erstes Radsatzlagergehäuse
37	Erster Radsatz
38	Zweiter Radsatz
39	Gleis
5 40	Recheneinheit

Patentansprüche

1. Verfahren zur Synchronisierung einer
Zeiterfassungsanordnung umfassend zumindest eine erste
5 Zeiterfassungsvorrichtung (1) und eine zweite
Zeiterfassungsvorrichtung (2), welche funksignalübertragend
miteinander verbunden sind, wobei die erste
Zeiterfassungsvorrichtung (1) einer ersten Funkeinheit (3)
und die zweite Zeiterfassungsvorrichtung (2) einer zweiten
10 Funkeinheit (4) zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass
zumindest ein Datenpaket (5) mit einer ersten Information
bezüglich einer Sendezeit des Datenpakets (5) von der zweiten
Funkeinheit (4) an die erste Funkeinheit (3) übermittelt
wird, mittels der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) eine
15 zweite Information bezüglich einer Empfangszeit des mittels
der ersten Funkeinheit (3) empfangenen Datenpakets (5)
ermittelt wird, aus der ersten Information und der zweiten
Information eine Asynchronität zwischen der ersten
Zeiterfassungsvorrichtung (1) und der zweiten
20 Zeiterfassungsvorrichtung (2) ermittelt wird, auf Grundlage
der Asynchronität sowie einer Ziehcharakteristik der
Zeiterfassungsanordnung eine elektrische Ziehspannung
ermittelt wird, und zur Synchronisierung der ersten
Zeiterfassungsvorrichtung (1) mit der zweiten
25 Zeiterfassungsvorrichtung (2) ein mit einem ersten
Schwingelement (10) der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1)
verbundenes erstes Abstimmelement der ersten
Zeiterfassungsvorrichtung (1) mit der Ziehspannung
beaufschlagt wird, wodurch ein Schwingverhalten des ersten
30 Schwingelements (10) beeinflusst wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass
die Ziehspannung mittels eines ersten Spannungskonverters
(16) der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) eingestellt
35 wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Synchronisierungsintervall der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) mit zunehmender Asynchronität verkleinert wird.

5

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass Temperaturen zumindest der ersten Funkeinheit (3) überwacht werden.

10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus der Asynchronität ein Frequenzunterschied zwischen der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) und der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung (2) ermittelt wird.

15

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels der Ziehspannung eine Schwingfrequenz des ersten Schwingelements (10) um einen Absolutbetrag bis 200 ppm einer natürlichen Frequenz des ersten Schwingelements (10) variiert wird.

20

7. Funkvorrichtung, welche zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 eingerichtet ist, umfassend zumindest eine erste Funkeinheit (3) mit zumindest einer

25 ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) sowie eine zweite Funkeinheit (4) mit zumindest einer zweiten Zeiterfassungsvorrichtung (2), **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die erste Zeiterfassungsvorrichtung (1) eine erste Ziehschaltung (23) zur Beaufschlagung eines ersten

30 Abstimmelements der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) mit einer elektrischen Ziehspannung für ein erstes Schwingelement (10) der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) aufweist.

8. Funkvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Zeiterfassungsvorrichtung (2) eine zweite Ziehschaltung (24) zur Beaufschlagung eines zweiten

35 Abstimmelements der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung (2) mit

einer elektrischen Ziehspannung für ein zweites Schwingelement (11) der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung (2) aufweist.

5 9. Funkvorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest das erste Abstimmelement als erste Kapazitätsdiode (13), welche mit einem ersten Spannungskonverter (16) der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) verbunden ist, ausgebildet ist.

10

10. Funkvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die erste Zeiterfassungsvorrichtung (1) einen ersten Mikrocontroller (28), welcher mit der ersten Ziehschaltung (23) verbunden
15 ist, aufweist.

11. Funkvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest das erste Schwingelement (10) als Schwingquarz ausgebildet ist.

20

12. Funkvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die erste Funkeinheit (3) zumindest einen Sensor (30), welcher mit der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) verbunden ist oder welcher die
25 erste Zeiterfassungsvorrichtung (1) aufweist, umfasst.

13. Schienenfahrzeug mit zumindest einer Funkvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12.

30 14. Schienenfahrzeug nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Funkvorrichtung in einer Diagnose- und/oder Überwachungseinrichtung für zumindest ein Fahrwerk (32) des Schienenfahrzeugs und/oder für ein Gleis (39) eingesetzt ist.

35

Fig. 1

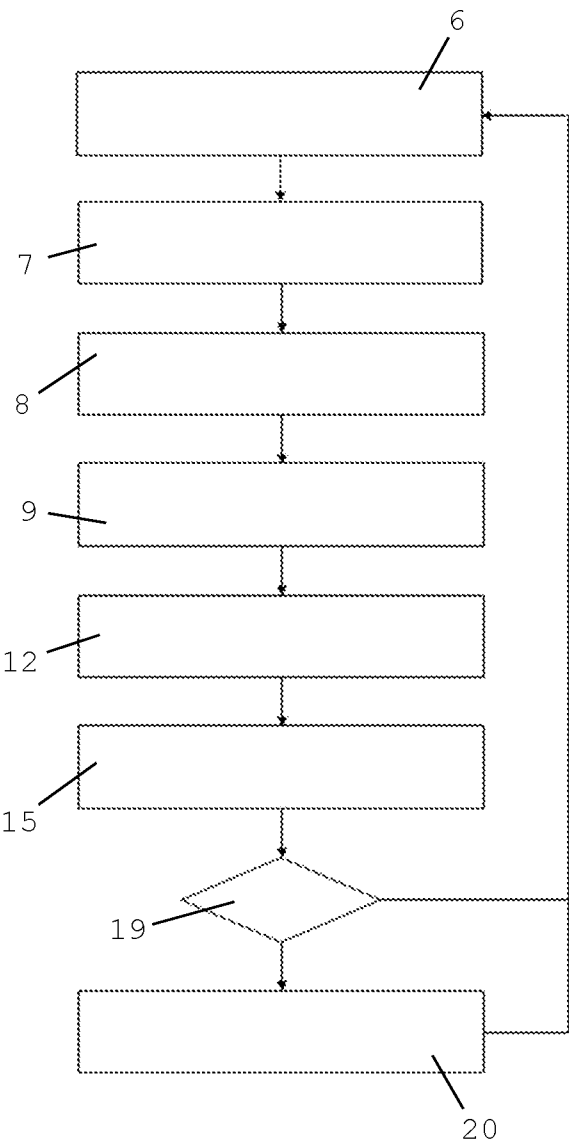


Fig. 2

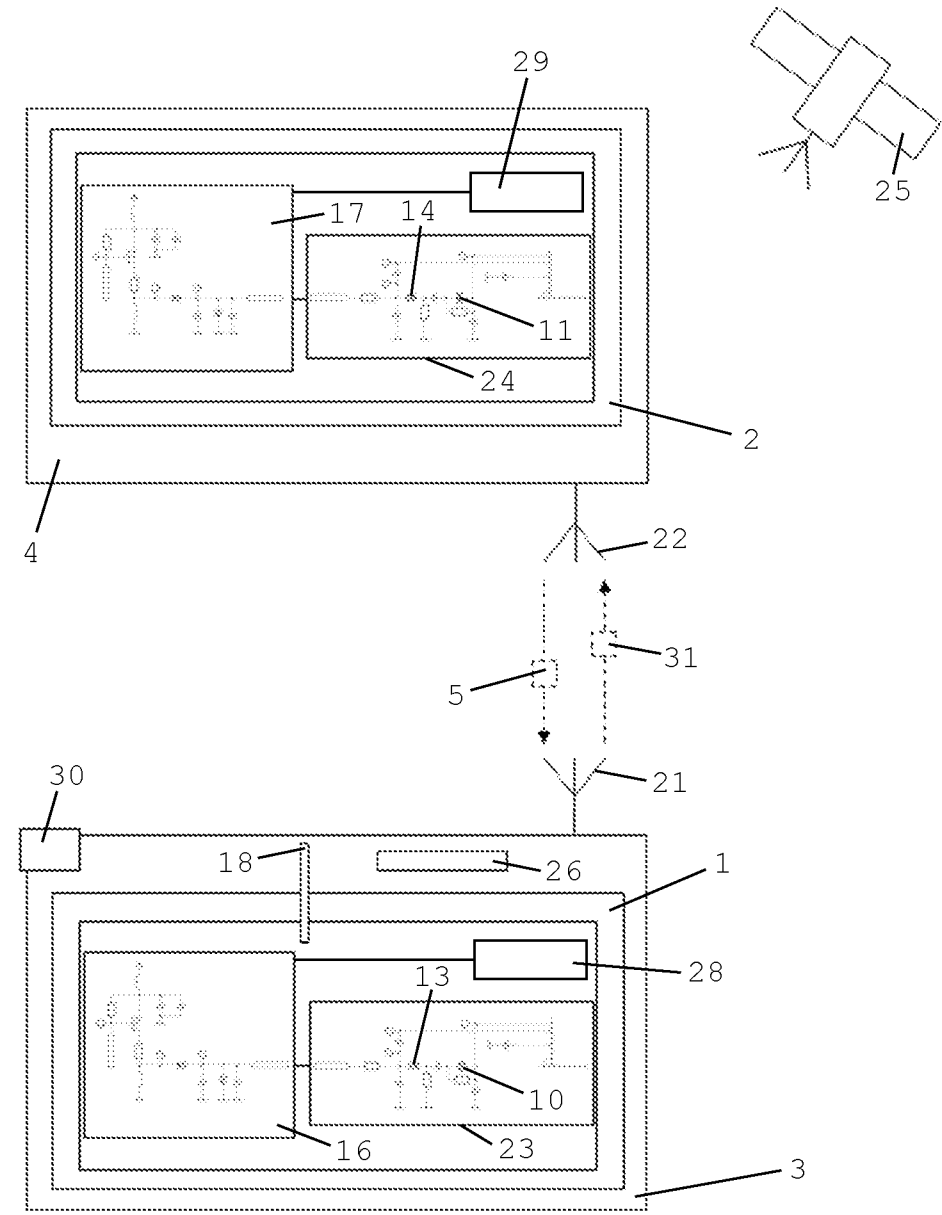
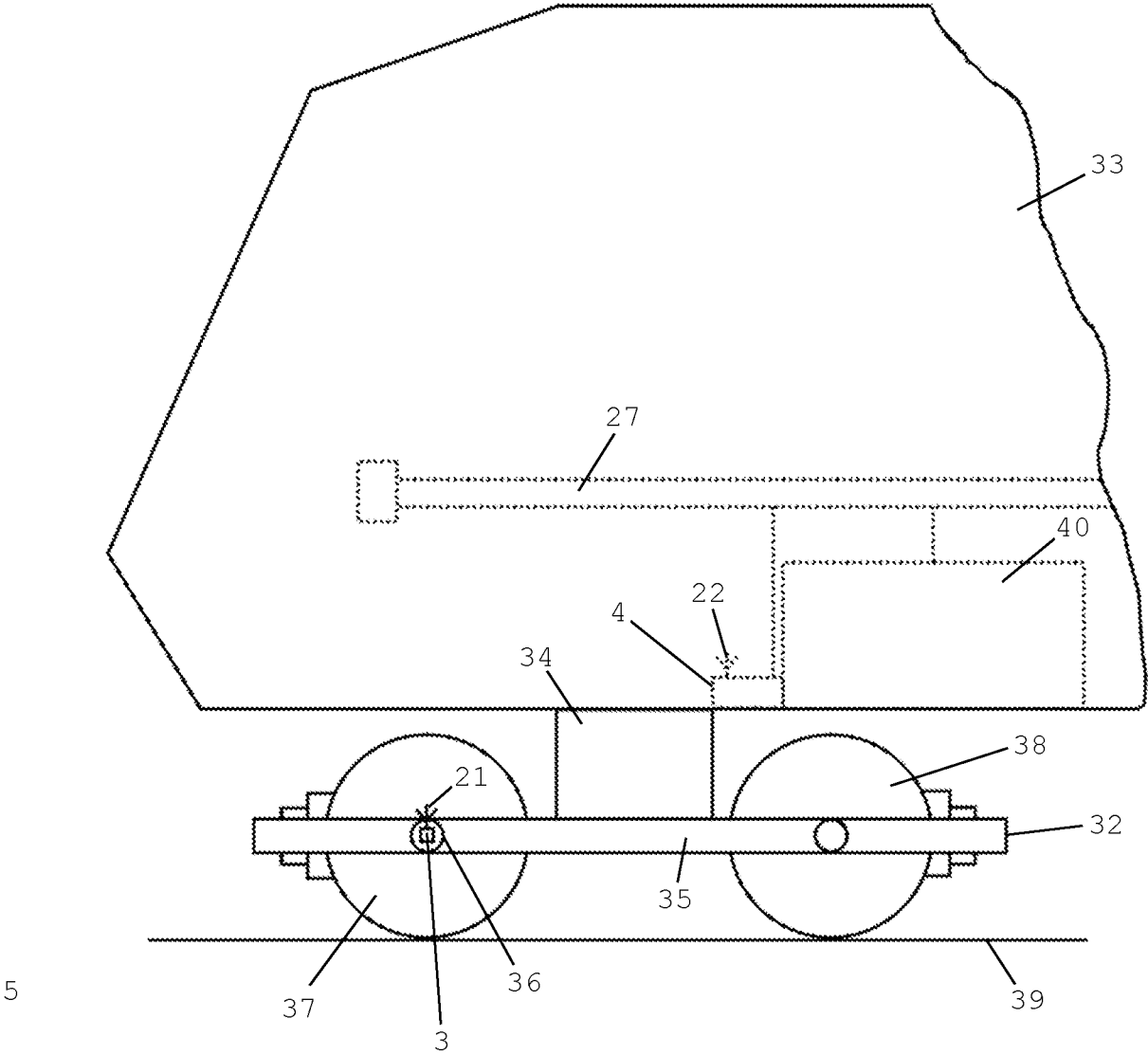


Fig. 3



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
H04J 3/06 (2006.01); **H03L 7/08** (2006.01); **H04W 56/00** (2009.01); **G01M 17/10** (2006.01); **B61L 23/04** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
H04J 3/0661 (2013.01); **H03L 7/0805** (2013.01); **H04W 56/0015** (2013.01); **G01M 17/10** (2019.01); **B61L 23/042** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

H04J, H03L, H04W, G01M, B61L

Konsultierte Online-Datenbank:

WPI, EPDOC, XPI3E

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 29.07.2022 eingereichten Ansprüchen 1-14 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	WO 2020067941 A1 (ERICSSON TELEFON AB L M) 02. April 2020 (02.04.2020) Zusammenfassung, Fig. 1-4, 6-8; Seite 1, Zeile 5 - Seite 2, Zeile 2; Seite 3, Zeile 14 - Seite 4, Zeile 11; Seite 7, Zeile 16 - Seite 9, Zeile 11; Seite 9, Zeile 20 - Seite 12, Zeile 17; Seite 18, Zeilen 15-19.	1-14
Y	US 8050881 B1 (YEUNG, K.W. et al.) 01. November 2011 (01.11.2011) Zusammenfassung, Fig. 8; Spalte 10, Zeile 46 - Spalte 11, Zeile 42.	1-14
Y	DE 102013213808 A1 (SIEMENS AG) 15. Januar 2015 (15.01.2015) Zusammenfassung, Fig. 1, 2; Absätze [0023], [0032], [0034], [0043], [0047].	13, 14
Y	EP 2736274 A2 (STARKEY LAB INC.) 28. Mai 2014 (28.05.2014) Zusammenfassung, Fig. 1-5; Absätze [0014], [0015], [0020], [0025]-[0035], [0037]-[0040].	1, 3-7, 9-12
Y	US 2009212877 A1 (OGASAWARA, K.) 27. August 2009 (27.08.2009) Zusammenfassung, Fig. 1-5A; Absätze [0006], [0007], [0021], [0044]-[0060], [0066].	1, 3-7, 9-12
A	WO 2019081772 A1 (PERPETUUM LTD) 02. Mai 2019 (02.05.2019) Zusammenfassung, Fig. 1, 2; Seite 5, Zeile 26 - Seite 7, Zeile 6.	13, 14

Datum der Beendigung der Recherche:
23.05.2023

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

LOIBNER Klaus

***) Kategorien der angeführten Dokumente:**

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Neue Patentansprüche

1. Verfahren zur Synchronisierung einer
Zeiterfassungsanordnung umfassend zumindest eine erste
5 Zeiterfassungsvorrichtung (1) und eine zweite
Zeiterfassungsvorrichtung (2), welche funksignalübertragend
miteinander verbunden sind, wobei die erste
Zeiterfassungsvorrichtung (1) einer ersten Funkeinheit (3)
und die zweite Zeiterfassungsvorrichtung (2) einer zweiten
10 Funkeinheit (4) zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass
zumindest ein Datenpaket (5) mit einer ersten Information
bezüglich einer Sendezeit des Datenpakets (5) von der zweiten
Funkeinheit (4) an die erste Funkeinheit (3) übermittelt
wird, mittels der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) eine
15 zweite Information bezüglich einer Empfangszeit des mittels
der ersten Funkeinheit (3) empfangenen Datenpakets (5)
ermittelt wird, aus der ersten Information und der zweiten
Information eine Asynchronität zwischen der ersten
Zeiterfassungsvorrichtung (1) und der zweiten
20 Zeiterfassungsvorrichtung (2) ermittelt wird, auf Grundlage
der Asynchronität sowie einer Ziehcharakteristik der
Zeiterfassungsanordnung eine elektrische Ziehspannung
ermittelt wird, und zur Synchronisierung der ersten
Zeiterfassungsvorrichtung (1) mit der zweiten
25 Zeiterfassungsvorrichtung (2) ein mit einem ersten
Schwingelement (10) der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1)
verbundenes erstes Abstimmelement der ersten
Zeiterfassungsvorrichtung (1) mit der Ziehspannung
beaufschlagt wird, wodurch ein Schwingverhalten des ersten
30 Schwingelements (10) beeinflusst wird, wobei die erste
Funkeinheit (3) zielgerichtet kurz vor Übertragungsvorgängen
von Funkdatenpaketen eingeschaltet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass
35 die Ziehspannung mittels eines ersten Spannungskonverters

(16) der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**,
5 dass ein Synchronisierungsintervall der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) mit zunehmender Asynchronität verkleinert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch**
10 **gekennzeichnet**, dass Temperaturen zumindest der ersten Funkeinheit (3) überwacht werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch**
gekennzeichnet, dass aus der Asynchronität ein
15 Frequenzunterschied zwischen der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) und der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung (2) ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch**
20 **gekennzeichnet**, dass mittels der Ziehspannung eine Schwingfrequenz des ersten Schwingelements (10) um einen Absolutbetrag bis 200 ppm einer natürlichen Frequenz des ersten Schwingelements (10) variiert wird.

25 7. Funkvorrichtung, welche zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 eingerichtet ist, umfassend zumindest eine erste Funkeinheit (3) mit zumindest einer ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) sowie eine zweite Funkeinheit (4) mit zumindest einer zweiten
30 Zeiterfassungsvorrichtung (2), **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die erste Zeiterfassungsvorrichtung (1) eine erste Ziehschaltung (23) zur Beaufschlagung eines ersten Abstimmelements der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) mit einer elektrischen Ziehspannung für ein erstes Schwingelement
35 (10) der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) aufweist.

8. Funkvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Zeiterfassungsvorrichtung (2) eine zweite Ziehschaltung (24) zur Beaufschlagung eines zweiten Abstimmelements der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung (2) mit einer elektrischen Ziehspannung für ein zweites Schwingelement (11) der zweiten Zeiterfassungsvorrichtung (2) aufweist.

9. Funkvorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest das erste Abstimmelement als erste Kapazitätsdiode (13), welche mit einem ersten Spannungskonverter (16) der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) verbunden ist, ausgebildet ist.

10. Funkvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die erste Zeiterfassungsvorrichtung (1) einen ersten Mikrocontroller (28), welcher mit der ersten Ziehschaltung (23) verbunden ist, aufweist.

11. Funkvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest das erste Schwingelement (10) als Schwingquarz ausgebildet ist.

12. Funkvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die erste Funkeinheit (3) zumindest einen Sensor (30), welcher mit der ersten Zeiterfassungsvorrichtung (1) verbunden ist oder welcher die erste Zeiterfassungsvorrichtung (1) aufweist, umfasst.

13. Schienenfahrzeug mit zumindest einer Funkvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12.

14. Schienenfahrzeug nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Funkvorrichtung in einer Diagnose- und/oder Überwachungseinrichtung für

zumindest ein Fahrwerk (32) des Schienenfahrzeugs und/oder für ein Gleis (39) eingesetzt ist.

FIG 1

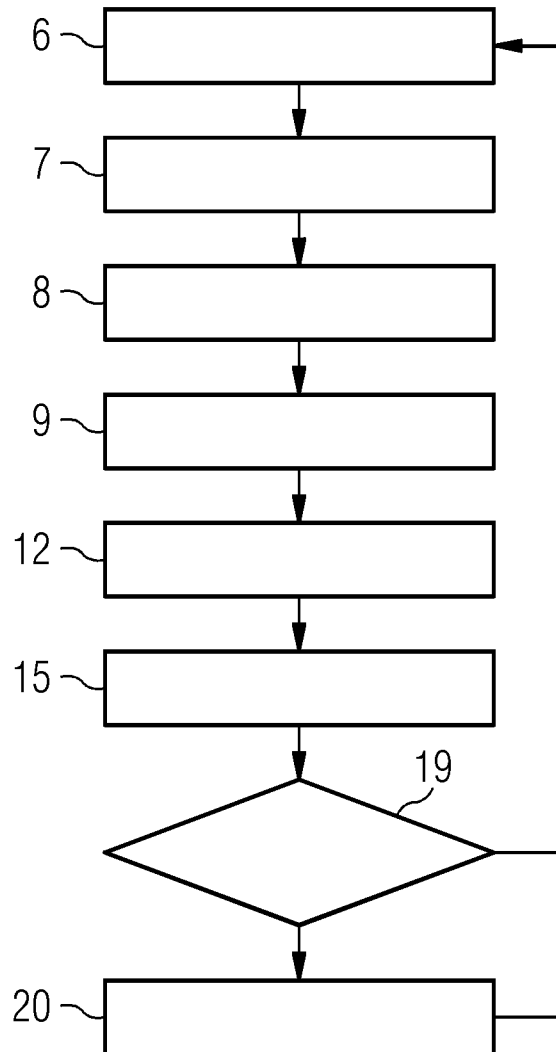


FIG 2

