

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU500348

12

BREVET D'INVENTION

B1

21

N° de dépôt: LU500348

51

Int. Cl.:

G01S 7/527, G01S 7/54, G01S 7/487, G01S 7/292

22

Date de dépôt: 29/06/2021

30

Priorité:

72

Inventeur(s):

CORONA Michele - Allemagne, RUDOLY Alexander -
Allemagne, WELK Christian - Allemagne

43

Date de mise à disposition du public: 29/12/2022

74

Mandataire(s):

AAP PATENTANWALTSKANZLEI GRABOVAC -
81243 München (Allemagne)

47

Date de délivrance: 29/12/2022

73

Titulaire(s):

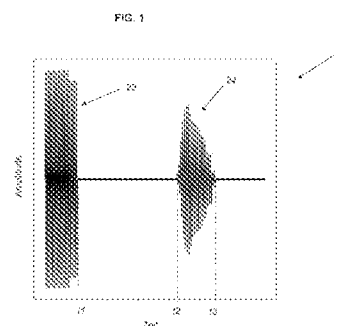
TOPOSENS GMBH - 80807 München (Allemagne)

54

Verfahren beim Ermitteln eines Sendesignals in wenigstens einem empfangenen Signal.

57

Die Erfindung betrifft ein Verfahren beim Ermitteln eines Sendesignals in wenigstens einem empfangenen Signal (3, 4, 5), wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist: Senden eines Sendesignals (1) durch einen Sender (7), Empfangen des Signals (3, 4, 5), das wenigstens einen Teil des Sendesignals enthält, dadurch gekennzeichnet, dass beim Ermitteln des Sendesignals in dem empfangenen Signal (3, 4, 5) ein zeitabhängiger Sendereigenschaftswert verwendet wird, der aus einem physikalischen Aufbau des Senders (7) resultiert.



Verfahren beim Ermitteln eines Sendesignals in wenigstens einem empfangenen Signal

Die Erfindung betrifft ein Verfahren beim Ermitteln eines Sendesignals in wenigstens einem empfangenen Signal, wobei das Verfahren ein Senden eines Sendesignals durch einen Sender und ein Empfangen des Signals, das wenigstens einen Teil des Sendesignals enthält, aufweist.
5 Darüber hinaus betrifft die Erfindung die Verwendung eines solchen Verfahrens bei einer dreidimensionalen Positionsbestimmung und eine Vorrichtung mit einem Sender und wenigstens einem Empfänger.

10 Aus dem Stand der Technik sind Sensoren bekannt, die einen Sender aufweisen, der aktiv eine Ultraschallwelle aussendet und mittels wenigstens eines Empfängers Reflexionen von verschiedenen Objekten erfasst, die im Sichtfeld des Sensors sind. Neben der Reflexion der aktiv erzeugten Schallwelle nimmt der Sensor auch Umgebungsgeräusche und andere Arten von Geräuschen auf.

15 Figur 1 zeigt einen Ausschnitt eines empfangenen Signals 3 von einem Empfänger. Insbesondere zeigt Figur 1 den Amplitudenverlauf des empfangenen Signals 3 über die Zeit, wobei die Vertikalachse die Amplitude und die Horizontalachse die Zeit darstellt. Ein bis zum ersten Zeitpunkt t_1 empfangener erster Signalabschnitt 23 stellt die abgestrahlte Schallwelle dar, die auf direktem Weg zwischen Sender und Empfänger aufgezeichnet wird. Ein zwischen einem zweiten
20 Zeitpunkt t_2 und einem dritten Zeitpunkt t_3 empfangener zweiter Signalabschnitt 24 stellt den interessierenden Abschnitt des empfangenen Signals 3 dar. Die restlichen Abschnitte des empfangenen Signals können als Rauschen betrachtet werden. Der interessante Abschnitt kann die Reflexion der aktiv emittierten Schallwelle oder ein anderes lautes Störgeräusch sein. Somit muss für diesen Abschnitt bestimmt werden, ob es sich um eine reflektierte Schallwelle oder ein
25 Störgeräusch handelt.

Bei den bekannten Verfahren wird angenommen, dass die aktiv emittierte Schallwelle dem Abschnitt des empfangenen Signals entspricht, dessen Amplitude größer ist als ein vorgegebener
30 Schwellwert. Ein derartiges Verfahren weist jedoch den Nachteil auf, dass es ungenau ist, weil, insbesondere laute Umgebungsgeräusche, also Geräusche mit hoher Amplitude, fehlerhafterweise als reflektiertes Sendesignal erfasst werden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, ein Verfahren anzugeben, mittels dem das
35 reflektierte Sendesignal in dem empfangenen Signal genau bestimmt werden kann.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren beim Ermitteln eines Sendesignals in wenigstens einem empfangenen Signal, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

Senden eines Sendesignals durch einen Sender,

Empfangen des Signals, das wenigstens einen Teil des Sendesignals enthält, dadurch gekennzeichnet, dass

- 5 beim Ermitteln des Sendesignals in dem empfangenen Signal ein zeitabhängiger Sendereigenschaftswert verwendet wird, der aus einem physikalischen Aufbau des Senders resultiert.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung anzugeben, mittels der das Sendesignal in dem empfangenen Signal bestimmt werden kann.

- 10 Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung mit wenigstens einem Sender zum Senden eines Sendesignals, wenigstens einem Empfänger zum Empfangen eines Signals, das wenigstens einen Teil des Sendesignals enthält, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Auswertevorrichtung aufweist, die beim Ermitteln des Sendesignals in dem empfangenen Signal einen zeitabhängigen Sendereigenschaftswert verwendet, der aus einem physikalischen Aufbau
15 des Senders resultiert.

- Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass ein Sender einen zeitabhängigen Sendereigenschaftswert aufweist, der aus einem physikalischen Aufbau des Senders resultiert. Durch Berücksichtigung des Sendereigenschaftswert bei der Bestimmung des Sendesignals in
20 dem empfangenen Signal kann das Sendesignal in dem empfangenen Signal präzise und einfach bestimmt werden, weil es dadurch möglich ist, zumindest einen Großteil der Umgebungsgeräusche als nicht relevante Bestandteile des empfangenen Signals zu identifizieren.

- 25 Der Sendereigenschaftswert kann eine Kenngröße sein, die direkt gemessen werden kann oder indirekt durch Messung von physikalischen Größen ermittelt wird. Wie zuvor erwähnt ist, resultiert der Sendereigenschaftswert aus dem physikalischen Aufbau des Senders. Insbesondere kann der Sendereigenschaftswert von der Anordnung und/oder Masse der Senderkomponenten abhängen. So weisen alle massebehafteten Sender eine für den Sender charakteristischen
30 Sendereigenschaftswertverlauf auf. Der Sendereigenschaftswert wird bei einem Aussenden des Sendesignals nicht aktiv, also bewusst zuzüglich zu dem Sendesignal, erzeugt, sondern resultiert zwangsweise aus dem physikalischen Aufbau des Senders und/oder kann gemessen oder unter Verwendung von gemessenen physikalischen Größen bestimmt werden.

- 35 Erfindungsgemäß wurde somit erkannt, dass beim empfangenen Signal nach einem Zeitabschnitt gesucht werden muss, bei dem sich der Sendereigenschaftswertverlauf wiederfindet. Dieser Zeitabschnitt weist demgemäß das Sendesignal auf. Insbesondere können mittels des Verfahrens Signalabschnitte erkannt werden, die zwar wie ein, insbesondere reflektiertes, Sendesignal aussehen, tatsächlich jedoch Rauschen oder Störgeräusche sind. Dies ist möglich,

weil diese Signalabschnitte nicht den Sendereigenschaftswertverlauf aufweisen. Im Ergebnis kann genau erkannt werden, wann ein Signalabschnitt ein Sendesignal enthält und wann nicht.

5 Zum besseren Verständnis des zeitabhängigen Sendereigenschaftswert wird auf Figur 2 verwiesen. Figur 2 zeigt den Verlauf einer Ansteuerkennlinie 15 des Senders über die Zeit zu einer vorgegebenen Frequenz, wobei die Ansteuerung zum Zeitpunkt t_0 beginnt. Die Ansteuerkennlinie 15 wird durch mehrere Ansteuerkennwerte definiert. Darüber hinaus ist in Figur 2 ein Verlauf eines erwarteten Signals 20 dargestellt. So wird erwartet, dass der Empfänger ein Signal 20 ermittelt, dass dieselbe Frequenz aufweist wie die Ansteuerkennlinie 15 und sich daher
10 um den Ansteuerkennlinie 15 einpendelt. Nach einem Ansteuerzeitraum, in dem eine Anregung des Senders durch ein Anregungssignal erfolgt ist, sollte die Frequenz weiter abfallen. Dies ist in Figur 2 jedoch nicht gezeigt.

15 Darüber hinaus zeigt Figur 2 einen tatsächlich empfangenen Signalverlauf auf, der von einem Empfänger gemessen und im Folgenden als Sendereigenschaftswertverlauf 6 bezeichnet wird. Es ist erkennbar, dass der Sendereigenschaftswertverlauf 6 zumindest im Anfangsbereich einen vom erwarteten Signalverlauf 20 signifikant unterschiedlichen Verlauf aufweist. Der unterschiedliche Frequenzverlauf resultiert aufgrund des oben genannten physikalischen Aufbaus des Senders und ist senderspezifisch und charakterisiert somit den Sender. Mit anderen
20 Worten können die Sender anhand des Senderparameterverlaufs voneinander unterschieden werden.

25 Das Sendesignal kann eine Welle, insbesondere eine elektromagnetische Welle oder eine Druckwelle, insbesondere eine Schallwelle, sein.

Der Sender kann das Sendesignal in alle Raumrichtungen oder zumindest in einen Halbraum ausstrahlen. Insbesondere kann der Sender ein Schallsender sein. Darüber hinaus kann der Sender wenigstens eine Piezokomponente aufweisen, mittels der das Sendesignal erzeugt werden kann. Der Empfänger ist derart ausgebildet, die durch den Sender ausgesandten
30 Sendesignale, insbesondere die vom Objekt zumindest teilweise reflektierten Sendesignale, zu empfangen.

Bei einer besonderen Ausführung kann eine Ansteuerung des Senders zum Erzeugen des Sendesignals durch eine vorgegebene Anzahl an Ansteuersignalen erfolgen. Alternativ oder
35 zusätzlich kann das Sendesignal für eine vorgegebene Zeitdauer ausgegeben werden. Somit wird das Sendesignal nicht kontinuierlich, insbesondere während des gesamten Empfangsvorgangs durch den oder die Empfänger, empfangen. Die vorgegebene Zeitdauer während der das Sendesignal ausgegeben wird, ist kleiner als die Zeitdauer, während der Empfänger oder die Empfänger Signale empfangen. Der Sender kann derart angesteuert werden,

dass das ausgegebene Sendesignal einen sinusförmigen Verlauf aufweist. Alternativ kann das Sendesignal einen rechteckförmigen Verlauf aufweisen.

5 Das Sendesignal kann wenigstens teilweise von einem Objekt reflektiert werden. Die Empfänger können das wenigstens teilweise reflektierte Sendesignal empfangen. Darüber hinaus kann das Sendesignal direkt an wenigstens einen Empfänger übertragen werden. Darüber hinaus kann das Sendesignal reflektionsfrei, also ohne, dass das Sendesignal von einem Objekt reflektiert wird, von wenigstens einem Empfänger empfangen werden. Somit ist der Auswertevorrichtung der Zeitpunkt bekannt, wann das Sendesignal ausgesendet wird.

10

Darüber hinaus liegt der Auswertevorrichtung nach Empfang des von dem Sender direkt übertragenen Sendesignals die Sendereigenschaftswerte vor. Insbesondere kann die Auswertevorrichtung auf der Basis des von dem Empfänger empfangenen, reflektionsfreien Sendesignals die Sendereigenschaftswerte bestimmen. Durch Bestimmung der Sendereigenschaftswerte mittels der Auswertevorrichtung kann die Bestimmung des Sendesignals in dem empfangenen Signal besonders genau erfolgen. So können sich die Sendereigenschaftswerte im Laufe der Zeit aufgrund einer Abnutzung des Senders verändern und/oder sind abhängig von der Umgebungstemperatur. Die Übertragung des Sendesignals direkt an den wenigstens einen Empfänger kann bei jeder Ausgabe des Sendesignals durch den Sender erfolgen. Alternativ kann das Sendesignal zu bestimmten Zeitpunkten an den Empfänger übertragen werden.

15

20

25

Die Sendereigenschaftswerte können in einem elektrischen Speicher hinterlegt sein. So können die durch die Auswertevorrichtung bestimmten Sendereigenschaftswerte in dem elektrischen Speicher hinterlegt werden. Alternativ können die Sendereigenschaftswerte vor der Ausführung des Verfahrens ermittelt werden. Dies kann unabhängig von der Vorrichtung erfolgen. In diesem Fall werden die Sendereigenschaftswerte nicht während des Verfahrens bestimmt. Bei einer solchen Ausführung verringert sich der Berechnungsaufwand für die Auswertevorrichtung.

30

Der Sendereigenschaftswert kann von einer Zeitdauer zwischen zwei Signalpunkten des ermittelten Signals abhängen. Dabei kann der Sendereigenschaftswert eine Frequenz sein. Dies ist dann der Fall, wenn die Phasenwinkeldifferenz zwischen den beiden Signalpunkten 360° (Grad) beträgt. In diesem Fall wird ein Frequenzverlauf durch die Auswertevorrichtung bestimmt.

35

Besonders vorteilhaft ist ein Verfahren, bei dem das Sendesignal durch das Ansteuersignal nicht moduliert wird. Gleichmaßen kann das empfangene Signal nicht moduliert werden. Insbesondere erfolgt keine Frequenz- und/oder Amplitudenmodulation des Sendesignals und/oder des empfangenen Signals. Dadurch werden zeitaufwändige Berechnungen in der Auswertevorrichtung vermieden. Die Auswertevorrichtung kann ein Prozessor sein oder wenigstens einen Prozessor aufweisen.

40

Die Vorrichtung kann ein Gehäuse aufweisen, wobei die Auswertevorrichtung in einem Innenraum des Gehäuses angeordnet sein kann. Der wenigstens eine Empfänger und der Sender können mit dem Gehäuse mechanisch verbunden sein. Die Auswertevorrichtung kann die notwendigen Verfahrensschritte bei dem Ermitteln des Sendesignals ausführen.

Bei einer besonderen Ausführung kann beim Ermitteln des Sendesignals in dem empfangenen Signal ein Amplitudenwert des empfangenen Signals mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen werden. Dadurch können auf einfache Weise uninteressante Abschnitte des empfangenen Signals ermittelt werden. Diese Abschnitte werden bei der weiteren Bestimmung des Sendesignals in dem empfangenen Signal nicht berücksichtigt, wodurch die Bestimmung des reflektierten Sendesignals in dem empfangenen Signal schnell erfolgt. Insbesondere kann das Ermitteln des Sendesignals in dem empfangenen Signal fortgesetzt werden, wenn der Amplitudenwert größer ist als der Schwellwert. Dagegen kann das Ermitteln des Sendesignals in dem empfangenen Signal beendet werden, wenn der Amplitudenwert kleiner ist als der Schwellwert. Der Schwellwert kann abhängig von dem Einsatzbereich der Vorrichtung vorgegeben werden.

Bei einer besonderen Ausführung kann das empfangene Signal in mehrere Signalabschnitte unterteilt werden. Die Signalabschnitte können den gleichen Phasenwinkelbereich aufweisen. Der Phasenwinkelbereich kann 90° , 180° oder 360° betragen. Es sind jedoch auch andere Phasenwinkelbereiche möglich. Insbesondere weist der Phasenwinkelbereich einen Phasenwinkel von höchstens 360° auf. Die einzelnen Signalabschnitte sind, insbesondere zeitlich, versetzt zueinander angeordnet.

Die Auswertevorrichtung kann eine Kurvenfunktion des Signalabschnitts, insbesondere jedes Signalabschnitts, bestimmen. Der Verlauf des Signalabschnitts kann durch wenigstens einen Algorithmus ermittelt werden. Wie oben bereits beschrieben ist, kann das Sendesignal einen sinusförmigen Verlauf aufweisen. Dadurch lässt sich der Verlauf des Signalabschnitts besonders einfach ermitteln.

Die Auswertevorrichtung kann wenigstens zwei Signalpunkte in dem empfangenen Signal bestimmen. Insbesondere kann die Auswertevorrichtung ein oder mehrere Signalpunkte im Signalabschnitt bestimmen. Besonders bevorzugt ist, wenn die Auswertevorrichtung in jedem Signalabschnitt ein oder mehrere Signalpunkte bestimmt. Die Bestimmung der Signalpunkte ist auf einfache Weise möglich, wenn, wie zuvor beschrieben ist, die Kurvenfunktion des Signalabschnitts bekannt ist.

Darüber hinaus kann die Auswertevorrichtung ein dem Signalpunkt zugeordneten Zeitpunkt ermitteln. Bei einer Bestimmung von mehreren Signalpunkten kann die Auswertevorrichtung für

jeden Signalpunkt dem dem Signalpunkt jeweils zugeordneten Zeitpunkt ermitteln. Dadurch ist auf einfache Weise bekannt, zu welchem Zeitpunkt der jeweilige Signalpunkt vorliegt.

5 Die Signalpunkte können zueinander, insbesondere um einen vorgegebenen Phasenwinkel, versetzt angeordnet sein. Alternativ oder zusätzlich können die wenigstens zwei Signalpunkte zu einem Referenzpunkt jeweils um einen vorgegebenen Phasenwinkel versetzt angeordnet sind. Darüber hinaus sind die Signalpunkte in zeitlicher Hinsicht versetzt zueinander angeordnet.

10 Der Signalpunkt kann ein den Signalabschnittverlauf charakterisierender Punkt sein. So kann der Signalpunkt ein Maximum, ein Minimum oder ein Wendepunkt des Signalabschnitts sein. Alternativ oder zusätzlich kann ein Signalpunkt ein beliebiger Punkt des Signalabschnitts mit vorgegebenen Phasenwinkel oder vorgegebener Phasenwinkeldifferenz zu einem anderen Signalpunkt oder einem Referenzpunkt sein.

15 In jedem Signalabschnitt kann die gleiche Anzahl an Signalpunkten bestimmt werden. Dabei können die Signalpunkte derart bestimmt werden, dass ein in einem ersten Signalabschnitt bestimmter Signalpunkt und ein in einem zweiten Signalabschnitt bestimmter Signalpunkt denselben Phasenwinkel aufweisen. Mit anderen Worten in den einzelnen Signalabschnitten werden dieselben Signalpunkte bestimmt werden. Der erste Signalabschnitt und der zweite
20 Signalabschnitt sind zueinander zeitlich versetzt. Insbesondere liegt der zweite Signalabschnitt nach dem ersten Signalabschnitt.

Für den Fall, dass die Signalabschnitte einen Phasenwinkelbereich von 0 bis 360° aufweisen, sind der erste Signalabschnitt und der zweite Signalabschnitt unmittelbar benachbart. Die
25 bedeutet, dass sich der zweiten Signalabschnitt an den ersten Signalabschnitt unmittelbar anschließt. Für den Fall, dass die Signalabschnitte einen Phasenwinkelbereich kleiner als 360° aufweisen, ist wenigstens ein Signalzwischenabschnitt zwischen dem ersten und zweiten Signalabschnitt angeordnet. Insbesondere kann ein Signalzwischenabschnitt zwischen dem ersten und zweiten Signalabschnitt liegen, wenn die Signalabschnitte einen Phasenwinkel von
30 180° umfassen. Dabei umfasst der erste Signalabschnitt einen Phasenwinkelbereich von 0 bis 180° und der Signalzwischenabschnitt einen Phasenwinkelbereich umfasst einen Phasenwinkelbereich von 180 bis 360° aufweisen. Es ist klar, dass in dem ersten Signalabschnitt und dem Signalzwischenabschnitt keine Signalpunkte mit gleichem Phasenwinkel existieren.

35 Bei einer besonderen Ausführung kann die Auswertevorrichtung wenigstens einen Analysekenwert, insbesondere mehrere Analysekenwerte, auf der Basis von dem empfangenen Signal bestimmen. Die Analysekenwerte unterscheiden sich von den empfangenen Signalwerten. Die Bestimmung der Analysekenwerte wird nachfolgend beschrieben.

Die Analysekennwerte können auf der Basis der den bestimmten Signalpunkten zugeordneten Zeitpunkte erzeugt werden. Insbesondere können die Analysekennwerte auf der Basis der bestimmten Signalpunkte, insbesondere auf der Basis der den bestimmten Signalpunkten zugeordneten Zeitpunkten, bestimmt werden. Dabei lässt sich ein Analysekennwert besonders
5 einfach ermitteln, wenn der Analysekennwert von einer Zeitdauer eines Signalpunktpaares abhängt.

Die Zeitdauer bei einem Signalpunktpaar kann von einem einem Signalpunkt zugeordneten Zeitpunkt und einem einem anderen Signalpunkt zugeordneten anderen Zeitpunkt abhängen.
10 Insbesondere kann die Zeitdauer einer Zeitdifferenz zwischen dem einem Signalpunkt zugeordneten Zeitpunkt und dem einem anderen Signalpunkt zugeordneten anderen Zeitpunkt entsprechen. Besonders vorteilhaft ist, wenn der Signalpunkt und der andere Signalpunkt zueinander benachbart sind. Als benachbart wird verstanden, dass der Signalpunkt und der andere Signalpunkt zeitlich zueinander versetzt sind und zwischen den beiden Signalpunkten
15 keine weiteren Signalpunkte vorhanden sind.

Bei einer besonderen Ausführung kann beim Ermitteln des Sendesignals in dem empfangenen Signal wenigstens ein Analysekennwert unter Verwendung wenigstens eines Sendereigenschaftswerts analysiert werden. Insbesondere kann bei der Analyse geprüft werden,
20 ob wenigstens ein Analysekennwert, insbesondere mehrere Analysekennwerte, wenigstens einem Sendereigenschaftswert, insbesondere mehreren Sendereigenschaftswerten, entspricht oder in einem vorgegebenen Bereich um den Sendereigenschaftswert, insbesondere die Sendereigenschaftswerte, liegt. Der vorgegebene Bereich umfasst die Sendereigenschaftswerte und wird durch eine vorgegebene obere und eine vorgegebene untere Grenze beschränkt.

25 Die Auswertevorrichtung kann bestimmen, dass als ein Zeitabschnitt des empfangenen Signals, bei dem das empfangene Signal das Sendesignal enthält, ein Zeitabschnitt bestimmt wird, in dem mehrere Analysekennwerte mehreren Sendereigenschaftswerten entsprechen oder in einem vorgegebenen Bereich um die Sendereigenschaftswerte liegen.

30 Bei einer besonderen Ausführung kann beim Ermitteln des, insbesondere reflektierten, Sendesignals in dem empfangenen Signal wenigstens ein Ansteuerkennwert, insbesondere mehrere Ansteuerkennwerte, verwendet werden. Der Ansteuerkennwert kann eine zeitabhängige Ansteuerfrequenz des Senders sein. Die Ansteuerfrequenz kann konstant sein. Der
35 Ansteuerkennwert kann von der Phasenwinkeldifferenz der Signalpunkte abhängen.

Bei dem Ermitteln des Sendesignals kann geprüft werden, ob Analysekennwerte in einem ersten zeitlichen Abschnitt von dem Ansteuerkennwert abweichen und sich, insbesondere kontinuierlich, dem Ansteuerkennwert annähern. Als annähern wird dabei verstanden dass die
40 Analysekennwerte sich von dem Betrag in Richtung zum Betrag des Ansteuerkennwerts

annähern, also einen abfallenden oder ansteigenden Verlauf haben. Bei Betrachtung einer Ansteuerkennwertkennlinie, die durch die Ansteuerkennwerte bestimmt ist, verläuft die Ansteuerkennwertlinie in Richtung zu dem Ansteuerkennwert. Bei dieser Prüfung wird ausgenutzt, dass die Sendereigenschaftswerte zu Beginn deutlich über den Ansteuerkennwerten liegt.

Darüber hinaus kann zu wenigstens einem vorgegebenen Zeitpunkt ein erster Abstand zwischen einem Ansteuerkennwert und dem Sendereigenschaftswert ermittelt werden. Zudem kann geprüft werden, ob zu dem vorgegebenen Zeitpunkt ein zweiter Abstand zwischen dem Analysekenwert zu dem Ansteuerkennwert gleich dem ersten Abstand ist oder in einem vorgegebenen Bereich um den ersten Abstand liegt. Der Zeitpunkt kann derart gewählt werden, dass er einem Maximum der Analysekenwerte in einem ersten zeitlichen Abschnitt zugeordnet ist. Darüber hinaus kann geprüft werden, ob Analysekenwerte in dem ersten zeitlichen Abschnitt in einem vorgegebenen Bereich um Sendereigenschaftswerte liegen.

Darüber hinaus kann geprüft wird, ob Analysekenwerte in einem zweiten Abschnitt für einen vorgegebenen Zeitraum innerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegen. Der vorgegebene Bereich kann um die Ansteuerkennwerte liegen. Alternativ kann der vorgegebene Bereiche z den Ansteuerkennwerten, insbesondere um einen vorgegebenen Abstand, versetzt sein. Der vorgegebene Bereich kann von den Sendereigenschaftswerten abhängen. Zur Bestimmung des vorgegebenen Bereichs kann die Schwankung der Sendereigenschaftswerte, insbesondere um die Ansteuerkennwerte, ermittelt werden. Dabei kann eine obere Grenze und eine untere Grenze des vorgegebenen Bereichs von der Schwankung der Sendereigenschaftswerte, insbesondere um die Ansteuerkennwerte, abhängen. Insbesondere kann die maximale Schwankung der Sendereigenschaftswerte, insbesondere von der Ansteuerkennwerten, zur Bestimmung der oberen und/oder unteren Grenze verwendet werden.

Besonders vorteilhaft ist, wenn der Zeitraum einer Dauer einer Ansteuerperiode des Senders entspricht. Die Dauer der Ansteuerperiode des Senders ist bekannt, sodass auf einfache Weise ein Zeitraum in dem empfangenen Signal ermittelt werden kann, der dem Sendesignal entspricht. Durch Abstellen auf die Dauer der Ansteuerperiode des Senders wird die Genauigkeit der Ermittlung verbessert.

Die Auswertevorrichtung kann bestimmen, dass ein Zeitabschnitt des empfangenen Signals dem Sendesignal entspricht, wenn Analysekenwerte in dem ersten zeitlichen Abschnitt des Zeitabschnitts von Ansteuerkennwerten abweichen und sich den Ansteuerkennwerten annähern und wenn Analysekenwerte in dem zweiten zeitlichen Abschnitt des Zeitabschnitts, der dem ersten zeitlichen Abschnitt, insbesondere unmittelbar, anschließt innerhalb des vorgegebenen Bereichs, insbesondere um die Ansteuerkennwerte, liegen. Der Zeitabschnitt des empfangenen

Signals, bei dem das empfangene Signal das Sendesignal enthält, entspricht einer aus dem ersten zeitlichen Abschnitt und dem zweiten zeitlichen Abschnitt zusammengesetzten Zeitdauer.

Dabei kann der erste zeitliche Abschnitt zeitlich kürzer sein als der zweite zeitliche Abschnitt.

5 Insbesondere kann ein Maximum der Analysekennwerte in dem ersten zeitlichen Abschnitt größer sein als ein Maximum der Analysekennwerte in dem zweiten zeitlichen Abschnitt. Darüber hinaus kann ein Minimum der Analysekennwerte im ersten zeitlichen Abschnitt kleiner sein als ein Minimum der Analysekennwerte in dem zweiten Abschnitt.

10 Die Auswertevorrichtung kann beim Ausführen des Verfahrens das empfangene Signal dahingehend untersuchen, ob es einen ersten zeitlichen Abschnitt aufweist, in dem die Analysekennwerte von den Sendereigenschaftswerten abweichen und sich den Sendereigenschaftswerten annähern. Darüber hinaus kann die Auswertevorrichtung prüfen, ob die Analysekennwerte außerhalb eines vorgegebenen Bereichs im zweiten zeitlichen Abschnitt.

15 Anschließend kann die Auswertevorrichtung prüfen, ob ein unmittelbar anschließender zweiter zeitlicher Abschnitt besteht, in dem die oben genannten Bedingung, nämlich, dass die Analysekennwerte, insbesondere für eine vorgegebene Zeitdauer, in dem vorgegeben Bereich, insbesondere um die Analysekennwerte liegen, erfüllt ist.

20 Alternativ kann die Auswertevorrichtung beim Ausführen des Verfahrens das empfangene Signal dahingehend untersuchen, ob es einen zweiten zeitlichen Abschnitt aufweist, in dem die oben genannte Bedingung erfüllt ist. Zusätzlich prüft die Auswertevorrichtung, ob vor dem zweiten zeitlichen Abschnitt ein erster zeitlicher Abschnitt vorhanden ist, bei dem die Analysekennwerte von den Analysekennwerten abweichen und/oder außerhalb des vorgegebenen Bereichs
25 angeordnet sind.

Als erster zeitlicher Abschnitt wird ein Abschnitt des Zeitabschnitts verstanden, bei dem die Analysekennwerte von den Ansteuerkennwerten abweichen und sich zu den Ansteuerkennwerten annähern. Darüber hinaus sind die Analysekennwerte in dem ersten
30 zeitlichen Abschnitt außerhalb des vorgegebenen Bereichs des zweiten zeitlichen Abschnitts angeordnet.

Bei einer besonderen Ausführung kann für den Fall, dass bestimmt wird, dass ein Zeitabschnitt des empfangenen Signals das Sendesignal enthält, der Zeitpunkt bestimmt wird, bei dem die
35 Analysekennwerte ihr Maximum in dem bestimmten Zeitabschnitt des empfangenen Signals aufweist. Da der Zeitpunkt der Aussendung des Sendesignals bekannt ist, kann unter Verwendung der Zeitdifferenz auf den Abstand des Objekts von dem Empfänger geschlossen werden. Bei dem Verfahren wird somit der Signalparameterverlauf ausgenutzt, um den Beginn einer Reflexion präziser ermitteln zu können. Bei Verwendung von drei Empfängern kann somit

die dreidimensionale Positionsbestimmung auf besonders einfache und präzisere Weise erfolgen.

5 Die Vorrichtung kann mehrere Empfänger, insbesondere genau drei Empfänger, aufweisen, die jeweils ein Signal empfangen. Die Auswertevorrichtung kann bei jedem durch die, insbesondere drei, Empfänger empfangenen Signal das Sendesignal unter Verwendung des Senderparameterverlaufs bestimmen. Dabei kann der Abstand der Empfänger zueinander höchstens eine halbe Wellenlänge des empfangenen Signals betragen. Insbesondere kann der Abstand der Empfänger zueinander kleiner als eine halbe Wellenlänge des empfangenen Signals
10 sein.

Zur dreidimensionalen Positionsbestimmung können der Sender und ein Empfänger oder zwei Empfänger auf einer Gerade liegen. Der dritte Empfänger ist derart angeordnet, dass der nicht auf der Gerade angeordnet ist. Der Sender und alle Empfänger liegen in einer Ebene, die die
15 Gerade aufweist. Das Objekt ist derart angeordnet, dass es beabstandet zu der Ebene ist. Mit anderen Worten, das Objekt ist nicht in der Ebene angeordnet. Der Sender kann nach Aussenden des Sendesignals als einer der Empfänger fungieren. Dies bedeutet, dass der Sender sowohl das Sendesignal senden als auch Signale empfangen kann.

20 Besonders vorteilhaft ist, wenn das erfindungsgemäße Verfahren bei einer dreidimensionalen Positionsbestimmung, insbesondere mittels der oben beschriebenen Vorrichtung verwendet wird.

In den Figuren ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt, wobei gleiche oder gleichwirkende Elemente zumeist mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Dabei zeigt:
25

Figur 1 einen Verlauf eines empfangenen Signals,

Figur 2 einen Signaleigenschaftswertverlauf,

30 Figur 3 eine Vorrichtung zum Bestimmen eines Sendesignals in dem in Figur 1 gezeigten empfangenen Signal,

Figur 4 einen vergrößerten Abschnitt des in Figur 1 gezeigten empfangenen Signals,

35 Figur 5 einen vergrößerten Abschnitt des in Figur 4 gezeigten Signals mit Signalabschnitten

Figur 6 eine Analysekennlinie und das in Figur 3 gezeigte Signal für einen Fall, dass ein Sendesignal in dem empfangenen Signal ermittelt werden kann,

Figur 7 eine Analysekennlinie und das in Figur 3 gezeigte Signal für einen Fall, dass kein Sendesignal in dem empfangenen Signal ermittelt wird,

Figur 8 ein Ablaufdiagramm für das Bestimmen des Sendesignals in dem empfangenen Signal.

5

Eine in Figur 3 gezeigte Vorrichtung 18 zum Bestimmen eines reflektierten Sendesignals in einem empfangenen Signal 3, 4, 5 weist einen Sender 7 und drei Empfänger 8, 9, 10 auf, nämlich einen ersten Empfänger 8, einen zweiten Empfänger 9 und einen dritten Empfänger 10. Darüber hinaus weist die Vorrichtung 18 eine Auswertevorrichtung 19 auf, die mit dem Sender 7 und jedem der Empfänger 8, 9, 10 datentechnisch verbunden ist. Die datentechnische Verbindung ist in Figur 3 gestrichelt dargestellt.

10

Der Sender 7 sendet ein Sendesignal 1 an die Umgebung aus. Dabei wird das Sendesignal 1 an einem Objekt 2, das nicht Bestandteil der Vorrichtung 18 ist, reflektiert. Der erste Empfänger 8 empfängt ein erstes Signal 3, der zweite Empfänger 9 empfängt ein zweites Signal 4 und der dritte Empfänger 10 empfängt ein drittes Signal 5. Dabei enthält jedes der in Figur 3 empfangenen Signale 3, 4, 5 den reflektierten Teil des Sendesignals 1. Die empfangenen Signale enthaltenen jedoch außerdem Geräusche, wie Umgebungsgeräusche, die nicht von dem Objekt 2 stammen. Der Sender 7 sendet außerdem ein Sendesignal 1 direkt an den ersten Empfänger 8. Dies bedeutet, dass dieses Sendesignal 1 vom Objekt 2 nicht reflektiert ist.

15

20

Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren am Beispiel eines einzigen empfangenen Signals 3, 4, 5 erläutert. Aus Vereinfachungsgründen wird auf das vom ersten Empfänger empfangene erste Signal 3 abgestellt. Die Auswertevorrichtung 19 übt das Verfahren jedoch auch auf die von dem zweiten Empfänger 9 und vom dritten Empfänger 10 empfangenen Signale 4, 5 aus.

25

Der erste Empfänger 8 empfängt nach Aussenden eines Sendesignals 1 durch den Sender 7 das in Figur 1 gezeigte erste Signal 3. Dabei entspricht der erste Signalabschnitt 23 dem vom Sender 7 direkt an den ersten Empfänger 8 übermittelten Sendesignal 1. Bei einem zweiten Signalabschnitt 24 im Zeitraum t_2 bis t_3 ist ein Amplitudenanstieg des empfangenen ersten Signals 3 festzustellen, sodass davon auszugehen ist, dass das vom Objekt 2 reflektierte Signal in dem zweiten Signalabschnitt 24 enthalten ist. Da der Zeitraum t_2 bis t_3 länger als eine Dauer einer Ansteuerperiode des Senders 7 ist, in der der Sender 7 mit einem Ansteuersignal beaufschlagt wird, muss ermittelt werden, welcher Abschnitt des zweiten Signalabschnitts 24 das reflektierte Sendesignal enthält. Dies wird nachstehend näher erläutert.

30

35

Wie oben beschrieben ist, sendet der Sender 7 das Sendesignal 1 direkt an den ersten Empfänger 8. Die Auswertevorrichtung 19 erzeugt in der in Figur 3 gezeigten Vorrichtung 18 auf der Basis dieses Sendesignals 1 den in Figur 2 gezeigten Sendereigenschaftwertverlauf 6. Der

40

Sendereignschaftwertverlauf 6 wird durch mehrere Sendereignschaftwerte bestimmt. Darüber hinaus wird der Sendereignschaftwertverlauf 6 in analoger Weise wie die nachstehend näher beschriebene und in den Figuren 6 und 7 gezeigte Analysekenwertlinie 11 bestimmt. Alternativ kann der Sendereignschaftwertverlauf 6 in einem elektrischen Speicher der Vorrichtung 18 hinterlegt sein.

Der Sendereignschaftwertverlauf 6 weist einen in einem ersten zeitlichen Abschnitt 16 abfallenden Verlauf auf und verläuft in einem zweiten Abstand 17 um eine Ansteuerkennlinie 15. Die Ansteuerkennlinie 15 kann eine Ansteuerfrequenz sein, mit der der Sender 7 zum Aussenden des Sendersignals 1 angesteuert wird. Dabei beginnt die Ansteuerung des Senders zum Zeitpunkt t_0 . Die Auswertevorrichtung 19 bestimmt um die Ansteuerkennlinie 15 einen oberen und einen unteren Grenzwert G_1 , G_2 , sodass der Sendereignschaftwertverlauf 6 in dem durch den oberen und unteren Grenzwert G_1 , G_2 erzeugten vorgegebenen Bereich verläuft. Bei einer alternativen, nicht dargestellten Ausführung kann der vorgegebene Bereich zu der Ansteuerkennlinie 15 versetzt angeordnet sein. Der obere und untere Grenzwert wird so gelegt, dass der Sendereignschaftwertverlauf 6 in dem vorgegeben Bereich liegt. Alternativ kann der obere und untere Grenzwert fest vorgegeben sein. Wie aus Figur 2 ersichtlich ist, entspricht der erste zeitliche Abschnitt 6 dem Bereich, bei dem der Sendereignschaftwertverlauf 6 oberhalb des oberen Grenzwerts G_1 verläuft und oberhalb der Ansteuerkennlinie 15 verläuft. Darüber hinaus fällt der Sendereignschaftwertverlauf im ersten zeitlichen Abschnitt in Richtung zur Ansteuerkennlinie 15 ab.

Figur 4 zeigt einen vergrößerten Abschnitt des in Figur 1 gezeigten empfangenen Signals 3. Wie aus Figur 4 ersichtlich ist, weist das Signal einen, insbesondere im Wesentlichen sinusförmigen Verlauf auf. In Figur 4 sind außerdem ein oberer Schwellwert S_1 und ein unterer Schwellwert S_2 eingezeichnet.

Figur 5 zeigt einen vergrößerten Abschnitt des in Figur 4 gezeigten Signals 3. Die Auswertevorrichtung 19 teilt das empfangene erste Signal 3 in mehrere Signalabschnitte 12, 12a auf. Die einzelnen Signalabschnitte 12, 12a umfassen denselben Phasenwinkelbereich. Insbesondere umfassen die Signalabschnitte einen Phasenwinkelbereich von 0° bis 360° . Die Signalabschnitte 12, 12a sind zeitlich zueinander versetzt.

In Figur 5 sind zwei Signalabschnitte, nämlich ein erster Signalabschnitt 12 und ein zweiter Signalabschnitt 12a explizit bezeichnet. Die Auswertevorrichtung 9 kann auch mehrere Signalabschnitte 12, 12a aufweisen. Insbesondere kann die Auswertevorrichtung 9 das gesamte empfangene Signal 3, 4, 5 in Signalabschnitte 12, 12a aufteilen. Die einzelnen Signalabschnitte 12, 12a werden analysiert, um beispielsweise eine Kurvenfunktion zu ermitteln, die den Verlauf des Signalabschnitts 12, 12a wiedergibt.

Die Auswertevorrichtung 18 bestimmt in jedem Signalabschnitt 12, 12a wenigstens einen Signalpunkt 13, 13a, 13b, 13c. In dem vorliegenden Fall bestimmt die Auswertevorrichtung 19 in einem ersten Signalabschnitt 12 und einem zweiten Signalabschnitt 12a jeweils vier Signalpunkte, nämlich einen ersten Signalpunkt 13, einen zweiten Signalpunkt 13a, einen dritten Signalpunkt 13b und einen vierten Signalpunkt 13c. Dabei ist der erste Signalpunkt 13 einem Maximum des Signalabschnitts 12, 12a, der zweite Signalpunkt 13a ist ein Wendepunkt des Signalabschnitts 12, 12a, der dritte Signalpunkt 13b ist ein Minimum des Signalabschnitts 12, 12b und der vierte Wendepunkt 13c ist ein Punkt mit einer vorgegebenen Phasenwinkeldifferenz zu einem der vorherigen Signalpunkte.

Die Auswertevorrichtung 19 bestimmt in jedem Signalabschnitt 12, 12a dieselben Signalpunkte 13, 13a, 13b, 13c. Dies bedeutet, dass in jedem Signalabschnitt 12, 12a Signalpunkte 13, 13a, 13b, 13c bestimmt werden, die den gleichen Phasenwinkel aufweisen. Die Signalpunkte 13, 13a, 13b, 13c sind entlang des empfangenen Signals versetzt zueinander angeordnet.

Die ermittelten Signalpunkte 13, 13a, 13b, 13c dienen zum Bestimmen einer in Figur 6 gezeigten Analysekurve 11. Dazu bestimmt die Auswertevorrichtung 19 für jeden Signalpunkt den dem Signalpunkt 13, 13a, 13b, 13c zugeordneten Zeitpunkt t_{s1} bis t_{s4} . Die Analysekenwerte und somit die Analysekenwertlinie 11 hängt von einem Zeitabstand zwischen zwei Signalpunkten ab. Dabei wird die Analysekenlinie 11 bestimmt, indem der Zeitabstand zwischen zwei entlang des Signals 3 benachbarten Signalpunkten bestimmt wird. Im vorliegenden Fall wird somit im ersten Signalabschnitt 12 ein Zeitabstand zwischen dem ersten Signalpunkt 13 und dem zweiten Signalpunkt 13a, ein Zeitabstand zwischen dem zweiten Signalpunkt und dem dritten Signalpunkt und ein Zeitabstand zwischen dritten Signalpunkt und dem vierten Signalpunkt ermittelt. Darüber hinaus wird ein Zeitabstand zwischen dem vierten Signalpunkt und dem ersten Signalpunkt des zweiten Signalabschnitts 12a ermittelt. Der Zeitabstand entspricht einer Zeitdifferenz der den Signalpunkten jeweils zugeordneten Zeitpunkten t_{s1} bis t_{s4} .

Figur 6 zeigt eine Analysekenwertlinie 11 und das in Figur 3 gezeigte Signal für einen Fall, dass ein reflektiertes Sendesignal in dem empfangenen ersten Signal 3 ermittelt werden kann und Figur 7 zeigt eine Analysekenwertlinie 11 und das in Figur 3 gezeigte Signal für einen Fall, dass kein Sendesignal in dem empfangenen ersten Signal 3 ermittelt wird. Darüber hinaus zeigen Figuren 6 und 7 die Ansteuerkenlinie 15, wobei die Ansteuerung zum Zeitpunkt t_0 beginnt. Im Unterschied zu dem in Figur 5 gezeigten Signal 3 werden bei dem in Figur 5 gezeigten ersten Signal 3 in den Signalabschnitten jeweils nur zwei Signalpunkte, nämlich das Maximum und das Minimum des jeweiligen Signalabschnitts, ermittelt. Die Analysekenwertlinie 11 wird somit dadurch bestimmt, dass der Zeitabstand zwischen den Maxima und Minima des ermittelten Signals 3, 4, 5 bestimmt wird.

Figur 8 zeigt ein Ablaufdiagramm für ein Bestimmen des reflektierten Sendesignals in dem empfangenen Signal 3. In einem ersten Schritt V1 wird das Sendesignal 1 ausgesendet, wobei das Sendesignal 1 auch direkt an den ersten Empfänger 8 übermittelt wird. Der erste Empfänger 8 empfängt ein Signal 3, das einen von dem Objekt 2 reflektierten Teil des Sendesignals 1 enthält.

5 Die Auswertevorrichtung 19 bestimmt auf der Basis des vom ersten Empfänger 8 direkt empfangenen Sendesignal 1 den Sendezeitpunkt zu dem der Sender 7 das Sendesignal ausgesendet hat.

10 In einem zweiten Schritt V2 bestimmt die Auswertevorrichtung 19 den Sendereigenschaftwertverlauf 6. Das Bestimmen erfolgt analog zu dem oben beschriebenen bestimmen der Analysekenwertlinie 11. Dies bedeutet, dass die Auswertevorrichtung 19 das vom Sender 7 direkt empfangene Sendesignal 1 in Signalabschnitte aufteilt, Signalpunkte ermittelt und die Zeitabstände zwischen den Signalpunkten bestimmt. Der zweite Schritt V2 entfällt, wenn der Senderparameterverlauf 6 in einem elektrischen Speicher der Vorrichtung 18
15 hinterlegt ist.

In einem dritten Schritt V3 wird der Abschnitt des empfangenen ersten Signals 3 ermittelt, dessen Amplitude außerhalb des durch den oberen und unteren Schwellwert S1 und S2 begrenzten Bereich liegt. Dieser Abschnitt wird nachfolgend verarbeitet. Der verbleibende Teil des ersten
20 Signals 3 wird nicht berücksichtigt und als nicht interessierendes Geräusch angesehen.

In einem vierten Schritt V4 wird das empfangene Signal in Signalabschnitte 12 unterteilt und die Signalpunkte 13, 13a, 13b, 13c und die den Signalpunkten zugeordneten Zeitpunkte t_{s1} bis t_{s4} ermittelt. Darüber hinaus wird in dem vierten Schritt S4 die Analysekenwertlinie 11 bestimmt.
25

In einem fünften Schritt V5 wird die Analysekenwertlinie 11 dahingehend untersucht, ob sie den Sendereigenschaftwertverlauf 6 aufweist. Dazu wird geprüft, ob die Analysekenwertlinie 11 den zweiten Abschnitt 17 des Sendereigenschaftwertverlaufs 6 aufweist. Insbesondere wird geprüft, ob ein Bereich der Analysekenwertlinie 11 existiert, bei dem die Analysekenwertlinie 11 für
30 einen vorgegebenen Zeitraum innerhalb des durch den oberen Grenzwert G1 und den unteren Grenzwert G2 begrenzten vorgegebenen Bereichs liegt. Wie aus Figur 6 ersichtlich ist, ist dies in einem Zeitabschnitt t_2 bis t_3 der Fall, der dem zweiten zeitlichen Abschnitt entspricht. Der Zeitabschnitt ist auch länger als ein vorgegebener Zeitraum, der von einer Zeitdauer der Ansteuerung abhängen kann.

35 Anschließend wird geprüft, ob sich die Analysekenwertlinie 11 in einem Bereich zeitlich vor dem Zeitpunkt t_2 von der Ansteuerkenlinie 15 unterscheidet und in Richtung zur Ansteuerkenlinie 15 verläuft. Mit anderen Worten wird geprüft, ob die Analysekenlinie 11 einen ersten zeitlichen Abschnitt 16 hat. Dies ist bei dem in Figur 6 gezeigten Verlauf der Analysekenlinie 11 der Fall.
40 So weist die Analysekenwertlinie zum Zeitpunkt t_1 ein Maximum auf und einen danach einen

abfallenden Verlauf bis zum zweiten Abschnitt 17. Somit entspricht im Zeitraum t_1 bis t_2 der Verlauf der Analysekenwertlinie 11 dem Senderparameterverlauf 6.

5 In einem sechsten Schritt V6 wird geprüft, ob beide Bedingungen erfüllt sind. Ist dies der Fall wird in einem siebten Schritt V7 bestimmt, dass das reflektierte Sendesignal in dem empfangenen ersten Signal 3 enthalten ist. Insbesondere wird der Zeitabschnitt 14 des empfangenen Signals bestimmt, in dem die Bedingungen erfüllt sind. Dies ist bei der in Figur 6 gezeigten Ausführung im Zeitraum t_1 bis t_3 der Fall.

10 Wird dagegen im sechsten Schritt V6 bestimmt, dass eine oder keine der beiden Bedingungen erfüllt ist, wird im achten Schritt V8 bestimmt, dass das reflektierte Sendesignal im empfangenen Signal nicht ermittelt werden kann. Dies ist bei der in Figur 7 gezeigten Ausführung der Fall. So existiert bei dieser Ausführung kein Zeitabschnitt, bei dem beide Bedingungen erfüllt sind.

Bezugszeichenliste

	1	Sendesignal
	2	Objekt
5	3	empfangenes erstes Signal
	4	empfangenes zweites Signal
	5	empfangenes drittes Signal
	6	Sendereigenschaftswertverlauf
	7	Sender
10	8	erster Empfänger
	9	zweiter Empfänger
	10	dritter Empfänger
	11	Analysekennlinie
	12	erster Signalabschnitt
15	12a	zweiter Signalabschnitt
	13	erster Signalpunkt
	13a	zweiter Signalpunkt
	13b	dritter Signalpunkt
	13c	vierter Signalpunkt
20	14	Zeitabschnitt des empfangenen Signals
	15	Ansteuerkennlinie
	16	erster Abschnitt der Analysekennlinie
	17	zweiter Abschnitt der Analysekennlinie
	18	Vorrichtung
25	19	Auswertevorrichtung
	20	erwarteter Frequenzverlauf
	23	erster Signalabschnitt
	24	zweiter Signalabschnitt
30	G1	oberer Grenzwert
	G2	unterer Grenzwert
	S1	oberer Schwellwert
	S2	unterer Schwellwert

Patentansprüche

1. Verfahren beim Ermitteln eines Sendesignals in wenigstens einem empfangenen Signal (3, 4, 5), wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:
 - 5 Senden eines Sendesignals (1) durch einen Sender (7),
 - Empfangen des Signals (3, 4, 5), das wenigstens einen Teil des Sendesignals enthält, dadurch gekennzeichnet, dass
 - beim Ermitteln des Sendesignals in dem empfangenen Signal (3, 4, 5) ein zeitabhängiger Sendereigenschaftswert verwendet wird, der aus einem physikalischen Aufbau des Senders (7)
 - 10 resultiert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
 - a. eine Ansteuerung eines Senders (7) zum Erzeugen des Sendesignals (1) durch eine vorgegebene Anzahl an Ansteuersignalen erfolgt und/oder dass
 - 15 b. das Sendesignal (1) für eine vorgegebene Zeitdauer ausgegeben wird und/oder dass
 - c. das Sendesignal (1) wenigstens teilweise von einem Objekt (4) reflektiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
 - 20 a. das Sendesignal (1) direkt an wenigstens einen Empfänger (8, 9, 10) übertragen wird und/oder das Sendesignal (1) reflektionsfrei von wenigstens einem Empfänger (8, 9, 10) empfangen wird.
 - b. das Sendesignal (1) nicht durch das Ansteuersignal moduliert wird.
- 25 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass
 - a. der zeitabhängige Sendereigenschaftswert in einem Speicher hinterlegt ist und/oder dass
 - b. der zeitabhängige Sendereigenschaftswert eine Frequenz ist oder von einer Zeitdauer zwischen zwei Signalpunkten des, insbesondere direkt, an wenigstens
 - 30 einen Empfänger (8, 9, 10) übertragenen Sendesignals (1) abhängig ist und/oder dass
 - c. das empfangene Signal (3, 4, 5) nicht moduliert wird und/oder dass
 - d. der zeitabhängige Sendereigenschaftswert auf der Basis von dem, insbesondere direkt, an wenigstens einen Empfänger (8, 9, 10) übertragenen Sendesignal (1)
 - 35 bestimmt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass beim Ermitteln des Sendesignals (1) in dem empfangenen Signal (3, 4, 5) ein Amplitudenwert des empfangenen Signals (3, 4, 5) mit einem vorgegebenen Schwellwert (S1) verglichen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Ermitteln des Sendesignals (1) in dem empfangenen Signal fortgesetzt wird, wenn der Amplitudenwert größer ist als der Schwellwert (S1) und/oder dass
 - das Ermitteln des Sendesignals (1) in dem empfangenen Signal beendet wird, wenn der Amplitudenwert kleiner ist als der Schwellwert (S1).
- 5
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das empfangene Signal (3, 4, 5) in mehrere Signalabschnitte (12, 12a) unterteilt wird.
- 10
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass
- eine Kurvenfunktion des jeweiligen Signalabschnitts (12, 12a) bestimmt wird und/oder dass
 - die Signalabschnitte (12, 12a) den gleichen Phasenwinkelbereich aufweisen.
- 15
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere Signale (13, 13a, 13b, 13c) im Signalabschnitt (12, 12a), insbesondere in jedem Signalabschnitt (12, 12a), bestimmt werden.
- 20
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass
- ein dem Signale (13, 13a, 13b, 13c) zugeordneter Zeitpunkt ($t_{s1} - t_{s4}$) ermittelt wird und/oder dass
 - die Anzahl der bestimmten Signale (13, 13a, 13b, 13c) in den Signalabschnitten (12, 12a) gleich ist.
- 25
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Signale (13, 13a, 13b, 13c) bestimmt werden, wobei die Signale (13, 13a, 13b, 13c) zueinander versetzt angeordnet sind und/oder zu einem Referenzpunkt um einen vorgegebenen Phasenwinkel versetzt angeordnet sind.
- 30
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass
- ein in einem ersten Signalabschnitt (12) bestimmter Signale (13, 13a, 13b, 13c) und ein in einem zweiten Signalabschnitt (12a) bestimmter Signale (13, 13a, 13b, 13c) denselben Phasenwinkel aufweisen und/oder dass
 - ein erster Signalabschnitt (12) und ein zweiter Signalabschnitt zeitlich versetzt zueinander sind.
- 35
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Analysewert auf
- der Basis von dem empfangenen Signal (3, 4, 5) bestimmt wird und/oder auf

- b. der Basis der bestimmten Signalpunkte (13, 13a, 13b, 13c), insbesondere auf der Basis der den bestimmten Signalpunkten (13, 13a, 13b, 13c) zugeordneten Zeitpunkten ($t_{s1} - t_{s4}$), bestimmt wird.

5 14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Analysekenwert von wenigstens einer Zeitdauer eines Signalpunktpaares abhängt.

10 15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Zeitdauer des Signalpunktpaares eine Differenz zwischen einem einem Signalpunkt (13, 13a, 13b, 13c) zugeordneten Zeitpunkt und einem einem anderen Signalpunkt (13, 13a, 13b, 13c) zugeordneten anderen Zeitpunkt bestimmt wird.

15 16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Signalpunkt (13, 13a, 13b, 13c) und der andere Signalpunkt (13, 13a, 13b, 13c) zueinander benachbart sind.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass

- a. beim Ermitteln des Sendesignals (1) in dem empfangenen Signal (3, 4, 5) der Analysekenwert unter Verwendung des Sendereigenschaftswert analysiert wird und/oder dass
- 20 b. beim Ermitteln des Sendesignals (1) in dem empfangenen Signal (3, 4, 5) geprüft wird, ob wenigstens ein Analysekenwert wenigstens einem Sendereigenschaftswert entspricht oder in einem vorgegebenen Bereich um den Sendereigenschaftswert liegt.

25 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass als Zeitabschnitt (14) des empfangenen Signals (3, 4, 5), bei dem das empfangene Signal (3, 4, 5) das Sendesignal enthält, ein Zeitabschnitt bestimmt wird, in dem mehrere Analysekenwerte mehreren Sendereigenschaftswerten entsprechen oder in einem vorgegebenen Bereich um die Sendereigenschaftswerte liegen.

30 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass beim Ermitteln des Sendesignals (1) in dem empfangenen Signal (3, 4, 5) wenigstens ein Ansteuerkenwert des Senders (7) verwendet wird.

35 20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass

- a. der Ansteuerkenwert eine Ansteuerfrequenz des Senders (7) ist und/oder dass
- b. der Ansteuerkenwert (15) von der Phasenwinkeldifferenz der Signalpunkte (13a, 13b) abhängt.

40 21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass,

- 5 a. beim Ermitteln des Sendesignals (1) in dem empfangenen Signal (3, 4, 5) geprüft wird, ob Analysekennwerte in einem ersten zeitlichen Abschnitt (16) von dem Ansteuerkennwert abweichen und sich, insbesondere kontinuierlich, dem Ansteuerkennwert annähern und/oder dass
- 10 b. beim Ermitteln des Sendesignals (1) in dem empfangenen Signal (3, 4, 5) zu wenigstens einem vorgegebenen Zeitpunkt ein erster Abstand zwischen einem Ansteuerkennwert und dem Sendereigenschaftswert ermittelt wird und geprüft wird, ob zu dem vorgegebenen Zeitpunkt ein zweiter Abstand von einem Analysekennwert zu dem Ansteuerkennwert gleich dem ersten Abstand ist oder in einem vorgegebenen Bereich um den ersten Abstand liegt und/oder dass
- 15 c. beim Ermitteln des Sendesignals (1) in dem empfangenen Signal (3, 4, 5) geprüft wird, ob Analysekennwerte in einem ersten zeitlichen Abschnitt (16) eines Zeitabschnitts (14) in einem vorgegebenen Bereich um Sendereigenschaftswerte liegen.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass beim Ermitteln des Sendesignals (1) in dem empfangenen Signal (3, 4, 5) geprüft wird, ob Analysekennwerte in einem zweiten zeitlichen Abschnitt (17) für einen vorgegebenen Zeitraum innerhalb eines vorgegebenen Bereichs, insbesondere um die Ansteuerkennwerte, liegen.
- 20 23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass
- a. der Zeitraum von einer Dauer einer Ansteuerperiode des Senders abhängt und/oder dass
- 25 b. der vorgegebene Bereich von den Sendereigenschaftswerten abhängt.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass bestimmt wird, dass ein Zeitabschnitt (14) des empfangenen Signals (3, 4, 5) das Sendesignal enthält, bei dem
- 30 Analysekennwerte in dem ersten zeitlichen Abschnitt (16) des Zeitabschnitts (14) von Ansteuerkennwerten abweichen und sich den Ansteuerkennwerten annähern und wenn
- Analysekennwerte in dem zweiten zeitlichen Abschnitt (17) des Zeitabschnitts (14), der dem ersten zeitlichen Abschnitt (16), insbesondere unmittelbar, anschließt innerhalb des vorgegebenen Bereichs, insbesondere um die Ansteuerkennwerte, liegen.
- 35 25. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass ein Maximum der Analysekennwerte im ersten zeitlichen Abschnitt (16) größer ist als ein Maximum der Analysekennwerte in dem zweiten zeitlichen Abschnitt (17) und/oder dass ein Minimum der Analysekennwerte im ersten zeitlichen Abschnitt (16) kleiner ist als ein Minimum der Analysekennwerte in dem zweiten Abschnitt (17).

26. Verfahren nach einem der Anspruch 19 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, dass bestimmt wird, dass ein Zeitabschnitt (14) des empfangenen Signals (3, 4, 5) das, insbesondere reflektierte, Sendesignal enthält, der Zeitpunkt bestimmt wird, bei dem ein Maximum oder Minimum der Analysekennwerte in dem bestimmten Zeitabschnitt (14) des empfangenen Signals (3, 4, 5) vorliegt.
27. Vorrichtung (18), insbesondere zum Ausführen eines Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 26, mit
- wenigstens einem Sender (7) zum Senden eines Sendesignals,
 - wenigstens einem Empfänger (8, 9, 10) zum Empfangen eines Signals (3, 4, 5), das wenigstens einen Teil des Sendesignals enthält, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Vorrichtung (18) eine Auswertevorrichtung (19) aufweist, die beim Ermitteln des Sendesignals in dem empfangenen Signal (3, 4, 5) einen zeitabhängigen Sendereigenschaftswert verwendet, der aus einem physikalischen Aufbau des Senders (7) resultiert.
28. Vorrichtung (18) nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (18) mehrere Empfänger (8, 9, 10) aufweist, die jeweils ein Signal (3, 4, 5) empfangen, und die Auswertevorrichtung (19) bei jedem empfangenen Signal (3, 4, 5) das Sendesignal unter Verwendung des zeitabhängigen Sendereigenschaftswert bestimmt.
29. Vorrichtung (18) nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand der Empfänger (8, 9, 10) zueinander höchstens, insbesondere kleiner als, eine halbe Wellenlänge des empfangenen Signals (3, 4, 5) ist.
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender (7) derart ausgebildet ist, dass das Sendesignal (1) eine Schallwelle oder eine elektromagnetische Welle ist.
31. Verwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 26 bei einer ein oder mehrdimensional, vorzugsweise dreidimensionalen, Positionsbestimmung, insbesondere mittels einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 31.

FIG. 1

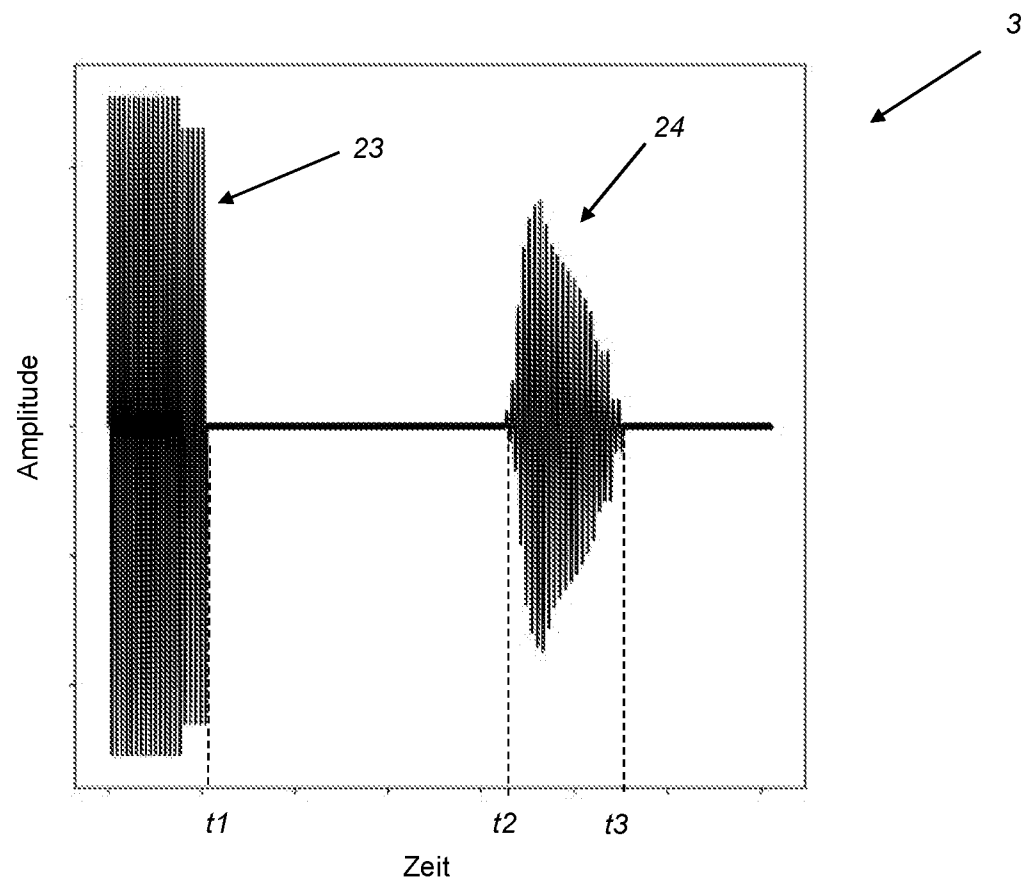


FIG. 2

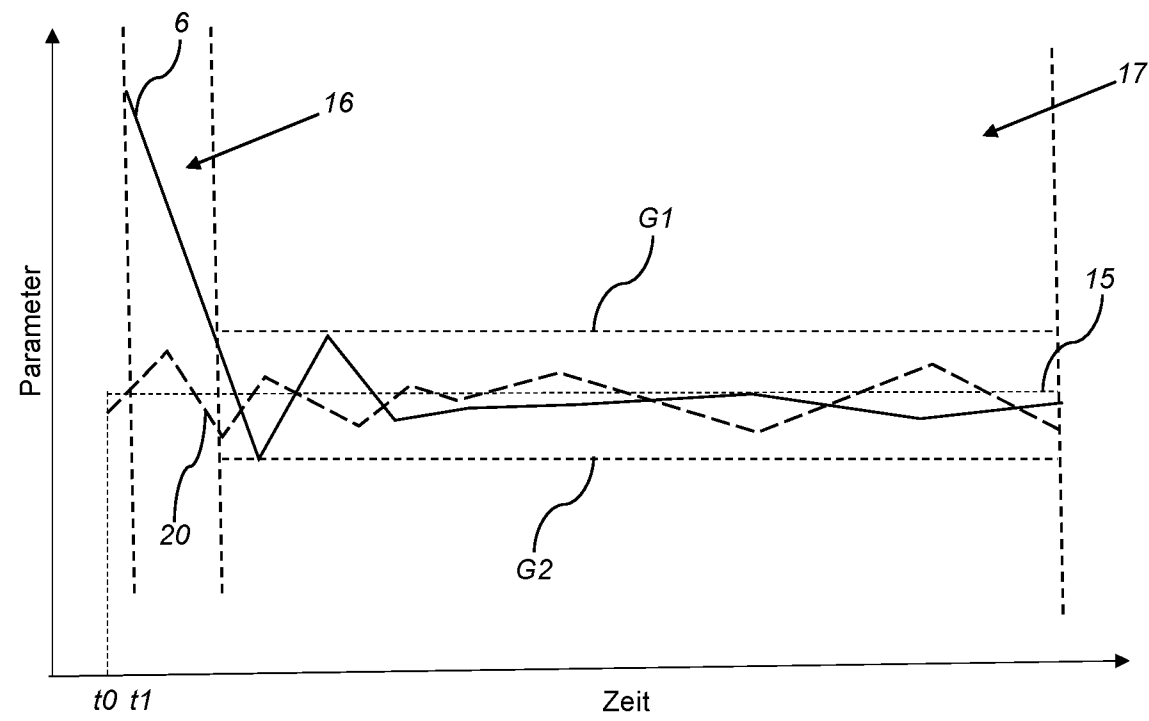


FIG. 3

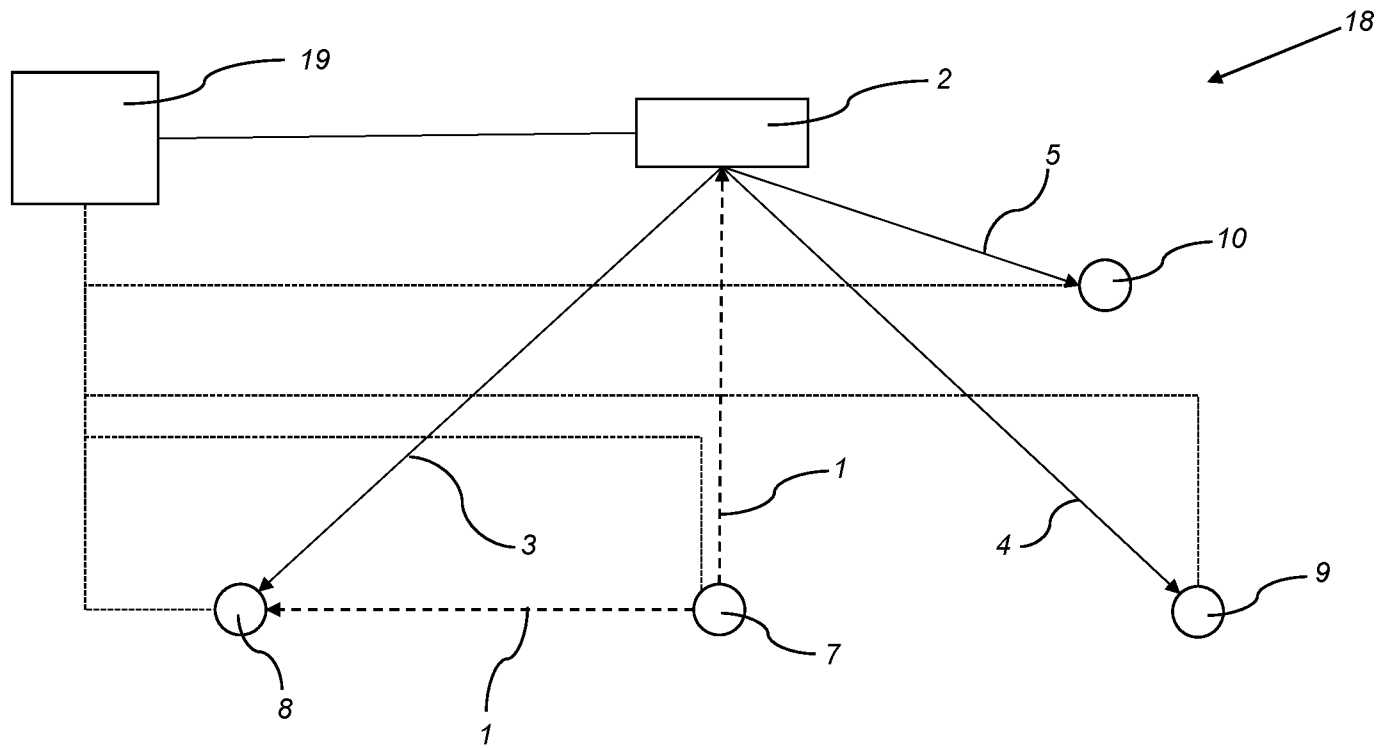


FIG. 4

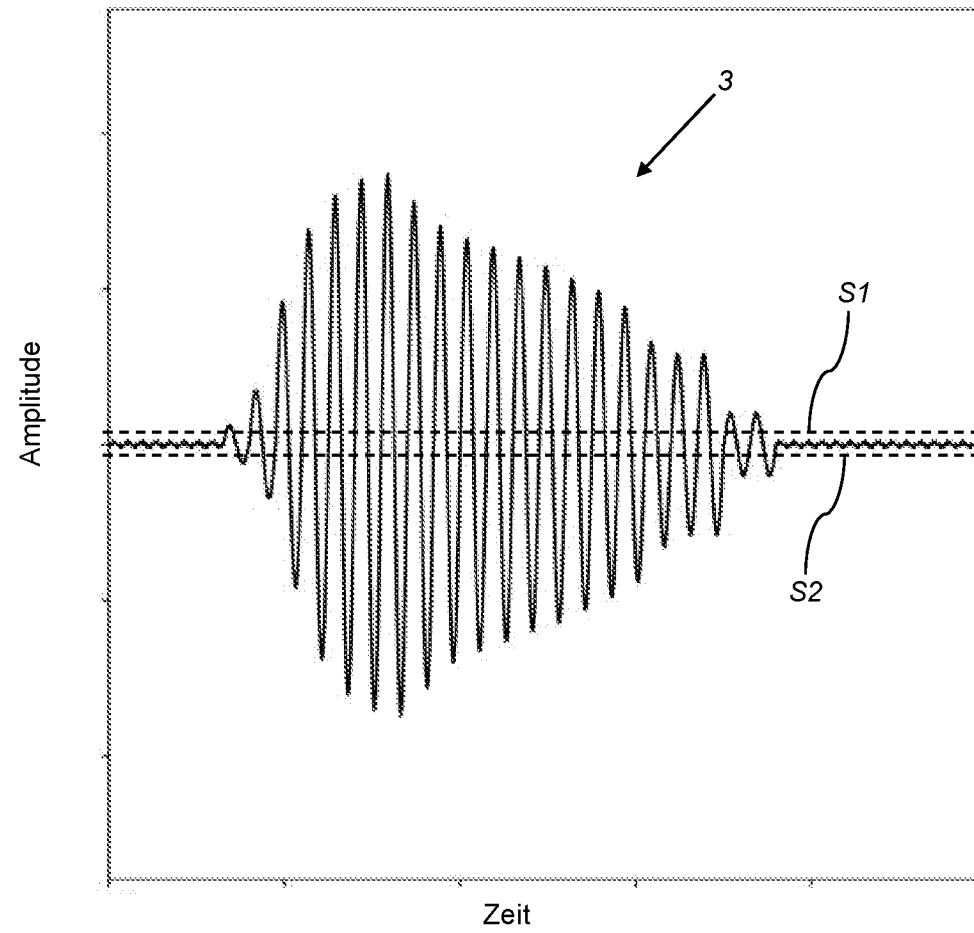


FIG. 5

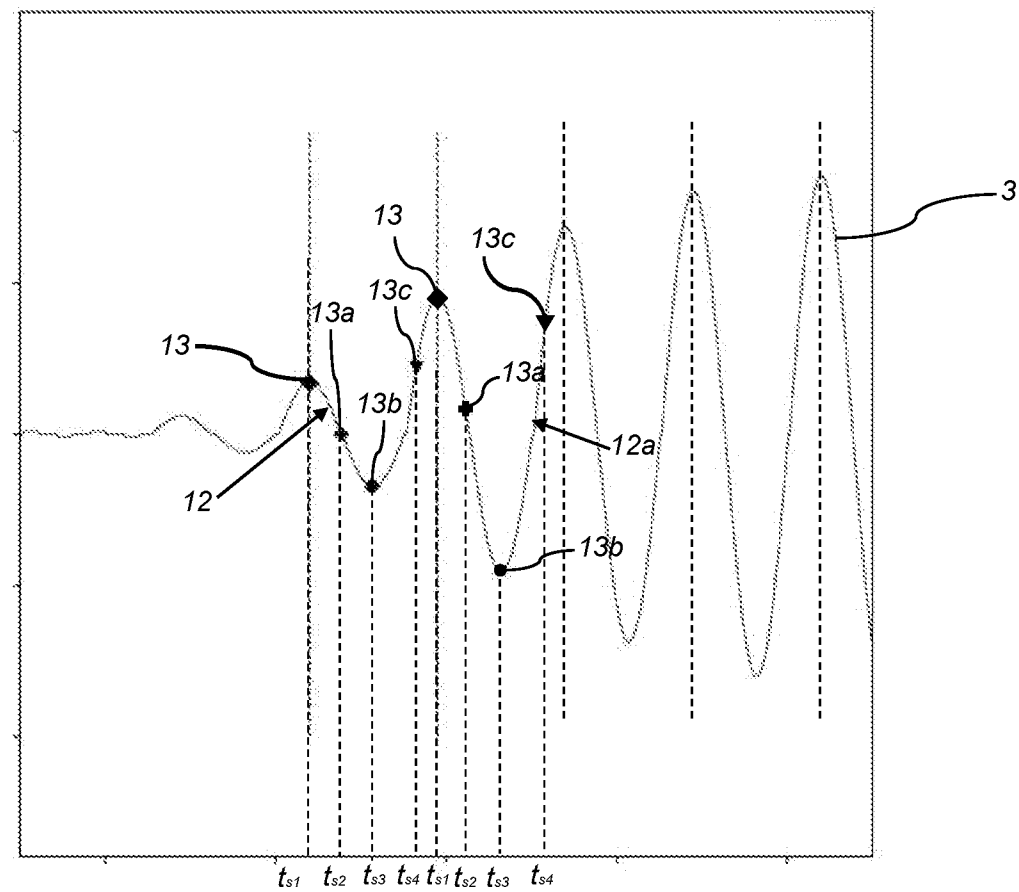


FIG. 6

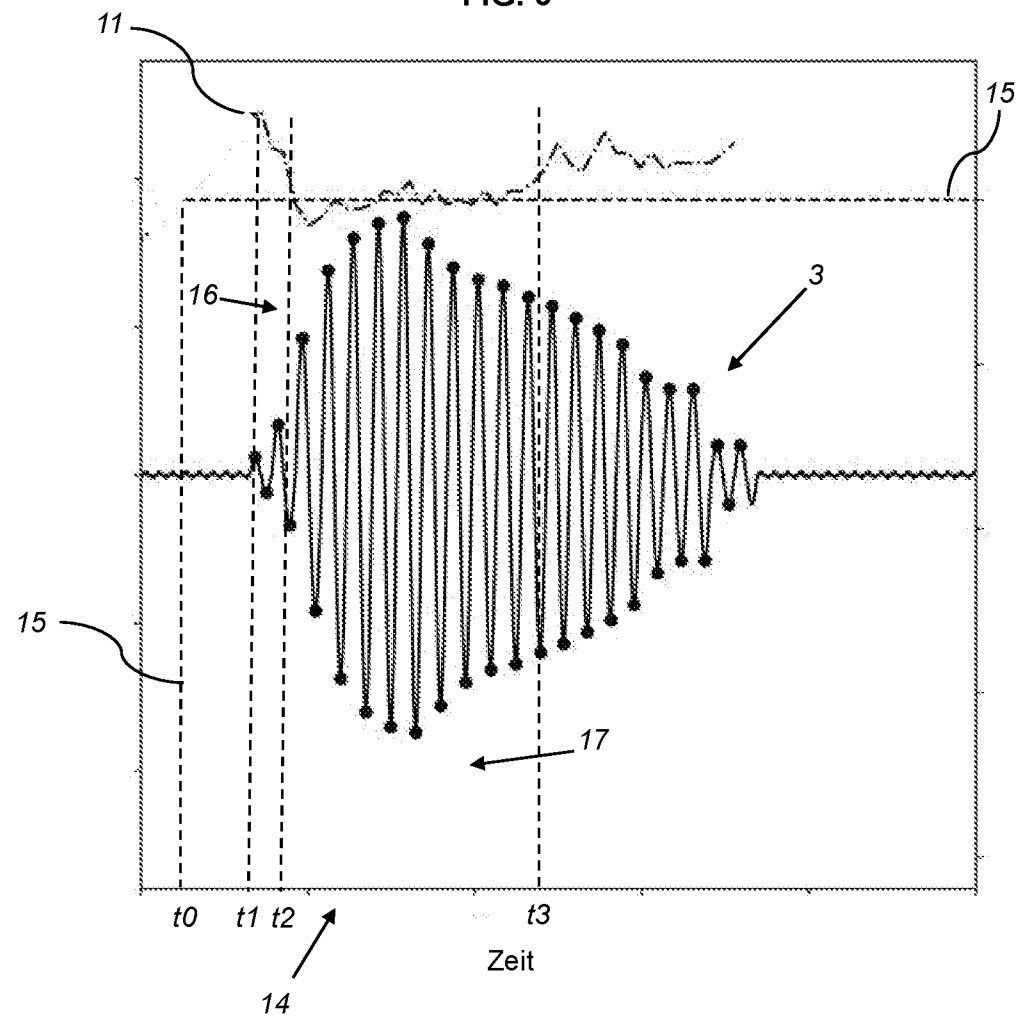


FIG. 7

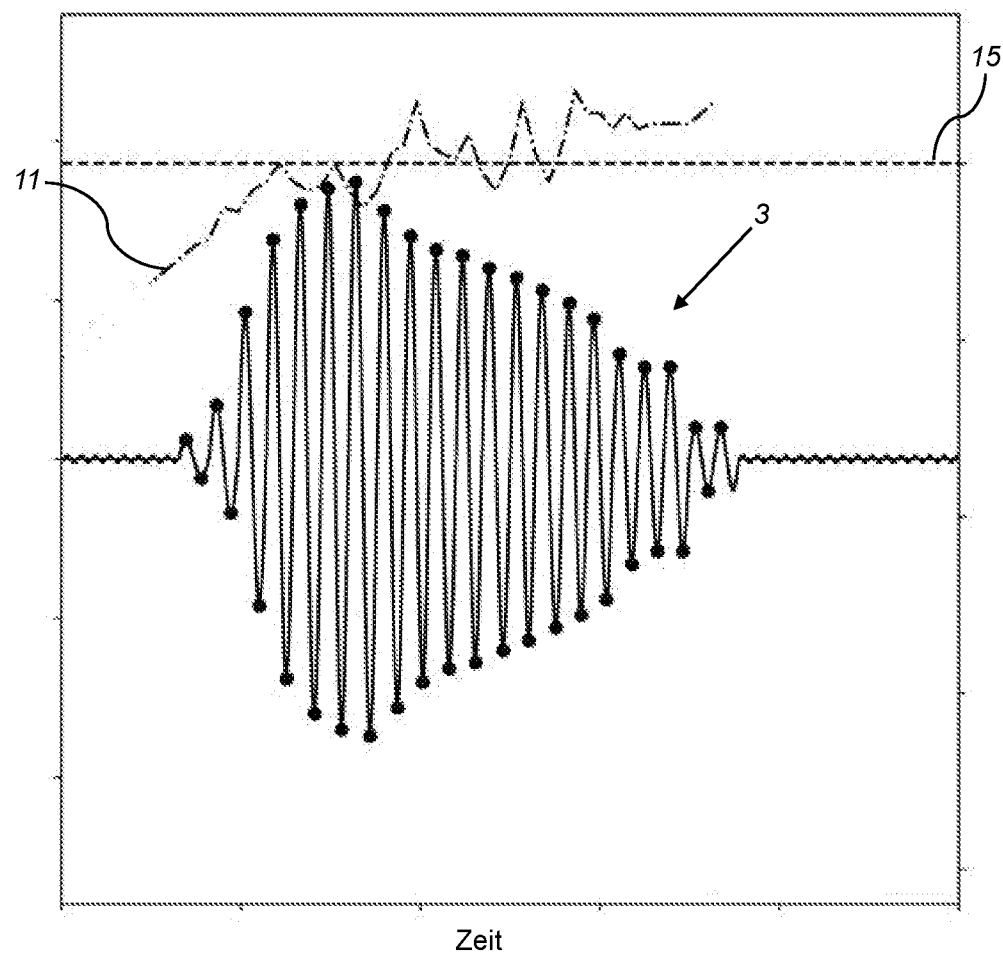


FIG. 8

