

(19)



(11)

**EP 3 625 105 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**04.09.2024 Patentblatt 2024/36**

(21) Anmeldenummer: **18734461.9**

(22) Anmeldetag: **14.06.2018**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

**B61L 25/02<sup>(2006.01)</sup> B61L 3/12<sup>(2006.01)</sup>**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

**B61L 25/025; B61L 3/121; B61L 3/125; B61L 25/023**

(86) Internationale Anmeldenummer:

**PCT/EP2018/065757**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

**WO 2019/011570 (17.01.2019 Gazette 2019/03)**

(54) **VERFAHREN ZUM ERMITTELN EINER FAHRRICHTUNG UND/ODER POSITION UND EINRICHTUNG FÜR EIN FAHRZEUG**

METHOD FOR DETERMINING A DIRECTION OF TRAVEL AND/OR POSITION AND DEVICE FOR A VEHICLE

PROCÉDÉ DE DÉTERMINATION D'UNE DIRECTION DE CONDUITE ET/OU D'UNE POSITION ET DISPOSITIF POUR UN VÉHICULE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **14.07.2017 DE 102017212089**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

**25.03.2020 Patentblatt 2020/13**

(73) Patentinhaber: **Siemens Mobility GmbH**

**81739 München (DE)**

(72) Erfinder: **LISO NICOLÁS, Marcos**

**38106 Braunschweig (DE)**

(74) Vertreter: **Siemens Patent Attorneys**

**Postfach 22 16 34  
80506 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**WO-A1-2008/006803 DE-A1- 3 138 043  
US-A1- 2014 326 835**

**EP 3 625 105 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln einer Fahrtrichtung eines auf einer Fahrstrecke fahrenden Fahrzeugs, insbesondere eines Schienenfahrzeugs, bei dem von einer streckenseitigen Einrichtung, insbesondere einer Balise, wenigstens ein Informationssignal in Form von elektromagnetischen Wellen ausgesendet und von einer fahrzeugseitigen Einrichtung empfangen wird.

**[0002]** Verfahren der genannten Art werden eingesetzt, um beispielsweise die Fahrtrichtung für ein Schienenfahrzeug zu bestimmen, das mit einer automatischen Zugsteuerung (ATC - Automatic Train Control) oder einem europäischen Zugsteuersystem (ETCS - European Train Control System) ausgestattet ist. Solche modernen Zugsteuerungssysteme dienen einer höheren Automatisierung und einer dadurch möglichen höheren Fahrgastkapazität und Streckeneffizienz. Um trotz erhöhter Kapazitäten die Sicherheit der Zugsysteme zu garantieren, werden Subsysteme wie Automatic Train Protection (ATP) und Automatic Train Operation (ATO) eingesetzt. Beispielsweise berechnet ein ATP-System minimale Zugabstände zwischen einander folgenden Zügen, um einen sicheren Betrieb zu garantieren. Der berechnete sichere Abstand zwischen zwei Zügen kann selbstverständlich nur garantiert werden, wenn die Position jedes einzelnen Zugs bekannt ist. Neben anderen Systemen wird in Europa beispielsweise das Eurobalisen Transmission System eingesetzt, mit dem die Züge ihre aktuelle Position berechnen können. Das Eurobalise Transmission System folgt dem ETCS-Standard und besteht im Wesentlichen aus entlang der Fahrstrecke angeordneten streckenseitigen Einrichtungen, den sogenannten Balisen, insbesondere Eurobalisen.

**[0003]** Zugseitig ist eine entsprechende fahrzeugseitige Einrichtung vorhanden, die zunächst kontinuierlich ein energielieferndes Magnetfeld bei üblicherweise 27 MHz abgibt, das sogenannte Telepowering Field. Wenn ein Zug eine Balise passiert oder sich dieser nähert, induziert das ausgesendete Magnetfeld in der Balise eine Spannung, durch die die Balise aktiviert wird. Als Resultat der Aktivierung beginnt die Balise ein Informationssignal in Form von elektromagnetischen Wellen auszusenden, das üblicherweise mit einer Trägerfrequenz von 4 MHz gesendet wird. Dieses Informationssignal wird von der fahrzeugseitigen Einrichtung beim Passieren der Balise empfangen. Mittels des Informationssignals wird ein Datentelegramm übermittelt, das beispielsweise einen Identifikationscode der Balise enthält. Anhand des Identifikationscodes der Balise kann die fahrzeugseitige Einrichtung die Balisenposition aus einer Datenbank ermitteln. Ferner wird der Zeitpunkt bestimmt, zu dem das Informationssignal von der Balise empfangen wurde. So kann die fahrzeugseitige Einrichtung die exakte Position des Zugs beim Passieren der Balise bestimmen. Alternativ kann das Datentelegramm auch direkt die Position der Balise enthalten, so dass keine Überprüfung in der

Datenbank nötig ist.

**[0004]** Neben der Position des Fahrzeugs benötigt die Zugsteuerung weiterhin die Fahrtrichtung, in der sich der Zug beim Überfahren der Balise bewegt. Dies kann beispielsweise westwärts oder ostwärts entlang einer vorgegebenen Fahrstrecke sein. Ein Zug mit einem automatischen Zugbeeinflussungssystem (ATC) kann erst in einen Automatikbetrieb übergehen, wenn sowohl die Position als auch die Fahrtrichtung bestimmt sind. Wenn eine dieser Information fehlt, muss der Zug manuell, also durch einen Zugführer, gesteuert werden und unterliegt beispielsweise bestimmten Auflagen, wie beispielsweise einer geringen Höchstgeschwindigkeit. Dies führt zu Verzögerungen, die unerwünscht sind.

**[0005]** Die Fahrtrichtung wird häufig dadurch bestimmt, dass eine zweite Balise überfahren und deren Informationssignal ausgewertet wird. Aus den zwei Balisenpositionen und den Zeitpunkten, an denen sie ausgelesen wurden, lässt sich die Fahrtrichtung eindeutig bestimmen. Allerdings sind die Balisen üblicherweise mit einem gewissen Abstand zueinander angeordnet, so dass der Zug dazwischen zunächst im Manuellmodus fahren muss. Dies ist insbesondere problematisch, wenn ein Zug seine Position aus irgendeinem Grund verloren hat und sich neu referenzieren muss.

**[0006]** Ein alternatives System, das die Fahrtrichtung ohne Zuhilfenahme der Balisen bestimmt, ist beispielsweise in der EP 066 72 75 A1 beschrieben. Das beschriebene Verfahren nutzt ein Navigationssystem, wie beispielsweise GPS oder einen Kompass, um die Fahrtrichtung zu bestimmen. Allerdings ist dieses Verfahren beispielsweise im Tunnel nicht anwendbar, was problematisch ist. Ein anderes Verfahren zur Bestimmung der Fahrtrichtung ist beispielsweise aus der EP 2986991 A1 beschrieben, bei dem RFID Transmitter verwendet werden. Dieses Verfahren ist allerdings recht aufwendig in der Umsetzung.

**[0007]** Aus der DE 31 38 043 A1 ist eine Streckenüberwachungseinrichtung bekannt, die ein fahrzeugseitiges Antwortgerät und ein streckenseitiges Abfragegerät umfasst, wobei das Antwortgerät ein Antwortsignal an das streckenseitige Abfragegerät schickt.

**[0008]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art bereitzustellen, mit dem die Fahrtrichtung und die Position eines Fahrzeugs möglichst schnell und auf einfache Weise ermittelt werden kann.

**[0009]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

**[0010]** Die erfindungsgemäße Lösung hat den Vorteil, dass fahrzeugseitige Einrichtung unmittelbar beim Überfahren einer einzigen streckenseitigen Einrichtung, beispielsweise einer Balise, oder bereits davor die Fahrtrichtung bestimmen kann.

**[0011]** Bei einem auf einer Fahrstrecke fahrenden Fahrzeug fährt dieses entweder in einer ersten Fahrtrichtung oder in einer zweiten Fahrtrichtung, die der ersten

Fahrtrichtung im Wesentlichen entgegengesetzt ist. Bei der erfindungsgemäßen Lösung werden die elektromagnetischen Wellen des Informationssignals in einer ersten Sendeeinrichtung mit anderen Eigenschaften ausgesendet als in einer zweiten Senderichtung. Dabei verläuft die erste Senderichtung zumindest teilweise in der ersten Fahrtrichtung und die zweite Senderichtung zumindest teilweise in der zweiten Fahrtrichtung. Somit besteht ein für die fahrzeugseitige Einrichtung erkennbarer Unterschied zwischen dem Passieren oder Annähern der streckenseitigen Einrichtung in der ersten Fahrtrichtung gegenüber einem Passieren oder Annähern der streckenseitigen Einrichtung in der zweiten Fahrtrichtung, es besteht eine Art von Codierung. Da sowohl die elektromagnetischen Wellen mit der ersten Eigenschaft als auch die elektromagnetischen Wellen mit der zweiten Eigenschaft von der fahrzeugseitigen Einrichtung beim Passieren oder Annähern der streckenseitigen Einrichtung empfangen werden, kann dieser Unterschied ermittelt und daraus die Fahrtrichtung ermittelt werden.

**[0012]** Unterscheidbare Eigenschaften der elektromagnetischen Wellen des Informationssignals können beispielsweise eine Trägerfrequenz, eine Modulation (z. B. CDMA-Modulation) oder eine Polarisierung sein. In jedem Fall unterscheiden sich die in der ersten Senderichtung abgestrahlten elektromagnetischen Wellen dadurch von den in der zweiten Senderichtung abgestrahlten elektromagnetischen Wellen. Es ist auf Seiten der fahrzeugseitigen Einrichtung bekannt mit welcher Eigenschaft die elektromagnetischen Wellen in welcher Senderichtung ausgesendet werden, z. B. aus einer Datenbank oder dem Streckenatlas. So kann beim Passieren der streckenseitigen Einrichtung die Fahrtrichtung aus einer Analyse der empfangenen elektromagnetischen Wellen bestimmt werden.

**[0013]** Da aus den empfangenen Wellen auch auf die Position der Antenne relativ zur fahrzeugseitigen Einrichtung geschlossen werden kann, lässt sich mittels der Erfindung auch die Position des Fahrzeugs bestimmen.

**[0014]** Die erfindungsgemäße Lösung kann durch vorteilhafte Ausgestaltungen weiter entwickelt werden, die im Folgenden beschrieben sind.

**[0015]** So können als erste und zweite Eigenschaften der elektromagnetischen Wellen unterschiedliche Polarisierungen verwendet werden, so dass die elektromagnetischen Wellen in der ersten Senderichtung mit einer ersten Polarisierung und in der zweiten Senderichtung mit einer von der ersten Polarisierung unterscheidbaren zweiten Polarisierung ausgesendet werden. Dies hat den Vorteil, dass die unterschiedlichen Polarisierungen in den unterschiedlichen Senderichtungen technisch auf sehr einfache Weise erzeugbar sind und dadurch diese Ausgestaltung besonders einfach und kostengünstig umsetzbar ist. Im Idealfall sind die Polarisierungen orthogonal zueinander ausgerichtet, z. B. horizontal und vertikal oder RHCP (right hand circular polarization) und LHCP (left hand circular polarization).

**[0016]** Um die Fahrtrichtung und/oder Position mit ei-

ner noch größeren Sicherheit bestimmen zu können, werden erfindungsgemäß die Verläufe, insbesondere die Amplitudenverläufe für die empfangenen elektromagnetischen Wellen mit der ersten Eigenschaft und für die empfangenen elektromagnetischen Wellen mit der zweiten Eigenschaft ermittelt werden und daraus die Fahrtrichtung bzw. Position bestimmt werden. Anhand der Verläufe über die Zeit oder über die Fahrstrecke lassen sich Maximalwerte für die empfangenen elektromagnetischen Wellen mit der ersten bzw. zweiten Eigenschaft ermitteln, woraus die Fahrtrichtung noch eindeutiger ablesbar ist. Ferner kann beim Passieren der streckenseitigen Einrichtung aus den Verläufen die Relativposition sehr genau und verlässlich ermittelt werden.

**[0017]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung können zumindest zeitweise die elektromagnetischen Wellen mit der ersten Eigenschaft optimiert empfangen und die elektromagnetischen Wellen mit der zweiten Eigenschaft teilweise herausgefiltert werden. So ergeben sich stark unterschiedliche Maximalwerte im Verlauf der elektromagnetischen Wellen mit der ersten Eigenschaft im Vergleich zum Verlauf der elektromagnetischen Wellen mit der zweiten Eigenschaft. Dadurch wird der Unterschied zwischen einem Passieren oder Annähern in der ersten Fahrtrichtung gegenüber einem Passieren oder Annähern in der zweiten Fahrtrichtung noch deutlicher. Selbstverständlich ist die Zuordnung der ersten und zweiten Eigenschaft bezüglich optimiertem Empfangen und Herausfiltern austauschbar.

**[0018]** Weiterhin betrifft die Erfindung eine Einrichtung für ein Fahrzeug zum Ermitteln einer Fahrtrichtung und/oder Position wobei die Einrichtung wenigstens eine Antenne aufweist, die zum Empfangen von wenigstens einem Informationssignal in Form von elektromagnetischen Wellen von einer streckenseitigen Einrichtung ausgebildet ist. Um die oben genannte Aufgabe zu lösen, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Antenne zum Empfangen der elektromagnetischen Wellen ausgebildet ist, wobei die elektromagnetischen Wellen in einer ersten Senderichtung eine erste Eigenschaft und in einer zweiten Senderichtung eine von der ersten Eigenschaft unterscheidbare zweite Eigenschaft aufweisen, und die Einrichtung wenigstens eine Auswerteeinrichtung aufweist, die die Fahrtrichtung und/oder Position aus den empfangenen elektromagnetischen Wellen ermittelt, wobei die erste Senderichtung zumindest teilweise in der ersten Fahrtrichtung und die zweite Senderichtung zumindest teilweise in der zweiten Fahrtrichtung verlaufen.

**[0019]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung dieser Einrichtung für ein Fahrzeug kann diese so ausgebildet sein, die elektromagnetischen Wellen mit unterschiedlichen Polarisierungen als erste und zweite Eigenschaften zu empfangen, so dass die elektromagnetischen Wellen in der ersten Senderichtung eine erste Polarisierung und in der zweiten Senderichtung eine von der ersten Polarisierung unterscheidbare zweite Polarisierung aufweisen. Dies hat den oben beim erfindungsgemäßen Verfahren be-

reits beschriebenen Vorteil, dass unterschiedliche Polarisierungen der elektromagnetischen Wellen auf einfache Weise erzeugbar sind.

**[0020]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann die Einrichtung wenigstens eine dual polarisierte Antenne oder zwei einfach polarisierte Antennen aufweisen. Wie oben bereits erwähnt ist dies vorteilhaft, weil sowohl dual polarisierte Antennen als auch einfach polarisierte Antennen kostengünstig verfügbar sind. Eine einzige dual polarisierte Antenne kann über zwei Ausgänge zwei unterschiedliche Polarisierungen erzeugen, die jeweils in zwei Richtungen abstrahlen.

**[0021]** Ferner betrifft die Erfindung ein Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug, mit einer Einrichtung zum Ermitteln einer Fahrtrichtung und/oder Position, die erfindungsgemäß nach einer der der zuvor genannten Ausführungsformen der Einrichtung für ein Fahrzeug ausgebildet ist.

**[0022]** Schließlich betrifft die Erfindung auch eine Anordnung zur Ermittlung einer Fahrtrichtung und/oder Position eines auf einer Fahrstrecke fahrenden Fahrzeugs, insbesondere eines Schienenfahrzeugs, mit wenigstens einer streckenseitigen Einrichtung, insbesondere einer Balise, die zum Aussenden von wenigstens einem Informationssignal in Form von elektromagnetischen Wellen ausgebildet ist, und mit wenigstens einer fahrzeugseitigen Einrichtung, die zum Empfangen der elektromagnetischen Wellen von der streckenseitigen Einrichtung ausgebildet ist. Um die Fahrtrichtungsermittlung oder Positionsermittlung besonders einfach und zuverlässig auszugestalten, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die fahrzeugseitige Einrichtung ebenfalls nach einer der zuvor genannten Ausführungsform ausgebildet ist.

**[0023]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der in den beigefügten Zeichnungen gezeigten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

**[0024]** Es zeigen dabei beispielhaft:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Anordnung zur Ermittlung einer Fahrtrichtung und/oder Position;

Figur 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen streckenseitigen Einrichtung der Anordnung aus Figur 1;

Figur 3 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Fahrzeugs beim Annähern der streckenseitigen Einrichtung gemäß Figur 2;

Figur 4 eine schematische Darstellung eines Verlaufs von empfangenen elektromagnetischen Wellen durch die fahrzeugseitige Einrichtung gemäß Figur 3;

Figur 5 schematische Darstellung eines weiteren

Verlaufs von empfangenen elektromagnetischen Wellen von der fahrzeugseitigen Einrichtung gemäß Figur 3;

5 Figur 6 schematische Darstellung eines kombinierten Verlaufs, berechnet aus den Verläufen der Figuren 4 und 5.

10 **[0025]** Zunächst wird die beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Anordnung in Figur 1 beschrieben.

**[0026]** Figur 1 zeigt schematisch eine beispielhafte erfindungsgemäße Anordnung 1, mit der eine Fahrtrichtung F, F' eines Fahrzeugs 2 ermittelt werden kann.

15 **[0027]** Die Anordnung 1 weist eine fahrzeugseitige Einrichtung 3 und eine streckenseitige Einrichtung 4, 4' auf. Die fahrzeugseitige Einrichtung 3 ist in oder an dem Fahrzeug 2 angeordnet und die streckenseitige Einrichtung 4, 4' ist im Bereich einer Fahrstrecke 5 angeordnet, auf der sich das Fahrzeug 2 in der ersten Fahrtrichtung F oder der entgegengesetzten zweiten Fahrtrichtung F' bewegt. In der beispielhaften Ausführungsform der Figuren ist das Fahrzeug 2 als ein Schienenfahrzeug ausgebildet, die streckenseitige Einrichtung 4, 4' als eine Balise, beispielsweise eine Eurobalise, und die fahrzeugseitige Einrichtung 3 als eine Balisenleseeinrichtung ausgebildet. Eine Vielzahl von streckenseitigen Einrichtungen 4, 4' sind in an sich üblicher Weise entlang der Fahrstrecke 5 angeordnet und beispielsweise, wie in Figur 2 dargestellt, zwischen Schienen 6 der Fahrstrecke positioniert.

20 **[0028]** Die fahrzeugseitige Einrichtung 3 umfasst eine Antenne 7, eine Auswerteeinrichtung 8 und eine Kommunikationseinrichtung 9.

25 **[0029]** Die streckenseitige Einrichtung 4, 4' kann entweder als eine feste streckenseitige Einrichtung 4', beispielsweise eine Festdaten-Balise, ausgebildet sein oder alternativ auch als eine schaltbare streckenseitige Einrichtung 4, beispielsweise eine Transparentdaten-Balise. Die schaltbare streckenseitige Einrichtung 4 weist im Gegensatz zu der festen streckenseitigen Einrichtung 4' eine Verbindung zu einer streckenseitigen Signaleinrichtung 10 auf, über die Informationen beispielsweise zu oder von einem Stellwerk (nicht dargestellt) übermittelt werden können. Für die Erfindung ist es ohne Belang, ob die streckenseitige Einrichtung 4, 4' fest oder schaltbar ausgebildet ist.

30 **[0030]** Im Betrieb der erfindungsgemäßen Anordnung 1 wird die streckenseitige Einrichtung 4, 4', wie auch im Stand der Technik üblich, durch die fahrzeugseitige Einrichtung 3 aktiviert. Dazu sendet die Antennenanordnung 7 der fahrzeugseitigen Einrichtung 3 kontinuierlich ein Magnetfeld 11, beispielsweise mit einer Frequenz von 27 MHz, aus, das auch als TelePowering-Field bezeichnet werden kann. Wenn das Fahrzeug 2 die streckenseitige Einrichtung 4, 4' passiert, wird diese durch das Magnetfeld 11 mit Energie versorgt und aktiviert. Danach beginnt die streckenseitige Einrichtung 4, 4' ein Informa-

tionssignal 12 auszusenden. Das Informationssignal 12 enthält ein Datentelegramm, in dem, wie aus dem Stand der Technik bekannt, ein Identifikationscode oder Positionsdaten der streckenseitigen Einrichtung 4, 4' enthalten sind. Mit diesen durch das Informationssignal 12 übermittelten Daten kann die fahrzeugseitige Einrichtung 3 die Position der streckenseitigen Einrichtung 4, 4' bestimmen und damit auch die Position des Fahrzeugs 2 zum Zeitpunkt, wenn die fahrzeugseitige Einrichtung 3 die streckenseitige Einrichtung 4, 4' passiert.

**[0031]** Die bisher beschriebenen Eigenschaften und Funktionen der erfindungsgemäßen Anordnung 1 entsprechen im Wesentlichen dem Stand der Technik, wie er beispielsweise bei ETCS Systemen Anwendung findet.

**[0032]** Im Folgenden werden nun die weiteren erfindungsgemäßen Eigenschaften und Funktionen, insbesondere zunächst mit Bezug auf die Figuren 2 und 3, beschrieben.

**[0033]** Figur 2 zeigt in schematischer Weise eine der streckenseitigen Einrichtungen 4 nach ihrer Aktivierung. Die streckenseitige Einrichtung 4 sendet das Informationssignal 12 in Form von elektromagnetischen Wellen 13, 13' aus. Die elektromagnetischen Wellen 13, 13' bilden ein elektromagnetisches Feld, das in den Figuren 2 und 3 im Wesentlichen kegelförmige dargestellt ist.

**[0034]** Zum Aussenden der elektromagnetischen Wellen 13 weist die streckenseitige Einrichtung 4, 4' eine Antenne 14 auf. Die Antenne 14 ist in der beispielhaften Ausführungsform der Figuren 2 und 3 eine dual polarisierte Antenne. Alternativ könnten auch zwei einfach polarisierte Antennen verwendet werden. Die Antenne 14 sendet, wie in Figur 2 dargestellt, in einer ersten Sende- richtung +Y elektromagnetische Wellen 13 aus. In einer zweiten Sende- richtung -Y werden ebenfalls elektromagnetische Wellen 13' von der Antenne 14 abgestrahlt. Die elektromagnetische Wellen 13 in der ersten Sende- richtung +Y unterscheiden sich in wenigstens einer Eigenschaft von den elektromagnetischen Wellen 13' in der zweiten Sende- richtung -Y. Bei der beispielhaften Ausführungsform in den Figuren ist diese Eigenschaft die Polarisation. Die elektromagnetischen Wellen 13 weisen nämlich eine erste Polarisation und die elektromagnetischen Wellen 13' eine zweite zur ersten unterschiedlichen Polarisation auf. Das Informationssignal 12 wird somit erfindungsgemäß mittels der elektromagnetischen Wellen 13, 13' ausgesendet, die jeweils die für die Ortung nötigen Daten übermitteln, sich aber in ihrer Polarisation unterscheiden. Die erste Sende- richtung +Y verläuft dabei im Wesentlichen in der ersten Fahrtrichtung F und die zweite Sende- richtung -Y im Wesentlichen in der zweiten Fahrtrichtung F'. Die erste Sende- richtung +Y verläuft genau entgegengesetzt zu der zweiten Sende- richtung -Y.

**[0035]** Figur 3 zeigt in sehr vereinfachter Weise das Fahrzeug 2 mit der fahrzeugseitigen Einrichtung 3, das sich in der ersten Fahrtrichtung F auf der Fahrstrecke 5 bewegt und sich der streckenseitigen Einrichtung 4 nä-

hert und anschließend passiert. In Figur 3 sei die streckenseitige Einrichtung 4 bereits aktiviert und sendet, wie mit Bezug auf Figur 2 beschrieben, das Informationssignal 12 in Form der elektromagnetischen Wellen 13, 13' aus. Die streckenseitige Einrichtung 4 in Figur 3 ist gleich mit der in Figur 2.

**[0036]** Die fahrzeugseitige Einrichtung 3 weist bei der beispielhaften Ausführungsform in Figur 3 zwei Antennen 7, 7' auf. Jede Antenne 7, 7' ist als eine dual polarisierte Antenne ausgebildet. Alternativ wären auch zwei einfach polarisierte Antennen möglich, die in zwei Richtungen abstrahlen. Auch die Verwendung einer einzigen dual polarisierten Antenne wäre möglich. Die erste Antenne 7' ist bei der beispielhaften Ausführungsform in Figur 3 für einen Empfang der elektromagnetischen Wellen 13 mit der ersten Polarisation ausgebildet, und zwar sowohl in der ersten Fahrtrichtung F als auch in der zweiten Fahrtrichtung F'. Die zweite Antenne 7' dagegen ist zum Empfang von elektromagnetischen Wellen 13' mit der zweiten Polarisation ausgebildet, und zwar ebenfalls in beiden Fahrtrichtungen. Die Empfangsbereiche der Antennen 7, 7' sind in Figur 3 jeweils als kegelförmige Felder dargestellt. Gleiche Farben bedeuten gleiche Polarisationen, auch im Vergleich zur streckenseitigen Einrichtung 4.

**[0037]** Das Diagramm in Figur 4 zeigt einen Amplitudenverlauf des empfangenen Signals der ersten Antenne 7' beim Annähern bzw. Passieren der streckenseitigen Einrichtung 4. Dabei zeigt der rechte Graf 15 die Amplitude der co-polaren elektromagnetischen Wellen 13 und der linke Graf 16 die Amplitude der cross-polaren elektromagnetischen Wellen 13'. Durch die gleiche Polarisation ist die Antenne 7' für den Empfang der co-polaren elektromagnetischen Wellen 13 optimiert ausgebildet. Die cross-polaren Wellen 13' werden zum Großteil herausgefiltert, weil die Antenne 7' für deren Empfang nicht optimiert ist. Die Polarisationsverluste sind somit hoch.

**[0038]** Figur 5 zeigt den Amplitudenverlauf für das empfangene Signal der zweiten Antenne 7 beim Annähern bzw. Passieren der streckenseitigen Einrichtung 4 in der Fahrtrichtung F. Hier zeigt nun der linke Graf 17 die Amplitude der co-polaren elektromagnetischen Wellen 13' und der rechte Graf 18 den Amplitudenverlauf der cross-polaren elektromagnetischen Wellen 13. Diesmal ist die Antennenanordnung 7 für die co-polaren Wellen 13' optimiert. Die cross-polaren Wellen 13 werden größtenteils herausgefiltert und ergeben nur ein schwächeres Signal.

**[0039]** In den Figuren 4 - 6 ist jeweils auf der Abszisse die Wegstrecke in Richtung Y (Figur 2) und auf der Ordinate die aus den empfangenen Wellen berechnete Amplitude dargestellt.

**[0040]** Figur 6 zeigt die kombinierten zusammengesetzten Amplitudenverläufe aus den Figuren 4 und 5. Dabei zeigt der rechte Graf 19 den Amplitudenverlauf für die von der Antennenanordnung 7' empfangenen elektromagnetischen Wellen und der Graf 20 den Amplitu-

denverlauf der von der Antennenanordnung 7 empfangenen elektromagnetischen Wellen. Die Maximalwerte der Verläufe werden berechnet und deren Positionen a, b und deren Reihenfolge, in denen sie aufgetreten sind, abgespeichert. Zusätzlich wird ein Kreuzungspunkt der Grafen 19, 20 und dessen Position C berechnet und gespeichert.

**[0041]** Die Erfindung bestimmt aus mindestens einem der in den Figuren 4 bis 6 dargestellten Verläufe die Fahrtrichtung F, F' und/oder die Position 0.

**[0042]** Die Antennenanordnung 7' registriert zunächst eine niedrige Amplitude und später eine hohe und die Antennenanordnung 7 zunächst eine hohe Amplitude und später eine niedrige. Ferner ist bekannt, dass die streckenseitige Einrichtung 4 elektromagnetische Wellen 13 mit der ersten Polarität in der ersten Senderichtung +Y aussendet und elektromagnetische Wellen 13' mit der zweiten Polarisierung in der zweiten Senderichtung -Y. Diese Information kann in einer Datenbank festgehalten sein. Folglich kann die Auswerteeinrichtung 8 ermitteln, dass sich das Fahrzeug 2 in der ersten Fahrtrichtung F bewegt.

**[0043]** Weiterhin wird auch die Relativposition des Fahrzeugs bzw. der fahrzeugseitigen Einrichtung 3 zur streckenseitigen Einrichtung 4, 4' aus den Grafen 19, 20 ermittelt. In Figur 4-6 ist die genaue Position der streckenseitigen Einrichtung 4, 4' bei  $Y = 0$ . Diese kann z. B. ermittelt werden aus der Position c des Kreuzungspunkts in Figur 6 oder aus der Mitte zwischen den Posi-

$$\frac{a+b}{2}$$

tionen a und b ( $\frac{a+b}{2}$ ). Zur Erhöhung der Genauigkeit können alle drei Punkte verwendet werden.

**[0044]** Eine Bedingung für die korrekte Funktion beim Empfangen des Informationssignals 2 ist eine Positionierung der Antennen 7, 7', 14 der fahrzeugseitigen oder der streckenseitigen Einrichtungen im Fernfeld. Im Fernfeld ist die Polarisierung stabil. Dies kann durch die Nutzung von höheren Frequenzen unterstützt werden, wie beispielsweise in der noch nicht veröffentlichten Patentanmeldung DE 10 2016 215 696 beschrieben. Durch höhere Frequenzen kann der Nahfeldbereich verkleinert und der Fernfeldbereich entsprechend vergrößert werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln einer Fahrtrichtung (F, F') und/oder einer Position eines auf einer Fahrstrecke (5) fahrenden Fahrzeugs (2), das als ein Schienenfahrzeug ausgebildet ist, bei dem von einer streckenseitigen Einrichtung (4, 4'), die als eine Balise ausgebildet ist, wenigstens ein Informationssignal (12) in Form von elektromagnetischen Wellen (13, 13') ausgesendet und von einer fahrzeugseitigen Einrichtung (3) empfangen wird,

wobei die elektromagnetischen Wellen (13, 13') in einer ersten Senderichtung (+Y) mit einer ersten Eigenschaft und in einer zweiten Senderichtung (-Y) mit einer von der ersten Eigenschaft unterscheidbaren zweiten Eigenschaft ausgesendet werden und

sowohl die elektromagnetischen Wellen (13) mit der ersten Eigenschaft als auch die elektromagnetischen Wellen (13') mit der zweiten Eigenschaft empfangen werden und daraus die Fahrtrichtung (F, F') und/oder Position ermittelt wird, wobei die erste Senderichtung (+Y) zumindest teilweise in einer ersten Fahrtrichtung (F) und die zweite Senderichtung (-Y) zumindest teilweise in einer zweiten Fahrtrichtung (F') verlaufen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verläufe, insbesondere Amplitudenverläufe, für die empfangenen elektromagnetischen Wellen mit der ersten und der zweiten Eigenschaft ermittelt werden und daraus die Fahrtrichtung (F, F') bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als erste und zweite Eigenschaften der elektromagnetischen Wellen (13, 13') unterschiedliche Polarisierungen verwendet werden, so dass die elektromagnetischen Wellen in der ersten Senderichtung (+Y) mit einer ersten Polarisierung und in der zweiten Senderichtung (-Y) mit einer von der ersten Polarisierung unterscheidbaren zweiten Polarisierung ausgesendet werden.
3. Verfahren nach einem der oben genannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zeitweise die elektromagnetischen Wellen (13, 13') mit der ersten Eigenschaft optimiert empfangen und die elektromagnetischen Wellen (13, 13') mit der zweiten Eigenschaft teilweise herausgefiltert werden.
4. Einrichtung (3) für ein Fahrzeug (2), das als ein Schienenfahrzeug ausgebildet ist, zum Ermitteln einer Fahrtrichtung (F, F') und/oder Position, wobei die Einrichtung wenigstens eine Antenne (7, 7') aufweist, die zum Empfangen von wenigstens einem Informationssignal (12) in Form von elektromagnetischen Wellen (13, 13') von einer streckenseitigen Einrichtung (4, 4') ausgebildet ist,

wobei die Antenne (7, 7') zum Empfangen der elektromagnetischen Wellen (13, 13') ausgebildet ist, wobei die elektromagnetischen Wellen (13, 13') in einer ersten Senderichtung (+Y) eine erste Eigenschaft und in einer zweiten Senderichtung (-Y) eine von der ersten Eigenschaft unterscheidbare zweite Eigenschaft aufweisen, und die Einrichtung (3) für ein Fahrzeug (2) wenig-

tens eine Auswerteeinrichtung (8) aufweist, die die Fahrtrichtung (F, F') und/oder Position aus den empfangenen elektromagnetischen Wellen ermittelt, wobei die erste Senderichtung (+Y) zumindest teilweise in der ersten Fahrtrichtung (F) und die zweite Senderichtung (-Y) zumindest teilweise in der zweiten Fahrtrichtung (F') verlaufen,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinrichtung (8) zum Ermitteln der Verläufe, insbesondere der Amplitudenverläufe, der empfangenen elektromagnetischen Wellen (13, 13') mit der ersten und der zweiten Eigenschaft und zum Bestimmen der Fahrtrichtung (F, F') daraus ausgebildet ist.

5. Einrichtung (3) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (3) ausgebildet ist, die elektromagnetischen Wellen (13, 13') mit unterschiedlichen Polarisierungen als erste und zweite Eigenschaften zu empfangen, so dass die elektromagnetischen Wellen (13, 13') in der ersten Senderichtung (+Y) eine erste Polarisation und in der zweiten Senderichtung (-Y) eine von der ersten Polarisation unterscheidbare zweite Polarisation aufweisen.
6. Einrichtung (3) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung wenigstens eine dual polarisierte Antenne oder zwei einfach polarisierte Antennen aufweist.
7. Einrichtung (3) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (3) zum optimierten Empfangen der elektromagnetischen Wellen (13, 13') mit der ersten Eigenschaft und zum teilweisen herausfiltern der elektromagnetischen Wellen (13, 13') mit der zweiten Eigenschaft ausgebildet ist.
8. Fahrzeug (2), das als ein Schienenfahrzeug ausgebildet ist, mit einer Einrichtung (3) zum Ermitteln einer Fahrtrichtung und/oder Position, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (3) nach einem der oben genannten Ansprüche 4 bis 7 ausgebildet ist.
9. Anordnung (1) zum Ermitteln einer Fahrtrichtung (F, F') und/oder Position eines auf einer Fahrstrecke (6) fahrenden Fahrzeugs (2), das als ein Schienenfahrzeug ausgebildet ist, mit wenigstens einer streckenseitigen Einrichtung (4, 4'), die als eine Balise ausgebildet ist, die zum Aussenden von wenigstens einem Informationssignal (12) in Form von elektromagnetischen Wellen (13, 13') ausgebildet ist, und

mit wenigstens einer fahrzeugseitigen Einrichtung (3), die zum Empfangen der elektromag-

netischen Wellen (13, 13') von der streckenseitigen Einrichtung (4, 4') ausgebildet ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die fahrzeugseitige Einrichtung (3) nach einem der Ansprüche 4 bis 7 ausgebildet ist.

## Claims

1. Method for determining a direction of travel (F, F') and/or a position of a vehicle (2) traveling on a route (5), which is embodied as a rail vehicle, in which at least one information signal (12) is emitted in the form of electromagnetic waves (13, 13') by a track-side device (4, 4'), which is embodied as a balise, and is received by a vehicle-side device (3), wherein the electromagnetic waves (13, 13') are emitted in a first direction of transmission (+Y) with a first property and in a second direction of transmission (-Y) with a second property which can be distinguished from the first property and both the electromagnetic waves (13) with the first property and also the electromagnetic waves (13') with the second property are received and from this the direction of travel (F, F') and/or position is determined, wherein the first direction of transmission (+Y) runs at least partially in a first direction of travel (F) and the second direction of transmission (-Y) runs at least partially in a second direction of travel (F'), **characterised in that** the waveforms, in particular amplitude waveforms, for the received electromagnetic waves with the first and the second property are established and from these the direction of travel (F, F') is determined.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** different polarisations are used as first and second properties of the electromagnetic waves (13, 13') so that the electromagnetic waves are emitted in the first direction of transmission (+Y) with a first polarisation and in the second direction of transmission (-Y) with a second polarisation which can be distinguished from the first polarisation.
3. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** at least from time to time the electromagnetic waves (13, 13') with the first property are received optimised and the electromagnetic waves (13, 13') with the second property are partially filtered out.
4. Device (3) for a vehicle (2), which is embodied as a rail vehicle, for determining a direction of travel (F, F') and/or a position, wherein the device has at least one antenna (7, 7'), which is embodied to receive at least one information signal (12) in the form of electromagnetic waves (13, 13') from a track-side device

(4, 4'),

wherein the antenna (7, 7') is embodied to receive the electromagnetic waves (13, 13'), wherein the electromagnetic waves (13, 13') in a first direction of transmission (+Y) have a first property and in a second direction of transmission (-Y) have a second property which can be distinguished from the first property, and the device (3) for a vehicle (2) has at least one evaluation device (8), which determines the direction of travel (F, F') and/or a position from the received electromagnetic waves, wherein the first direction of transmission (+Y) runs at least partially in a first direction of travel (F) and the second direction of transmission (-Y) runs at least partially in the second direction of travel (F'),

**characterised in that**

the evaluation device (8) is embodied to determine the waveforms, in particular the amplitude waveforms, of the received electromagnetic waves (13, 13') with the first and the second property and to determine the direction of travel (F, F').

5. Device (3) according to claim 4,

**characterised in that**

the device (3) is embodied to receive the electromagnetic waves (13, 13') with different polarisations as first and second properties, so that the electromagnetic waves (13, 13') have a first polarisation in the first direction of transmission (+Y) and a second polarisation in the second direction of transmission (-Y) which is able to be distinguished from the first polarisation.

6. Device (3) according to claim 5,

**characterised in that**

the device has at least one dual-polarised antenna and two single-polarised antennas.

7. Device (3) according to one of claims 4 to 6,

**characterised in that**

the device (3) is embodied for optimised receipt of the electromagnetic waves (13, 13') with the first property and for partial filtering out of electromagnetic waves (13, 13') with the second property.

8. Vehicle (2), which is embodied as a rail vehicle, with a device (3) for determining a direction of travel and/or position,

**characterised in that**

the device (3) is embodied according to one of the above-mentioned claims 4 to 7.

9. Arrangement (1) for determining a direction of travel (F, F') and/or position of a vehicle (2) traveling on a

route (6), which is embodied as a rail vehicle,

with at least one track-side device (4, 4'), which is embodied as a balise, which is embodied for receiving at least one information signal (12) in the form of electromagnetic waves (13, 13'), and

with at least one vehicle-side device (3), which is embodied for receiving the electromagnetic waves (13, 13') from the track-side device (4, 4'),

**characterised in that**

the vehicle-side device (3) is embodied according to one of claims 4 to 7.

**Revendications**

1. Procédé de détermination du sens (F, F') de circulation et/ou de la position d'un véhicule (2), qui est constitué sous la forme d'un véhicule ferroviaire, circulant sur une voie (5) de circulation, dans lequel on émet, par un dispositif (4, 4') sur la voie, qui est constitué sous la forme d'une balise, au moins un signal (12) d'information sous la forme d'ondes (13, 13') électromagnétiques et on le reçoit par un dispositif (3) embarqué, dans lequel

on émet les ondes (13, 13') électromagnétiques dans un premier dispositif (+Y) d'émission ayant une première propriété et dans un deuxième dispositif (-Y) d'émission ayant une deuxième propriété pouvant se distinguer de la première propriété, et

on reçoit tant les ondes (13) électromagnétiques ayant la première propriété qu'également les ondes (13') électromagnétiques ayant la deuxième propriété et on en détermine le sens (F, F') de circulation et/ou la position,

dans lequel le premier dispositif (+Y) d'émission s'étend au moins en partie dans un premier sens (F) de circulation et le deuxième dispositif (-Y) d'émission s'étend au moins en partie dans un deuxième sens (F') de circulation, **caractérisé en ce que**

on détermine les courbes, en particulier les courbes d'amplitude, des ondes électromagnétiques reçues ayant la première et la deuxième propriétés et on en détermine le sens (F, F') de circulation.

2. Procédé suivant la revendication 1,

**caractérisé en ce que**

l'on utilise des polarisations différentes comme première et deuxième propriétés des ondes (13, 13') électromagnétiques, de manière à émettre des ondes électromagnétiques dans le premier dispositif (+Y) d'émission ayant une première polarisation et dans le deuxième dispositif (-Y) d'émission ayant

une deuxième polarisation pouvant être distinguée de la première polarisation.

3. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**

au moins de temps à autre, on reçoit de manière optimisée les ondes (13, 13') électromagnétiques de la première propriété et on filtre au moins en partie les ondes (13, 13') électromagnétiques ayant la deuxième propriété.

4. Dispositif (3) pour un véhicule (2), qui est constitué en véhicule ferroviaire, de détermination du sens (F, F') de circulation et/ou de la position, dans lequel le dispositif a au moins une antenne (7, 7'), qui est constituée pour la réception d'au moins un signal (12) d'information sous la forme d'ondes (13, 13') électromagnétiques d'un dispositif (4, 4') sur la voie, dans lequel

l'antenne (7, 7') est constitué pour la réception d'ondes (13, 13') électromagnétiques, dans lequel les ondes (13, 13') électromagnétiques ont, dans un premier dispositif (+Y) d'émission, une première propriété et, dans un deuxième dispositif (-Y) d'émission, une deuxième propriété pouvant être distinguée de la première propriété, et

le dispositif (3) pour un véhicule (2) a au moins un dispositif (8) d'évaluation, qui détermine le sens (F, F') de circulation et/ou la position à partir des ondes électromagnétiques reçues, le premier dispositif (+Y) d'émission s'étendant au moins en partie dans le premier sens (F) de circulation et le deuxième dispositif (-Y) d'émission s'étendant au moins en partie dans le deuxième sens (F') de circulation,

**caractérisé en ce que**

le dispositif (8) d'évaluation est constitué pour la détermination des courbes, en particulier des courbes en amplitude, des ondes (13, 13') électromagnétiques reçues ayant la première et la deuxième propriétés et pour en déterminer le sens (F, F') de circulation.

5. Dispositif (3) suivant la revendication 4,

**caractérisé en ce que**

le dispositif (3) est constitué pour recevoir les ondes (13, 13') électromagnétiques ayant des polarisations différentes comme première et deuxième propriétés, de manière à ce que les ondes (13, 13') électromagnétiques, dans le premier dispositif (+Y) d'émission, aient une première polarisation et, dans le deuxième dispositif (-Y) d'émission, une deuxième polarisation pouvant être distinguée de la première polarisation.

6. Dispositif (3) suivant la revendication 5,

**caractérisé en ce que**

le dispositif a au moins une antenne polarisée de manière duale ou deux antennes polarisées simplement.

7. Dispositif (3) suivant l'une des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que**

le dispositif (3) est constitué pour la réception optimisée des ondes (13, 13') électromagnétiques ayant la première propriété et pour le filtrage au moins en partie des ondes (13, 13') électromagnétiques ayant la deuxième propriété.

8. Véhicule (2), qui est constitué sous la forme d'un véhicule ferroviaire, comprenant un dispositif (3) de détermination du sens de circulation et/ou de la position,

**caractérisé en ce que**

le dispositif (3) est constitué suivant l'une des revendications 4 à 7 précédentes.

9. Agencement (1) de détermination du sens (F, F') de circulation et/ou de la position d'un véhicule (2) circulant sur une voie (6) de circulation, qui est constitué sous la forme d'un véhicule ferroviaire, comprenant au moins un dispositif (4, 4') sur la voie, qui est constitué sous la forme d'une balise, qui est constitué pour l'émission d'un signal (12) d'information sous la forme d'ondes (13, 13') électromagnétiques, et

comprenant au moins un dispositif (3) embarqué, qui est constitué pour la réception des ondes (13, 13') électromagnétiques du dispositif (4, 4') sur la voie,

**caractérisé en ce que**

le dispositif (3) embarqué est constitué suivant l'une des revendications 4 à 7.

FIG 1

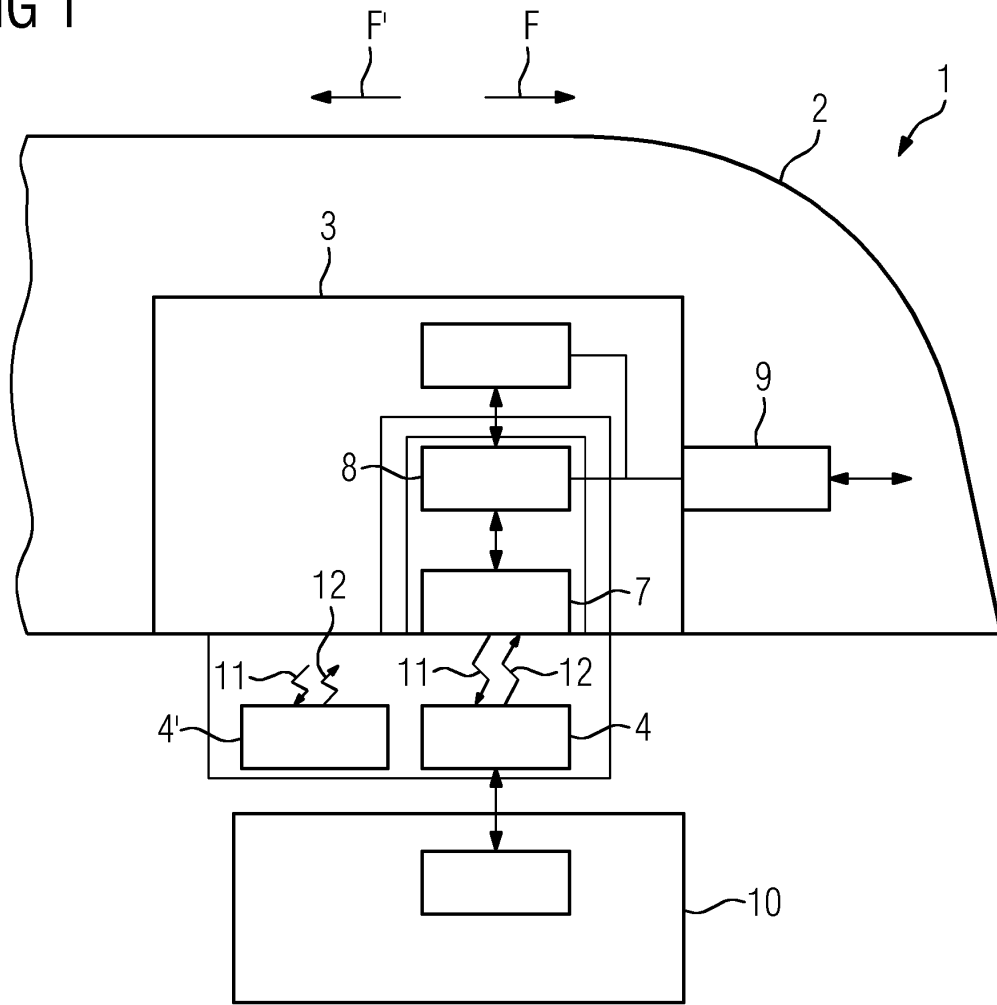


FIG 2

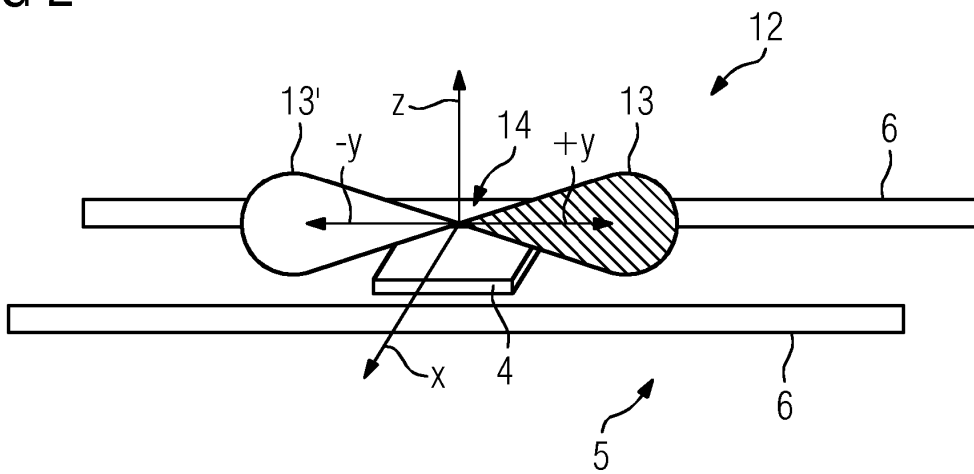


FIG 3

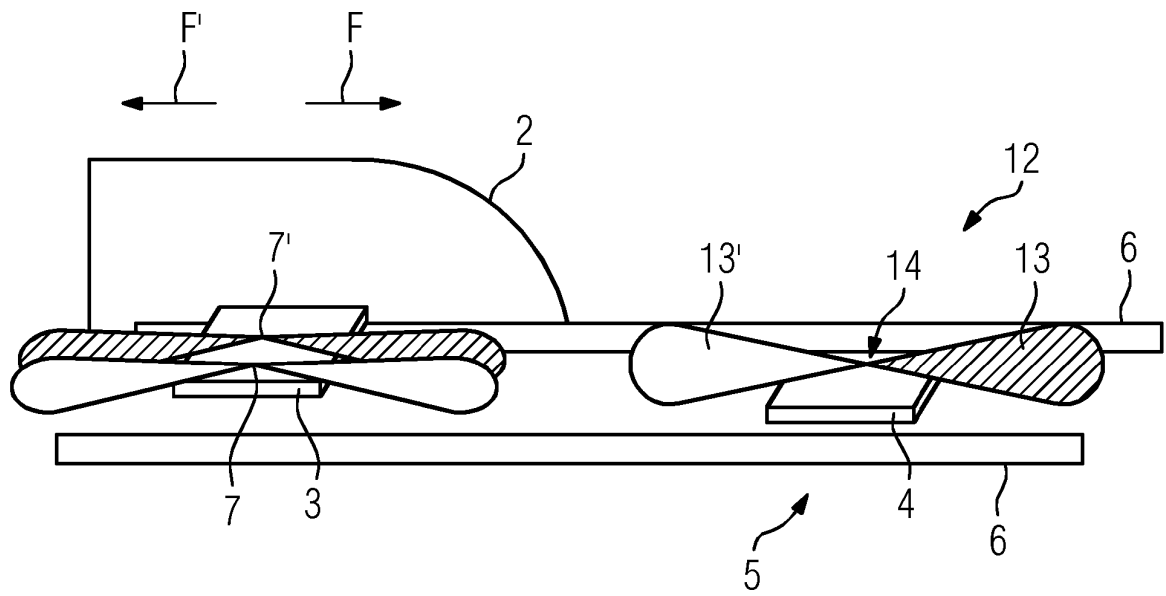


FIG 4

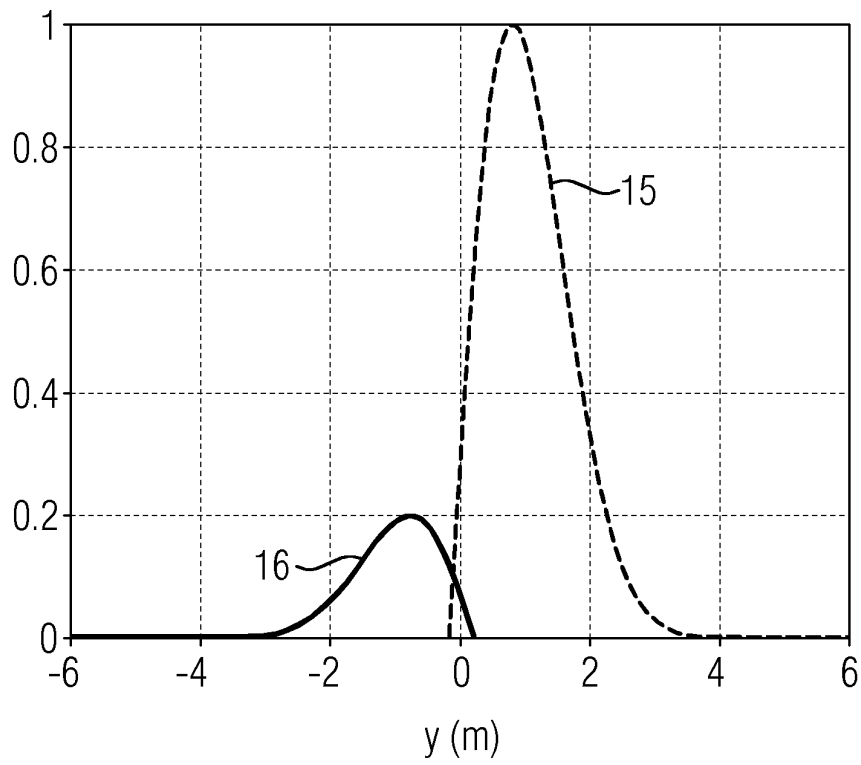


FIG 5

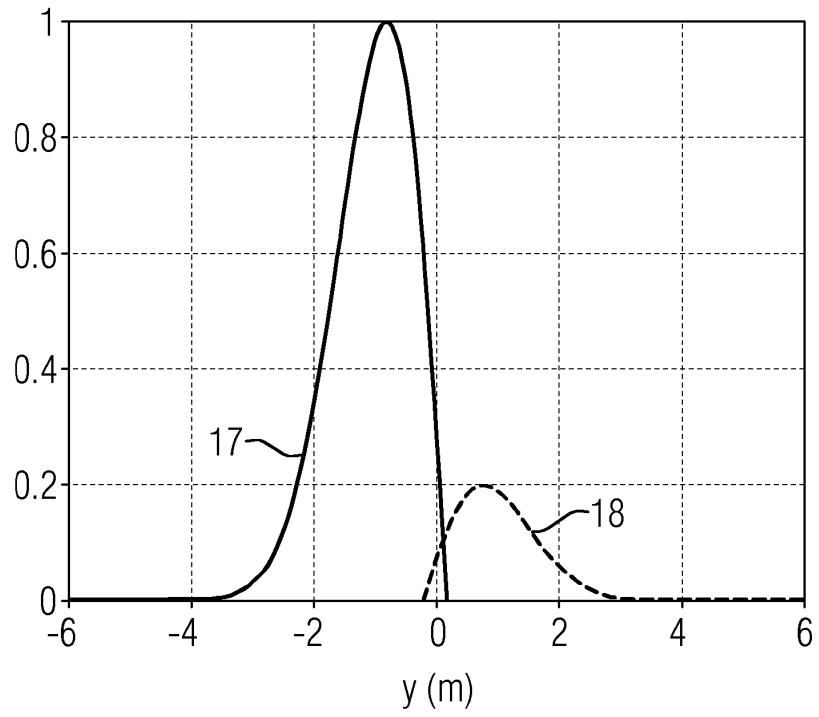
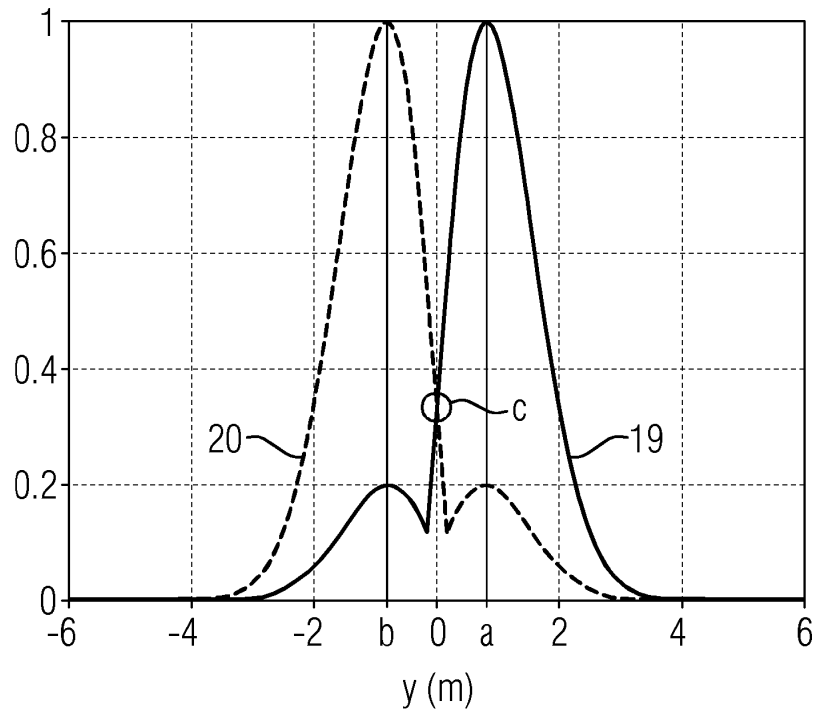


FIG 6



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 0667275 A1 [0006]
- EP 2986991 A1 [0006]
- DE 3138043 A1 [0007]
- DE 102016215696 [0044]