

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. April 2018 (19.04.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/068797 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01S 19/53 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2017/200109

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Oktober 2017 (10.10.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 219 935.8
13. Oktober 2016 (13.10.2016) DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG
[DE/DE]; Guerickestr. 7, 60488 Frankfurt (DE).

(72) Erfinder: ZALEWSKI, Michael; Bertha-Bagge-Str. 58,
60438 Frankfurt am Main (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR DETERMINING AN ORIENTATION OF A VEHICLE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BESTIMMEN EINER ORIENTIERUNG EINES FAHRZEUGS

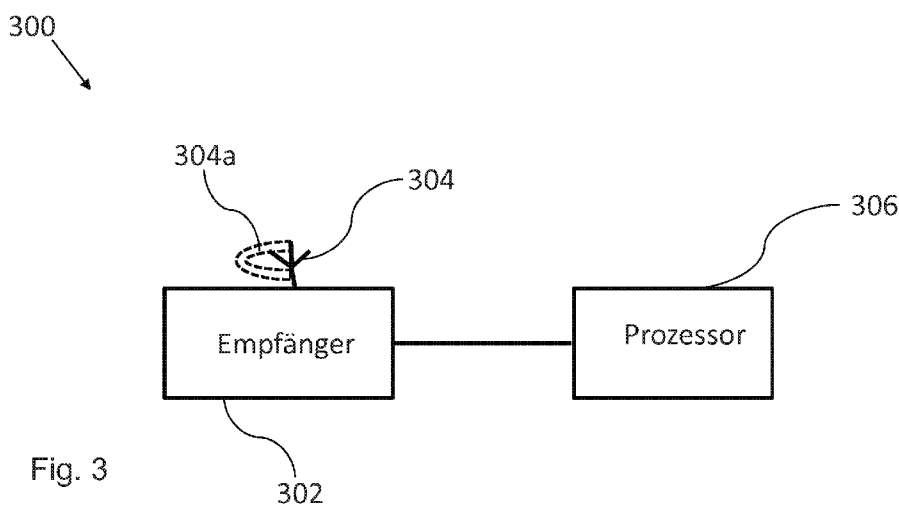


Fig. 3

302 Receiver
306 Processor

(57) Abstract: The present invention relates to a device and a method for determining an orientation of a vehicle. Said device comprises a receiver having an antenna, said antenna having a directivity pattern and the receiver being designed to receive by means of said antenna a plurality of signals from a plurality of signal sources, and a processor. Said processor is designed to determine a plurality of received field strengths of the plurality of signals, each signal being associated with a received field strength, and the orientation of the vehicle on the basis of the plurality of received field strengths and the directivity pattern of the antenna.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bestimmen einer Orientierung eines Fahrzeugs. Die Vorrichtung umfasst einen Empfänger mit einer Antenne, wobei die Antenne eine Richtcharakteristik aufweist,



SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

wobei der Empfänger ausgebildet ist, mittels der Antenne eine Mehrzahl von Signalen von einer Mehrzahl von Signalquellen zu empfangen, und einen Prozessor, welcher ausgebildet ist, eine Mehrzahl von Empfangsfeldstärken der Mehrzahl von Signalen zu bestimmen, wobei jedem Signal eine Empfangsfeldstärke zugeordnet ist, und die Orientierung des Fahrzeugs auf der Basis der Mehrzahl von Empfangsfeldstärken und der Richtcharakteristik der Antenne zu bestimmen.

TITEL**Vorrichtung und Verfahren zum Bestimmen einer Orientierung eines Fahrzeugs**5 TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bestimmen einer Orientierung eines Fahrzeugs, insbesondere zum Bestimmen der Orientierung des Fahrzeugs auf der Basis einer Richtcharakteristik einer Antenne.

10

TECHNISCHER HINTERGRUND

Neue Funktionen der Fahrzeugsicherheit benötigen zunehmend genaue Informationen über die Position und über die Orientierung eines Fahrzeuges.

15

Um die Orientierung eines Fahrzeuges zu bestimmen, können verschiedene Verfahren und Sensoren verwendet werden, wie beispielsweise Magnetsensoren oder Drehratensensoren. Anhand dieser Sensoren kann eine Gierrate des Fahrzeugs bestimmt werden und auf der Basis der Gierrate des Fahrzeugs kann eine Orientierung des Fahrzeugs bestimmt werden.

20

Weiterhin können Satellitennavigationssysteme benutzt werden, um die Orientierung des Fahrzeugs auf der Basis einer Integration einer Gierrate zu bestimmen, wobei die Gierrate anhand von Signalen von Satelliten, die von einem Satellitennavigationsempfänger empfangen werden, bestimmt werden kann. Satellitennavigationsempfänger umfassen

25 Antennen, die so hergestellt werden, dass sie eine möglichst symmetrische Signalempfindlichkeit haben. Die optimale Signalempfindlichkeit (d.h. Antennengewinn gleich 0 dB) einer beispielhaften GPS-Antenne in einem räumlichen Koordinatensystem wird in den Antennendiagrammen in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigt. In Fig. 1 wird insbesondere ein horizontales Antennendiagramm gezeigt, wobei die Signalempfindlichkeit lediglich für die

30 horizontalen Richtungen in Polarkoordinaten mit der Antenne im Mittelpunkt dargestellt ist. Dabei handelt es sich um einen horizontalen Schnitt durch das dreidimensionale Antennendiagramm. Ähnlich wie in Fig. 1 wird in Fig. 2 ein vertikales Antennendiagramm gezeigt, wobei die Signalempfindlichkeit lediglich für die vertikalen Richtungen in Polarkoordinaten mit der Antenne im Mittelpunkt dargestellt ist. In diesem Fall handelt es

35 sich um einen vertikalen Schnitt durch das Antennendiagramm.

Die in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigten Antennen mit symmetrischen Signalempfindlichkeiten sind sehr aufwendig zu bauen. Außerdem können die oben erwähnten Verfahren zum Bestimmen einer Orientierung eines Fahrzeugs weiter verbessert werden.

5 BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Vorrichtung und ein verbessertes Verfahren zum Bestimmen einer Orientierung eines Fahrzeugs zur Verfügung zu stellen.

10

Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche, der Beschreibung sowie der Figuren.

15 Gemäß einem ersten Aspekt wird die Aufgabe durch eine Vorrichtung zum Bestimmen einer Orientierung eines Fahrzeugs gelöst. Die Vorrichtung umfasst einen Empfänger mit einer Antenne, wobei die Antenne eine Richtcharakteristik aufweist, wobei der Empfänger ausgebildet ist, mittels der Antenne eine Mehrzahl von Signalen von einer Mehrzahl von Signalquellen zu empfangen, und einen Prozessor, welcher ausgebildet ist, eine Mehrzahl
20 von Empfangsfeldstärken der Mehrzahl von Signalen zu bestimmen, wobei jedem Signal eine Empfangsfeldstärke zugeordnet ist, und die Orientierung des Fahrzeugs auf der Basis der Mehrzahl von Empfangsfeldstärken und der Richtcharakteristik der Antenne zu bestimmen.

25 Dadurch wird beispielsweise der technische Vorteil erreicht, dass anhand der richtungsabhängigen Empfangsfeldstärken die Ausrichtung der Antenne und damit die Orientierung des Fahrzeuges effizient ermittelt werden kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung umfassen die Signalquellen
30 eine Mehrzahl von Satelliten und der Empfänger ist ausgebildet, eine geographische Position des Fahrzeugs anhand der Signale der Mehrzahl von Satelliten zu bestimmen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung ist der Prozessor ferner ausgebildet, eine geographische Position eines Satelliten der Mehrzahl von Satelliten auf der
35 Basis der Signale von der Mehrzahl von Satelliten zu bestimmen, eine geographische Position des Fahrzeugs anhand der Signale der Mehrzahl von Satelliten zu bestimmen, und

die Orientierung des Fahrzeugs anhand einer Differenz zwischen der geographischen Position des Fahrzeugs und der geographischen Position des Satelliten zu bestimmen.

5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung umfasst der Empfänger einen NAVSTAR GPS-, einen GLONASS-, einen GALILEO-, oder einen BEIDOU-Satellitennavigationsempfänger.

10 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung umfasst die Vorrichtung ferner einen Speicher, welcher geographische Positionskoordinaten der Signalquellen umfasst.

Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass nicht nur Signale von Satelliten benutzt werden können, um die Orientierung des Fahrzeugs zu bestimmen, sondern auch andere Antennensignale, solange die Sendepositionen der Antennen bekannt sind.

15 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung ist der Prozessor ferner ausgebildet, die geographischen Positionskoordinaten der Signalquellen abzurufen und die Orientierung des Fahrzeugs auf der Basis der geographischen Positionskoordinaten der Signalquellen zu bestimmen.

20 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung anzeigt die Richtcharakteristik der Antenne eine Mehrzahl von Hauptkeulen, Nebenkeulen und/oder Rückkeulen und ist der Prozessor ausgebildet, die Orientierung des Fahrzeuges auf der Basis der Hauptkeulen, Nebenkeulen und/oder Rückkeulen zu bestimmen.

25 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung ist der Prozessor ferner ausgebildet, eine Drehrate des Fahrzeugs auf der Basis einer Änderung der Orientierung des Fahrzeugs zu bestimmen.

30 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung ist der Prozessor ferner ausgebildet, einen Hebelarm als Abstand zwischen der Antenne und dem Rotationszentrum des Fahrzeugs anhand der Drehrate des Fahrzeugs zu bestimmen.

35 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung ist der Prozessor ferner ausgebildet, einen Hebelarm als Abstand zwischen der Antenne und dem Rotationszentrum des Fahrzeugs anhand einer Bewegung der Antenne oder zurückgelegte Strecke des Fahrzeugs zu bestimmen.

Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass der Empfänger mit der Antenne selbstständig den Hebelarm ohne externe Vermessungsdaten oder Fahrzeugdaten bestimmen kann.

5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung ist der Prozessor ferner ausgebildet, die Richtcharakteristik anhand mindestens eines empfangenen Signales während einer Kreisfahrt des Fahrzeuges zu bestimmen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung ist der Prozessor ausgebildet, eine 2D- und/oder 3D-Orientierung des Fahrzeuges zu bestimmen.

10

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung ist die Antenne eine Richtantenne, die eine bevorzugte Empfangsrichtung aufweist.

15

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung umfasst der Empfänger ferner eine weitere Antenne mit einer weiteren Richtcharakteristik und der Prozessor ist ferner ausgebildet, die Orientierung des Fahrzeuges auf der Basis der weiteren Richtcharakteristik zu bestimmen.

20

Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass Störeffekte besser erkannt und gefiltert werden können, wenn mit mehr als einem Empfänger und/oder einer Signalquelle oder einem Sender gearbeitet wird. Beispielsweise kann eine Leistungsänderung oder Dämpfungsänderung durch Entfernungsänderung, Richtungsänderung oder Änderung der Randbedingungen (z. B. hinzukommende Objekte wie Wände oder Personen) entstehen.

25

Gemäß einem zweiten Aspekt wird die Aufgabe durch ein Verfahren zum Bestimmen einer Orientierung eines Fahrzeuges gelöst. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte: Empfangen einer Mehrzahl von Signalen von einer Mehrzahl von Signalquellen mit einem Empfänger, welcher eine Antenne umfasst, wobei die Antenne eine Richtcharakteristik aufweist, Bestimmen einer Mehrzahl von Empfangsfeldstärken der Mehrzahl von Signalen, wobei jedem Signal eine Empfangsfeldstärke zugeordnet ist, und Bestimmen der Orientierung des Fahrzeuges auf der Basis der Mehrzahl von Empfangsfeldstärken und der Richtcharakteristik der Antenne.

30

Das Verfahren kann durch die Vorrichtung ausgeführt werden. Weitere Merkmale des Verfahrens resultieren unmittelbar aus der Funktionalität und/oder den Merkmalen der Vorrichtung.

35

Gemäß einem dritten Aspekt wird die Aufgabe durch ein Computerprogramm mit einem Programmcode zum Ausführen des Verfahrens nach dem zweiten Aspekt gelöst, wenn der Programmcode auf einem Computer ausgeführt wird.

- 5 Die Vorrichtung kann in Autos, in Flugzeugen oder in Schiffen angebracht werden.

BESCHREIBUNG DER FIGUREN

- 10 Weitere Ausführungsbeispiele werden bezugnehmend auf die beiliegenden Figuren näher erläutert:

Fig. 1 zeigt ein schematisches Antennendiagramm eines GPS-Empfängers mit optimaler Signalempfindlichkeit;

- 15 Fig. 2 zeigt ein schematisches Antennendiagramm eines GPS-Empfängers mit optimaler Signalempfindlichkeit;

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Bestimmen einer Orientierung eines Fahrzeugs gemäß einer Ausführungsform;

20

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer Anordnung mit einer Vorrichtung zum Bestimmen einer Orientierung eines Fahrzeugs gemäß einer Ausführungsform;

- 25 Fig. 5 zeigt ein schematisches Antennendiagramm einer Antenne, die eine Richtcharakteristik aufweist, gemäß einer Ausführungsform;

Fig. 6 zeigt ein schematisches Antennendiagramm einer Antenne, die eine Richtcharakteristik aufweist, gemäß einer Ausführungsform;

- 30 Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung einer Drehung einer Antenne, die eine Richtcharakteristik aufweist, und deren Antennendiagramm gemäß einer Ausführungsform;

Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung einer Anordnung von Satelliten und einer Antenne gemäß einer Ausführungsform;

35

Fig. 9 zeigt Verstärkungen von Signalen von Satelliten als Funktion eines Drehwinkels einer Antenne, die eine Richtcharakteristik aufweist, gemäß einer Ausführungsform;

Fig. 10a zeigt Verstärkungen von Signalen von Satelliten als Funktion eines Drehwinkels einer Antenne, die eine Richtcharakteristik aufweist, gemäß einer Ausführungsform;

- 5 Fig. 10b zeigt Verstärkungen von Signalen von Satelliten als Funktion eines Drehwinkels einer Antenne, die eine Richtcharakteristik aufweist, gemäß einer Ausführungsform; und

Fig. 11 zeigt eine schematische Darstellung eines Verfahrens zum Bestimmen einer Orientierung eines Fahrzeugs gemäß einer Ausführungsform.

10

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

In der folgenden ausführlichen Beschreibung wird auf die beiliegenden Zeichnungen Bezug genommen, die einen Teil hiervon bilden und in denen als Veranschaulichung spezifische
15 Ausführungsformen gezeigt sind, in denen die Erfindung ausgeführt werden kann. Es versteht sich, dass auch andere Ausführungsformen genutzt und strukturelle oder logische Änderungen vorgenommen werden können, ohne von dem Konzept der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Die folgende ausführliche Beschreibung ist deshalb nicht in einem beschränkenden Sinne zu verstehen. Ferner versteht es sich, dass die Merkmale der
20 verschiedenen hierin beschriebenen Ausführungsbeispiele miteinander kombiniert werden können, sofern nicht spezifisch etwas anderes angegeben ist.

Die Aspekte und Ausführungsformen werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, wobei gleiche Bezugszeichen sich im Allgemeinen auf gleiche Elemente
25 beziehen. In der folgenden Beschreibung werden zu Erläuterungszwecken zahlreiche spezifische Details dargelegt, um ein eingehendes Verständnis von einem oder mehreren Aspekten der Erfindung zu vermitteln. Für einen Fachmann kann es jedoch offensichtlich sein, dass ein oder mehrere Aspekte oder Ausführungsformen mit einem geringeren Grad der spezifischen Details ausgeführt werden können. In anderen Fällen werden bekannte
30 Strukturen und Elemente in schematischer Form dargestellt, um das Beschreiben von einem oder mehreren Aspekten oder Ausführungsformen zu erleichtern. Es versteht sich, dass andere Ausführungsformen genutzt und strukturelle oder logische Änderungen vorgenommen werden können, ohne von dem Konzept der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

35

Wenngleich ein bestimmtes Merkmal oder ein bestimmter Aspekt einer Ausführungsform bezüglich nur einer von mehreren Implementierungen offenbart worden sein mag, kann

außerdem ein derartiges Merkmal oder ein derartiger Aspekt mit einem oder mehreren anderen Merkmalen oder Aspekten der anderen Implementierungen kombiniert werden, wie für eine gegebene oder bestimmte Anwendung erwünscht und vorteilhaft sein kann. Weiterhin sollen in dem Ausmaß, in dem die Ausdrücke „enthalten“, „haben“, „mit“ oder andere Varianten davon entweder in der ausführlichen Beschreibung oder den Ansprüchen verwendet werden, solche Ausdrücke auf eine Weise ähnlich dem Ausdruck „umfassen“ einschließend sein. Die Ausdrücke „gekoppelt“ und „verbunden“ können zusammen mit Ableitungen davon verwendet worden sein. Es versteht sich, dass derartige Ausdrücke dazu verwendet werden, um anzugeben, dass zwei Elemente unabhängig davon miteinander kooperieren oder interagieren, ob sie in direktem physischem oder elektrischem Kontakt stehen oder nicht in direktem Kontakt miteinander stehen. Außerdem ist der Ausdruck „beispielhaft“ lediglich als ein Beispiel aufzufassen anstatt der Bezeichnung für das Beste oder Optimale. Die folgende Beschreibung ist deshalb nicht in einem einschränkenden Sinne zu verstehen.

Fig. 1 zeigt ein schematisches Antennendiagramm eines GPS-Empfängers mit optimaler Signalempfindlichkeit.

Fig. 2 zeigt ein schematisches Antennendiagramm eines GPS-Empfängers mit optimaler Signalempfindlichkeit.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung 300 zum Bestimmen einer Orientierung eines Fahrzeugs 402 gemäß einer Ausführungsform. Die Vorrichtung 300 umfasst einen Empfänger 302 mit einer Antenne 304, wobei die Antenne 304 eine Richtcharakteristik 304a aufweist, wobei der Empfänger 302 ausgebildet ist, mittels der Antenne 304 eine Mehrzahl von Signalen von einer Mehrzahl von Signalquellen zu empfangen, und einen Prozessor 306, welcher ausgebildet ist, eine Mehrzahl von Empfangsfeldstärken der Mehrzahl von Signalen zu bestimmen, wobei jedem Signal eine Empfangsfeldstärke zugeordnet ist, und die Orientierung des Fahrzeugs 402 auf der Basis der Mehrzahl von Empfangsfeldstärken und der Richtcharakteristik 304a der Antenne 304 zu bestimmen.

Gemäß einer Ausführungsform sind die Signalquellen Satelliten 404, 406.

Weiterhin wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass keine zusätzlichen Sensoren, beispielsweise Inertialsensoren, benötigt werden, um die Orientierung des Fahrzeugs 402 zu bestimmen. Außerdem wird keine Eigenbewegung des Fahrzeugs 402 benötigt, um dessen

Orientierung zu bestimmen, da diese anhand der Satellitenpositionen unabhängig von einer Fahrzeugbewegung, also auch im Stillstand, bestimmt werden kann. Weiterhin ist die Bestimmung der Orientierung des Fahrzeugs 402 störungsempfindlich auf Unstimmigkeiten (durch Hebelarm und Ausrichtung) von Bewegungsmodellen. Dadurch ist die Bestimmung der Orientierung des Fahrzeugs von Störeffekten wie Schwimmwinkel und/oder Rückwärtsfahrt entkoppelt, die bei der Bestimmung der Orientierung des Fahrzeugs beispielsweise durch sogenannte GNSS-Traces auftreten können.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer Anordnung 400 mit einer Vorrichtung 300 zum Bestimmen einer Orientierung eines Fahrzeugs 402 gemäß einer Ausführungsform. Gemäß dieser Ausführungsform der Anordnung 400 umfassen die Signalquellen die Satelliten 404 und 406, deren Signale von der Antenne 304 empfangen werden. Die Antenne 304 weist die Richtcharakteristik 304a auf und ist in dem Fahrzeug 402 zusammen mit dem Prozessor 306 angebracht. Gemäß einer Ausführungsform ist der Prozessor 306 ausgebildet, eine geographische Position des Satelliten 406 auf der Basis der empfangenen Signale zu bestimmen, eine geographische Position des Fahrzeugs 402 anhand der Signalen der Satelliten 404 und 406 zu bestimmen, und die Orientierung des Fahrzeugs 402 anhand einer Differenz zwischen der geographischen Position des Fahrzeugs 402 und der geographischen Position des Satelliten 406 zu bestimmen.

Fig. 5 und 6 zeigen Antennendiagramme einer Antenne 304, die eine Richtcharakteristik 304a aufweist, gemäß einer Ausführungsform. Gemäß dieser Ausführungsform bezieht sich die Richtcharakteristik 304a auf die Antennenausrichtung (z. B. Fahrtrichtung oder Orientierung des Fahrzeugs 402), nicht auf die geodätische Ausrichtung.

Satelliten-Signale, die aus der Vorzugsrichtung der Antenne 304 empfangen werden haben dabei eine besonders hohe Empfangsfeldstärke bzw. Signal-Rausch-Verhältnis (SNR), während Signale von Satelliten 404, 406 aus anderen Richtungen stärker gedämpft werden. Würde sich die Antenne 304 dabei um die eigene Achse drehen, würde für jedes Signal von Satelliten 404, 406 ein entsprechender Peak in der Empfangsfeldstärke vorhanden sein, wenn die Keule der Antenne 304 zum Satelliten 404, 406 zeigt. Da die Positionen der Satelliten 404, 406 GPS-seitig bekannt sind, bei jedem Peak kann rückgeschlossen werden, in welche Richtung die Antenne 304 und damit das Fahrzeug 402 gerade zeigt. Eventuelle Nebenpeaks (positive Peaks entsprechen weiteren Keulen und negative Peaks entsprechen verstärkten Dämpfungen) können die Auflösung und Stabilität dabei erhöhen.

Weiterhin ist ein Antennen-Kompass einsetzbar, sobald sich die Vorrichtung 300 mit der Antenne 304 innerhalb kurzer Zeit (in der die Umwelt- oder Randbedingungen gleich geblieben sind) einmal um die eigene Achse gedreht hat, oder zumindest eine hinreichend große Teildrehung stattgefunden hat, damit die Antenne 304 auf mindestens ein Signal eines Satelliten 404, 406 gerichtet war. Dieser Kalibriervorgang ist ähnlich dem Einschwingverhalten eines Kreiselkompasses. Dabei kann sich die Antenne 304 nicht nur auf der Stelle drehen, sondern kann auch während einer Kreisfahrt, oder einem entsprechendem Rundkurs einer typischen Autofahrt kalibriert werden. Fortan kann die Antenne 304 auch als GNSS-Kompass oder Drehratesensor verwendet werden.

10

Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung einer Drehung einer Antenne 304, die eine Richtcharakteristik 304a aufweist, und deren Antennendiagramm gemäß einer Ausführungsform.

15 Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung einer Anordnung von Satelliten und einer Antenne 304 gemäß einer Ausführungsform.

Fig. 9 zeigt Empfangsfeldstärken von Signalen von Satelliten als Funktion eines Drehwinkels einer Antenne 304, die eine Richtcharakteristik 304a aufweist, gemäß einer Ausführungsform. Fig. 9 zeigt insbesondere wie sich die Empfangsfeldstärke eines Signals eines Satelliten, das von der Antenne 304 empfangen wird, in Abhängigkeit eines Drehwinkels der Antenne 304 (siehe Fig. 7) ändert. Je ausgeprägter die Richtcharakteristik 304a der Antenne 304 ist (mehr Keulen, breitere Keulen oder weniger symmetrische Keulen), desto genauer kann die Ausrichtung der Antenne 304 (und damit die Orientierung des Fahrzeugs 402) anhand der sich überlagernden Signaldämpfungen abgeschätzt werden (siehe Fig. 10a und Fig. 10b). Dabei können neben einer Hauptkeule mehrere zusätzliche Nebenkeulen unterschiedlicher Dämpfung genutzt werden, um die Anzahl der blinden Flecken aus Fig. 9 zu unterscheiden, damit eine genaue Auflösung wie in Fig. 10b vorliegt. Eine denkbare Ausprägungsform der Antenne 304 wäre sternförmig, wobei die einzelnen Keulen bevorzugt asymmetrisch sind, um Haupt- und Neben-Maxima der Empfangsfeldstärke differenzieren zu können und dadurch eindeutige Aussagen über die Ausrichtung der Antenne 304 treffen zu können.

35 Weiterhin können tiefstehende Satelliten mit einer niedrigen Elevation zur Positionsbestimmung mittels GNSS-Signale ausgeblendet werden und von der Antennencharakteristik stark gedämpft werden, da diese stark gestört (z.B. durch Mehrwegeeffekte und/oder Atmosphäreneinflüsse) und damit weniger genau sein können.

Allerdings kann dieser Effekt auf die gleiche Art wie oben beschrieben zunutze gemacht werden, um eine 3D Orientierung des Fahrzeugs zu ermitteln, wenn ab einer vorbestimmten Empfangsrichtung der Antenne 304, z.B. in einer Schräglage, die Dämpfung überproportional zu nimmt, was auf die Antennencharakteristik zurückzuführen ist, die sich mit dem Fahrzeug 402 geneigt sein kann und dadurch die Empfangseigenschaften verändern kann.

Fig. 10a zeigt Verstärkungen von Signalen von Satelliten als Funktion eines Drehwinkels einer Antenne 304, die eine Richtcharakteristik 304a aufweist, gemäß einer Ausführungsform. Beispielsweise kann die Orientierung des Fahrzeugs 402 bestimmt werden, wenn eine vorbestimmte Empfangskeule der Antenne 304 auf einen bestimmten Satelliten, z.B. Sat1 in Fig.10a, gerichtet ist und dabei die Empfangsfeldstärke oder Verstärkung des Signals des Satelliten in Abhängigkeit von einem Drehwinkel der Antenne 304 entsprechend variiert.

Fig. 10b zeigt Verstärkungen von Signalen von Satelliten als Funktion eines Drehwinkels einer Antenne 304, die eine Richtcharakteristik 304a aufweist, gemäß einer Ausführungsform. Gemäß dieser Ausführungsform kann die Orientierung des Fahrzeugs 402 mit hoher Genauigkeit anhand von Verstärkungsverläufen von mehreren unterschiedlichen Satellitensignalen bestimmt werden, wenn mehrere Signalen von Satelliten (z.B. Sat1, Sat4, Sat7) in unterschiedlichen Richtungen von der Antenne 304 empfangen werden, wobei die Richtcharakteristik der Antenne 304 mehrere vorbestimmte Empfangskeulen aufweist.

Fig. 11 zeigt eine schematische Darstellung eines Verfahrens 1100 zum Bestimmen einer Orientierung eines Fahrzeugs 402 gemäß einer Ausführungsform. Das Verfahren 1100 umfasst die folgenden Schritte: Empfangen 1102 einer Mehrzahl von Signalen von einer Mehrzahl von Signalquellen mit einem Empfänger 302, welcher eine Antenne 304 umfasst, wobei die Antenne 304 eine Richtcharakteristik 304a aufweist, Bestimmen 1104 einer Mehrzahl von Empfangsfeldstärken der Mehrzahl von Signalen, wobei jedem Signal eine Empfangsfeldstärke zugeordnet ist, und Bestimmen 1106 der Orientierung des Fahrzeugs 402 auf der Basis der Mehrzahl von Empfangsfeldstärken und der Richtcharakteristik 403a der Antenne 403.

BEZUGSZEICHENLISTE

	300	Vorrichtung
	302	Empfänger
5	304	Antenne
	304a	Richtcharakteristik
	306	Prozessor
	400	Anordnung
10	402	Fahrzeug
	404	Satellit
	406	Satellit
	1100	Verfahren
15	1102	Empfangen
	1104	Bestimmen
	1106	Bestimmen

PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Vorrichtung (300) zum Bestimmen einer Orientierung eines Fahrzeugs (402), mit:
- einem Empfänger (302) mit einer Antenne (304), wobei die Antenne (304) eine
Richtcharakteristik (304a) aufweist, wobei der Empfänger (302) ausgebildet ist, mittels der
Antenne (304) eine Mehrzahl von Signalen von einer Mehrzahl von Signalquellen zu
10 empfangen; und
- einem Prozessor (306), welcher ausgebildet ist, eine Mehrzahl von Empfangsfeldstärken der
Mehrzahl von Signalen zu bestimmen, wobei jedem Signal eine Empfangsfeldstärke
zugeordnet ist, und die Orientierung des Fahrzeugs (402) auf der Basis der Mehrzahl von
15 Empfangsfeldstärken und der Richtcharakteristik (304a) der Antenne (304) zu bestimmen.
2. Vorrichtung (300) nach Anspruch 1, wobei die Signalquellen eine Mehrzahl von
Satelliten (404, 406) umfassen, und wobei der Empfänger (302) ausgebildet ist, eine
geographische Position des Fahrzeugs (402) anhand der Signale der Mehrzahl von
20 Satelliten (404, 406) zu bestimmen.
3. Vorrichtung (300) nach Anspruch 2, wobei der Prozessor (306) ferner ausgebildet ist,
eine geographische Position eines Satelliten (406) der Mehrzahl von Satelliten (404, 406) auf
der Basis der Signale von der Mehrzahl von Satelliten (404, 406) zu bestimmen, und die
25 Orientierung des Fahrzeugs (402) auf der Basis der geographischen Position des Fahrzeugs
(402) und der geographischen Position des Satelliten (406) zu bestimmen.
4. Vorrichtung (300) nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Empfänger (302) einen
NAVSTAR GPS-, einen GLONASS-, einen GALILEO-, oder einen BEIDOU-
30 Satellitennavigationsempfänger umfasst.
5. Vorrichtung (300) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung
(300) ferner einen Speicher umfasst, welcher geographische Positionskoordinaten der
Signalquellen umfasst.
- 35 6. Vorrichtung (300) nach Anspruch 5, wobei der Prozessor (306) ferner ausgebildet ist,
die geographischen Positionskoordinaten der Signalquellen abzurufen und die Orientierung

des Fahrzeugs (402) auf der Basis der geographischen Positionskordinaten der Signalquellen zu bestimmen.

7. Vorrichtung (300) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die
5 Richtcharakteristik (304a) der Antenne (304) eine Mehrzahl von Hauptkeulen, Nebenkeulen und/oder Rückkeulen anzeigt, und wobei der Prozessor (306) ausgebildet ist, die Orientierung des Fahrzeugs (402) auf der Basis der Hauptkeulen, Nebenkeulen und/oder Rückkeulen zu bestimmen.
- 10 8. Vorrichtung (300) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Prozessor (306) ferner ausgebildet ist, eine Drehrate des Fahrzeugs (402) auf der Basis einer Änderung der Orientierung des Fahrzeugs (402) zu bestimmen.
- 15 9. Vorrichtung (300) nach Anspruch 8, wobei der Prozessor (306) ferner ausgebildet ist, einen Hebelarm als Abstand zwischen der Antenne (304) und dem Rotationszentrum des Fahrzeugs (402) anhand der Drehrate des Fahrzeugs (402) zu bestimmen.
- 20 10. Vorrichtung (300) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Prozessor (306) ferner ausgebildet ist, die Richtcharakteristik (304a) anhand mindestens eines empfangenen Signales während einer Kreisfahrt des Fahrzeugs (402) zu bestimmen.
- 25 11. Vorrichtung (300) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Prozessor (306) ausgebildet ist, eine 2D- und/oder 3D-Orientierung des Fahrzeugs (402) zu bestimmen.
- 30 12. Vorrichtung (300) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Antenne (304) eine Richtantenne ist, die eine bevorzugte Empfangsrichtung aufweist.
13. Vorrichtung (300) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Empfänger (302) ferner eine weitere Antenne mit einer weiteren Richtcharakteristik umfasst, und wobei der Prozessor (306) ferner ausgebildet ist, die Orientierung des Fahrzeugs (402) auf der Basis der weiteren Richtcharakteristik zu bestimmen.
- 35 14. Verfahren (1100) zum Bestimmen einer Orientierung eines Fahrzeugs (402), mit:

Empfangen (1102) einer Mehrzahl von Signalen von einer Mehrzahl von Signalquellen mit einem Empfänger (302), welcher eine Antenne (304) umfasst, wobei die Antenne (304) eine Richtcharakteristik (304a) aufweist;

- 5 Bestimmen (1104) einer Mehrzahl von Empfangsfeldstärken der Mehrzahl von Signalen, wobei jedem Signal eine Empfangsfeldstärke zugeordnet ist; und

Bestimmen (1106) der Orientierung des Fahrzeugs (402) auf der Basis der Mehrzahl von Empfangsfeldstärken und der Richtcharakteristik (304a) der Antenne (304).

10

15. Computerprogramm mit einem Programmcode zum Ausführen des Verfahrens (1100) nach Anspruch 14, wenn der Programmcode auf einem Computer ausgeführt wird.

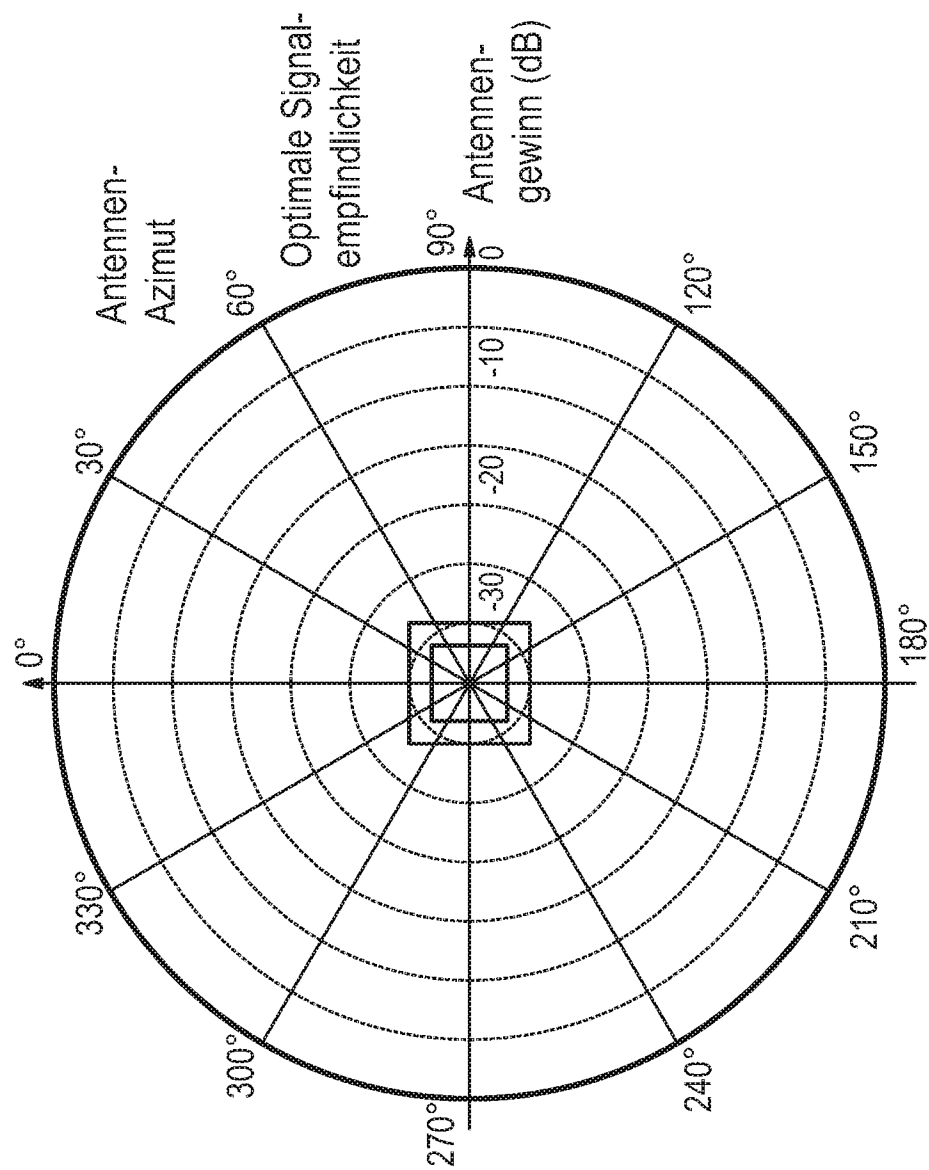


Fig. 1

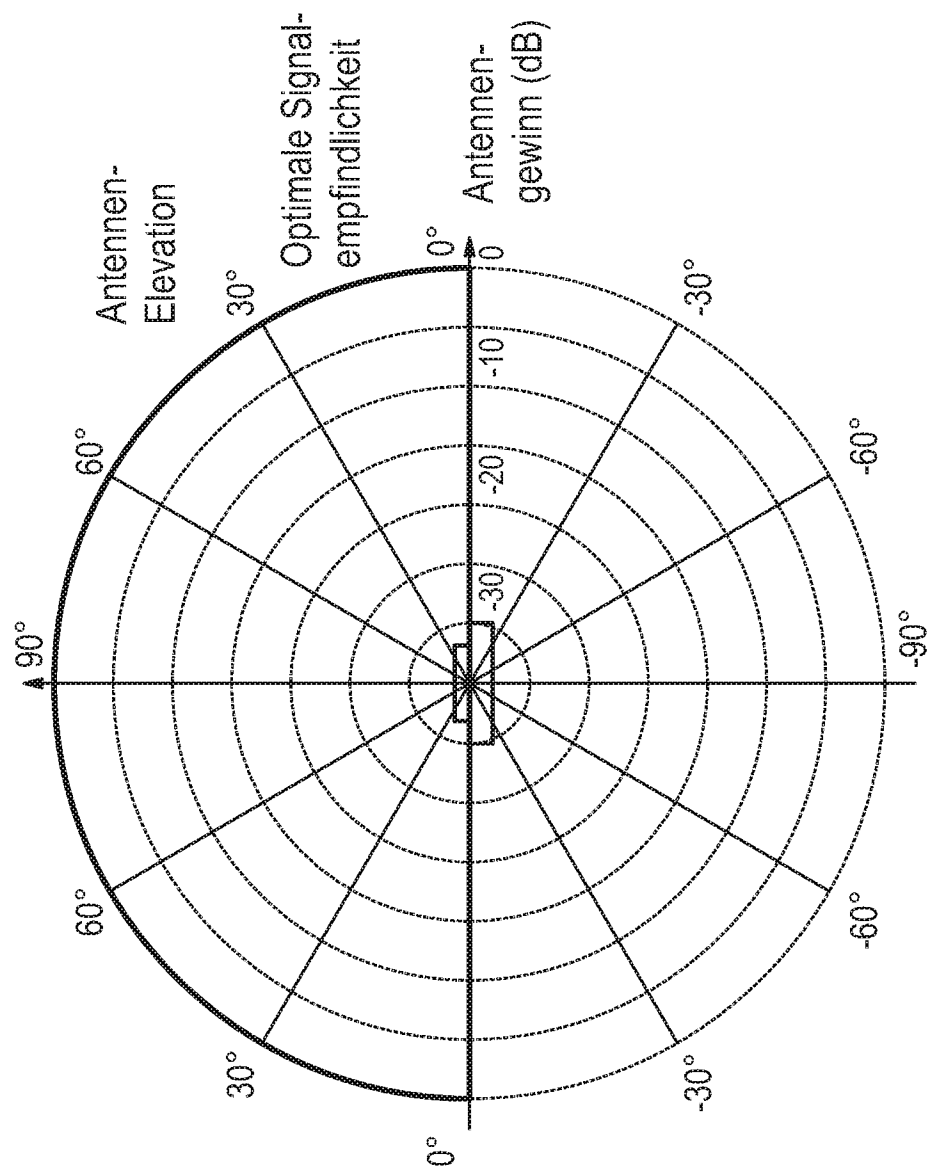


Fig. 2

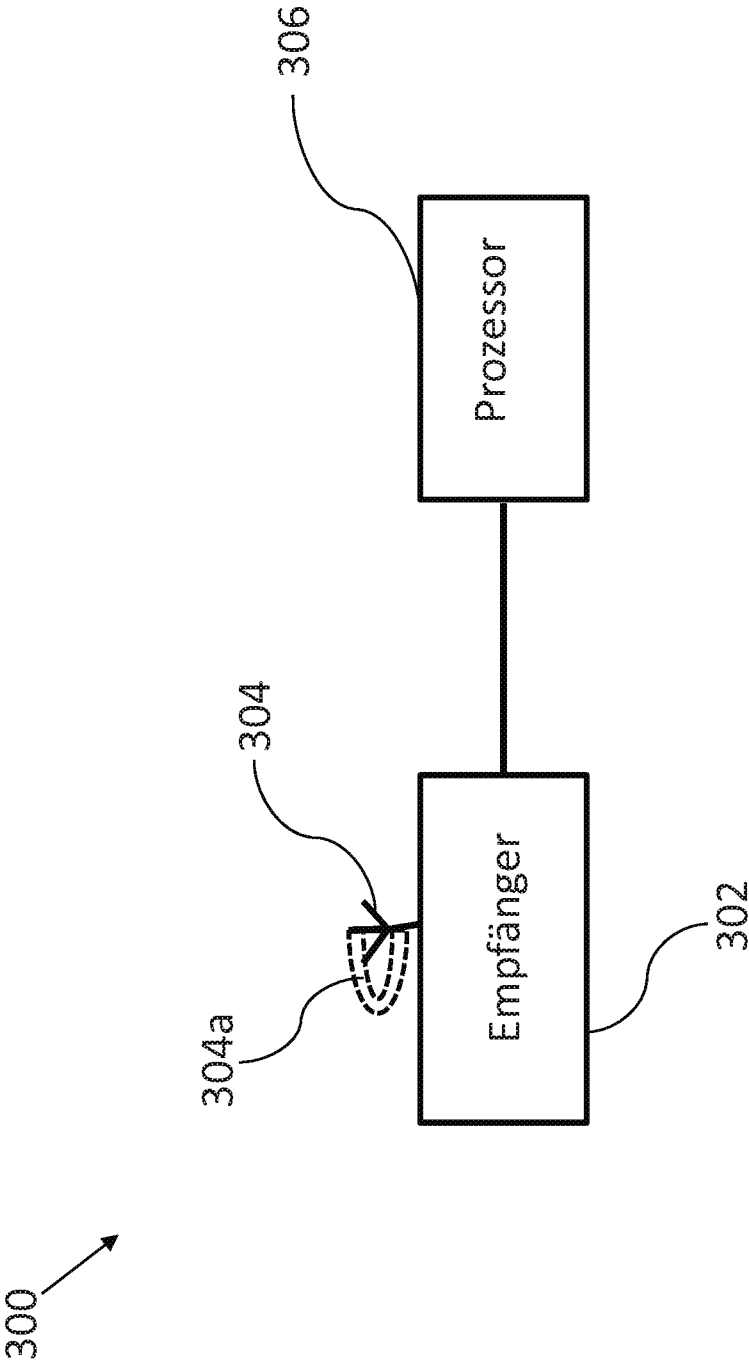


Fig. 3

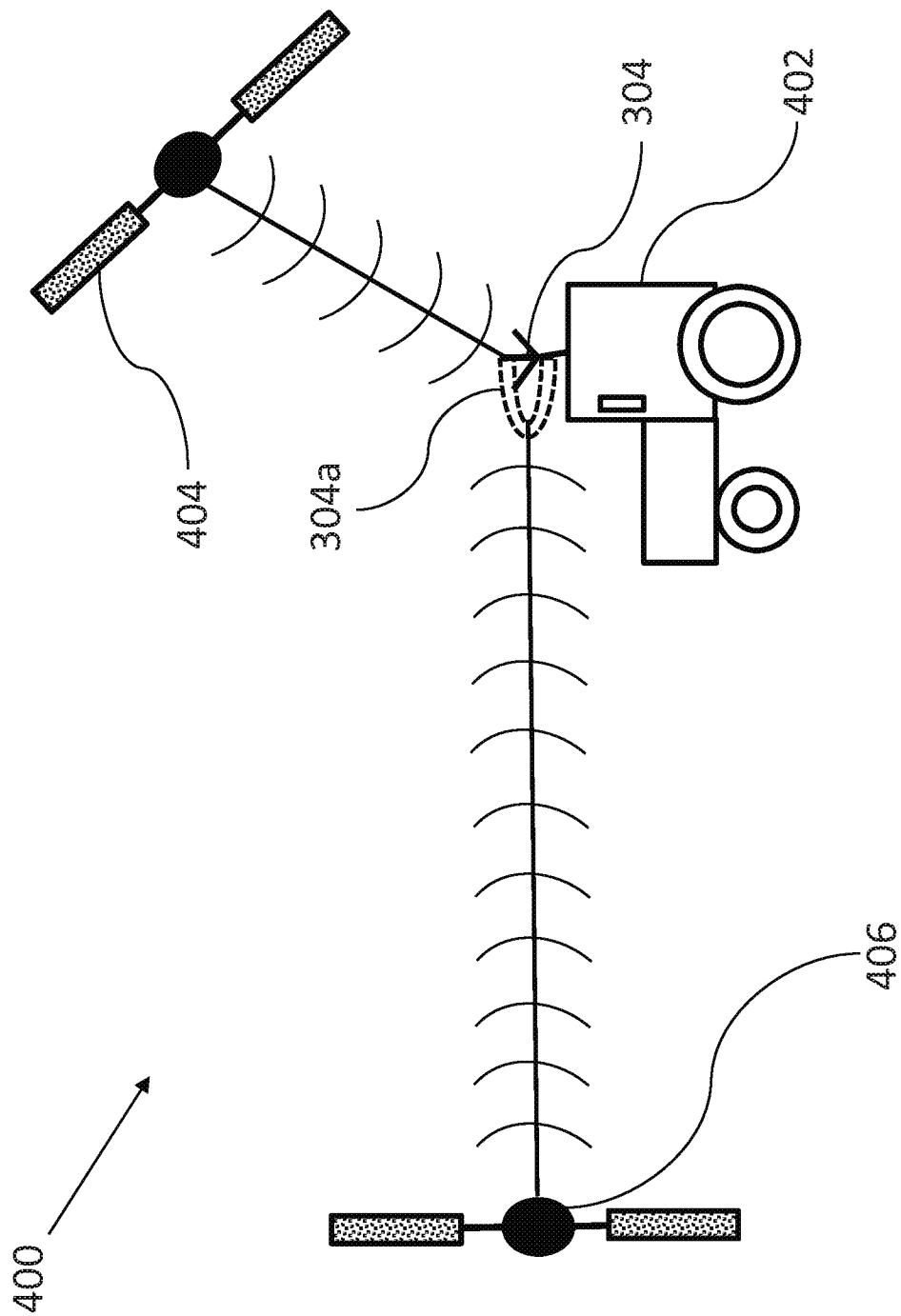


Fig. 4

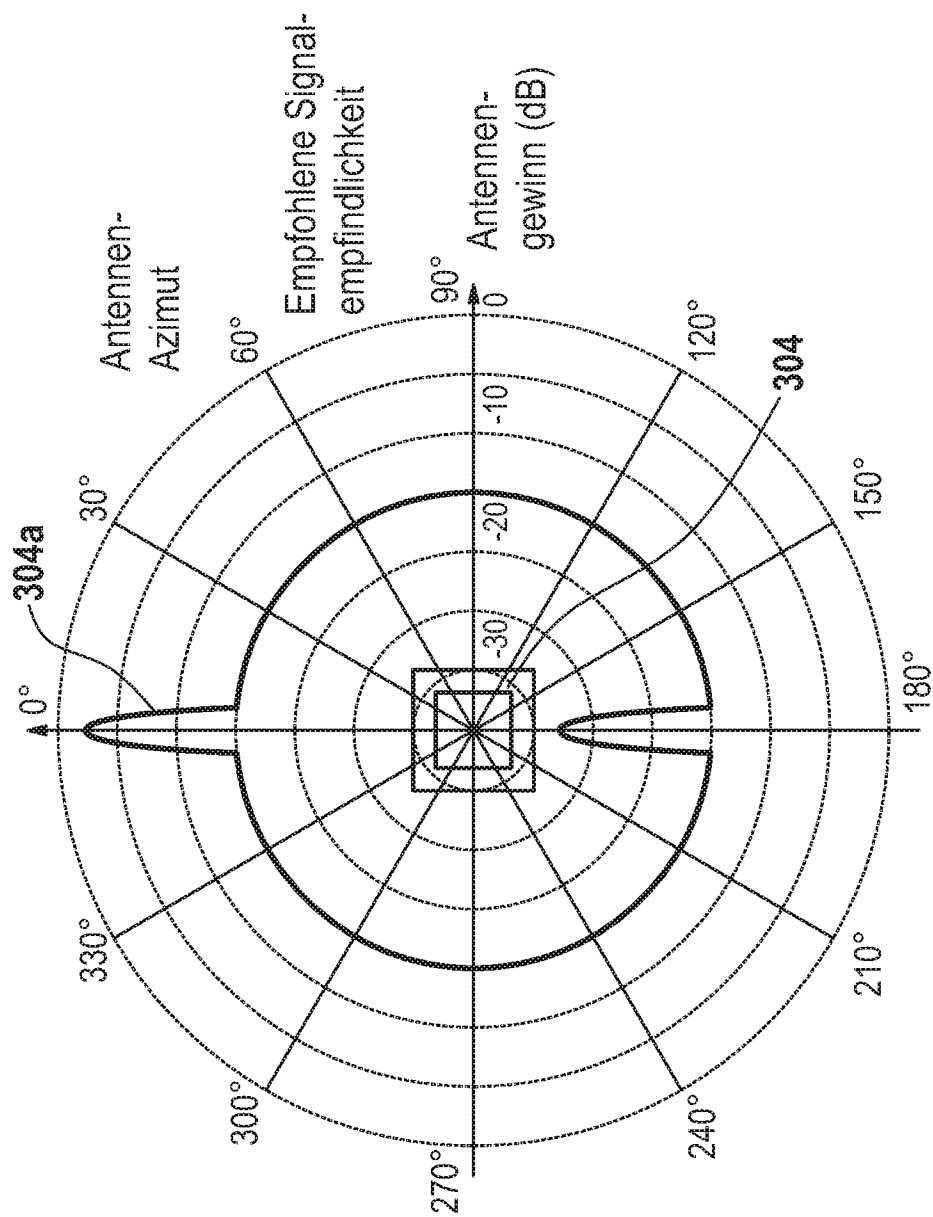


Fig. 5

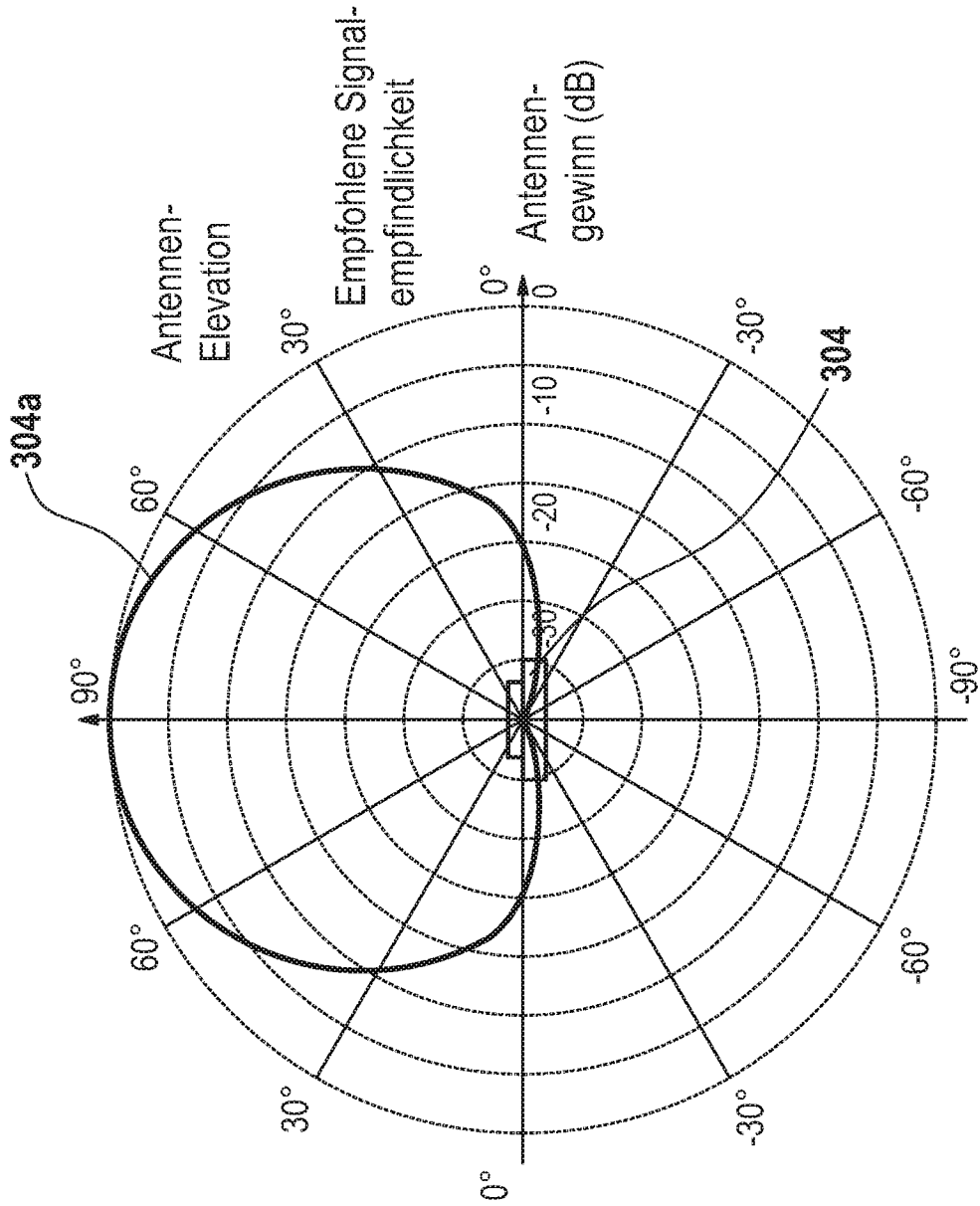


Fig. 6

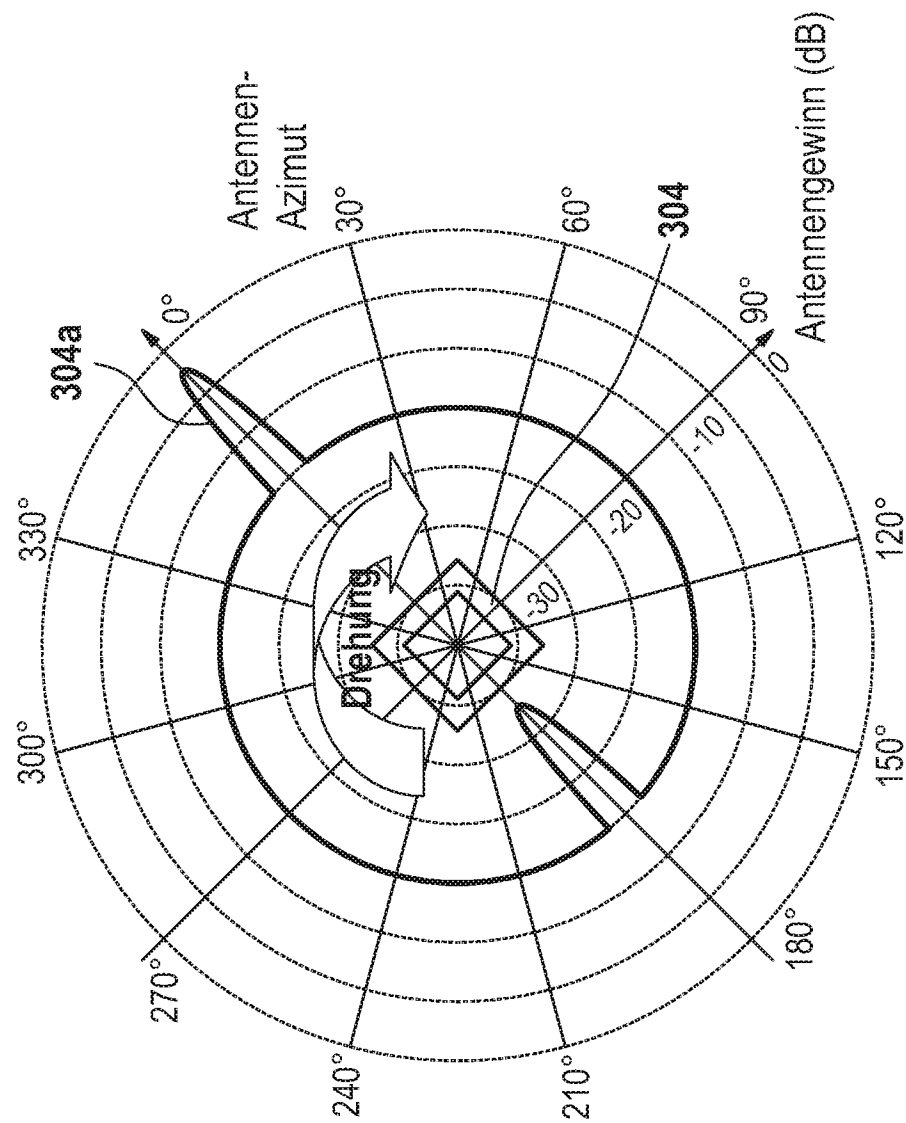


Fig. 7

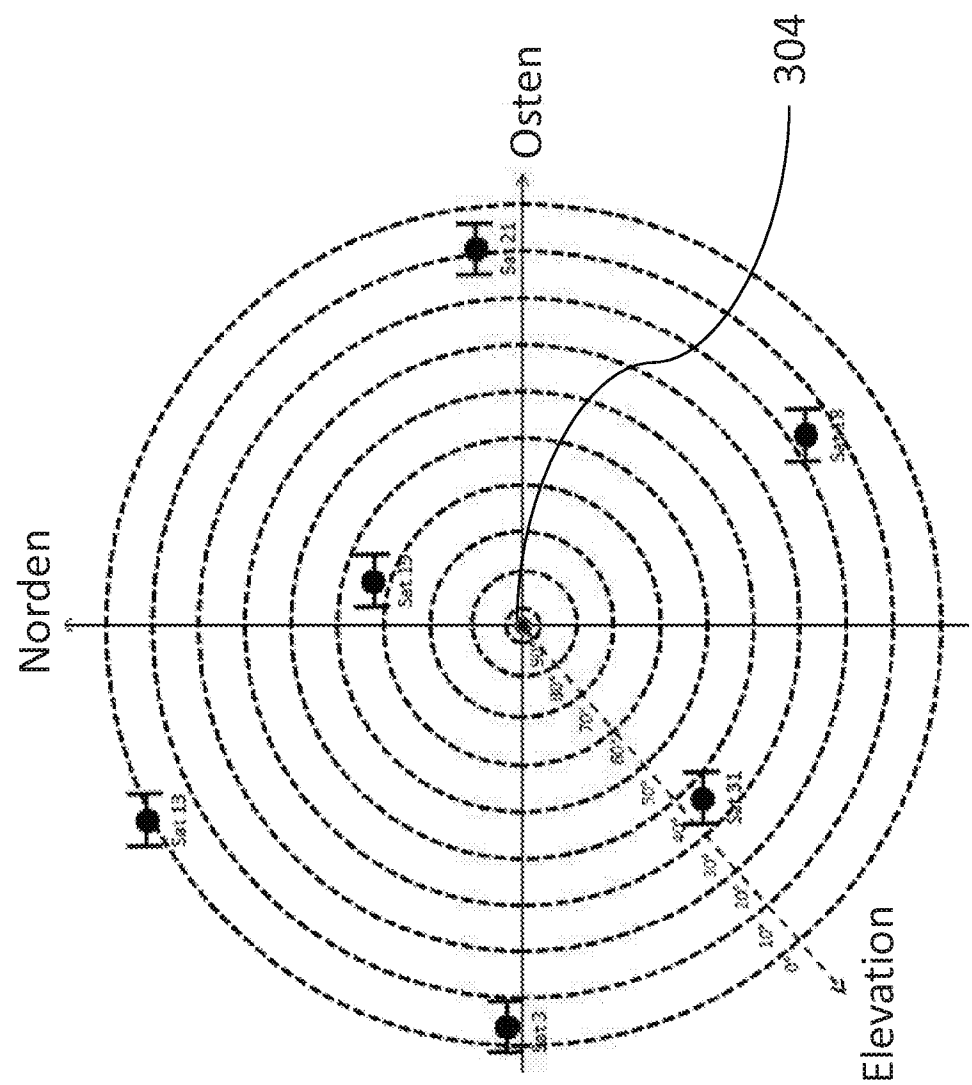


Fig. 8

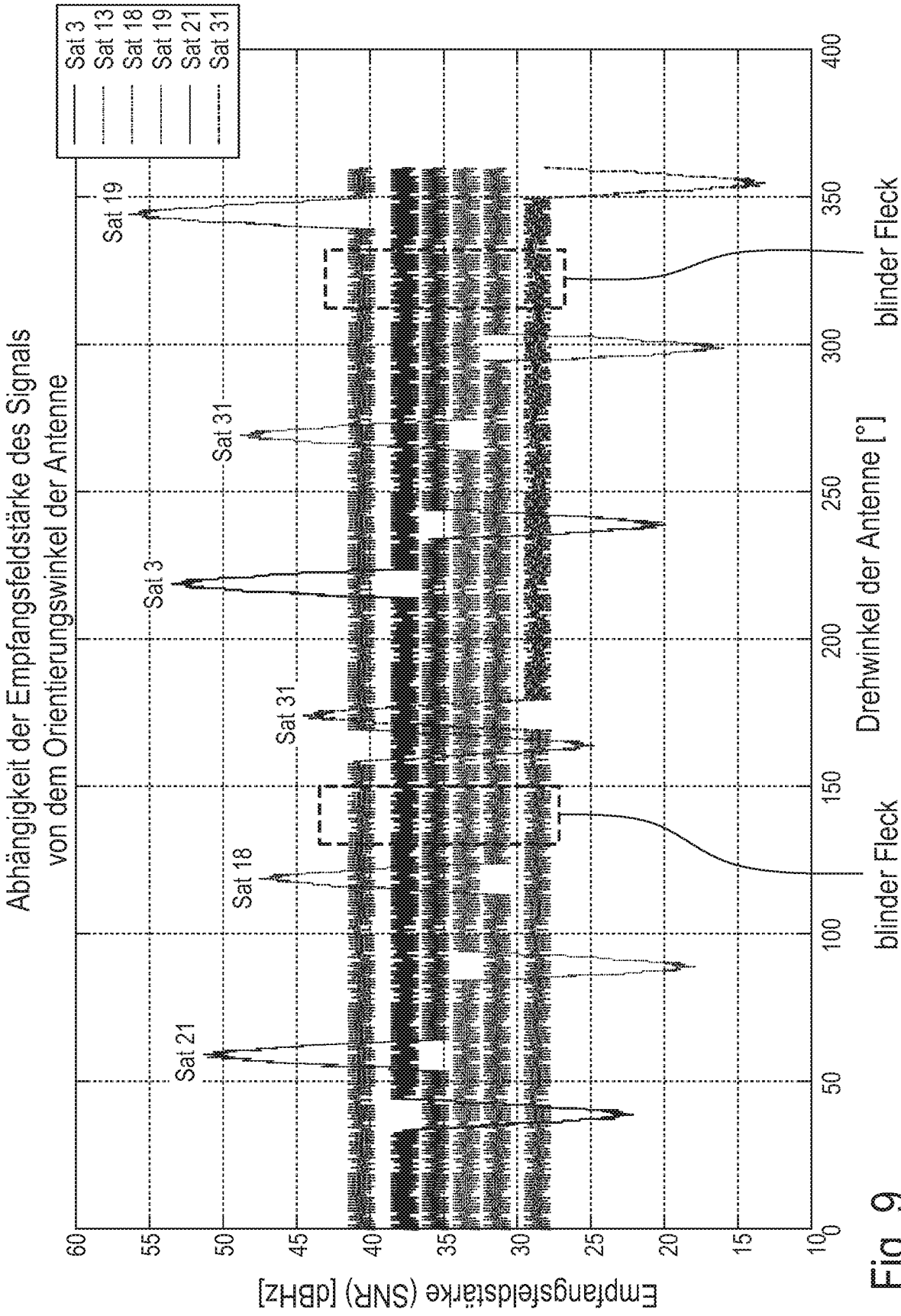


Fig. 9

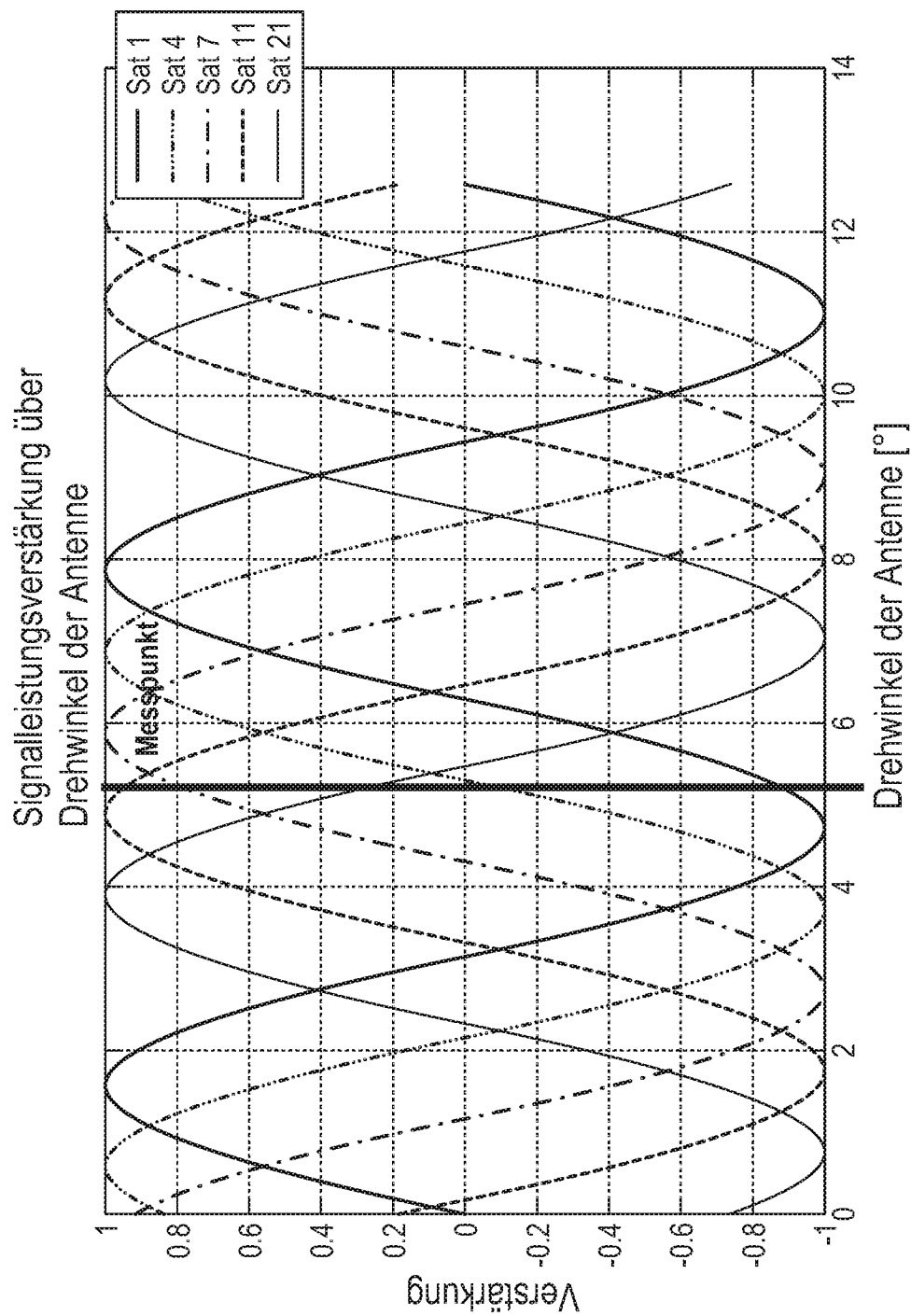


Fig. 10a

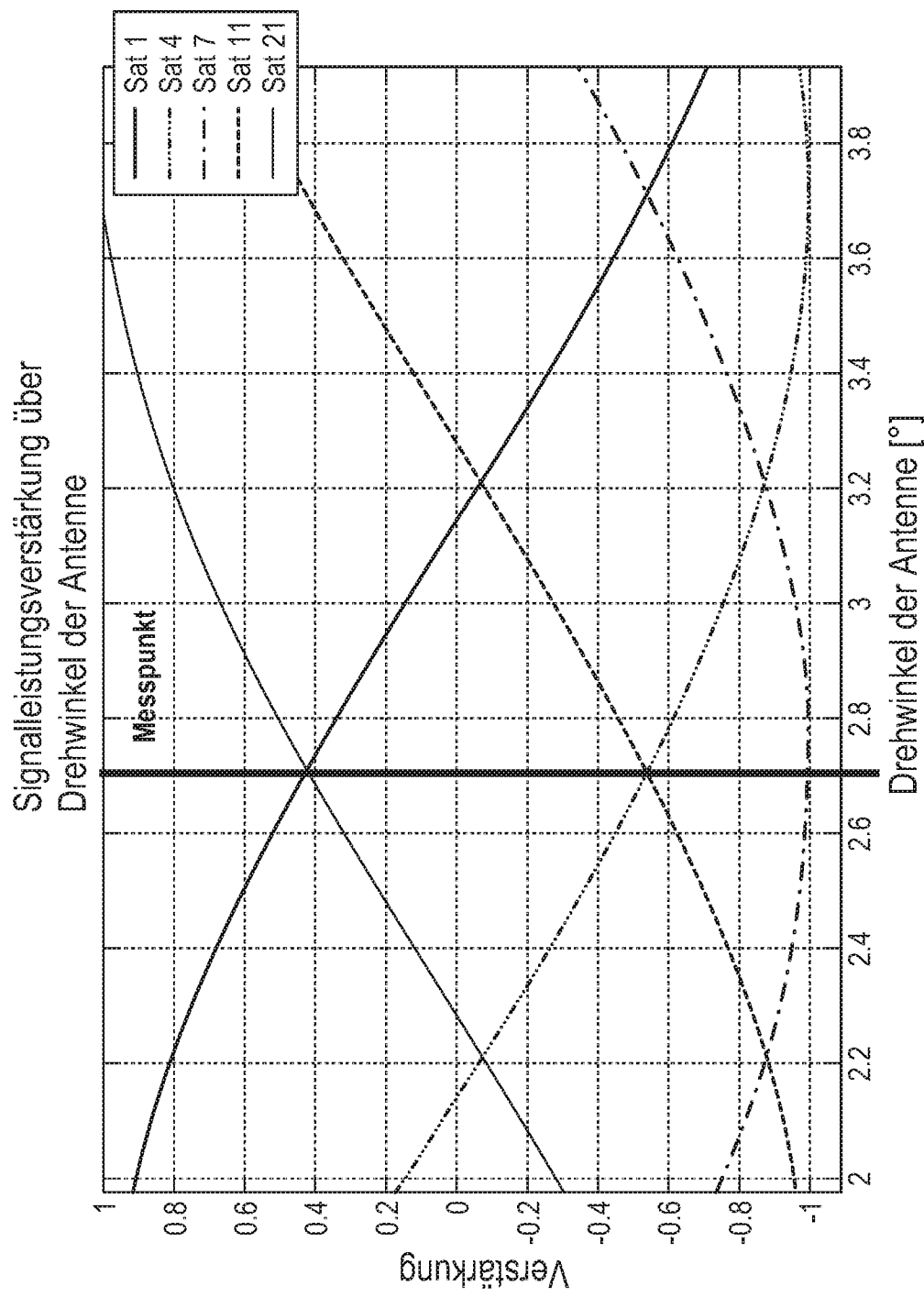


Fig. 10b

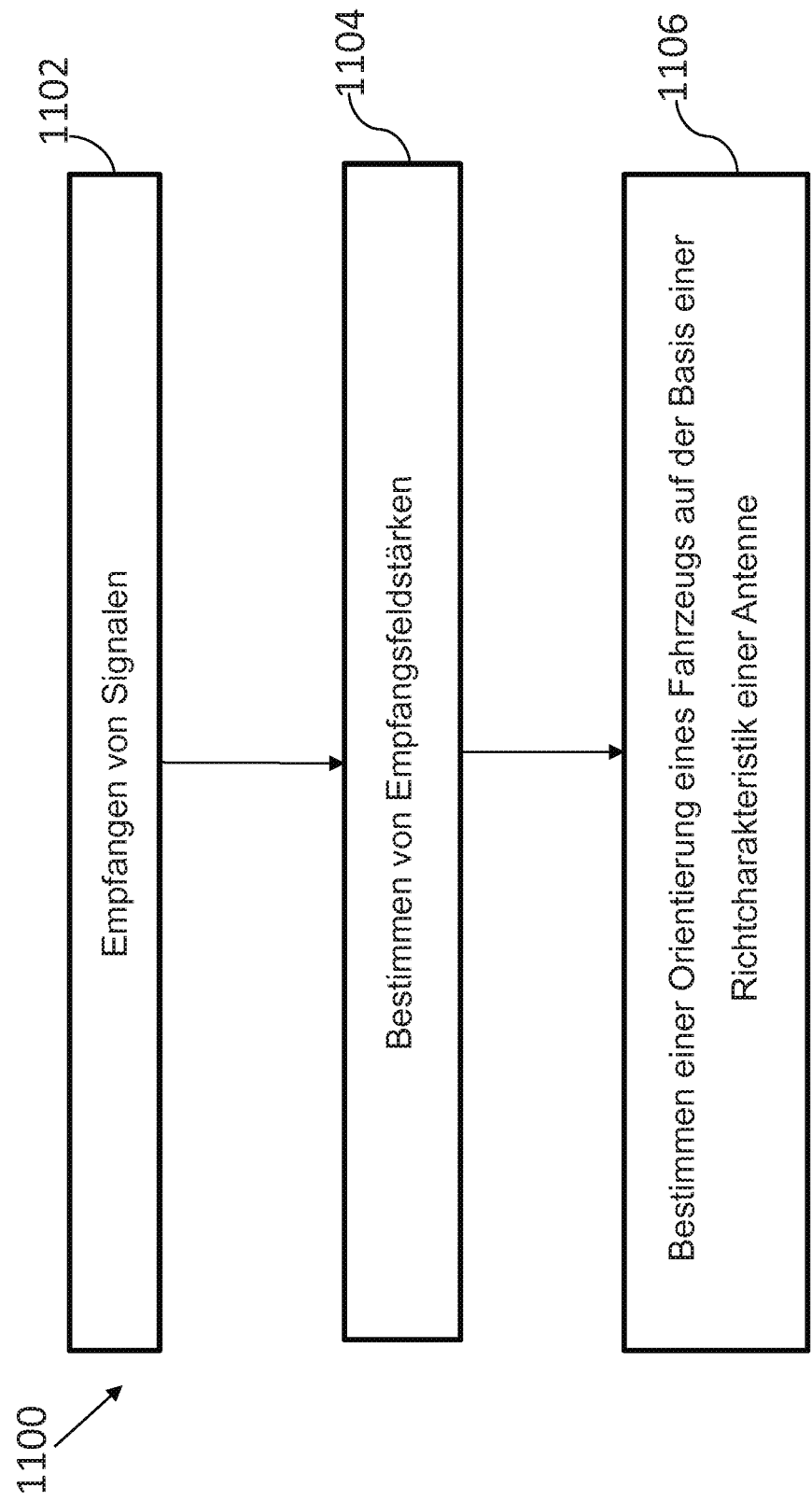


Fig. 11