

(19)



(11)

EP 4 151 585 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.03.2023 Patentblatt 2023/12

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B66F 9/06 (2006.01) B66F 9/075 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22188448.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B66F 9/063; B66F 9/0755; B66F 9/07568

(22) Anmeldetag: **03.08.2022**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **SICK AG**
79183 Waldkirch (DE)

(72) Erfinder:
• **Moddemann, Jörg**
79132 Emmendingen (DE)
• **Mayr, Markus**
79199 Kirchzarten (DE)
• **Schmitt, Boris**
68490 Chalampé (FR)

(30) Priorität: **20.09.2021 DE 102021124276**

(54) **FAHRERLOSES TRANSPORTFAHRZEUG UND VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR SICHEREN ERKENNUNG EINER FAHRZEUGBEWEGUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein fahrerloses Transportfahrzeug (10) mit wenigstens drei Rädern (12, 14, 16, 18), die als Einzelräder ausgebildet sind. Wenigstens zwei der Räder sind einzeln gelenkt und weisen jeweils eine Lenkvorrichtung auf. Wenigstens ein Teil der Räder ist angetrieben, so dass deren Drehgeschwindigkeiten gesteuert sind. Weiter umfasst das Fahrzeug eine Lenkwinkel-Erfassungsvorrichtung (28) zur Erfassung der

Lenkwinkel (α , β , γ , δ) der wenigstens zwei gelenkten Räder und zur Ausgabe von entsprechenden Lenkwinkelsignalen, sowie eine Auswerteeinheit (32), der die Lenkwinkelsignale zugeführt sind. Die Auswerteeinheit weist eine Plausibilisierungseinheit (34) auf, die eine Plausibilisierung der Lenkwinkelsignale durchführt und bei erfolgloser Plausibilisierung ein Sicherheitssignal ausgibt.

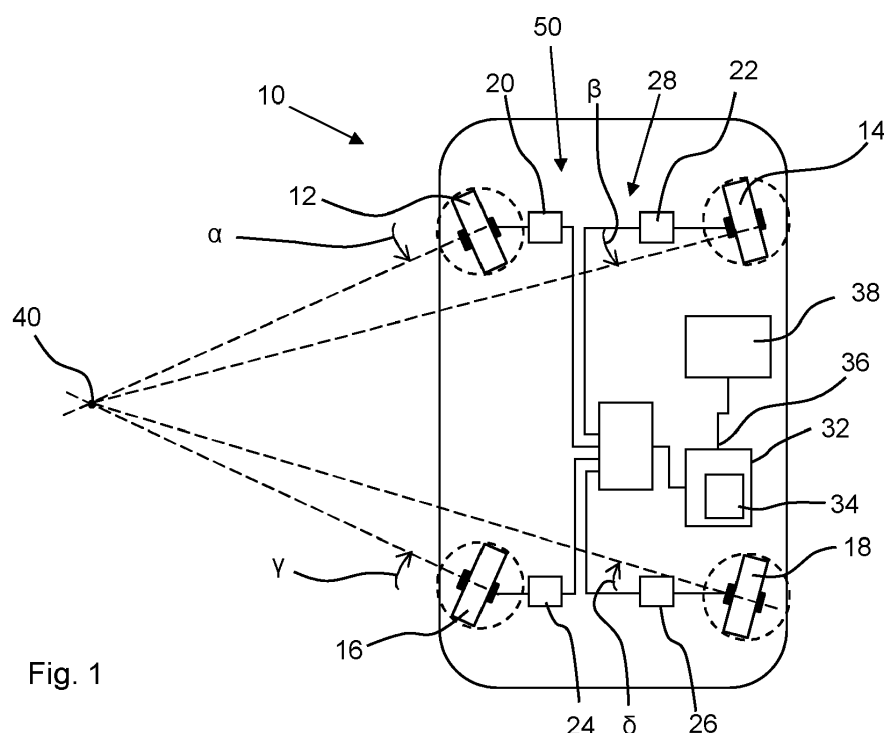


Fig. 1

EP 4 151 585 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein fahrerloses Transportfahrzeug und eine Vorrichtung und ein Verfahren zur sicheren Erkennung einer Fahrzeugbewegung des Fahrzeugs.

[0002] Fahrerlose Transportfahrzeuge (auch AGV, "Automated Guided Vehicle" genannt) werden in industriellen Umgebungen beispielsweise in der Logistik eingesetzt. Sie bewegen sich häufig auf derselben Ebene, auf der sich auch Personen bewegen. Deshalb weisen diese Fahrzeuge Sicherheitsvorrichtungen auf, die aus fahrzeugseitigen Sensoren zur Erkennung von Objekten und einer entsprechenden Auswerteeinheit bestehen. Ein wesentlicher Punkt für diese Sicherheitsvorrichtungen ist es, die Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit des Transportfahrzeuges sicher zu erfassen. Dies erfolgt zum Beispiel über die Erfassung der Bewegung der Einzelräder (auch Odometrie genannt), um abhängig von der Bewegungsrichtung und Bewegungsgeschwindigkeit des Transportfahrzeugs sicher und ohne Kollisionen steuern zu können. Das bedeutet, dass in Kenntnis der Bewegungsrichtung und der Bewegungsgeschwindigkeit zum Beispiel optische Schutzfelder von Sensoren des Fahrzeugs der Bewegung angepasst werden, zum Beispiel in ihrer Orientierung oder Ausdehnung.

[0003] Dies gilt insbesondere für flächenbewegliche Fahrzeuge, welche sich aufgrund ihrer Kinematik in alle Bewegungsrichtungen bewegen können. Die Kinematik zeichnet sich darin aus, dass zumindest für einen Teil der Antriebsräder sowohl der Lenkwinkel und auch deren Drehbewegung gesteuert werden kann.

[0004] Um die Bewegung des Fahrzeuges sicher erfassen zu können, muss auch die Bewegung einer Mindestanzahl der Räder fehlersicher erfasst werden.

[0005] Nach Stand der Technik wird die Bewegung der Mindestanzahl der (Antriebs-) Räder fehlersicher erfasst, entweder mit fehlersicheren Encodern oder durch redundante Encoder pro Rad. Dies gilt zumindest für die Räder, welche unabhängig gesteuert werden können. Räder, welche mit anderen Rädern mechanisch gekoppelt sind (z.B., weil sie auf einer gemeinsamen Achse sind) und sich daher nach festen Verhältnissen bewegen, müssen nicht einzeln sicher erfasst werden.

[0006] Aus der DE 10 2014 211 168 A1 ist ein Fahrzeug bekannt, bei dem zur Verifizierung von Positionsdaten bzw. Geschwindigkeitsdaten die Drehgeschwindigkeiten der Räder paarweise daraufhin überprüft werden, ob sie identisch sind.

[0007] Die DE 10 2012 023 999 A1 beschreibt ein Transportfahrzeug mit drei Rädern, bei dem mittels Plausibilitätsprüfungen Fehler aufgedeckt werden, beispielsweise wenn mit einem Differenzialantrieb längere Zeit über eine bekanntermaßen gerade Strecke gefahren wird und dabei festgestellt wird, dass der eine Antrieb schneller dreht als der andere. Entsprechendes gilt bei Kurven, wenn die Antriebe mit anderen Geschwindigkeiten laufen als für die Kurve zu erwarten wäre.

[0008] Aus der US 20090210113 A1 ist Fahrzeugsteuerungssystem bekannt, wobei bei dem Fahrzeug sämtliche vier Reiter unabhängig voneinander gelenkt sind und das Steuerungssystem dafür Sorge trägt, dass bei Blockierung der Lenkung eines der Räder eine unfallfreie Weiterfahrt bis zum Stillstand möglich ist. Ein ebensolches Steuerungssystem ist aus der US 5402344 bekannt.

[0009] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung eine fehlersichere Vorrichtung zur Erkennung einer Fahrzeugbewegung bereitzustellen, welche zum Beispiel mit einer minimalen Anzahl von Encodern, die nicht fehlersicher sein müssen, dennoch eine fehlersichere Bewegungsbestimmung des Fahrzeugs erlaubt.

[0010] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zur sicheren Erkennung einer Fahrzeugbewegung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 8.

[0011] Ein erfindungsgemäßes Vorrichtung zur sicheren Erkennung einer Fahrzeugbewegung eines fahrerlosen Transportfahrzeug umfasst einen Lenkwinkel-Erfassungsvorrichtung zur Erfassung der Lenkwinkel von wenigstens zwei Rädern eines Fahrzeugs, die als Einzelräder mit jeweils separater Lenkvorrichtung ausgebildet sind und über einen Lenkwinkelsteuerung gelenkt werden. Weiter umfasst die Vorrichtung eine Lenkwinkel-Erfassungsvorrichtung zur Erfassung der Lenkwinkel der wenigstens zwei gelenkten Räder und zur Ausgabe von entsprechenden Lenkwinkelsignalen, sowie eine Auswerteeinheit, der die Lenkwinkelsignale zugeführt sind. Die Auswerteeinheit weist eine Plausibilisierungseinheit auf, die eine Plausibilisierung der Lenkwinkelsignale der wenigstens zwei gelenkten Räder zueinander durchführt und bei erfolgloser Plausibilisierung ein Sicherheitssignal ausgibt.

[0012] Mit 'Einzelräder' ist in diesem Zusammenhang nicht das Gegenteil von Zwillingsräder gemeint, sondern 'Einzelrad' soll heißen, dass ein Rad sich im Wesentlichen unabhängig vom anderen bewegen kann.

[0013] Nach der Erfindung wird die Fehlersicherheit nicht dadurch geschaffen, dass aufwändige, fehlersichere Encoder Lenkwinkelsignale und Drehgeschwindigkeitssignale eines Rades erfassen oder diese Signale durch aufwändige Redundanz von Encodern und dergleichen fehlersicher gemacht werden. Sondern die Fehlersicherheit wird durch geschickte Plausibilisierung von Signalen der Einzelräder zueinander geschaffen, wobei die Signale einfach und ohne großen Aufwand nicht-fehlersicher erfasst werden können. Hierzu wird unterstellt, dass in fehlerfreiem Betrieb die Räder so gesteuert werden, dass es kein bzw. kaum Abrieb der Räder gibt, sei es durch inkonsistente Lenkwinkelstellungen oder Drehgeschwindigkeit. Damit ergibt sich eine Gesetzmäßigkeit der Räder zueinander, welche genutzt werden kann, um die erfasste Bewegung der Einzelräder zu plausibilisieren und somit eine Bewegung des Fahrzeuges fehlersicher zu bestimmen. Ist die Plausibilisierung erfolglos, al-

so entweder die Lenkwinkel nicht plausibel untereinander oder die Bewegung der Räder zueinander nicht plausibel, wird ein Sicherheitssignal ausgegeben. Dies kann beispielsweise einen Stopp des Fahrzeugs initiieren.

[0014] Vorteilhafterweise erfolgt die Plausibilisierung derart, dass geprüft wird, ob bei Kurvenfahrt orthogonal zur Abrollrichtung liegende Achsen durch den Radmittelpunkt der gelenkten Räder sich in einem gemeinsamen Momentanpol treffen und bei gerader Fahrt alle Räder parallel stehen. Das ist insbesondere bei vierrädrigen, fahrerlosen Transportsystemen, bei denen häufig alle Einzelräder gelenkt sind, in einfacher Weise durchführbar.

[0015] Betrachtet man jedes lenkbare Rad als einen Festkörper, der sich in einer Ebene bewegt, so bewegt sich jedes Rad um einen Momentanpol (bei ausschließlich translatorischer Bewegung liegt dieser im Unendlichen). Werden an einem linienbeweglichen Transportfahrzeug zwei kinematische Messgrößen, hier die Lenkwinkelstellungen an den Rädern, erfasst, ist die Bewegung des Fahrzeugs in der Ebene bestimmt und kann durch eine Vorwärtskinematik berechnet werden. Werden nun weitere dieser Größen erfasst, ist die Erfassung überbestimmt, somit redundant und kann zu einer Plausibilisierung der messwerterfassenden und verarbeitenden Systemkomponenten verwendet werden.

[0016] Des Weiteren gibt es Fahrzeuge, welche mögliche Freiheitsgrade der Antriebe für die Fahrzeugbewegung nicht vollständig ausnutzen, sondern bestimmte Symmetrien einhalten. Ein solches Fahrzeug weist wenigstens zwei sowohl angetriebene als auch gelenkte Räder jeweils im gleichen Abstand zu einer zwischen ihnen verlaufenden Symmetrielinie auf. Die Plausibilisierung erfolgt derart, dass der Schnittpunkt der Drehachsen dieser beiden Räder bei einer Kurvenfahrt auf der Symmetrielinie liegen muss.

[0017] In Weiterbildung der Erfindung ist eine Fahrstrecken-Erfassungsvorrichtung vorgesehen, mit der zurückgelegte Fahrstrecken von jeweiligen Rädern erfasst werden. Eine Plausibilisierung erfolgt nun über Vergleich der zurückgelegten Fahrstrecken der verschiedenen Räder. Diese Fahrstrecken sind zum Beispiel in Geradeausfahrt pro Zeiteinheit identisch. In einer Kurvenfahrt legen die äußeren Räder größere Strecken zurück. Die Plausibilisierungseinheit prüft dabei die Verhältnisse von Fahrstrecken verschiedener Räder. Eine solche Plausibilisierung dient der weiteren Erhöhung der Sicherheit. In dem Sonderfall, wenn man äquidistante Zeiteinheiten betrachtet, spricht man auch von Geschwindigkeit und Geschwindigkeitserfassung. Im Sinne dieser Erfindung sind dann ‚Geschwindigkeit‘ und ‚Fahrstrecke‘ quasi als Synonym zu verstehen ist.

[0018] In Weiterbildung der Erfindung ist die Plausibilisierungseinheit ausgebildet für die Plausibilisierungsprüfung Toleranzwerte bezüglich der Lenkwinkel und gegebenenfalls Toleranzwerte bezüglich der Fahrstrecken zu berücksichtigen. Über die Toleranzen lassen sich geringfügige Abweichungen, die in der Realität immer wie-

der auftreten, abfangen.

[0019] Der Lenkwinkel eines gelenkten Rades wird in Weiterbildung der Erfindung über einen Winkelgeber erfasst und/oder in noch einfacherer Weise direkt aus einer Lenkwinkelsteuerung für die Lenkvorrichtung ausgelesen.

[0020] In ähnlicher Weise kann die Fahrstrecken-Erfassungsvorrichtung die von einem Rad zurückgelegte Fahrstrecke über Encoder erfassen und/oder im Falle eines angetriebenen Rades über eine Antriebssteuerung.

[0021] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung im Einzelnen erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 schematische Ansicht auf ein fahrerloses Transportfahrzeug;

Fig. 2 eine Ansicht wie Fig. 1 auf ein weiteres Ausführungsbeispiel eines fahrerlosen Transportfahrzeugs;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Rades.

[0022] Ein erfindungsgemäßes fahrerloses Transportfahrzeug 10 weist wenigstens drei Räder auf, die als Einzelräder ausgebildet sind. In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 sind es vier Einzelräder 12, 14, 16, 18. Wenigstens zwei der Räder 12, 14, 16, 18, nämlich die Räder 12 und 14, sind einzeln gelenkt und weisen jeweils eine Lenkvorrichtung auf. Die Lenkvorrichtung umfasst einen nicht dargestellten Stellmotor zur Einstellung eines Lenkwinkels α , β um eine Längsachse 21 (Fig. 3). Wenigstens ein Teil der Räder, in diesem Ausführungsbeispiel sind es alle Räder 12 bis 18, ist durch mehrere Einzelantriebe 20, 22, 24, 26 angetrieben, so dass die Drehgeschwindigkeiten der angetriebenen Räder gesteuert sind. Weiter umfasst das Fahrzeug 10 eine Lenkwinkel-Erfassungsvorrichtung 28 zur Erfassung der Lenkwinkel α , β , γ , δ der gelenkten Räder 12, 14, 16, 18. Dazu weist die Lenkwinkel-Erfassungsvorrichtung 28 an jedem gelenkten Rad erste Encoder 30 (Fig. 3) auf. Die erfassten Lenkwinkel α , β , γ , δ werden in Form von entsprechenden Lenkwinkelsignalen an eine Auswerteeinheit 32 gegeben. Die Auswerteeinheit 32 weist eine Plausibilisierungseinheit 34 auf, die eine Plausibilisierung der Lenkwinkelsignale durchführt und bei erfolgloser Plausibilisierung ein Sicherheitssignal an einem Ausgang 36 ausgibt. Der Ausgang 36 ist mit einer Sicherheitseinrichtung 38 verbunden, die die gesamte Sicherheit des Transportfahrzeugs 10 sicherstellt und hier nicht weiter beschrieben und erläutert werden soll. Die Sicherheitseinrichtung 38 kann beispielsweise einen Nothalt des Transportfahrzeugs 10 bewirken.

[0023] Nach der Erfindung wird die Fehlersicherheit der Erfassung von Bewegung und Bewegungsrichtung des Transportfahrzeugs 10 durch geschickte Plausibilisierung von Parametern der Einzelräder 12, 14, 16, 18 zueinander geschaffen, wobei die Parameter einfach

und ohne großen Aufwand nicht-fehlersicher erfasst werden. Hierzu wird unterstellt, dass in fehlerfreien Betrieb die Räder 12, 14, 16, 18 so gesteuert werden, dass es kein bzw. kaum Abrieb der Räder gibt. Damit ergibt sich eine Gesetzmäßigkeit der Räder zueinander, welche genutzt werden kann, um die erfasste Bewegung der Einzelräder zu plausibilisieren und sich somit eine sichere Bewegung des Fahrzeuges bestimmen lässt.

[0024] In einer ersten Ausführungsform (Fig. 1) erfolgt die Plausibilisierung derart, dass geprüft wird, ob bei Kurvenfahrt, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist, die Räder 12, 14, 16, 18 sich um den gleichen Momentanpol 40 bewegen. Dieser Momentanpol 40 ist gemeinsamer Rotationspunkt bezüglich der Kurvenfahrt des Fahrzeugs mit seinen vier Rädern. Gibt es einen solchen Momentanpol nicht, dann muss ein Fehler vorliegen, so dass ein Sicherheitssignal ausgegeben wird. Diese Sicherheitssignal kann den Fehler anzeigen oder im Notfall auch einen Nothalt auslösen. Bei gerader Fahrt, also ohne Kurven, die bezüglich dieser Plausibilitätsbetrachtung einen Sonderfall darstellt, müssen alle Räder 12, 14, 16, 18 parallel ausgerichtet sein.

[0025] In einer zweiten Ausführungsform (Fig. 2) erfolgt die Plausibilisierung zwar prinzipiell ähnlich, ist aber möglicherweise einfacher auszuwerten. In dieser Ausführungsform weist das Transportfahrzeug 100 zwei Antriebsräder 112 und 114 auf, die beide gelenkt werden. Die beiden Antriebsräder 112 und 114 liegen bevorzugt symmetrisch mit gleichem Abstand zu einer Symmetrielinie 142. Die weiteren Räder 116 sind antriebslos und frei beweglich und dienen lediglich als Stützräder und können somit jeder Bewegung des Fahrzeugs 100 folgen. Antrieb und Lenkung des Fahrzeugs 100 erfolgt ausschließlich über die beiden Antriebsräder 112 und 114.

[0026] In diesem Fall muss lediglich sichergestellt werden, dass die beiden Antriebsräder 112 und 114 spiegelsymmetrisch liegen, also betragsmäßig den gleichen Lenkeinschlag aufweisen, also $|\alpha| = |\beta|$. Der Schnittpunkt 140 der Drehachsen dieser beiden Räder 112 und 114 muss somit bei einer Kurvenfahrt auf der Symmetrielinie 142 liegen. Bei gerader Fahrt liegt der Schnittpunkt 140 wiederum im Unendlichen, was bedeutet, dass die Räder 112 und 114 parallel ausgerichtet sein müssen.

[0027] Zusätzlich zu diesen Plausibilitätsbetrachtungen bezüglich der Lenkwinkel α , β , γ , δ kann eine weitere Plausibilitätsbetrachtung bezüglich der Fahrstrecken der Räder erfolgen, was die Sicherheit weiter erhöht. Dabei erfasst eine Fahrstrecken-Erfassungsvorrichtung 50 die Fahrstrecken der Räder. Die jeweiligen Fahrstrecken der Räder sind abhängig von der Fahrzeugbewegung und die Fahrstrecken zweier Räder stehen in einem bestimmten Verhältnis zueinander. So ist bei gerader Fahrt die Fahrstrecke für alle Räder gleich. Bei einer Kurvenfahrt legen die kurveninnenliegenden Räder einen kürzeren Weg zurück als die kurvenaußenliegenden. Das Verhältnis ist abhängig vom Kurvenradius und der Geometrie des Fahrzeugs. In der Plausibilitätsbetrachtung werden

diese Verhältnisse geprüft, ob sie im richtigen Bereich liegen. Eine solche Plausibilitätsbetrachtung kann für alle Räder untereinander erfolgen.

[0028] Die Fahrstrecken-Erfassungsvorrichtung 50 kann an Achsen 42 der Räder angeordnete Encoder 44 umfassen (Fig. 3). Mit einem solchen Encoder 44 kann die Drehbewegung eines Rades erfasst werden und daraus die Fahrstrecke (über den Radius des jeweiligen Rades) ermittelt werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass kein Schlupf auftritt.

[0029] In der Realität treten immer wieder geringfügige Abweichungen von gemessenen Lenkwinkelwerten oder Drehgeschwindigkeiten auf, so dass in der Plausibilisierungseinheit 34 diese Abweichungen über geeignete Toleranzwerte bezüglich der Lenkwinkel α , β , γ , δ und gegebenenfalls Toleranzwerte bezüglich der Fahrstrecken abgefangen werden.

[0030] Die beschriebenen Komponenten des Transportfahrzeugs 10, nämlich

- Lenkwinkel-Erfassungsvorrichtung 28,
- Fahrstrecken-Erfassungsvorrichtung 50,
- Auswerteeinheit 32,
- Plausibilisierungseinheit 34

stellen eine Vorrichtung zur sicheren Erkennung einer Fahrzeugbewegung, die Teil des Fahrzeuges 10 bzw. 100 ist, dar.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur sicheren Erkennung einer Fahrzeugbewegung

- mit einer Lenkwinkel-Erfassungsvorrichtung (28) zur Erfassung der Lenkwinkel von wenigstens zwei Rädern (12, 14) eines Fahrzeugs (10), die als Einzelräder mit jeweils separater Lenkvorrichtung ausgebildet sind und über eine Lenkwinkelsteuerung gelenkt werden
- und die Lenkwinkel-Erfassungsvorrichtung (28) zur Ausgabe von entsprechenden Lenkwinkelsignalen ausgebildet ist,
- mit einer Auswerteeinheit (32), der die Lenkwinkelsignale zugeführt sind,
- und die Auswerteeinheit (32) eine Plausibilisierungseinheit (34) aufweist, die eine Plausibilisierung der Lenkwinkelsignale der wenigstens zwei gelenkten Räder (12, 14) zueinander durchführt,
- und bei erfolgloser Plausibilisierung ein Sicherheitssignal ausgibt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plausibilisierung derart erfolgt, dass geprüft wird, ob alle Räder sich um den gleichen Momentanpol bewegen und bei gerader Fahrt alle

Räder den gleichen Lenkeinschlag (Lenkwinkel) haben.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plausibilisierung derart erfolgt, dass der Schnittpunkt der Drehachsen der beiden gelenkten Räder bei einer Kurvenfahrt auf einer Symmetrielinie liegen, die zwischen den beiden Rädern verläuft. 5
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Fahrstrecken-Erfassungsvorrichtung vorgesehen ist, die ausgebildet ist, zurückgelegte Fahrstrecken von jeweiligen Rädern zu erfassen und die Plausibilisierungseinheit eine Plausibilisierung der zurückgelegten Fahrstrecken der verschiedenen Räder durchführt. 10
5. Fahrerloses Transportfahrzeug 20
 - mit wenigstens drei Rädern, die als Einzelräder (12, 14, 16, 18) ausgebildet sind und wenigstens zwei der Räder (12, 14) einzelnen über eine Lenkwinkelsteuerung gelenkt sind und jeweils eine Lenkvorrichtung aufweisen, 25
 - und wenigstens ein Teil der Räder (16, 18) angetrieben ist, so dass deren Drehgeschwindigkeiten von einer Antriebsteuerung gesteuert sind, 30
 - mit einer Vorrichtung zur sicheren Erkennung einer Fahrzeugbewegung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
6. Fahrerloses Transportfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plausibilisierungseinheit ausgebildet ist, für die Plausibilisierungsprüfung Toleranzwerte bezüglich der Lenkwinkel und gegebenenfalls Toleranzwerte bezüglich der zurückgelegten Fahrstrecken zu berücksichtigen. 35
7. Fahrerloses Transportfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lenkwinkel-Erfassungsvorrichtung einen Winkelgeber umfasst zur Erfassung der Lenkwinkel und/oder dass die Lenkwinkel-Erfassungsvorrichtung die Lenkwinkel von einer Lenkwinkelsteuerung erhält. 40
8. Fahrerloses Transportfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fahrstrecken-Erfassungsvorrichtung die von einem Rad zurückgelegte Fahrstrecke über Encoder bestimmt und/oder im Falle eines angetriebenen Rades von einer Antriebssteuerung erhält. 45
9. Verfahren zur sicheren Erkennung einer Fahrzeug- 50

bewegung eines fahrerlosen Transportfahrzeugs nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit den Schritten:

- Erfassen von Lenkwinkeln von wenigstens zwei gelenkten Rädern (12, 14) mit einer Lenkwinkel-Erfassungsvorrichtung (28),
 - Ausgeben von Lenkwinkelsignalen, die den Lenkwinkeln entsprechen,
 - Auswerten der Lenkwinkelsignale in einer Auswerteeinheit (32),
 - Plausibilisieren der Lenkwinkelsignale in einer Plausibilisierungseinheit (34),
 - und bei erfolgloser Plausibilisierung Ausgeben eines Sicherheitssignals an einem Ausgang (36).
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Plausibilisieren derart erfolgt, dass geprüft wird, ob bei Kurvenfahrt die Räder sich um den gleichen Momentanpol bewegen und bei gerader Fahrt alle Räder den gleichen Lenkeinschlag (Lenkwinkel) haben. 55
 11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Plausibilisierungseinheit geprüft wird, ob bei Kurvenfahrt zurückgelegte Fahrstrecken der Einzelräder entweder in dem Verhältnis des erwarteten Radius bezogen auf den anhand der Lenkwinkel ermittelten Momentanpol sind oder ob bei gerader Fahrt alle Einzelräder den gleichen zurückgelegten Fahrweg haben.

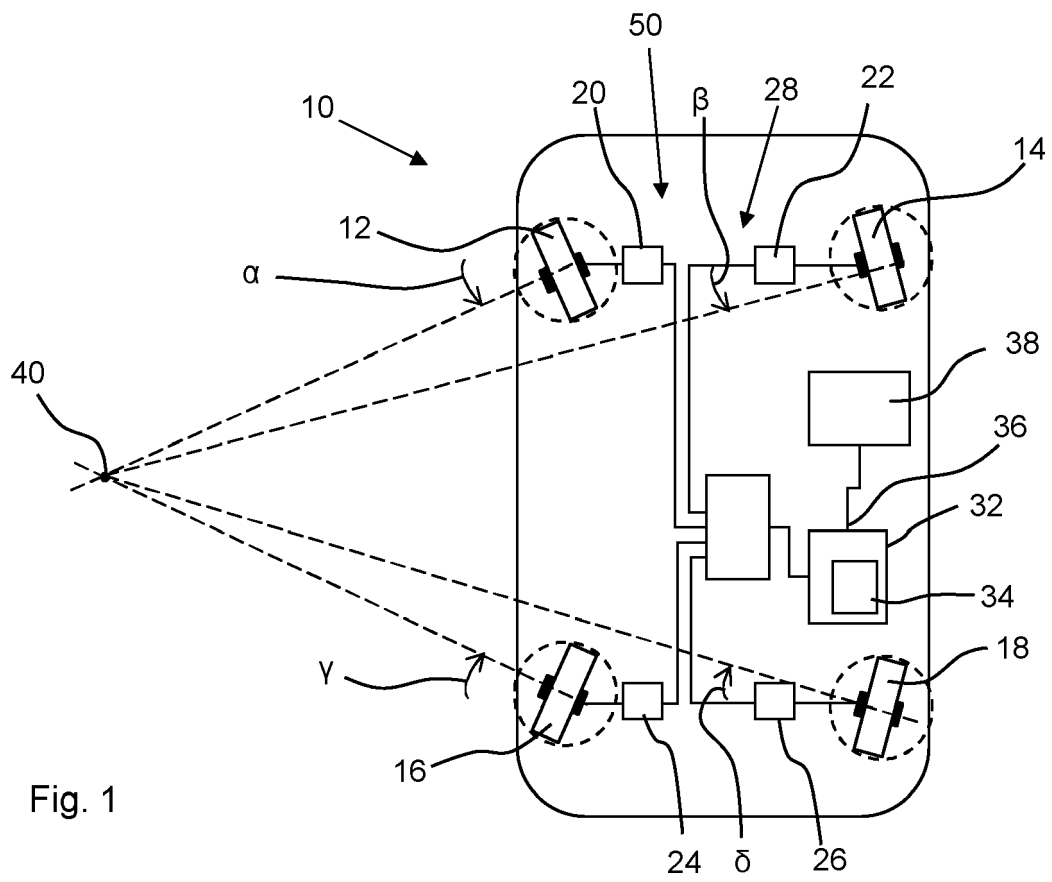


Fig. 1

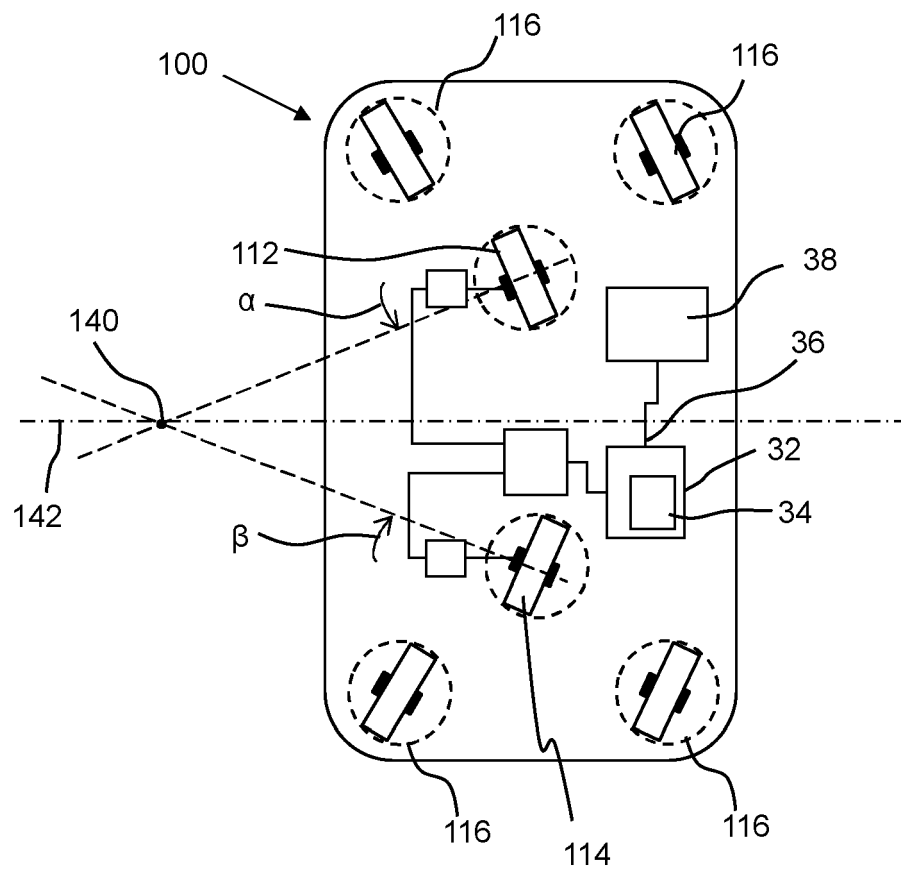


Fig. 2

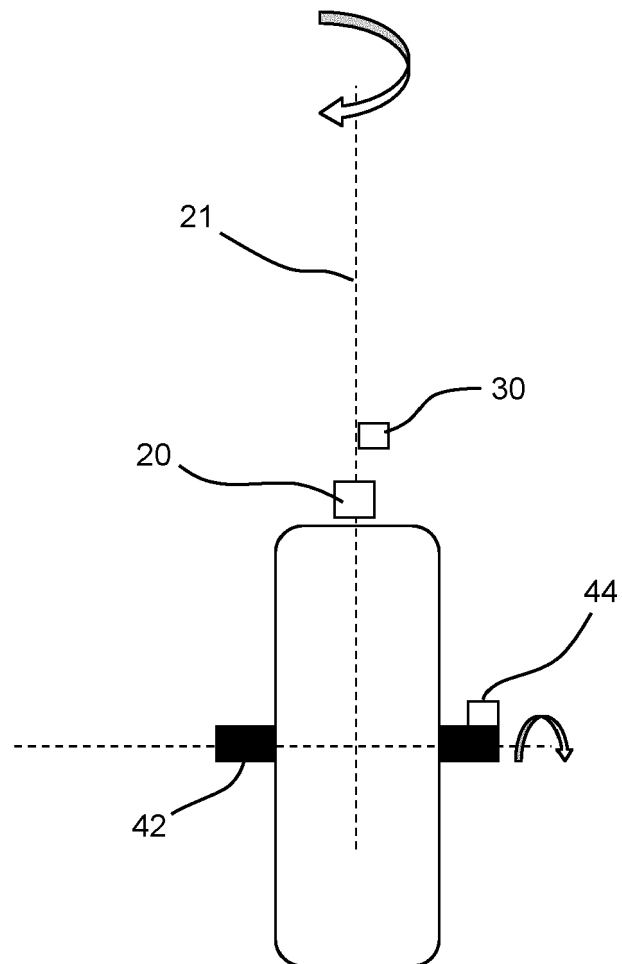


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 18 8448

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X, D	US 5 402 344 A (REISTER DAVID B [US] ET AL) 28. März 1995 (1995-03-28) * das ganze Dokument *	1-11	INV. B66F9/06 B66F9/075
X	US 2009/210113 A1 (THIERRY AUGUET) 20. August 2009 (2009-08-20) * Absatz [0011] - Absatz [0033]; Abbildungen 1-5 *	1-3 4-11	
X	WO 02/32742 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; ZF LENKSYSTEME GMBH [DE] ET AL.) 25. April 2002 (2002-04-25) * Seite 5, Zeile 15 - Seite 11, Zeile 2; Abbildungen 1,2 *	1 2-11	
A	US 2009/088917 A1 (ROSS-MARTIN TORQUIL [GB]) 2. April 2009 (2009-04-02) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B66F B62D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 3. Februar 2023	Prüfer Rupcic, Zoran
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 18 8448

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-02-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5402344 A	28-03-1995	KEINE	
US 2009210113 A1	20-08-2009	AT 480437 T	15-09-2010
		CN 101213127 A	02-07-2008
		EP 1904359 A1	02-04-2008
		FR 2887839 A1	05-01-2007
		JP 5224590 B2	03-07-2013
		JP 2008544917 A	11-12-2008
		KR 20080034449 A	21-04-2008
		US 2009210113 A1	20-08-2009
		WO 2007003661 A1	11-01-2007
WO 0232742 A1	25-04-2002	DE 10052343 A1	11-07-2002
		EP 1332083 A1	06-08-2003
		JP 2004511395 A	15-04-2004
		US 2003114969 A1	19-06-2003
		WO 0232742 A1	25-04-2002
US 2009088917 A1	02-04-2009	CA 2650134 A1	08-11-2007
		EP 2010980 A1	07-01-2009
		GB 2437503 A	31-10-2007
		JP 2009534770 A	24-09-2009
		KR 20090006860 A	15-01-2009
		US 2009088917 A1	02-04-2009
		WO 2007125283 A1	08-11-2007

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- DE 102014211168 A1 [0006]
- DE 102012023999 A1 [0007]
- US 20090210113 A1 [0008]
- US 5402344 A [0008]