



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 33 780 A1** 2005.02.17

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 33 780.6**
(22) Anmeldetag: **24.07.2003**
(43) Offenlegungstag: **17.02.2005**

(51) Int Cl.7: **B66B 29/00**

(71) Anmelder:
Prüftechnik Dieter Busch AG, 85737 Ismaning, DE

(74) Vertreter:
Schwan Schwan Schorer, 80796 München

(72) Erfinder:
Lysen, Heinrich, 85748 Garching, DE; Ecker, Matthias, 80807 München, DE; Konetschny, Volker, 85640 Putzbrunn, DE; Lewis, Simon, 80687 München, DE; Stroel, Klaus, 85652 Pliening, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

US 63 47 265 B1

JP 2000-1 59 470 A

Vorrichtung zum Erkennen von schadhaften Stufenrollen bei Fahr- treppen. In:

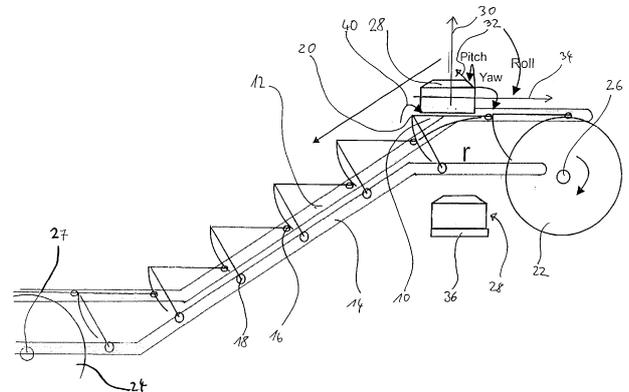
Lift-Report,22.Jg.1996,H.4,Juli/Aug.1996,S.111;;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Vermessen einer Fahrtreppe sowie Haltevorrichtung und Schlitten für eine Messsonde zum Vermessen einer Fahrtreppe**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vermessen einer Fahrtreppe, wobei eine Messsonde (28), die zur Bestimmung des Drehwinkels der Sonde um mindestens eine raumfeste oder sondenfeste Achse (30, 32, 34, 45, 47) ausgebildet ist, in eine räumliche Beziehung zu mindestens einer der Stufen (10, 10A, 10B) der Fahrtreppe gebracht wird, die Fahrtreppe mit der Sonde aus einer Startposition in Bewegung gesetzt wird, die Veränderungen des Drehwinkels bzw. der Drehwinkel der Sonde um die Achse(n) während der Bewegung der Fahrtreppe erfasst werden, und die erfassten Veränderungen des Drehwinkels bzw. der Drehwinkel der Sonde um die Achse(n) ausgewertet werden, um mindestens einen geometrischen Kennwert der Fahrtreppe zu bestimmen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zum Vermessen einer Fahrtreppe sowie eine Haltevorrichtung und einen Schlitten für eine Messsonde zum Vermessen einer Fahrtreppe.

Stand der Technik

[0002] Aus der DE 42 19 073 ist ein Überwachungsmittel für eine Fahrtreppe bekannt, welches ständig in Betrieb ist, aber nur schwerwiegende Defekte ermitteln kann.

[0003] Aus der US 4,535,880 ist eine Fahrtreppenkonstruktion bekannt, welche das Ausrichten der intern vorhandenen Maschinenelemente erleichtert.

[0004] In der JP 2002226164 A wird angegeben, wie die Maschinenelemente einer Fahrtreppe gegeneinander zentriert werden können.

[0005] Die herkömmlichen Verfahren zur Bestimmung der geometrischen Kennwerte einer Fahrtreppe, insbesondere einer in Benutzung befindlichen Fahrtreppe, sind zeitraubend und arbeitsintensiv, mit einer Vielzahl von Demontage- und Montagearbeiten. Wenn solche Verfahren regelmäßig zur Sicherheitsüberprüfung bestehender Fahrtreppen angewendet werden, ist es in der Regel erforderlich, eine solche Überprüfung in die Nachtstunden mit geringem Publikumsverkehr zu legen, um ungestört über einen längeren Zeitraum arbeiten zu können. Ferner sind solche herkömmlichen Verfahren zur Überprüfung von Fahrtreppen sehr kostenintensiv.

[0006] Aus der EP 0 605 848 A1 ist ein Eisenbahnverkehrs-Überwachungssystem bekannt, bei welchem Schienenfahrzeuge mit einem Inertial-Messgerät mit drei Gyroskopen und drei Beschleunigungsaufnehmern versehen sind, um die Position des jeweiligen Schienenfahrzeugs zwischen externen Wegmarkierungen zu ermitteln. Ferner können die so gewonnenen Daten auch verwendet werden, um Rückschlüsse auf den Streckenzustand und entsprechende Wartungserfordernisse zu ziehen.

[0007] Von der Firma iMAR wird ein Meßgerät mit drei Ringlasergyroskopen und drei Beschleunigungsaufnehmern zur Vermessung von geometrischen Kennwerten, wie beispielsweise dem inversen Krümmungsradius, von Eisenbahnschienen und Schienenfahrzeugen angeboten.

Aufgabenstellung

[0008] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Vermessen einer Fahrtreppe zu schaffen, welches kostengünstig und in einfacher Weise durchgeführt werden kann und vorzugsweise auch ohne

Sperrung der Fahrtreppe für den Publikumsverkehr ausgeführt werden kann, wobei insbesondere ein Anhalten der Fahrtreppe bzw. spezielle Montageeingriffe vermieden werden sollen. Ferner sollen eine Haltevorrichtung und ein Schlitten für eine Messsonde zum Vermessen einer Fahrtreppe geschaffen werden, welche eine besonders genaue bzw. umfangreiche Vermessung der Fahrtreppe ermöglichen bzw. erleichtern.

[0009] Diese Aufgaben werden gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 bzw. 31, eine Haltevorrichtung gemäß Anspruch 48, einen Schlitten gemäß Anspruch 52 sowie eine Verwendung gemäß Anspruch 56.

[0010] Bei der Lösung gemäß Anspruch 1 ist besonders vorteilhaft, dass das Vermessen der Fahrtreppe ohne Abschaltung oder Demontage der Fahrtreppe auf sehr einfache Art und Weise erfolgen kann.

[0011] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung dieser Lösung wird die Sonde, bevor die Fahrtreppe in Bewegung gesetzt wird, in eine feste räumliche Beziehung mit einer bestimmten Stufe der Fahrtreppe gebracht. Dies stellt einerseits eine besonders einfache Lösung dar und ermöglicht ferner die Ermittlung der vertikalen und horizontalen Niveaudifferenz zwischen der rechten und der linken Führung der Fahrtreppenstufen in Abhängigkeit vom Ort sowie die Ermittlung etwaiger Niveauunterschiede zwischen einer oberen und einer unteren Führung der Fahrtreppenstufen in Abhängigkeit vom Ort.

[0012] Bei einer alternativen bevorzugten Ausgestaltung der Lösung gemäß Anspruch 1 wird die Sonde, bevor die Fahrtreppe in Bewegung gesetzt wird, in eine räumliche Beziehung mit zwei aufeinander folgenden Stufen der Fahrtreppe gebracht. Dabei ist besonders vorteilhaft, dass auf diese Weise die Geradheit der Führungen der Treppenstufen besonders einfach vermessen werden kann. Vorteilhafterweise wird dabei vor der Auswertung eine Transformation der Messergebnisse in ein Koordinatensystem, in welchem die Steigung der Treppe eine Vorzugsrichtung ist, vorgenommen. Ein Hilfsmittel zur besonders einfachen Ausführung dieses Verfahrens ist eine Haltevorrichtung gemäß Anspruch 48.

[0013] Bei der Lösung gemäß Anspruch 31 ist vorteilhaft, dass auf diese Weise die Führungen der Fahrtreppenstufen besonders genau vermessen werden können. Ein Schlitten, wie er in Anspruch 52 definiert ist, stellt dabei ein besonders zweckmäßiges Hilfsmittel zum Ausführen des Verfahrens dar.

[0014] Bei der Lösung gemäß Anspruch 1 wird ausgenutzt, dass jede einzelne Stufe einer Fahrtreppe während des Betriebs je nach Verschleißzustand der Fahrtreppe bzw. in Abhängigkeit von der Genauigkeit

der ursprünglichen Justage mehr oder weniger große (d.h. in der Regel unerwünschte) Verdrehungen in den drei Richtungskoordinaten des Raumes vollführt. Erfindungsgemäß werden diese Verdrehungen als rotatorische Abweichungen von vorgegebenen Referenzwerten mittels eines Winkelmesssystems erfaßt, wobei dies während des (begehbaren) Verfahrenswegs einer individuellen Stufe (oder mehrerer benachbarter Stufen) entlang der Fahrtreppe erfolgt. Dabei wird zumindest die Verdrehung in einer Richtungskoordinate des Raumes gemessen, vorzugsweise werden jedoch alle drei Richtungskoordinaten erfaßt. Aufgrund der Erfassung der Verdrehungsbewegungen einer oder mehrerer auf diese Weise getesteter Stufen entlang des Verfahrenswegs kann nicht nur deren Qualitäts- und Sicherheitszustand angegeben werden, sondern es kann auch der Ort angegeben werden, an welchem unzulässige Verdrehbewegungen der Stufen zu beobachten sind, so dass auf diese Weise Defekte für eine spätere Reparatur lokalisierbar sind.

[0015] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Ausführungsbeispiel

[0016] Im folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Dabei zeigen:

[0017] **Fig. 1** eine schematische Seitenansicht einer Fahrtreppe, wobei die Messsonde in der Startposition einer Messung gemäß einer ersten Ausführungsform gezeigt ist;

[0018] **Fig. 2** eine schematische Ansicht der Messsonde von **Fig. 1** in Längsrichtung der Fahrtreppe;

[0019] **Fig. 3** eine schematische Seitenansicht einer Fahrtreppe, wobei eine abgewandelte Ausführungsform eines Vermessungsverfahrens gezeigt ist; dabei ist die Messsonde sowohl in der Startposition (links in **Fig. 3**) als auch in einer Zwischenposition (Mitte in **Fig. 3**) gezeigt; ferner ist unten schematisch der Verlauf des gemessenen Roll-Winkels gezeigt;

[0020] **Fig. 4** eine schematische Ansicht der Messsonde bei dem Verfahren von **Fig. 3** in der Startposition in Längsrichtung der Fahrtreppe;

[0021] **Fig. 5** eine schematische Seitenansicht der Fahrtreppe in demontiertem Zustand, wobei ein weiteres abgewandeltes Vermessungsverfahren gezeigt ist; dabei ist die Messsonde sowohl in einer Startposition (links in **Fig. 5**) als auch einer Zwischenposition (rechts in **Fig. 5**) gezeigt;

[0022] **Fig. 6** eine schematische Aufsicht auf die bei dem Verfahren von **Fig. 5** verwendete Meßsonde

einschließlich des die Messsonde tragenden Schlittens; und

[0023] **Fig. 7** eine Ansicht wie **Fig. 5**, wobei ein abgewandeltes Messverfahren mit dem Schlitten und der Messsonde in verschiedenen Messpositionen gezeigt ist.

[0024] In **Fig. 1** ist schematisch eine typische Fahrtreppe- (bzw. Rolltreppen-) Konstruktion gezeigt, wobei eine Anzahl hintereinander angeordneter und miteinander gekoppelter Treppenstufen **10** beidseitig in je einer rechten und einer linken Oberschiene **12** und bzw. Unterschiene **14** geführt sind. Dies kann beispielsweise mittels vorderer Führungsrollen **16** bzw. hinterer Führungsrollen **18** erfolgen (mit „vorn“ ist in die Richtung nach rechts in den **Fig. 1, 3** und **5** gemeint). Die vorderen Führungsrollen **16** sind dabei jeweils in der Oberschiene **12** geführt, während die hinteren Führungsrollen **18** in der Unterschiene **14** geführt sind. Auf diese Weise bestimmt die Oberschiene **12** das Niveau der Vorderkante einer jeden Stufe **10**, während die Unterschiene **14** das Niveau der Hinterkante **20** einer jeden Stufe **10** bestimmt. Folglich wird die Orientierung einer bestimmten Treppenstufe **10** an einer bestimmten Stelle der Fahrtreppe durch den Verlauf der beiden Oberschienen **12** und der beiden Unterschienen **14** an dieser Stelle bestimmt. Somit können aus der Messung des Verlaufs der Orientierung einer einzelnen Treppenstufe entlang der Fahrtreppe Rückschlüsse auf den Verlauf der Oberschienen **12** und der Unterschienen **14** gezogen werden.

[0025] Der Antrieb der Fahrtreppe erfolgt mittels zweier oberer Antriebsräder **22** und zwei unterer Antriebsräder **24**, die mittels einer Achse bzw. Welle **26** bzw. **27** miteinander verbunden sind. Die Antriebsräder **22, 24** sind dabei üblicherweise mit einer geeigneten Zahnung versehen, die entweder jeweils in eine Antriebskette für die Stufen **10** oder direkt in die Stufen **10** eingreift (nicht gezeigt).

[0026] Zur Vermessung der Fahrtreppe wird eine Messsonde **28** verwendet, welche mit Sensoren versehen ist, um die Drehung der Sonde **28** um drei aufeinander senkrecht stehende Achsen im Koordinatensystem der Sonde zu messen. Vorzugsweise handelt es sich dabei um drei Laserkreisel, deren Ringebenen aufeinander senkrecht stehen, da mit dieser Art von Inertialsensoren die höchste Genauigkeit erzielt werden kann.

[0027] Als Meßergebnis geben solche Inertialmesssonden üblicherweise jedoch nicht die Drehwinkel um die Messachsen im Sondenkoordinatensystem aus, sondern statt dessen die entsprechenden Drehwinkel um drei raumfeste aufeinander senkrecht stehende Achsen, d.h. die Sonde gibt üblicherweise die Drehwinkel bezüglich dreier im Koordinatensystem

des Fahrtreppenfundaments ortsfester Achsen aus. Üblicherweise handelt es sich bei diesen raumfesten Achsen um eine vertikale Achse **30**, eine horizontale in der Treppenquerrichtung verlaufende Achse **32** sowie eine horizontale in der Treppenlängsrichtung verlaufende Achse **34**, wobei die entsprechenden Drehwinkel um diese Achsen üblicherweise als Yaw-, Roll- bzw. Pitch-Winkel bezeichnet werden.

[0028] Vor Beginn (oder ggfs. auch nach) der eigentlichen Messung wird die Sonde **28** auf eine Referenzrichtung geeicht. Bei dieser Referenzrichtung handelt es sich vorzugsweise um die Orientierung einer der beiden Antriebswellen **26** bzw. **27**. Da diese in der Regel bei betriebsbereiter Fahrtreppe für eine Messung nicht direkt zugänglich sind, ist es zweckmäßig, eine bei betriebsbereiter Fahrtreppe zugängliche Hilfsreferenz vorzusehen, deren Orientierung bezüglich beispielsweise der oberen Antriebswelle **26** genau bekannt ist. Diese Hilfsreferenz kann beispielsweise von einer ortsfest verankerten Betonplatte **36** gebildet werden, deren Orientierung bezüglich der Antriebswelle **26** während einer Wartungsphase der Fahrtreppe, in welcher die Antriebswelle **26** zugänglich ist, vermessen werden kann.

[0029] Bei der Ausführungsform von **Fig. 1** wird die Sonde **28** in eine feste räumliche Beziehung zu einer der Treppenstufen **10** gebracht, indem die Sonde **28** mit einer entsprechenden Anlagefläche an ihrer Unterseite auf die Oberseite der betreffenden Stufe **10** aufgesetzt wird, wobei zur Schwingungsdämpfung beispielsweise eine Gummifolie **38** zwischengelegt werden kann, siehe **Fig. 2**. Eine Fixierung der Sonde **28** auf der Stufe **10** kann beispielsweise mittels geeigneter Magnetmittel (nicht gezeigt) erfolgen. Als Startposition für die Messung wird vorzugsweise die in **Fig. 1** gezeigte Position gewählt, wo sich die ausgewählte Stufe **10** am hinteren (d.h. linken) Ende des oberen Eingangs-/Ausgangsbereichs der Fahrtreppe befindet. Als Referenz für die Ausrichtung der Sonde **28** auf der Stufe **10** in der Startposition kann, wie bereits erwähnt, die Orientierung der Referenzplatte **36** dienen. Alternativ oder zusätzlich kann jedoch auch die Orientierung der Stufenhinterkante **20** in der Treppenquerrichtung herangezogen werden. Dies erfolgt vorzugsweise dadurch, dass die Sonde **28** an die Stufenhinterkante **20** angesetzt wird und um diese gedreht wird, wobei während der Drehung sowohl der Rollwinkel als auch der Pitch- und Yaw-Winkel gemessen werden. Durch eine geeignete Auswertung der Messergebnisse kann dadurch die Richtung der Stufenhinterkante **20** sehr genau bestimmt werden. Dieses Messverfahren zur Bestimmung einer Richtung einer Kante ist in **Fig. 1** mit dem Pfeil **40** angedeutet und soll im folgenden als „Sweep“ bezeichnet werden. Die so ermittelte Richtung der Stufenhinterkante **20** dient dann als Referenzrichtung für die nachfolgenden Messungen. Wenn vorher bereits die Orientierung der Referenzplatte **36** gemessen wurde,

kann die Orientierung der Stufenhinterkante **20** darauf bezogen werden.

[0030] In der Startposition liegt die Sonde **28** vorzugsweise so auf der Stufe **10**, dass die Messachsen der Sonde **28** im wesentlichen parallel bzw. senkrecht zu der Stufenfläche verlaufen.

[0031] Ausgehend von der auf diese Weise festgelegten Startposition wird nun die Rolltreppe in Gang gesetzt und die Stufe **10** mit der darauf befindlichen Sonde **28** bewegt sich entlang des geneigten Abschnitts der Treppe nach unten, vorzugsweise bis die Stufe **10** mit der Sonde **28** den unteren flachen Eingangsbereich erreicht hat. Während der Fahrt wird der Verlauf des Pitch-, Yaw- und Roll-Winkels aufgezeichnet. Es versteht sich, dass alternativ als Startposition der untere flache Eingangsbereich gewählt werden kann, wobei die Fahrtreppe dann von unten nach oben in Bewegung gesetzt wird.

[0032] Die Zuordnung der jeweiligen Messdaten zu der Position der vermessenen Stufe **10** entlang der Schienen **12**, **14** kann beispielsweise aus der Kenntnis der konstanten Fahrtreppengeschwindigkeit und der seit Beginn der Messung verstrichenen Zeit erfolgen, ohne dass ein eigener Wegaufnehmer erforderlich wäre. Vorzugsweise erfolgt die Wegzuordnung anhand eines mathematischen Modells der Treppe.

[0033] Die erhaltenen Daten können auf verschiedene Weise ausgewertet werden. Beispielsweise können, unter Berücksichtigung der jeweiligen Eichung mittels der Referenzrichtung, die im aktuellen Durchlauf erfassten Daten mit den entsprechenden Daten für die gleiche Stufe **10** eines früheren Durchlaufs verglichen werden, um die zeitliche Veränderung bestimmter Kennwerte der Fahrtreppe zu ermitteln. Alternativ oder zusätzlich können jedoch auch durch eine geeignete Datenauswertung des aktuellen Durchlaufs ohne Bezugnahme auf frühere Durchläufe gewisse Aussagen zu geometrischen Kennwerten der Treppe getroffen werden.

[0034] So kann beispielsweise aus dem Verlauf des Rollwinkels der Verlauf des (vertikalen) Abstands zwischen der Oberschiene **12** und der Unterschiene **14** entlang der Schienen **12**, **14** ermittelt werden, wobei das Ergebnis eine Mittelung zwischen der rechten und der linken Führung der Treppe wiedergibt. Aus dem Verlauf des Pitch-Winkels kann die Differenz des vertikalen Niveaus zwischen der linken und der rechten Führung der Treppe bestimmt werden, wobei das Ergebnis jeweils eine Mittelung zwischen der Oberschiene **12** und der Unterschiene **14** wiedergibt. Ferner kann aus dem Verlauf des Yaw-Winkels die Differenz des horizontalen Niveaus zwischen der rechten und der linken Führung der Treppe bestimmt werden, wobei das Ergebnis ebenfalls eine Mittelung

zwischen der Oberschiene **12** und der Unterschiene **14** wiedergibt.

[0035] Statt die von der Sonde ausgegebenen Pitch- und Yaw-Winkel auszuwerten, kann vor der Auswertung eine Koordinatentransformation bezüglich des Steigungswinkels α des geneigten Teils der Fahrtreppe erfolgen, d.h. es werden statt der Drehungen um die vertikale Achse **30** und die in Treppenlängsrichtung zeigende horizontale Achse **34** die Drehungen der Sonde **28** um eine in Treppenlängsrichtung zeigende und parallel zur Treppensteigung verlaufende Achse **47** (die Drehung um diese Achse wird im folgenden als „Radial-Winkel“ bezeichnet) und eine senkrecht zu dieser Achse und senkrecht zu der in Treppenquerrichtung zeigenden Achse **32** stehende Achse **45** (der Drehwinkel um diese Achse wird im folgenden als „Tangential-Winkel“ bezeichnet) für die Auswertung betrachtet. Falls eine Sonde verwendet wird, die keine automatische Transformation der an sich gemessenen Drehwinkel um die sondenfesten Achsen (d.h. die Achsen der Laserringebenen) in Pitch-, Yaw- und Roll-Winkel vornimmt, können unter Umständen im geneigten Bereich der Treppe auch gleich die von der Sonde gelieferten Werte als Tangential- bzw. Radial-Winkel ausgewertet werden, da dann zwei der sondenfesten Achsen ohnehin mit den Achsen **45** und **47** in guter Näherung zusammenfallen.

[0036] Es ist vor allem die Auswertung des Tangential-Winkels von Interesse, der gewissermaßen angibt, wie der Antrieb der Treppe auf beiden Seiten der vermessenen Stufe **10** angreift. Da hierbei der Absolutwert nicht von Interesse ist, wird zweckmäßigerweise vor der Auswertung der über den gesamten Durchlauf gebildete Mittelwert des Tangential-Winkels abgezogen. Die Daten werden vorzugsweise vor der Auswertung mit einem Fenster gewichtet, welches so gestaltet ist, dass im wesentlichen lediglich der Bereich der konstanten Treppensteigung mit dem Steigungswinkel α ausgewertet wird, jedoch die beiden Eingangs-/Ausgangsbereiche ausgeblendet werden.

[0037] Die Auswertung des Tangentialwinkels erfolgt vorzugsweise im Ortsfrequenzraum, wobei die Daten auf geeignete Weise transformiert werden, beispielsweise mittels FFT oder besser mittels DFT. Die Daten können auch einer Filterung mit einem „Periodenformfilter“ unterzogen werden, welches alle Signalanteile mit einer bestimmten Nenn-Frequenz bzw. Nenn-Periode mit einer bestimmten Güte extrahiert bzw. separiert, siehe DE 199 38 721 A1.

[0038] Die Daten können beispielsweise in einer Form dargestellt werden, bei welcher die x-Achse die Periodizität des Signals bezüglich der Abtastrate angibt. Als Ergebnisse können beispielsweise die Exzentrizität der Antriebsräder **22**, **24**, die Zahnform der

Antriebsräder **22**, **24**, die Phase der Zähne der Antriebsräder **22**, **24** sowie die Periodizität von Abstützpunkten der seitlichen Führungen der Treppe in Stufen **10** ermittelt bzw. abgeschätzt werden. Die Ergebnisse geben dabei jeweils die Differenz zwischen der linken und der rechten Führung an.

[0039] Es versteht sich, dass die im Zusammenhang mit **Fig. 1** beschriebenen Messungen nicht nur für eine einzige der Stufen **10**, sondern für verschiedene der Stufen **10** durchgeführt werden können. Ein Vergleich mit früheren Messungen ist dabei jedoch jeweils nur für die gleiche Stufe sinnvoll.

[0040] In **Fig. 3** ist eine abgewandelte Ausführungsform gezeigt, bei welcher die Sonde **28** mittels einer geeigneten Haltevorrichtung **42** nicht wie bei der Messung gemäß **Fig. 1** mit nur einer einzigen Stufe **10**, sondern mit zwei aufeinander folgenden Stufen **10A** und **10B** in eine räumliche Beziehung gebracht und während der Messung in dieser gehalten wird. Die Haltevorrichtung **42** ist dabei als brückenartiges Blech ausgebildet, welches in seinem mittleren Teil die Sonde **28** trägt, die fest an der Haltevorrichtung **42** angebracht ist, und auf der vorderen Stufe **10B** zwei in Treppenquerrichtung beabstandete Aufsetzpunkte **48** und auf der hinteren Stufe **10A** ebenfalls zwei in Treppenquerrichtung beabstandete Aufsetzpunkte **44** und **46** aufweist. Durch diese Konstruktion wird das Niveau des vorderen Endes der Sonde **28** von der vorderen Stufe **10B** und das Niveau des hinteren Endes der Sonde **28** von der hinteren Stufe **10A** bestimmt. Die Haltevorrichtung **42** ist so ausgebildet, dass der Winkel zwischen dem Aufsetzpunkt **46** und der Trägerfläche für die Sonde **28** auf der rechten Seite ausgesteift ist, so dass die Sonde **28** bezüglich des Aufsetzpunkts **46** in Treppenquerrichtung nicht verschiebbar ist, während der Winkel zwischen dem linken Aufsetzpunkt **44** und der Trägerfläche für die Sonde **28** nicht ausgesteift, sondern flexibel ist, so dass die Sonde **28** in Treppenquerrichtung bezüglich des linken Aufsetzpunkts **44** in gewissen Maß verschiebbar ist. Diese Konstruktion ist erforderlich, um eine mechanische Überbestimmung des Systems zu vermeiden. Vorzugsweise sind beide Aufsetzpunkte **44**, **46** (und auch die) so ausgebildet, dass sie in Treppenquerrichtung bezüglich der Stufe **10A** nicht verschiebbar sind. Diese Aussagen gelten analog auch für die beiden vorderen Aufsetzpunkte **48** auf der Stufe **10B**. Die Lage der Ansetzpunkte auf den Stufen **10A**, **10B** in Treppenlängsrichtung legt fest, ob bei der Messung eher die Oberschienen **12** oder eher die Unterschienen **14** abgetastet werden (in **Fig. 3** ist im Gegensatz zu **Fig. 1** die Unterschiene **14** mit den entsprechenden Rollen **18** weggelassen). Bei der Darstellung von **Fig. 3** liegen die Ansetzpunkte **44**, **46**, **48** der Haltevorrichtung **42** nahe der vorderen Rollen **16**, so dass hier hauptsächlich die Oberschienen **12** abgetastet werden. Eine primäre Abtastung der Unterschiene **14** kann erfolgen, indem die

Ansetzpunkte **44**, **46**, **48** in **Fig. 3** nach links bis nahe den Hinterkanten **20** der Stufen **10A**, **10B** verschoben werden.

[0041] Im Gegensatz zur Ausführungsform von **Fig. 1** ist bei der Ausführungsform von **Fig. 3** als Startposition das vordere Ende des unteren Eingangs-/Ausgangsbereichs der Treppe gewählt, wobei die Treppe während der Messung von unten nach oben läuft. Die Eichung der Sonde kann in ähnlicher Weise wie bei der Ausführungsform von **Fig. 1** erfolgen, d.h. durch entsprechende Sweeps um die Antriebswellen **26**, **27**, eine Vermessung der Referenzplatte **36** (in **Fig. 3** nicht dargestellt) und/oder Sweeps um die Hinterkante **20** einer oder mehrerer Treppenstufen **10**, wie dies in **Fig. 3** mit Pfeilen **40** angedeutet ist.

[0042] Im Gegensatz zur Ausführungsform von **Fig. 1** ändert sich bei der Ausführungsform von **Fig. 3** aufgrund der Verwendung der brückenartigen Haltevorrichtung **42** der Rollwinkel um den Betrag α , d.h. den Steigungswinkel der Fahrtreppe, wenn die beiden Treppenstufen **10A** und **10B** den Steigungsbereich der Treppe erreicht haben (siehe Darstellung in der Mitte der **Fig. 3**). Aus der Kenntnis der Geometrie der Fahrtreppe (d.h. mittels eines mathematischen Modells der Fahrtreppe) und der (konstanten) Geschwindigkeit der Fahrtreppe kann somit durch Auswertung des gemessenen Rollwinkels die momentane Position der Sonde **28** in der Treppenlängsrichtung bestimmt werden, wie dies in der Auftragung des Rollwinkels unten in **Fig. 3** angedeutet ist. Für die Vermessung der Treppe ist es zweckmäßig, wie bei der in Zusammenhang mit der Ausführungsform von **Fig. 1** geschilderten Alternative nicht die direkt von der Sonde ausgegebenen Daten bezüglich Pitch und Yaw auszuwerten, sondern zunächst eine Transformation dieser Daten bezüglich des Rollwinkels vorzunehmen (was im Bereich des ansteigenden Teils der Treppe im wesentlichen der Steigung α entspricht), so dass eine Auswertung des Tangentialwinkels (d.h. im ansteigenden Teil der Treppe Auswertung der Drehung um die senkrecht zur Treppenquer- richtung und senkrecht zur Treppenneigung stehende Achse **45** bzw. der Drehung um die senkrecht zur Treppenquerrichtung und parallel zur Treppen- neigung stehende Achse **47** (siehe **Fig. 3**)) erfolgen kann.

[0043] Mittels der in **Fig. 3** dargestellten Messstellung der Haltevorrichtung **42**, bei welcher die Ansetzpunkte **44**, **46**, **48** jeweils nahe der vorderen Rolle **16** der Stufe **10A** bzw. **10B** angeordnet sind, kann aus dem Verlauf des Tangentialwinkels die Geradheit der Oberschienen **12** in Abhängigkeit von der Position in Treppenlängsrichtung bestimmt werden, wobei das Ergebnis eine Mittelung zwischen der rechten und der linken Führung wiedergibt. Wenn die Aufsetzpunkte **44**, **46**, **48** nahe der Hinterkanten **20** gewählt

werden, kann aus dem Verlauf des Tangentialwinkels entsprechend die Geradheit der Unterschienen **14** in horizontaler Richtung ermittelt werden, wobei hier das Ergebnis ebenfalls eine Mittelung zwischen der rechten und der linken Seite wiedergibt. Aus dem Verlauf des Rollwinkels kann entsprechend die Geradheit der Oberschienen **12** bzw. der Unterschienen **14** in vertikaler Richtung (bzw. in der Richtung senkrecht zur Steigung der Treppe) ermittelt werden, wobei hier das Ergebnis ebenfalls eine Mittelung zwischen der rechten Seite und der linken Seite wiedergibt.

[0044] In **Fig. 5** und **6** ist eine abgewandelte Ausführungsform gezeigt, bei welcher die Treppengeometrie nicht im betriebsbereiten Zustand, sondern in einem Zustand vermessen wird, in welchem die Treppenstufen **10** demontiert sind (es kann sich dabei um eine Neuinstallation einer Fahrtreppe oder um die Wartung einer bestehenden Fahrtreppe handeln). Hierbei ist ein Schlitten **50** vorgesehen, welcher an seiner Oberseite die Messsonde **28** trägt. Gemäß **Fig. 5** und **6** ist der Schlitten **50** in der linken Oberschiene **12** an zwei in Längsrichtung voneinander beabstandeten Punkten **52** und **54** fest geführt, d.h. sowohl in der Treppenquerrichtung als auch in der vertikalen Richtung. In der rechten Oberschiene **12** ist der Schlitten **50** dagegen nur an einer Stelle **56** und nur in vertikaler Richtung geführt, d.h. der Führungspunkt **56** macht eine relative Auf- bzw. Abbewegung der rechten Oberschiene **12** mit. Bezüglich der Treppenquerrichtung ist der Schlitten **50** dagegen nicht in der rechten Oberschiene **12** geführt. Der Verlauf der rechten Oberschiene **12** wird statt dessen mittels eines Abstandssensors **58** abgetastet, welcher die Veränderung des Abstands zwischen der linken Oberschiene **12** und der rechten Oberschiene **12** erfährt. Ferner ist der Schlitten **50** zweckmäßigerweise mit einem Wegsensor zum Erfassen der zurückgelegten Wegstrecke versehen (nicht dargestellt).

[0045] Außerdem ist der Schlitten **50** gemäß **Fig. 5** an beiden Seiten mit einem um eine in Treppenquerrichtung verlaufende Achse schwenkbaren Arm **60** versehen, der an seinem freien Ende ein Führungselement **62** aufweist, welches in die rechte bzw. linke Unterschiene **14** eingreift und entlang dieser verschiebbar geführt ist. Der Schlitten **50** ist mit einem Sensor versehen, welcher den Winkel des Schwenkarms **60** bezüglich des Schlittens **50** misst.

[0046] Ausgehend von der in **Fig. 5** links unten gezeigten Startposition wird der Schlitten **50** mit der Sonde **28** mit geeigneten Mitteln, z.B. einer Seilwinde (nicht dargestellt) in den Oberschienen **12** in Treppenlängsrichtung nach oben gezogen, wobei der Verlauf des Roll-, Pitch- und Yaw-Winkels sowie des jeweiligen Winkels der beiden Arme **60** und mittels des Abstandssensors **58** der Abstand der rechten und linken Oberschiene **12** erfasst und aufgezeichnet

wird. Die Auswertung der Meßergebnisse erfolgt hier wie bereits im Zusammenhang mit **Fig. 3** beschrieben zumindest für den ansteigenden Teil der Schienen **12, 14** nach einer Transformation der Pitch- und Yaw-Winkel in Tangential- bzw. Radial-Winkel.

[0047] Optional kann die Messung wiederholt werden, indem der Schlitten nicht in die Oberschienen **12**, sondern in die Unterschienen **14** eingehängt wird. In einem solchen Fall kann auch das Vorsehen der beiden Arme **60** entfallen.

[0048] Die Eichung des Schlittens **50** bzw. der Sonde **28** auf die Referenzrichtung vor Beginn der Messung kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass der Schlitten **50** mit einem Prisma **64** versehen ist, mittels welchem der Schlitten **50** mit der Sonde **28** auf die obere Antriebswelle **26**, die ja bei ausgebauten Treppenstufen **10** zugänglich ist, aufgesetzt wird und parallel zu dieser ausgerichtet wird. Die Orientierung der Sonde **28** bezüglich des Prismas **64** kann auf einfache Weise bestimmt werden, indem der Schlitten mit der Sonde **28** nach dem Aufsetzen des Prismas **64** auf die Antriebswelle **26** um die Antriebswelle **26** geschwenkt wird, wobei während der Schwenkbewegung der Pitch-, Yaw- und Roll-Winkel aufgezeichnet werden und anschließend entsprechend ausgewertet werden („Sweep“).

[0049] Eine zusätzliche Bestimmung der Orientierung der Längsrichtung der Schienen **12, 14** kann vorgenommen werden, indem Sweeps der Sonde **28** um die Schienen **12, 14** herum ausgeführt werden, d.h. die Sonde **28** wird an die entsprechende Schiene angesetzt und um deren Längsrichtung gedreht, wobei während der Drehbewegung die drei Raumwinkel mittels der Sonde **28** gemessen und anschließend ausgewertet werden.

[0050] Eine Abwandlung der in **Fig. 5** und **6** gezeigten Ausführungsform, bei welcher die beiden Oberschienen **12** und die beiden Unterschienen **14** nur in einer Richtung (im folgenden als „Vorlauf“ bezeichnet) vermessen werden, ist in **Fig. 7** dargestellt. Dabei durchläuft der Schlitten **50** mit der Sonde **28** nicht nur den Vorlauf **12, 14** der Oberschienen bzw. Unterschienen, sondern zusätzlich auch noch den Rücklauf **112** bzw. **114** der Schienen, wobei sowohl im Vorlauf als auch im Rücklauf die Sonde **28** die im Zusammenhang mit **Fig. 5** und **6** beschriebenen Messergebnisse erfasst. Die Sonde **28** durchläuft dabei den gesamten von dem Vorlauf **12, 14** und dem Rücklauf **112, 114** gebildeten Kreis, wobei die Antriebsräder **22, 24** für den Transport des Schlittens **50** mit der Sonde **28** vom Vorlauf **12, 14** zum Rücklauf **112, 114** und vom Rücklauf **112, 114** zum Vorlauf **12, 14** sorgt. Auf diese Weise kann zusätzlich zum Zustand des Vorlaufs **12, 14** auch der Zustand des Rücklaufs **112, 114** aus den Messergebnissen erfasst werden. Während des Umlaufs des Schlittens **50** mit der Sonde **28**

um eines der Antriebsräder **22, 24** kann der Pitch-, Yaw- und Roll-Winkel aufgezeichnet werden und anschließend entsprechend ausgewertet werden („Sweep“), um die Orientierung der Sonde **28** bezüglich der jeweiligen Antriebswelle **26** bzw. **27** als Referenz zu bestimmen.

[0051] Insgesamt ist es bei allen Ausführungsformen möglich, anhand der erhaltenen Messwerte eine Entscheidung zu fällen, ob eine getestete Fahrtreppe repariert werden muss, und, falls ja, an welcher oder an welchen Stellen die Schäden, d.h. die Abweichungen von der vorgegebenen Idealgeometrie, vorliegen. Die Erfindung stellt somit ein Verfahren zur Bestimmung des Qualitäts- oder Schädigungszustands einer neuinstallierten oder bereits in Benutzung befindlichen Fahrtreppe bereit, mit dem insbesondere auch die Lokalisierung von Beschädigungen an Maschinenelementen, insbesondere an den Führungen einer Fahrtreppe durchgeführt werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Vermessen einer Fahrtreppe, wobei eine Messsonde (**28**), die zur Bestimmung des Drehwinkels der Sonde um mindestens eine raumfeste (**30, 32, 34**) oder sondenfeste Achse (**32, 45, 47**) ausgebildet ist, in eine räumliche Beziehung zu mindestens einer der Stufen (**10, 10A, 10B**) der Fahrtreppe gebracht wird, die Fahrtreppe mit der Sonde aus einer Startposition in Bewegung gesetzt wird, die Veränderungen des Drehwinkels bzw. der Drehwinkel der Sonde um die Achse(n) (**30, 32, 34, 45, 47**) während der Bewegung der Fahrtreppe erfasst werden, und die erfassten Veränderungen des Drehwinkels bzw. der Drehwinkel der Sonde um die Achse(n) (**30, 32, 34, 45, 47**) ausgewertet werden, um mindestens einen geometrischen Kennwert der Fahrtreppe zu bestimmen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Messsonde (**28**) zur Bestimmung des Drehwinkels der Sonde um drei aufeinander senkrecht stehende raumfeste Achsen (**30, 32, 34**) ausgebildet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die drei Achsen von einer vertikalen (**30**) und zwei aufeinander senkrecht stehenden horizontalen Achsen (**32, 34**) gebildet werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (**28**), bevor die Fahrtreppe in Bewegung gesetzt wird, in eine feste räumliche Beziehung mit einer bestimmten Stufe (**10**) der Fahrtreppe gebracht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die von der Sonde (28) gemessenen Drehwinkel den Yaw-, den Pitch- bzw. den Rollwinkel, d.h. im wesentlichen eine Drehung um eine vertikale Achse (30), eine horizontale in Längsrichtung der Fahrtreppe zeigende Achse (34) bzw. eine horizontale quer zu der Fahrtreppe verlaufende Achse (32), angeben.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Verlauf der von der Sonde (28) erfassten Drehwinkel für die betreffende Stufe (10) des aktuellen Durchlaufs mit dem Verlauf der von der Sonde erfassten Drehwinkel für die betreffende Stufe eines früheren Durchlaufs verglichen wird, um die zeitliche Veränderung des mindestens einen geometrischen Kennwerts zu ermitteln.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde so auf die betreffende Stufe (10) aufgelegt wird, dass die sondenfesten Drehwinkelachsen (32, 45, 47) im wesentlichen parallel bzw. senkrecht zu der Stufenfläche verlaufen.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gummifolie (38) zwischen die Stufenfläche (10) und die Sonde (28) gelegt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrtreppe zu beiden Seiten je erste (12) und eine dazu im wesentlichen parallele zweite Führungseinrichtung (14) aufweist, um jede Stufe (10) vorn und hinten zu führen.

10. Verfahren nach Anspruch 9, sofern auf Anspruch 5 rückbezogen, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Verlauf des Roll-Winkels der Verlauf des zwischen rechter und linker Seite der Treppe gemittelten vertikalen Abstands zwischen den Führungseinrichtungen (12, 14) bestimmt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10 oder Anspruch 9, sofern auf Anspruch 5 rückbezogen, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Verlauf des Pitch-Winkels die Differenz des jeweils zwischen erster und zweiter Führungseinrichtung (12, 14) gemittelten vertikalen Niveaus zwischen rechter und linker Seite der Treppe bestimmt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11 oder Anspruch 9, sofern auf Anspruch 5 rückbezogen, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Verlauf des Yaw-Winkels die Differenz des jeweils zwischen erster und zweiter Führungseinrichtung (12, 14) gemittelten horizontalen Niveaus zwischen rechter und linker Seite der Treppe bestimmt wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, sofern auf Anspruch 5 rückbezogen, dadurch gekennzeichnet, dass die Messwerte nur in einem Fenster ausgewertet werden, in welchem sich die betreffende Stufe (10) in dem aufwärts/abwärts führenden Bereich der Fahrtreppe bewegt, wobei die gemessenen Pitch- und Yaw-Winkel mittels des Steigungswinkels der Fahrtreppe jeweils in einen Tangential-Winkel und einen Radial-Winkel transformiert werden, wobei der Radial-Winkel die Drehung der Sonde um eine Achse (47) angibt, die im wesentlichen der Steigung der Treppe in dem aufwärts/abwärts führenden Bereich entspricht und senkrecht zu der Achse (32) des Roll-Winkels steht, wobei der Tangential-Winkel die Drehung der Sonde um eine Achse (45) angibt, die senkrecht zu der Achse des Radial-Winkels und der Achse des Roll-Winkels steht, und wobei der Verlauf des Tangential-Winkels und/oder des Radial-Winkels ausgewertet werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Verlauf des Tangential-Winkels die Differenz zwischen rechter und linker Seite der Treppe für mindestens eine der folgenden Größen ermittelt wird: Exzentrizität der Antriebsräder (22, 24), Zahnform der Antriebsräder, Phase der Zähne der Antriebsräder, Periodizität von Abstützpunkten der seitlichen Führungen der Stufen (10).

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Auswertung des Verlaufs des Tangential-Winkels der Mittelwert des Tangential-Winkels von den Messwerten abgezogen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 4 oder einem darauf rückbezogenen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (28) auf eine Referenzrichtung geeicht wird, bevor sie in die räumliche Beziehung zu der bestimmten Stufe (10) der Fahrtreppe gebracht wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzrichtung von der Querrichtung der betreffenden Stufe (10) in der Startposition gebildet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzrichtung bestimmt wird, indem die Sonde (28) an eine in Stufenquerrichtung verlaufende Stufenkante (20) angesetzt und um diese gedreht wird, wobei während der Drehbewegung in mehreren Drehpositionen der Drehwinkel um die Stufenquerrichtung und die Drehwinkel um zwei andere raumfeste Achsen, die zu der Stufenquerrichtung und zueinander senkrecht stehen, erfasst und ausgewertet werden, um die räumliche Orientierung der Stufenkante zu ermitteln.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (28), bevor die Fahrtreppe in Bewegung gesetzt wird, in eine

räumliche Beziehung mit zwei aufeinander folgenden Stufen (**10A**, **10B**) der Fahrtreppe gebracht wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (**28**) mittels einer Haltevorrichtung (**42**) so auf die beiden Stufen (**10A**, **10B**) aufgesetzt wird, dass das bzgl. der Längsrichtung der Fahrtreppe vordere Ende der Sonde von der einen Stufe (**10B**) und das bzgl. der Längsrichtung der Fahrtreppe hintere Ende der Sonde von der anderen Stufe (**10A**) abgestützt wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (**42**) auf jeder der beiden Stufen (**10A**, **10B**) an zwei in Treppenquerrichtung voneinander beabstandeten Aufsetzpunkten (**44**, **46**, **48**) aufgesetzt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (**42**) so ausgebildet ist, dass die Sonde (**28**) bezüglich der Aufsetzpunkte (**44**, **46**) auf der einen Seite der Treppe in Querrichtung verschiebbar ist, jedoch bezüglich der Aufsetzpunkte (**48**) auf der anderen Seite der Treppe im wesentlichen starr gelagert ist.

23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufsetzpunkte (**44**, **46**, **48**) auf den beiden Stufen (**10A**, **10B**) in Treppenquerrichtung feststehend sind.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (**42**) in Treppenlängsrichtung brückenartig ausgebildet ist.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche **19** bis **24**, dadurch gekennzeichnet, dass die von der Sonde (**28**) gemessenen Drehwinkel den Yaw-, den Pitch- bzw. den Rollwinkel, d.h. im wesentlichen eine Drehung um eine vertikale Achse (**30**), eine horizontale in Längsrichtung der Fahrtreppe zeigende Achse (**34**) bzw. eine horizontale quer zu der Fahrtreppe verlaufende Achse (**32**), angeben.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrtreppe zu beiden Seiten je erste (**12**) und eine dazu im wesentlichen parallele zweite Führungseinrichtung (**14**) aufweist, um jede Stufe (**10**, **10A**, **10B**) vorn und hinten zu führen, und aus dem Verlauf des Roll-Winkels die zwischen rechter und linker Seite der Treppe gemittelte Geradheit der ersten und/oder der zweiten Führungseinrichtungen in vertikaler Richtung bestimmt wird.

27. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Messwerte nur in einem Fenster ausgewertet werden, in welchem sich die betreffenden Stufen (**10A**, **10B**) in dem aufwärts/abwärts führenden Bereich der Fahrtreppe be-

wegen, wobei die gemessenen Pitch- und Yaw-Winkel mittels des gemessenen Roll-Winkels jeweils in einen Tangential-Winkel und einen Radial-Winkel transformiert werden, wobei der Radial-Winkel die Drehung der Sonde um eine Achse (**47**) angibt, die im wesentlichen der Steigung der Treppe in dem aufwärts/abwärts führenden Bereich entspricht und senkrecht zu der Achse (**32**) des Roll-Winkels steht, wobei der Tangential-Winkel die Drehung der Sonde um eine Achse (**45**) angibt, die senkrecht zu der Achse des Radial-Winkels und der Achse des Rollwinkels steht, und wobei der Verlauf des Tangential-Winkels und/oder des Radial-Winkels ausgewertet werden.

28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrtreppe zu beiden Seiten je erste (**12**) und eine dazu im wesentlichen parallele zweite Führungseinrichtung (**14**) aufweist, um jede Stufe (**10**, **10A**, **10B**) vorn und hinten zu führen, und aus dem Verlauf des Tangential-Winkels die zwischen rechter und linker Seite der Treppe gemittelte Geradheit der ersten und/oder der zweiten Führungseinrichtungen in horizontaler Richtung bestimmt wird.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (**28**) bei mehreren Stufen (**10**, **10A**, **10B**) an eine in Stufenquerrichtung verlaufende Stufenkante (**20**) angesetzt und um diese gedreht wird, wobei während der Drehbewegung in mehreren Drehpositionen der Drehwinkel um die Stufenquerrichtung und die Drehwinkel um zwei andere raumfeste Achsen, die zu der Stufenquerrichtung und zueinander senkrecht stehen, erfasst und ausgewertet werden, um die räumliche Orientierung der jeweiligen Stufenkante zu ermitteln.

30. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuordnung eines jeden Messwerts zur Messposition aufgrund der Geschwindigkeit der Fahrtreppe und einem mathematischen Modell der Fahrtreppe und/oder dem jeweiligen gemessenen Roll-Winkel erfolgt.

31. Verfahren zum Vermessen einer Fahrtreppe mit seitlich mindestens einer ersten rechten und einer ersten linken Führungseinrichtung (**12**, **14**) für die Stufen (**10**, **10A**, **10B**), wobei eine Messsonde (**28**), die zur Bestimmung des Drehwinkels der Sonde um mindestens eine raumfeste oder sondenfeste Achse (**30**, **32**, **34**, **45**, **47**) ausgebildet ist, mittels eines Schlittens (**50**) in eine räumliche Beziehung zu den beiden ersten Führungseinrichtungen gesetzt wird, der Schlitten mit der Sonde aus einer Startposition in Bewegung gesetzt wird und entlang der beiden ersten Führungseinrichtungen bewegt wird, die Veränderungen des Drehwinkels bzw. der Drehwinkel der Sonde um die Achse(n) während der Be-

wegung des Schlittens mit der Sonde erfasst werden, und die erfassten Veränderungen des Drehwinkels bzw. der Drehwinkel der Sonde um die Achse(n) ausgewertet werden, um mindestens einen geometrischen Kennwert der Fahrtrepe zu bestimmen.

32. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlitten (50) in vertikaler Richtung sowohl entlang der ersten rechten als auch entlang der ersten linken Führungseinrichtung (12) geführt wird.

33. Verfahren nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlitten (50) in der Treppenquerrichtung entlang der ersten rechten oder entlang der ersten linken Führungseinrichtung (12), vorzugsweise an zwei in der Treppenlängsrichtung versetzten Punkten (52, 54, 56), geführt ist, wobei der Schlitten den Verlauf der anderen ersten Führungseinrichtung in der Treppenquerrichtung abtastet.

34. Verfahren nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlitten (50) den Verlauf der anderen ersten Führungseinrichtung (12) in der Treppenquerrichtung mittels eines Abstandssensors (58) abtastet.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlitten (50) mit einem Wegsensor zum Erfassen der zurückgelegten Wegstrecke versehen ist.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrtrepe mit einer zweiten rechten und einer zweiten linken Führungseinrichtung (14) versehen ist, die im wesentlichen parallel zu der ersten rechten bzw. ersten linken Führungseinrichtung (12) verlaufen, wobei die beiden zweiten Führungseinrichtungen mittels der Sonde (28) und dem Schlitten (50) in entsprechender Weise wie die beiden ersten Führungseinrichtungen vermessen werden.

37. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrtrepe mit einer zweiten rechten und einer zweiten linken Führungseinrichtung (14) versehen ist, die im wesentlichen parallel zu der ersten rechten bzw. ersten linken Führungseinrichtung (12) verlaufen, wobei der Schlitten (50) seitlich mit je einem bezüglich des Schlittens beweglichen Arm (60) versehen ist, der entlang der zweiten rechten bzw. linken Führungseinrichtung geführt wird, wobei die Relativbewegung des jeweiligen Arms bezüglich des Schlittens erfasst wird, um daraus den Verlauf der beiden zweiten Führungseinrichtungen zu ermitteln.

38. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlitten mit

einem Prisma (64) versehen ist, welches auf die Welle (26, 27) des Treppenantriebs (22, 24) aufgesetzt wird, um die Richtung der Welle als eine Referenzrichtung zu bestimmen.

39. Verfahren nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass die Orientierung der Sonde (28) bezüglich des Prismas (64) durch Aufsetzen des Prismas auf eine Welle (26, 27) mit anschließender Drehung des Schlittens (50) um die Welle bestimmt wird.

40. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde an eine in Längsrichtung verlaufende Kante der ersten rechten und/oder der ersten linken Führungseinrichtung (12) angesetzt und um diese gedreht wird, wobei während der Drehbewegung in mehreren Drehpositionen der Drehwinkel um die Längsrichtung und die Drehwinkel um zwei andere raumfeste Achsen, die zu der Längsrichtung und zueinander senkrecht stehen, erfasst und ausgewertet werden, um die räumliche Orientierung der jeweiligen Längsrichtung der betreffenden Führungseinrichtung zu ermitteln.

41. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (28) auf eine Referenzrichtung geeicht wird.

42. Verfahren nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzrichtung von der Drehachse (26, 27) der oberen oder unteren Antriebsräder (22, 24) der Fahrtrepe gebildet wird.

43. Verfahren nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, dass die Richtung der Drehachse (26, 27) der oberen oder unteren Antriebsräder (22, 24) der Fahrtrepe während der Neuinstallation oder einer Wartung der Fahrtrepe mittels der Sonde (28) bestimmt wird.

44. Verfahren nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, dass die Richtung der Drehachse (26, 27) der oberen oder unteren Antriebsräder (22, 24) der Fahrtrepe bestimmt wird, indem die Sonde (28) an die Drehachse angesetzt und um diese gedreht wird, wobei während der Drehbewegung in mehreren, Drehpositionen der Drehwinkel um die Drehachse und die Drehwinkel um die beiden anderen raumfesten Achsen erfasst und ausgewertet werden, um die räumliche Orientierung der Drehachse der oberen oder unteren Antriebsräder zu ermitteln.

45. Verfahren nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrtrepe mit einer ortsfesten Referenzplatte (36) versehen ist, deren Orientierung bezüglich der Richtung der Drehachse (26, 27) der oberen oder unteren Antriebsräder (22, 24) der Fahrtrepe während der Neuinstallation oder einer Wartung der Fahrtrepe bestimmt wird, wobei bei je-

dem Durchlauf der betreffenden Stufe die Sonde auf die Orientierung der Referenzplatte geeicht wird.

46. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (28) mit drei Laserkreiseln versehen ist, deren Ringebenen wechselseitig aufeinander senkrecht stehen.

47. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungseinrichtungen jeweils einen geschlossenen Kreis mit Vorlauf (12, 14) und Rücklauf (112, 114) bilden, wobei der Schlitten (28) mit der Sonde (50) den Kreis jeweils vollständig durchläuft und die Veränderungen des Drehwinkels bzw. der Drehwinkel der Sonde um die Achse(n) (30, 32, 34, 45, 47) während der Bewegung des Schlittens mit der Sonde sowohl im Vorlauf als auch im Rücklauf erfasst werden.

48. Haltevorrichtung für eine Messsonde (28) zum Vermessen einer Fahrtreppe, wobei die Messsonde zur Bestimmung des Drehwinkels der Sonde um mindestens eine raumfeste oder sondenfeste Achse (30, 32, 34, 45, 47) ausgebildet ist, wobei die Haltevorrichtung in Treppenlängsrichtung brückenartig ausgebildet ist, um die Sonde so auf zwei aufeinander folgenden Stufen (10A, 10B) der Fahrtreppe aufzusetzen, dass das bzgl. der Längsrichtung der Fahrtreppe vordere Ende der Sonde von der einen Stufe (10B) und das bzgl. der Längsrichtung der Fahrtreppe hintere Ende der Sonde von der anderen Stufe (10A) abgestützt wird.

49. Haltevorrichtung nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (42) auf jeder der beiden Stufen (10A, 10B) an zwei in Treppenquerrichtung voneinander beabstandeten Aufsetzpunkten (44, 46, 48) aufsetzbar ist.

50. Haltevorrichtung nach Anspruch 49, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (42) so ausgebildet ist, dass die Sonde bezüglich der Aufsetzpunkte (44, 46) auf der einen Seite der Treppe in Querrichtung verschiebbar ist, jedoch bezüglich der Aufsetzpunkte (48) auf der anderen Seite der Treppe im wesentlichen starr gelagert ist.

51. Haltevorrichtung nach Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (42) so ausgebildet ist, dass die Aufsetzpunkte (44, 46, 48) auf den beiden Stufen (10A, 10B) in Treppenquerrichtung feststehend sind.

52. Schlitten für eine Messsonde (28) zum Vermessen einer Fahrtreppe mit seitlich mindestens einer ersten rechten und einer ersten linken Führungseinrichtung (12) für die Stufen (10, 10A, 10B), wobei die Messsonde zur Bestimmung des Drehwinkels der Sonde um mindestens eine raumfeste oder sonden-

feste Achse (30, 32, 34, 45, 47) ausgebildet ist, wobei der Schlitten (50) in vertikaler Richtung sowohl entlang der ersten rechten als auch entlang der ersten linken Führungseinrichtung geführt ist.

53. Schlitten nach Anspruch 52, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlitten (50) in der Treppenquerrichtung entlang der ersten rechten oder entlang der ersten linken Führungseinrichtung (12), vorzugsweise an zwei in der Treppenlängsrichtung versetzten Punkten (52, 54), führbar ist, wobei der Schlitten zum Abtasten des Verlaufs der anderen ersten Führungseinrichtung in der Treppenquerrichtung ausgebildet ist.

54. Schlitten nach Anspruch 53, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlitten (50) einen Abstandssensor (58) aufweist, um den Verlauf der anderen ersten Führungseinrichtung (12) in der Treppenquerrichtung abzutasten.

55. Schlitten nach einem der Ansprüche 52 bis 54, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlitten (50) mit einem Wegsensor zum Erfassen der zurückgelegten Wegstrecke versehen ist.

56. Verwendung einer Messsonde (28), die zur Bestimmung des Drehwinkels der Sonde um mindestens eine raumfeste oder sondenfeste Achse (30, 32, 34, 45, 47) ausgebildet ist, zum Vermessen einer Fahrtreppe, um mindestens einen geometrischen Kennwert der Fahrtreppe zu bestimmen.

57. Verfahren zur Bestimmung der geometrischen Kennwerte einer Fahrtreppe, bei dem in einem ersten Schritt ein Sensor zur Erfassung während des Betriebs einer Fahrtreppe auftretenden geringfügigen Drehbewegungen einer Stufe der Fahrtreppe entlang des Fahrwegs nach zumindest einer Richtungskordinate des Raumes (Pitch, Yaw, Roll) an einer der Fahrtreppeinstufen fixiert wird und deren räumliche Orientierung registriert wird, sodann in einem zweiten Schritt die Fahrtreppe in Bewegung gesetzt, d.h. verfahren, wird, und in einem dritten und weiteren Schritten die Abweichung der räumlichen Orientierung der betreffenden Fahrtreppeinstufe von der zuerst registrierten Orientierung entlang des Fahrweges des Messgeräts aufgezeichnet wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

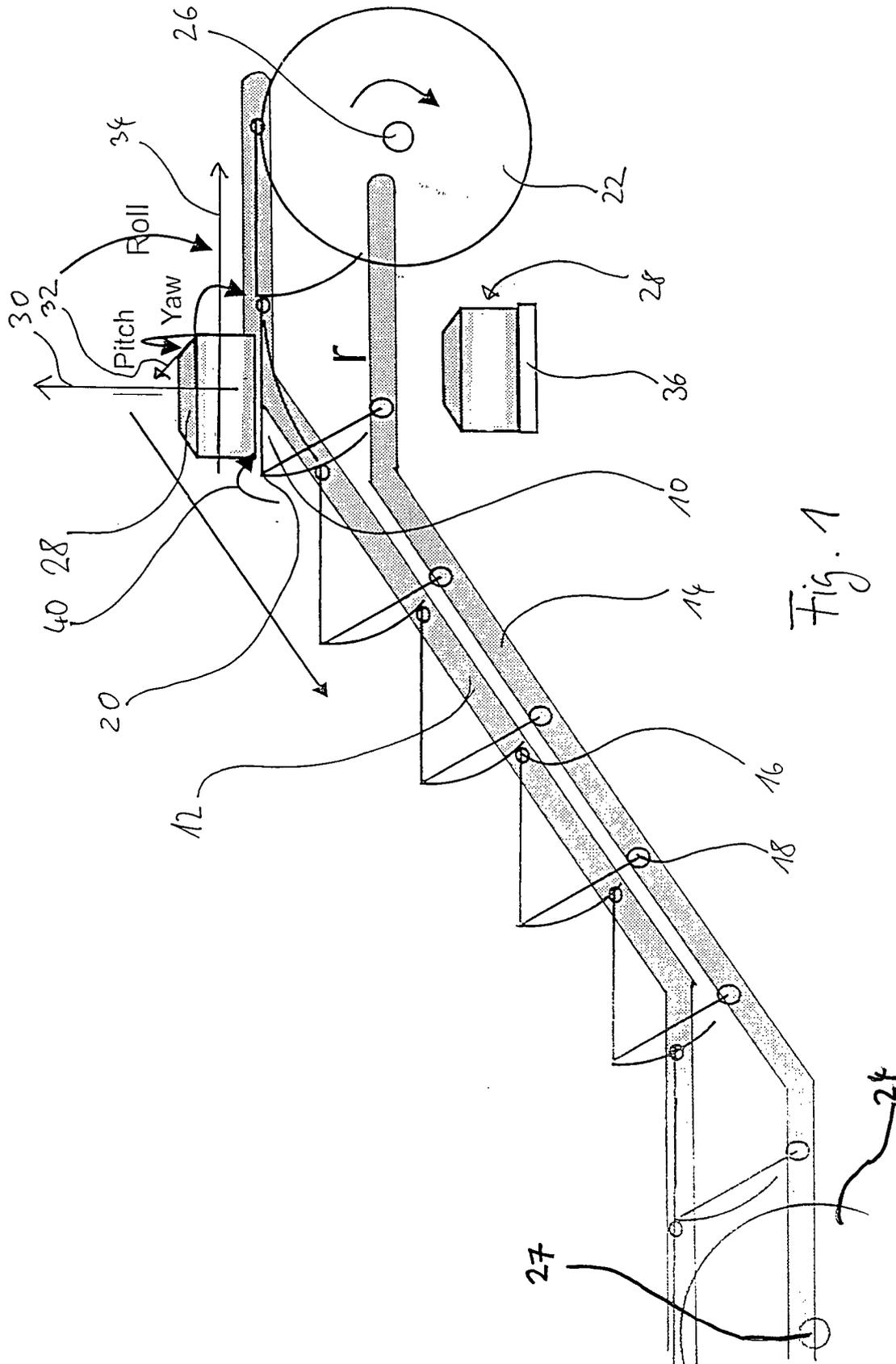


Fig. 1

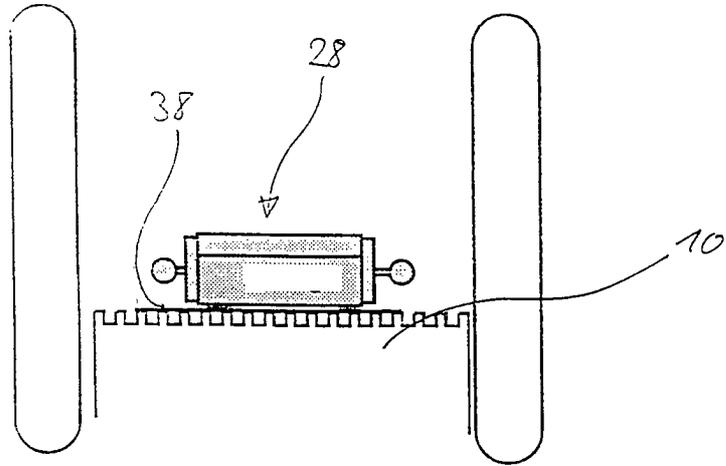


Fig. 2

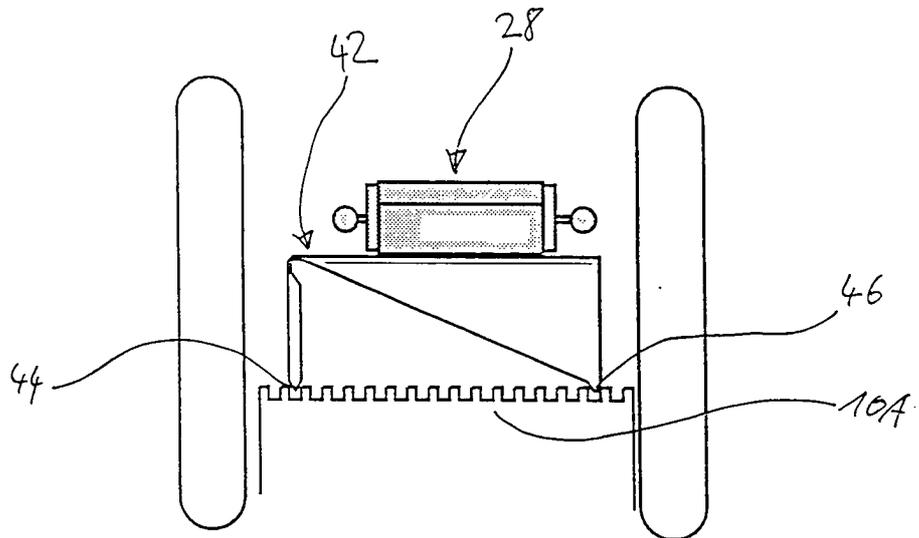


Fig. 4

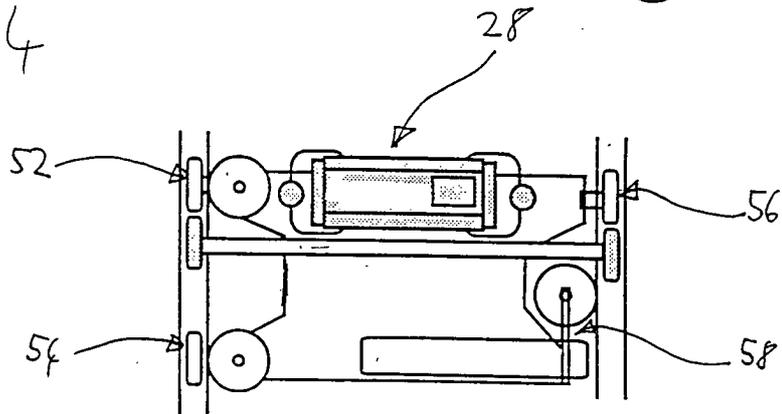


Fig. 6

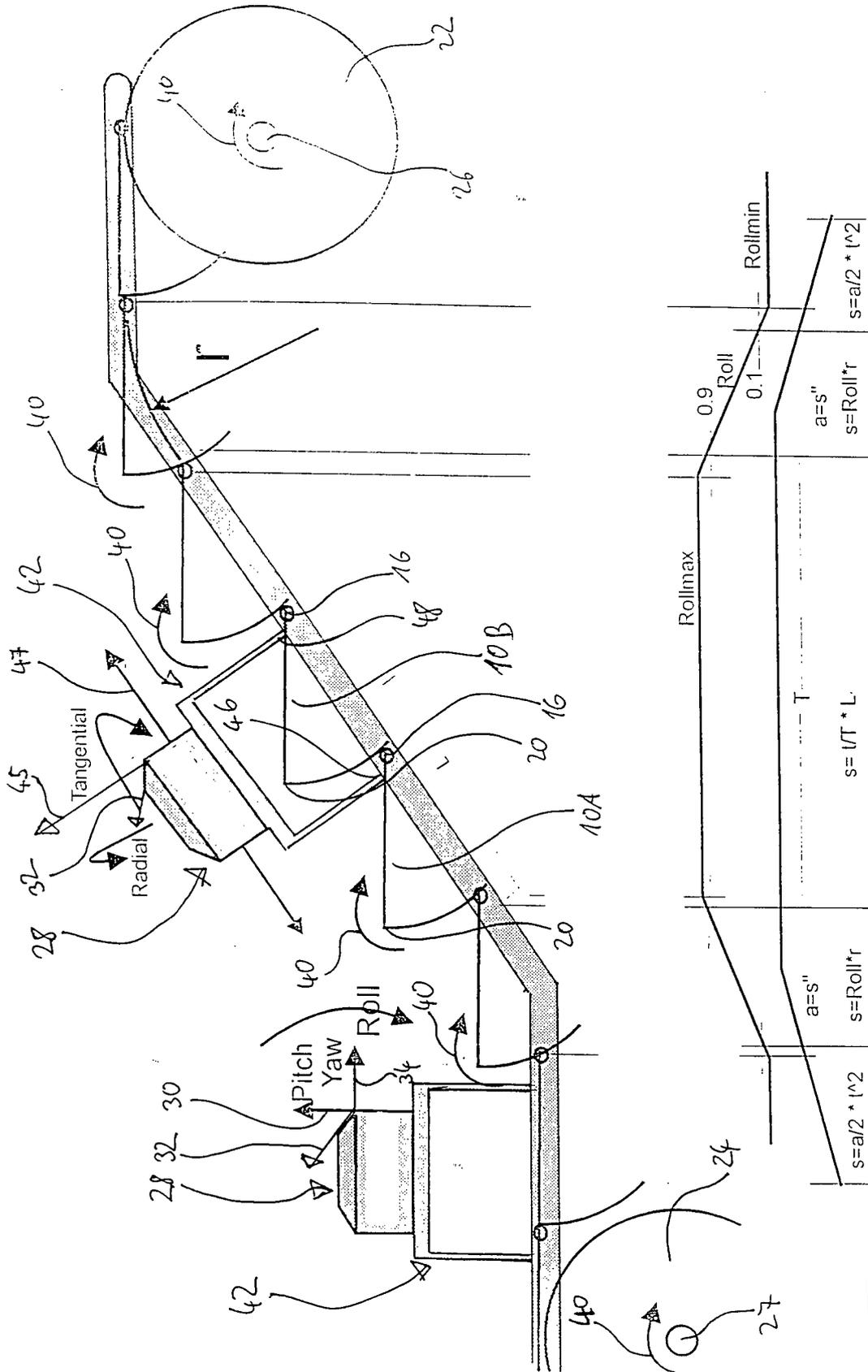


Fig. 3

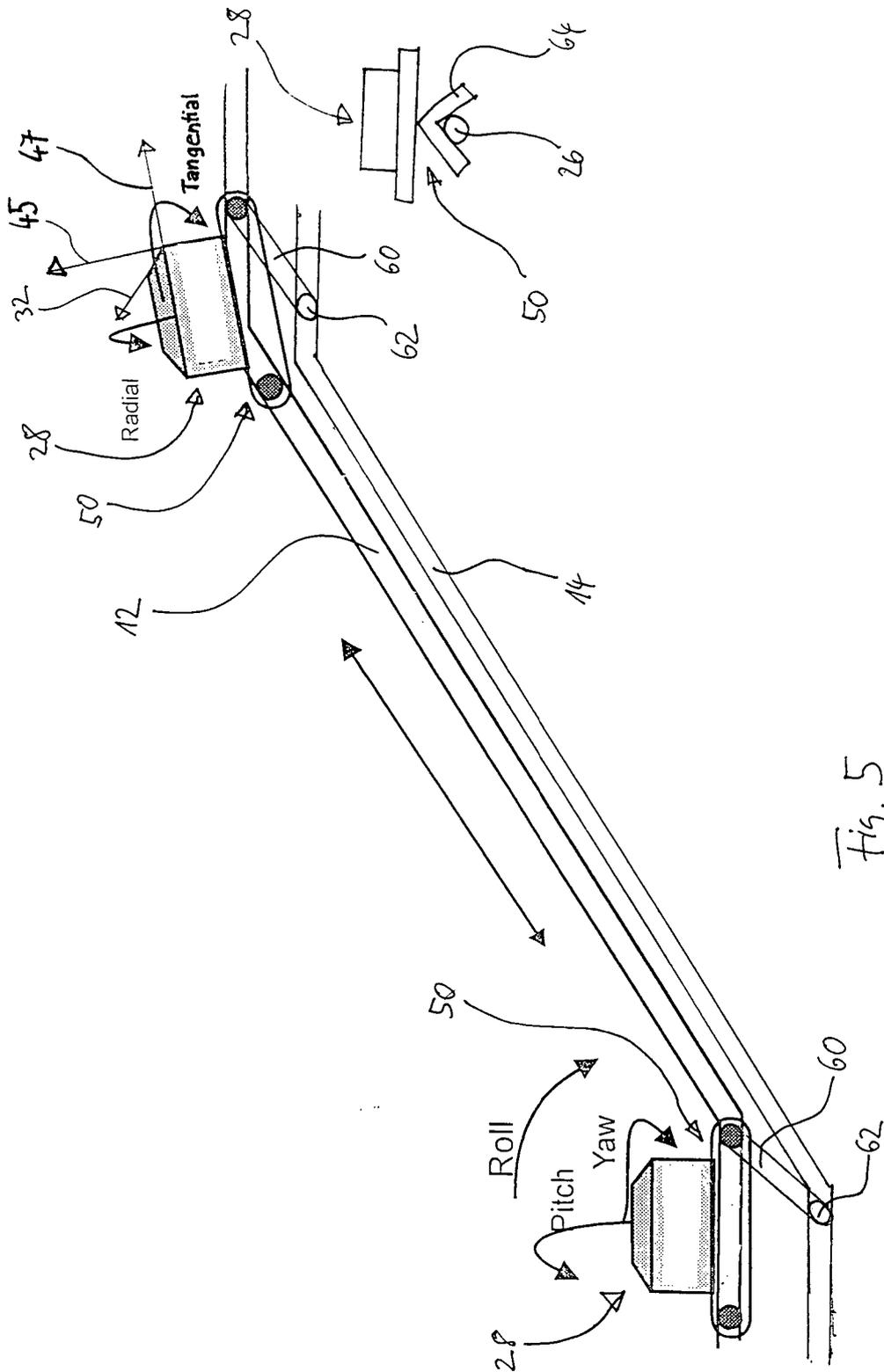


Fig. 5

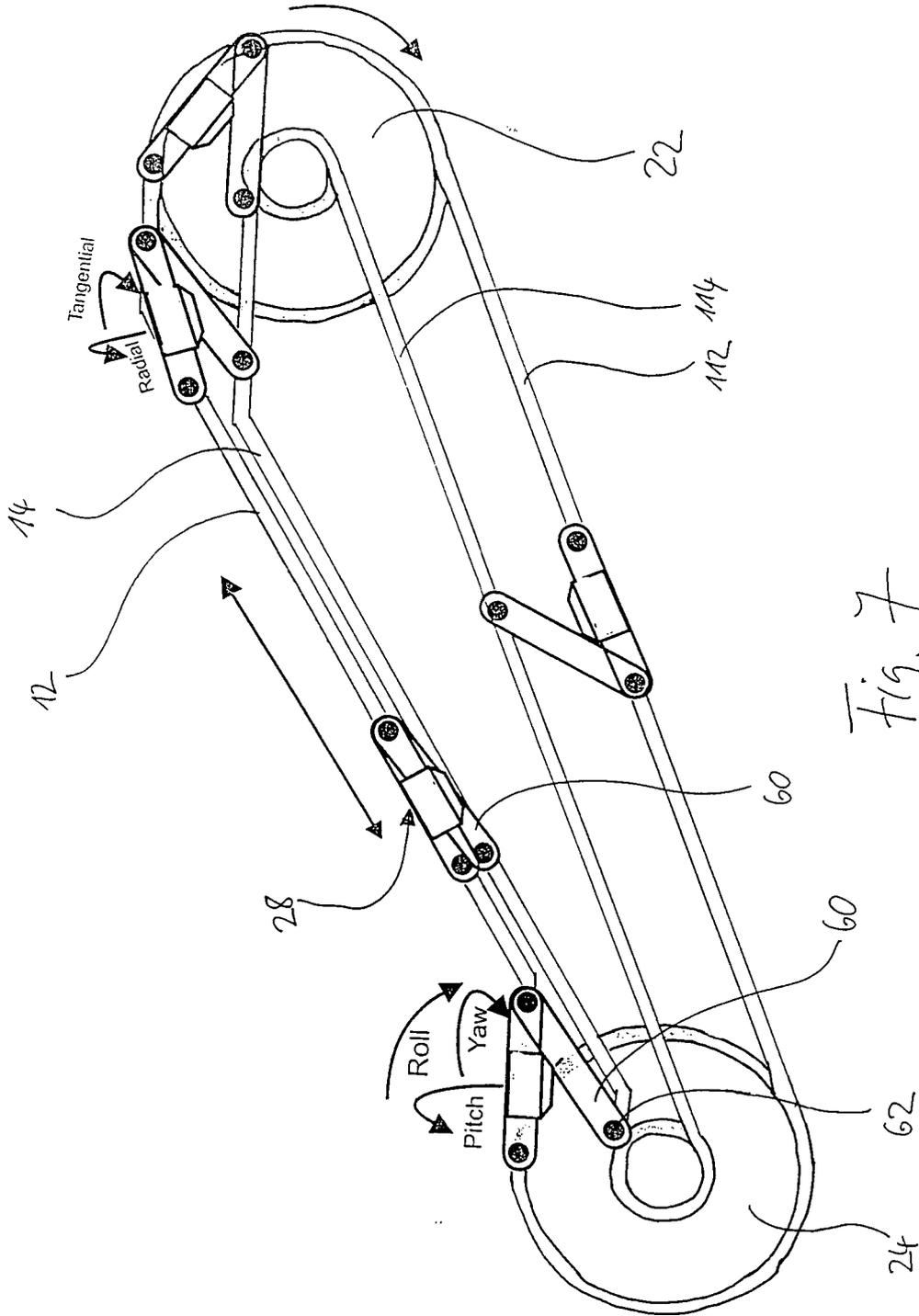


Fig. 7