

(12)

Patentschrift

(21)

Anmeldenummer:

A 50478/2018

(22)

Anmeldetag:

13.06.2018

(45)

Veröffentlicht am:

15.10.2020

(51)

Int. Cl.:

G01B 11/275 (2006.01)

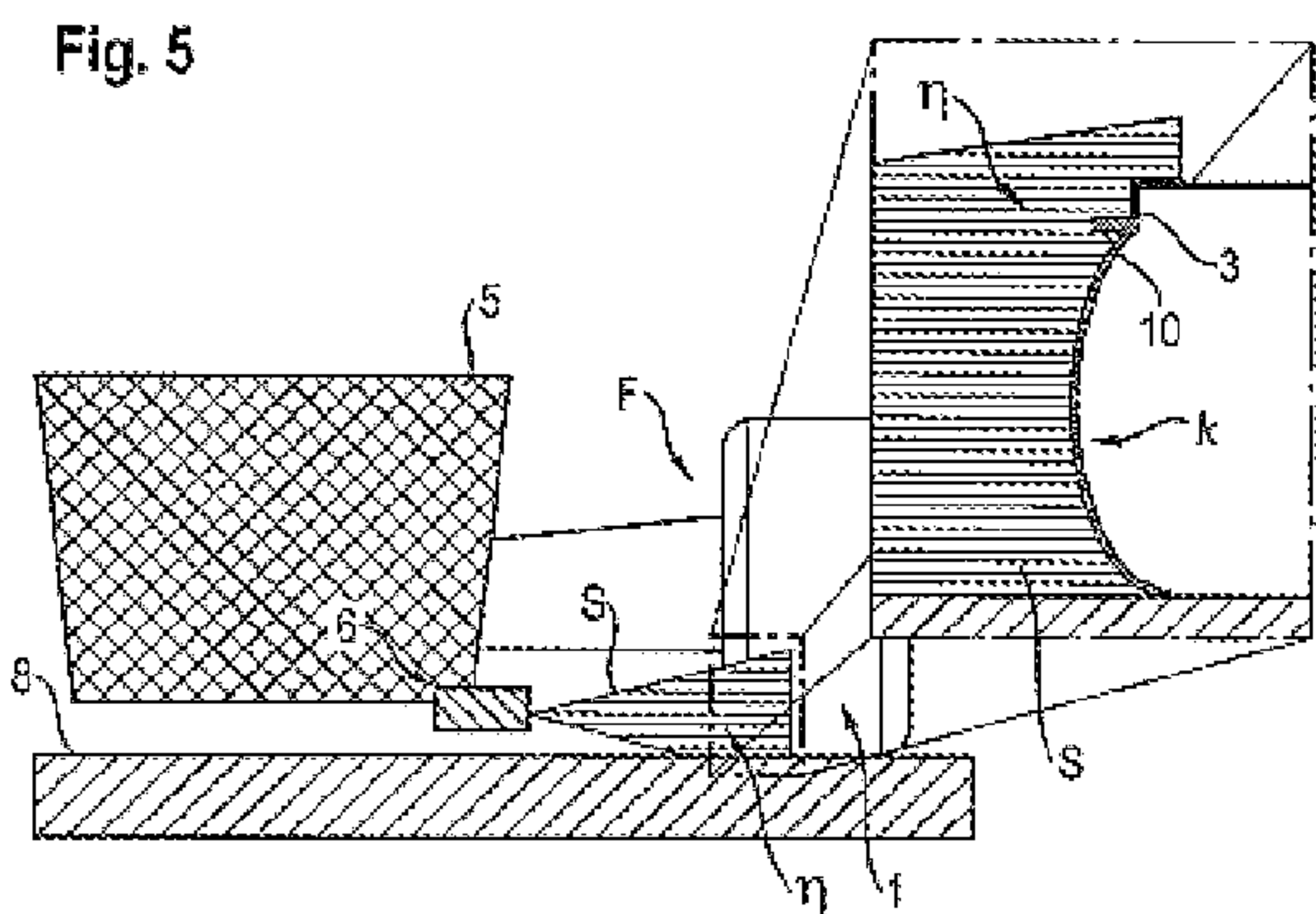
(56) Entgegenhaltungen: DE 3875984 T2 DE 102005063082 A1 DE 19748239 A1	(73) Patentinhaber: AVL LIST GMBH 8020 Graz (AT) (72) Erfinder: Schagerl Gerhard 8045 Graz (AT) Riegler Joachim 71229 Leonberg (DE) Hammer Daniel 8010 Graz (AT) (74) Vertreter: Babeluk Michael Dipl.Ing. Mag. 1080 Wien (AT)
---	--

(54)

VERFAHREN UND MESSANORDNUNG ZUR OPTISCHEN BESTIMMUNG VON FAHRWERKSPARAMETERN

(57)

Die Erfindung betrifft eine Messanordnung und ein Verfahren zur optischen Bestimmung von Fahrwerksparmetern eines Fahrzeuges mit einem Fahrwerk (F) und einem Chassis (5) bei dem das Profil einer Oberfläche eines Rades (1) mittels optischem Messgeber und optischem Aufnehmer erfasst wird und bei einer Auswertung das Profil der Oberfläche des Rades (1) in Abschnitte unterteilt wird, wobei der optische Messgeber durch entlang einer Messebene (η) abgegebene Strahlen (S) das Profil der Oberfläche des Rades (1) entlang einer Schnittkurve (k) zwischen der Oberfläche des Rades (1) und der Messebene (η) bestimmt und zumindest eine weitere Messgröße aufgenommen wird. Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren und eine Messanordnung anzugeben, die ermöglichen die realen Fahrwerksparmeter zu bestimmen. Dies wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine zum Chassis (5) gewandte innere Oberfläche des Rades (1) zur Vermessung herangezogen wird und dass als weitere Messgröße der optische Messgeber durch entlang der Messebene (η) abgegebene Strahlen (S) die Kontur einer Fahrbahn (8) entlang einer zweiten Schnittkurve (9) bestimmt oder dass als weitere Messgröße ein Radhub aufgenommen wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Messanordnung zur optischen Bestimmung von Fahrwerksparametern eines Fahrzeuges mit einem Fahrwerk und einem Chassis bei dem das Profil einer Oberfläche eines Rades mittels optischem Messgeber und optischem Aufnehmer erfasst wird und bei einer Auswertung das Profil der Oberfläche des Rades in Abschnitte unterteilt wird, wobei der optische Messgeber durch entlang einer Messebene abgegebene Strahlen das Profil der Oberfläche des Rades entlang einer Schnittkurve zwischen der Oberfläche des Rades und der Messebene bestimmt und zumindest eine weitere Messgröße aufgenommen wird.

[0002] Das wichtigste Element eines Rennfahrzeuges ist der Reifen, da er als einziges den Kontakt zwischen Fahrzeug und Fahrbahn herstellt und einen wesentlichen Beitrag zur Performance des Fahrzeuges leistet. Um die Performance zu optimieren und die Rundenzeit zu minimieren, ist genaue Kenntnis über die Eigenschaften des Reifens notwendig. Diese sind wiederum von der Position des Reifens in Relation zur Fahrbahn abhängig und werden somit von der Radstellung und der Fahrwerkskinematik beeinflusst. Statisch können die wichtigsten Einstellungen wie Spur und Sturz leicht vermessen werden, sie unterliegen dynamisch aber Änderungen durch die Fahrwerkskinematik und die elastische Verformung der betroffenen Bauteile (Compliance).

[0003] Dabei sind unter Fahrwerksparametern Größen wie Spur und Sturz sowie Rollwinkel, Radhub, Fahrhöhe, Reifenrollradius und Reifeneinfederung oder Ähnliches zu verstehen.

[0004] Eine fahrzeugspezifische Größe, die für das Fahrverhalten von wesentlicher Bedeutung ist, ist der Sturz. Der statische Sturz bezeichnet die Neigung des Rades in Querrichtung zur Senkrechten durch den Radaufstandspunkt. Ist das Rad oben nach außen geneigt, spricht man von positivem Sturz, ist es oben nach innen geneigt, spricht man von negativem Sturz. Bei Rennwagen wird in der Regel ein negativer Sturz eingestellt, da sich dadurch die Reifen Seitenwand bei Kurvenfahrt weniger verformt und somit der Reifenlatsch gleichmäßiger belastet wird. Dies führt zu einer höheren übertragbaren Seitenkraft und somit zu höheren möglichen Kurvengeschwindigkeiten.

[0005] Im Fahrbetrieb unterliegt der Sturz ständigen Schwankungen, hervorgerufen durch die kinematische Änderung der Radstellung beim Ein- und Ausfedern, durch das Rollen des Chassis, verursacht durch Querbeschleunigungen und durch Elastizitäten im Fahrwerk oder Chassis. All diese Einflüsse verändern während der Fahrt den Sturz. Doppelquerlenkeraufhängungen werden grundsätzlich so ausgelegt, dass sich der Sturz beim Einfedern in Richtung negativer Werte ändert. Die Änderung des Sturzes in Richtung positiver Werte am kurvenäußeren Rad, wird teilweise durch die kinematische Sturzänderung kompensiert.

[0006] Der dynamische Sturz ergibt sich als die Summe aus dem statischen Sturz, einem Rollwinkel der kinematischen Sturzänderung und der elastischen Verformung.

[0007] Zu hohe Rollwinkel des Chassis und zu hohe Elastizitäten im Fahrwerk (Compliance) verschlechtern daher die ideale Positionierung des Reifens auf der Fahrbahn und mindern somit die maximal übertragbare Seitenkraft.

[0008] Unter Reifenlatsch versteht sich hier die Reifenaufstandsfläche durch Verformung des Reifens an der die Kräfte von der Fahrbahn angreifen. Der Schräglaufwinkel bezeichnet dabei den Winkel, den die Radmittelebene mit der Fahrtrichtung einschließt und der Rollwinkel beschreibt die Rotationsbewegung des Chassis zur Seite des Fahrzeuges.

[0009] Als Spur bezeichnet man die Stellung der Räder um deren Hochachse. Vorspur bedeutet, dass ein Rad von oben betrachtet in Fahrtrichtung zur Fahrzeugmitte zeigt (Toe in). Zeigt es zur Außenseite spricht man von Nachspur (Toe out).

[0010] Da Reifen Seitenkräfte durch Erhöhung des Schräglaufwinkels (slip angle, SA) aufbauen, kann Vorspur dazu genutzt werden, den Reifen „vorzuspannen“, also bei Geradeausfahrt durch die Radstellung bereits eine geringe Seitenkraft aufzubringen. Bei einer symmetrischen Einstellung der Spur heben sich die Seitenkräfte auf und es verbessert sich der Geradeauslauf und der

Reifen kann beim Einlenken die Seitenkraft schneller aufbauen. Es kann auch eine Nachspureinstellung fahrdynamisch von Vorteil sein.

[0011] Die Verformung von Fahrwerksteilen können Lenkeffekte bewirken, die durch Änderungen der Spur hervorgerufen werden und damit sowohl Über-, als auch Untersteuern verursachen können.

[0012] Die statische Fahrwerksgeometrie kann bei der Fahrwerksvermessung einfach bestimmt werden, die dynamischen Änderungen der Fahrwerksgeometrie können hingegen nicht ohne großen Aufwand bestimmt werden.

[0013] Elastizitäten können durch FE-Simulationen berechnet werden, oder mittels Kinematics and Compliance (K&C) Rig gemessen. Über fahrdynamische Simulationen kann dann die Radstellung für die auftretenden Fahrzustände ermittelt werden, die jedoch fehlerbehaftet sein kann. Messsysteme, die die tatsächliche Radstellung messen, sind vor allem bei Rennfahrzeugen nicht universell einsetzbar und in ihrer Anwendung limitiert.

[0014] Eine beliebte Methode, um die Bewegungen der Räder unter realen Testbedingungen zu erfassen ist der Einsatz von Radvektorsystemen. Diese Messsysteme sind flexibel einsetzbar und bieten eine hohe Genauigkeit. Allerdings ist der Gesamtaufbau sehr groß und muss an der Karosserie des Fahrzeuges angebracht werden, wodurch es beispielsweise für Monoposto Fahrzeuge mit freistehenden Rädern nicht verwendbar ist. Durch die Montage an der Karosserie wird die Aerodynamik des Fahrzeuges erheblich beeinflusst, wodurch das Fahrverhalten verändert wird. Speziell bei der sensiblen Aerodynamik von Rennfahrzeugen ist dieser Einfluss störend. Durch das hohe Gewicht der Sensoren von ca. 12 kg pro Rad und 2,5 kg bewegten Masse am Rad wird die Fahrdynamik weiter negativ beeinflusst.

[0015] Aufgrund der Montage am Fahrzeug zeichnen Radvektorsysteme die Bewegungen relativ zum Chassis auf. Um auf Absolutwerte schließen zu können, müssen die Bewegungen des Chassis mit zusätzlicher Sensorik erfasst werden.

[0016] Ein Kinematics & Compliance (K&C) Prüfstand dient zur Evaluierung von Vertikaldynamik, Kinematikverhalten und Elastokinematik von Fahrzeugen. Typischerweise wird dabei das Chassis fixiert und Kräfte oder Verformungen werden an den Rädern aufgebracht. Als Ergebnis erhält man Werte für Spur, Sturz, Compliance-Charakteristik, etc. Nach Abgleich mit einer Mehrkörpersimulation kann ein detailliertes Modell erstellt werden, mit dem die Compliance im Fahrzeug während der Belastung bei der Fahrt simuliert werden kann.

[0017] K&C Prüfstände sind in der Automobilindustrie weit verbreitet, um das elastokinematische Verhalten von PKWs zu ermitteln, bei denen aus Komfortgründen Gummipuffern im Fahrwerk eingesetzt werden. Daher sind bei PKWs die Elastizitäten ausgeprägter als bei Rennfahrzeugen. Dabei sind diese Messungen fehlerbehaftet, da sie nicht die realen Zustände beim Fahren und die auftretenden Kräfte abbilden können.

[0018] Die bekannten und erprobten Systeme weisen allesamt Nachteile beim Einsatz in Rennfahrzeugen hinsichtlich Gewicht, Größe und Beeinflussung der Aerodynamik auf.

[0019] Weitere Möglichkeiten zur optischen Fahrwerksvermessung an einem Prüfstand sind aus der DE 3875984 T2, der DE 102005063082 A1 und der DE 19748239 A1 bekannt. Sie zeigen jeweils horizontal oder vertikal entlang einer Messebene angeordnete Laserlinien, die von einem optischen Messgeber auf das Rad projiziert werden. Die Profillinien werden mithilfe eines Aufnehmers aufgenommen. Daraus werden der Sturz und/oder die Spur ermittelt. Nachteilig an allen diesen Anordnungen ist dabei, dass diese Systeme an einem Prüfstand durchgeführt werden müssen und Werte daher nur für Prüfstandsbedingungen ermittelt werden können.

[0020] Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren und eine Messanordnung anzugeben, die ermöglichen die realen Fahrwerksparmeter zu bestimmen.

[0021] Diese Aufgabe wird durch ein eingangs erwähntes Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine zum Chassis gewandte innere Oberfläche des Rades zur Vermessung herangezogen wird und dass als weitere Messgröße der optische Messgeber durch entlang der Mess-

ebene abgegebene Strahlen die Kontur einer Fahrbahn entlang einer zweiten Schnittkurve bestimmt oder dass als weitere Messgröße ein Radhub aufgenommen wird. Außerdem wird diese Aufgabe durch eine Messanordnung zur Bestimmung von Fahrwerksparametern eines Fahrzeuges mit einem Fahrwerk mit zumindest einem Rad, mit einem Chassis sowie mit einer Messvorrichtung, wobei die Messvorrichtung einen optischen Aufnehmer und einen optischen Messgeber aufweist, wobei die Messvorrichtung ein Laser-Profilscanner ist, auf das Rad gerichtet ist und eine Messebene aufweist, in der das aufgenommene Profil liegt, dadurch gelöst, dass die Messvorrichtung zur Innenseite des Rades weist, die zum Chassis oder zur Achse orientiert ist.

[0022] Daher ist es möglich, die Bewegung des Fahrwerks relativ zum Chassis durch die Messvorrichtung aufzunehmen.

[0023] Ein Laser-Profilscanner projiziert eine Laserlinie auf das zu erfassende Objekt und erstellt durch den eingebauten Kamerasensor mittels Triangulationsprinzip ein Höhenprofil. Dieses Profil umfasst mehrere Hundert Messpunkte, die kontinuierlich gemessen werden können. Dabei liegen die Messpunkte auf einer Geraden und ergeben mit den Strahlen eine Messebene.

[0024] So wird ein Profilschnitt des Rades gemessen und daraus können verschiedenste Fahrwerksparameter bestimmt werden. Vorteilhafterweise erfolgt die Messung berührungslos und die mit dem Rad rotierende Masse bleibt von der Messung unbeeinflusst.

[0025] Besonders einfach erfolgt die Auswertung, wenn die aufgenommene Kontur und das aufgenommene Profil zumindest Abschnitten Fahrbahnsegment und Felgensegment zugeordnet werden. Das Fahrbahnsegment entspricht der zweiten Schnittkurve.

[0026] Um eine Auswertung der Messergebnisse zu erleichtern ist es günstig, wenn eine Linearisierung der aufgenommenen Abschnitte durchgeführt wird.

[0027] Der gleiche Vorteil ergibt sich, wenn ein Felgenhorn des Felgensegments als Referenzstelle bestimmt wird, da das Felgenhorn meist eine markante und leicht erkennbare Stelle am Rad darstellt.

[0028] Alternativ dazu kann vorgesehen werden, dass an einer Felge ein Referenzring angebracht wird und dieser als Referenzstelle bestimmt wird. Dadurch lassen sich Messergebnisse eindeutig zuordnen.

[0029] Besonders einfach lässt sich die Fahrwerksvermessung durchführen, wenn ein Winkel zwischen Felgensegment und Fahrbahnsegment bestimmt wird.

[0030] Diese Messung kann sowohl für Spur- als auch für Sturzmessung eingesetzt werden, je nach Montageposition und Ausrichtung des Laser-Profilscanners.

[0031] Wenn die Messebene im Wesentlichen vertikal ausgerichtet ist kann der Sturzwinkel einfach bestimmt werden. Günstig ist dabei, wenn für die Sturzwinkelmessung der Reifenlatsch mit-erfasst wird. Bei ausreichend großem Messbereich kann auch die Fahrbahn mitgemessen werden. Dadurch ist es möglich einen absoluten Sturzwinkel aus den Winkeln von Fahrbahnsegment und Felgensegment zu berechnen. Einflüsse wie die kinematische Sturzänderung über den Federweg müssen so nicht berücksichtigt werden.

[0032] Dadurch lassen sich in günstiger Weise auch ein Rollwinkel des Chassis, die Fahrhöhe, vor allem die dynamische Fahrhöhe und ein Radhub ermitteln.

[0033] Vorteilhafterweise lässt sich daraus ein resultierender Sturzwinkel berechnen und ideal wird das Verfahren ausgenutzt, wenn damit ein dynamischer Sturzwinkel bestimmt wird.

[0034] Einfach lässt sich der Spurwinkel berechnen, vor allem der dynamische Spurwinkel, wenn die Messebene im Wesentlichen horizontal ausgerichtet ist.

[0035] Für die Bestimmung des Fahrverhaltens ist es vorteilhaft, wenn eine Reifeneinfederung ermittelt wird und/oder ein - vorzugsweise dynamischer - Rollradius ermittelt wird.

[0036] Um aussagekräftige Werte messen zu können sieht eine Ausführung vor, dass die Messebene im Bereich des aufgenommenen Profils nahe der Drehachse des Rades angeordnet ist,

wobei der Abstand zwischen Messebene und Drehachse im Bereich des Profils im Wesentlichen gleich null ist und vorzugsweise die Drehachse in der Messebene liegt.

[0037] Die Messergebnisse lassen sich durch die Maßnahme verbessern, dass die Messachse zu der Drehachse des Rades einen Winkel kleiner als 30° aufweist, vorzugsweise einen Winkel kleiner als 15° aufweist.

[0038] Der Messbereich lässt sich in günstiger Weise verschieben, wenn die Messvorrichtung einen Einbauwinkel zur Horizontalen aufweist, der zwischen 0° und 3° beträgt und vorzugsweise zwischen 0° und 1° liegt.

[0039] In weiterer Folge wird die Erfindung anhand der nicht einschränkenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- [0040]** Fig. 1 eine erste erfindungsgemäße Messanordnung in der ein erster Verfahrensschritt gezeigt ist;
- [0041]** Fig. 2 die Messanordnung gemäß Fig. 1 in der ein zweiter Verfahrensschritt gezeigt ist;
- [0042]** Fig. 3 eine zweite erfindungsgemäße Messanordnung in der ein erster Verfahrensschritt gezeigt ist;
- [0043]** Fig. 4 die Messanordnung gemäß Fig. 3 in der ein zweiter Verfahrensschritt gezeigt ist;
- [0044]** Fig. 5 das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Messanordnung im Prinzip;
- [0045]** Fig. 6a ein positiver Sturz;
- [0046]** Fig. 6b ein negativer Sturz;
- [0047]** Fig. 7 ein Rollwinkel;
- [0048]** Fig. 8a eine Vorspur; und
- [0049]** Fig. 8b eine Nachspur.

[0050] In Fig. 1 ist ein Rad 1 eines Fahrwerks dargestellt. Die Radaufnahme und weitere Teile des Fahrwerks sind zur einfacheren Darstellung des Prinzips nicht dargestellt. Das Rad weist eine Felge 2 mit einem Felgenhorn 3 auf. Dabei kennzeichnet das Felgenhorn 3 den Übergang von der Felge 2 zur Reifenseitenwand 4.

[0051] Am Chassis 5 des Fahrzeuges ist als Messvorrichtung ein Laser-Profilscanner 6 an einer Halterung 7 angebracht. Durch den Laser-Profilscanner 6 werden in einer Messebene n Strahlen S (Fig. 5) durch zumindest einen optischen Messgeber ausgesendet, und durch zumindest einen optischen Aufnehmer wird eine Schnittkurve k zwischen Messebene n und der Oberfläche des Rades 1 und einer Fahrbahn 8 ermittelt, die das Profil der Oberfläche des Rades 1 und die Kontur der Fahrbahn 8 zeigt.

[0052] Die Schnittkurve k und die zweite Schnittkurve 9 werden bei einer Auswertung der Messung in Abschnitte unterteilt und zugeordnet. Dabei werden zumindest ein Fahrbahnsegment und zumindest ein Felgensegment 10 mit dem Felgenhorn 3 identifiziert und unterschieden. Weiters findet eine Linearisierung der Abschnitte statt. Zwischen dem Fahrbahnsegment und dem Felgensegment 10 wird in der Anordnung mit vertikaler Messebene η ein resultierender Winkel bestimmt.

[0053] Mithilfe der bekannten Geometrie des Rades 1 und einem statischen Sturzwinkel, der vor einer Testfahrt ermittelt wird, kann somit aus einem während der Testfahrt ermittelten resultierenden Winkel ein dynamischer Sturzwinkel ε ermittelt werden.

[0054] In Fig. 2 ist ein weiterer Abschnitt des Profils der Oberfläche des Rades 1 gekennzeichnet. Dabei wird aus dem gemessenen Profil der Reifenseitenwand 4 eine Reifeneinfederung und ein

Rollradius bestimmt.

[0055] Ein statischer Rollradius kann vor der Testfahrt bei Stillstand bestimmt werden. Durch die Messung während der Testfahrt kann ein dynamischer Rollradius bestimmt werden.

[0056] Um einen günstigen Messbereich für die Bestimmung des Sturzwinkels ε zu erhalten ist der Laser-Profilscanner 6 in einem Einbauwinkel α zu einer Horizontalen H nach unten geneigt. Für die Messung ist dieser Einbauwinkel α irrelevant, da der Sturzwinkel ε als Differenz zwischen Fahrbahnsegment und Winkel des Felgensegments 10 ermittelt wird. Lediglich für einen absoluten Rollwinkel θ des Fahrzeuges muss der Einbauwinkel α berücksichtigt werden. Wird ein einzelnes Profil bei waagrecht stehendem Fahrzeug gemessen, kann der Einbauwinkel α daraus berechnet werden und bei den dynamischen Messungen während der Testfahrt als Offsetwert miteinbezogen werden. In der gezeigten Ausführung beträgt dieser Einbauwinkel α $0,5^\circ$.

[0057] In ähnlicher Weise können Fahrwerksparmeter auch durch die horizontale Anordnung des Laser-Profilscanners 6 ermittelt werden. Eine Drehachse A des Rades 1 liegt hierbei gerade in der Messebene n. Der Laser-Profilscanner 6 ist an der Halterung 7 in einer weiteren Aufnahme montiert und dabei weist eine Messachse M des Laser-Profilscanners 6 einen Winkel β zur Drehachse A auf. Dieser Winkel β beträgt in der dargestellten Ausführung 10° .

[0058] Die Position für die Spurmessung in Fig. 3 und Fig. 4 befindet sich in geodätischer Richtung auf Höhe der Drehachse A. Die Strahlen S verlaufen horizontal und messen das Felgenhorn 3 und die Reifenseitenwand 4. Durch den schrägen Winkel β in dem der Laser-Profilscanner 6 positioniert ist, entstehen bei ungeeigneter Anordnung Abschattungen am Felgenhorn 3. Die Höhe der Kante unterbricht dabei die Strahlen und deshalb liefert der Laser-Profilscanner 6 im abgeschatteten Bereich keine Messwerte. Solche Bereiche sind möglichst zu vermeiden, da sie im schlimmsten Fall die Messung unbrauchbar machen, wenn zu große Bereiche nicht erfasst werden können.

[0059] In Fig. 4 ist die Messebene η des Laser-Profilscanners 6 ebenfalls horizontal ausgerichtet. Aus dem aufgenommenen Felgensegment wird hierbei ein Spurwinkel δ ermittelt. Vor der Testfahrt wird dabei ein statischer Spurwinkel und während der Testfahrt ein dynamischer Spurwinkel ermittelt.

[0060] Die Befestigung des Laser-Profilscanners 6 wurde über eine Halterung 7 aus Stahlblech realisiert. Als Position wurde der Bereich um den hinteren Anbindungspunkt des unteren Querlenkers am rechten Hinterrad ausgewählt. Dort kann der Laser-Profilscanner 6 für die Spur- und die Sturzmessung montiert werden. Um eine ausreichende Steifigkeit zu gewährleisten, wurde die Halterung an mehreren vorhandenen Punkten mit dem Monocoque verschraubt. In den Fig. 1 und 2 ist die Halterung 7 am Chassis 5 des Monocoques mit den beiden Positionen des Laser-Profilscanners 6 zu sehen.

[0061] Zur flexibleren Einstellung sind für jeden Schraubpunkt drei Positionen an der Halterung 7 vorgesehen, die eine Verschiebung um etwa 15 mm nach oben oder unten erlauben. Zusätzlich lässt sich der Laser-Profilscanner 6 in der vertikalen Position zur Spurmessung in weiteren drei Positionen mit einem Abstand von jeweils 10 mm montieren. Befestigt wird der Laser-Profilscanner 6 in der gezeigten Ausführung über Schrauben.

[0062] Für die Messung des Sturzwinkels ε wird der Laser-Profilscanner 6 idealerweise so positioniert, dass die Laserlinie, die Messebene η vertikal in der Drehachse A des Rades 1 liegt und einen ausreichend großen Bereich der Fahrbahn 8 erfassen kann. Diese Position ändert sich während der Testfahrt, abgesehen von auftretenden Elastizitäten nicht. Bei der Messung des Spurwinkels ε unterliegt der Zielbereich des Rades 1 größeren Verschiebungen, da der Laser-Profilscanner 6 so positioniert wird, dass die Messebene η horizontal auf der Drehachse A des Rades 1 liegt. Federt das Rad 1 nun ein, verschiebt sich die Drehachse A des Rades 1 in Relation zum Laser-Profilscanner 6, ebenso bei einer Änderung der Fahrhöhe. Daher kann die genaue Position nicht festgelegt werden, sondern benötigt Spielraum zur Einstellung direkt am Fahrzeug. Durch die beengten Platzverhältnisse ist die Halterung 7 so gestaltet, dass der Laser-Profilscanner 6 in dem Winkel β von 10° zur Drehachse A des Rades 1, der y-Achse des Fahrzeuges

montiert wird, um den benötigten Bereich des Rades 1 messen zu können, ohne am Chassis 5 zu weit nach vorne rücken zu müssen.

[0063] In Fig. 5 ist die Vorgehensweise nochmals schematisch dargestellt. Dabei ist das Fahrwerk F am Chassis 5 dargestellt und der Laser-Profilscanner 6 nimmt das Profil der Oberfläche des Rades 1 entlang der Schnittkurve k auf.

[0064] In Fig. 6 ist die Bedeutung des Sturzwinkels ε gezeigt. In Fig. 6a ist ein positiver Sturzwinkel ε und in Fig. 6b ist ein negativer Sturzwinkel ε dargestellt.

[0065] Fig. 7 zeigt den Zusammenhang von Rollwinkel θ und der Sturzänderung beim Einfedern. Die Änderung ΔCR des Sturzwinkels ε in Richtung positiv, am kurvenäußeren Rad, wird teilweise durch die kinematische Sturzänderung ΔCB kompensiert.

[0066] In Fig. 8a zeigt eine Achse mit Vorspureinstellung mit einem Spurwinkel δ und Fig. 8b zeigt eine Achse mit Nachspureinstellung.

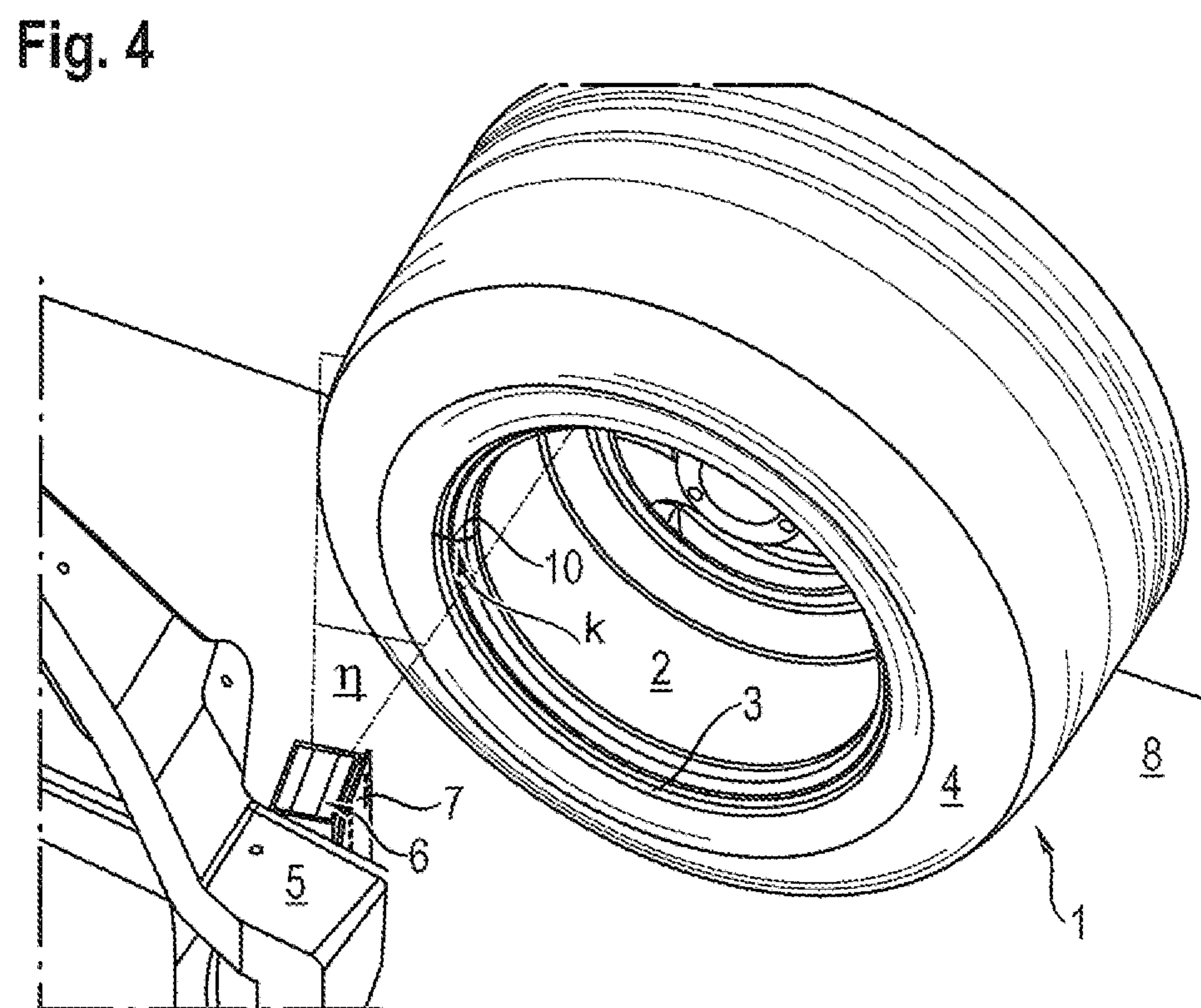
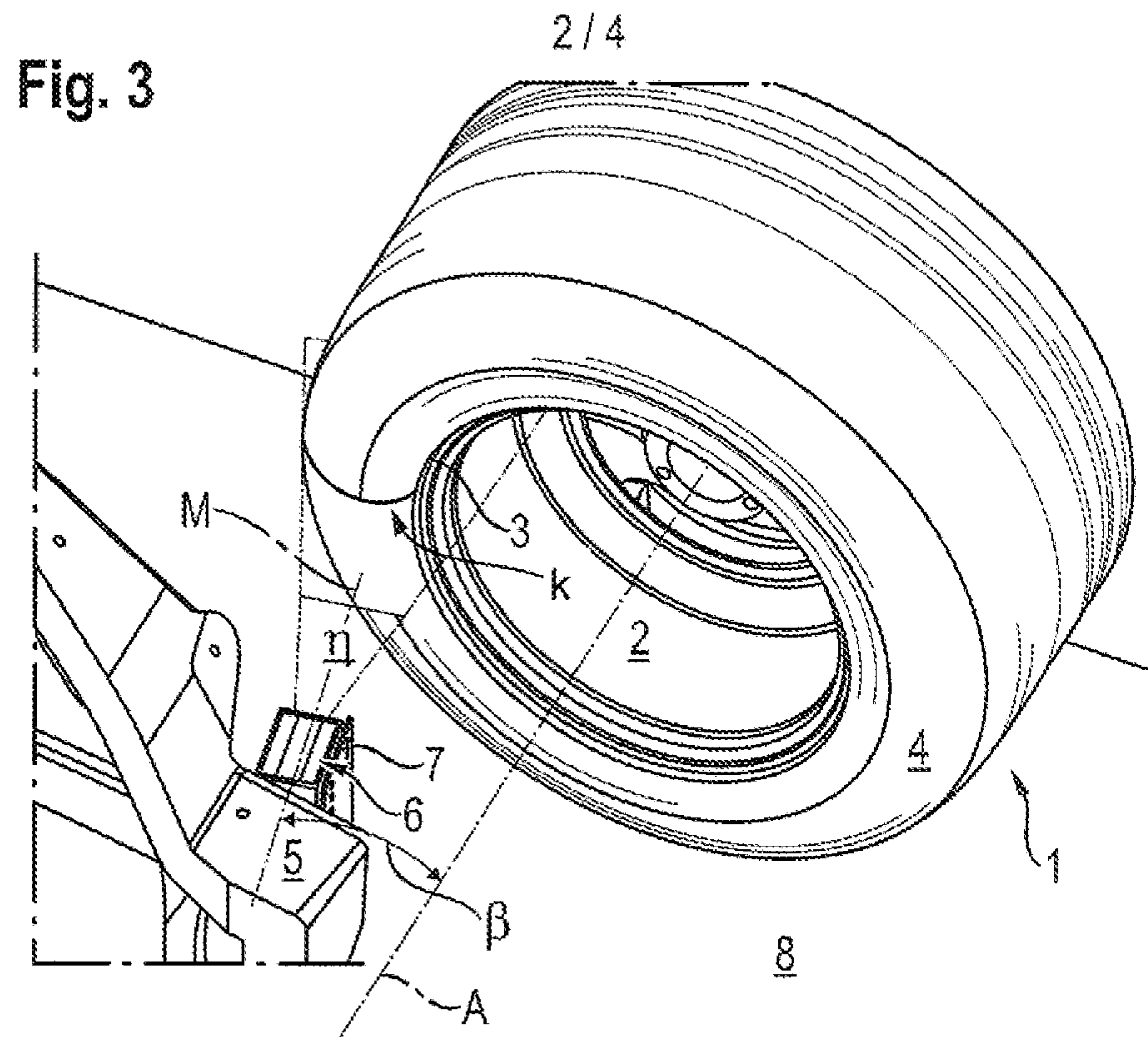
Patentansprüche

1. Verfahren zur optischen Bestimmung von Fahrwerksparametern eines Fahrzeuges mit einem Fahrwerk (F) und einem Chassis (5) bei dem das Profil einer Oberfläche eines Rades (1) mittels optischem Messgeber und optischem Aufnehmer erfasst wird und bei einer Auswertung das Profil der Oberfläche des Rades (1) in Abschnitte unterteilt wird, wobei der optische Messgeber durch entlang einer Messebene (η) abgegebene Strahlen (S) das Profil der Oberfläche des Rades (1) entlang einer Schnittkurve (k) zwischen der Oberfläche des Rades (1) und der Messebene (η) bestimmt und zumindest eine weitere Messgröße aufgenommen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zum Chassis (5) gewandte innere Oberfläche des Rades (1) zur Vermessung herangezogen wird und dass als weitere Messgröße der optische Messgeber durch entlang der Messebene (η) abgegebene Strahlen (S) die Kontur einer Fahrbahn (8) entlang einer zweiten Schnittkurve (9) bestimmt oder dass als weitere Messgröße ein Radhub aufgenommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die aufgenommene Kontur und das aufgenommene Profil zumindest Abschnitten Fahrbahnsegment und Felgensegment (10) zugeordnet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Linearisierung der Abschnitte durchgeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Felgenhorn (3) des Felgensegments (10) als Referenzstelle bestimmt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass an einer Felge (2) ein Referenzring angebracht wird und dieser als Referenzstelle bestimmt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Winkel zwischen Felgensegment (10) und Fahrbahnsegment bestimmt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messebene (η) im Wesentlichen vertikal ausgerichtet ist.
8. Verfahren nach Anspruch 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein resultierender - vorzugsweise dynamischer - Sturzwinkel (ϵ) berechnet wird.
9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messebene (η) im Wesentlichen horizontal ausgerichtet ist.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein resultierender - vorzugsweise dynamischer - Spurwinkel (δ) berechnet wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Rollwinkel (θ) des Chassis (5) bestimmt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine - vorzugsweise dynamische - Fahrhöhe ermittelt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Radhub ermittelt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Reifeneinfederung ermittelt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein - vorzugsweise dynamischer - Rollradius ermittelt wird.
16. Messanordnung zur Bestimmung von Fahrwerksparametern eines Fahrzeuges mit einem Fahrwerk (F), mit zumindest einem Rad (1), mit einem Chassis (5) sowie mit einer Messvorrichtung, wobei die Messvorrichtung einen optischen Aufnehmer und einen optischen Messgeber aufweist, wobei die Messvorrichtung ein Laser-Profilscanner (6) ist, auf das Rad (1) gerichtet ist und eine Messebene (η) aufweist, in der das aufgenommene Profil liegt, **da-**

durch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtung zur Innenseite des Rades (1) weist, die zum Chassis (5) oder zur Achse orientiert ist.

17. Messanordnung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messvorrichtung am Chassis (5) oder an einer Achse angeordnet ist.
18. Messanordnung nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, die Messebene (η) im Bereich des aufgenommenen Profils nahe der Drehachse (A) des Rades (1) angeordnet ist, wobei der Abstand zwischen Messebene (η) und Drehachse (A) im Bereich des Profils im Wesentlichen gleich null ist und vorzugsweise die Drehachse (A) in der Messebene (η) liegt.
19. Messanordnung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messachse (M) zu der Drehachse (A) des Rades (1) einen Winkel (β) kleiner als 30° aufweist, vorzugsweise einen Winkel kleiner als 15° aufweist.
20. Messanordnung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messebene (η) im Wesentlichen vertikal ist.
21. Messanordnung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messebene (η) im Wesentlichen horizontal ist.
22. Messanordnung nach einem der Ansprüche 16 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messvorrichtung einen Einbauwinkel (α) zur Horizontalen (H) aufweist, der zwischen 0° und 3° beträgt und vorzugsweise zwischen 0° und 1° liegt.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen



3 / 4

Fig. 5

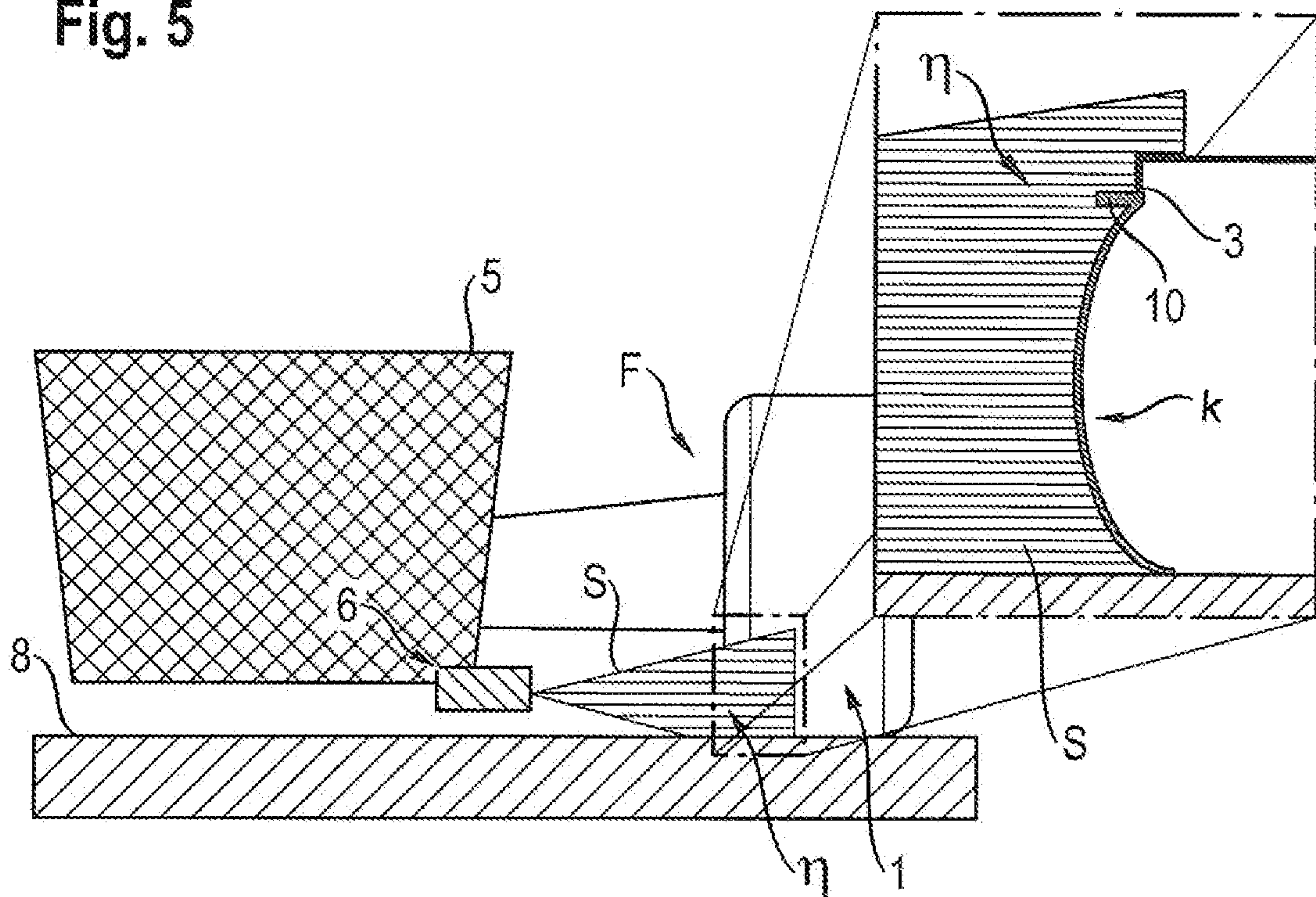


Fig. 6a

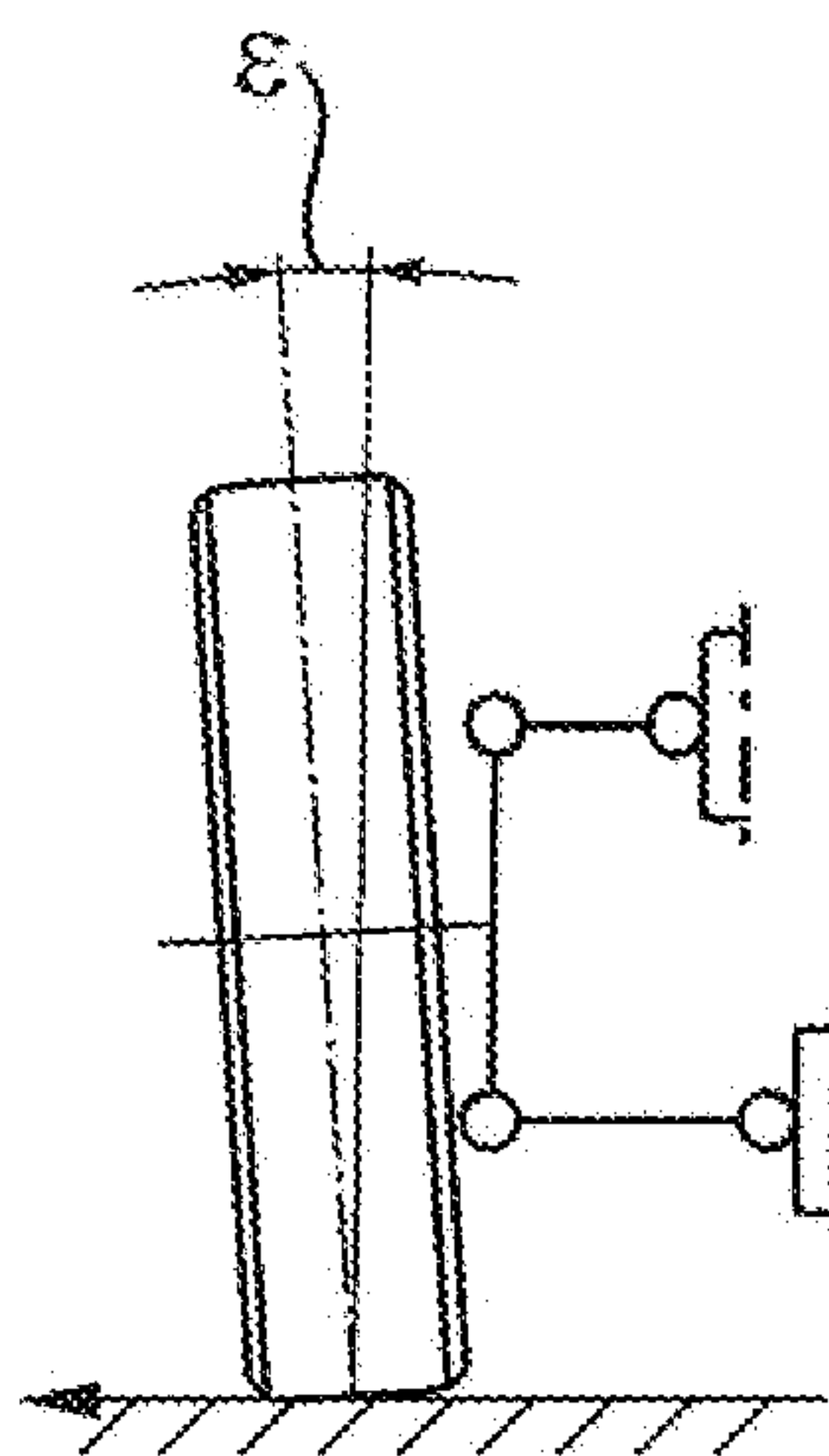
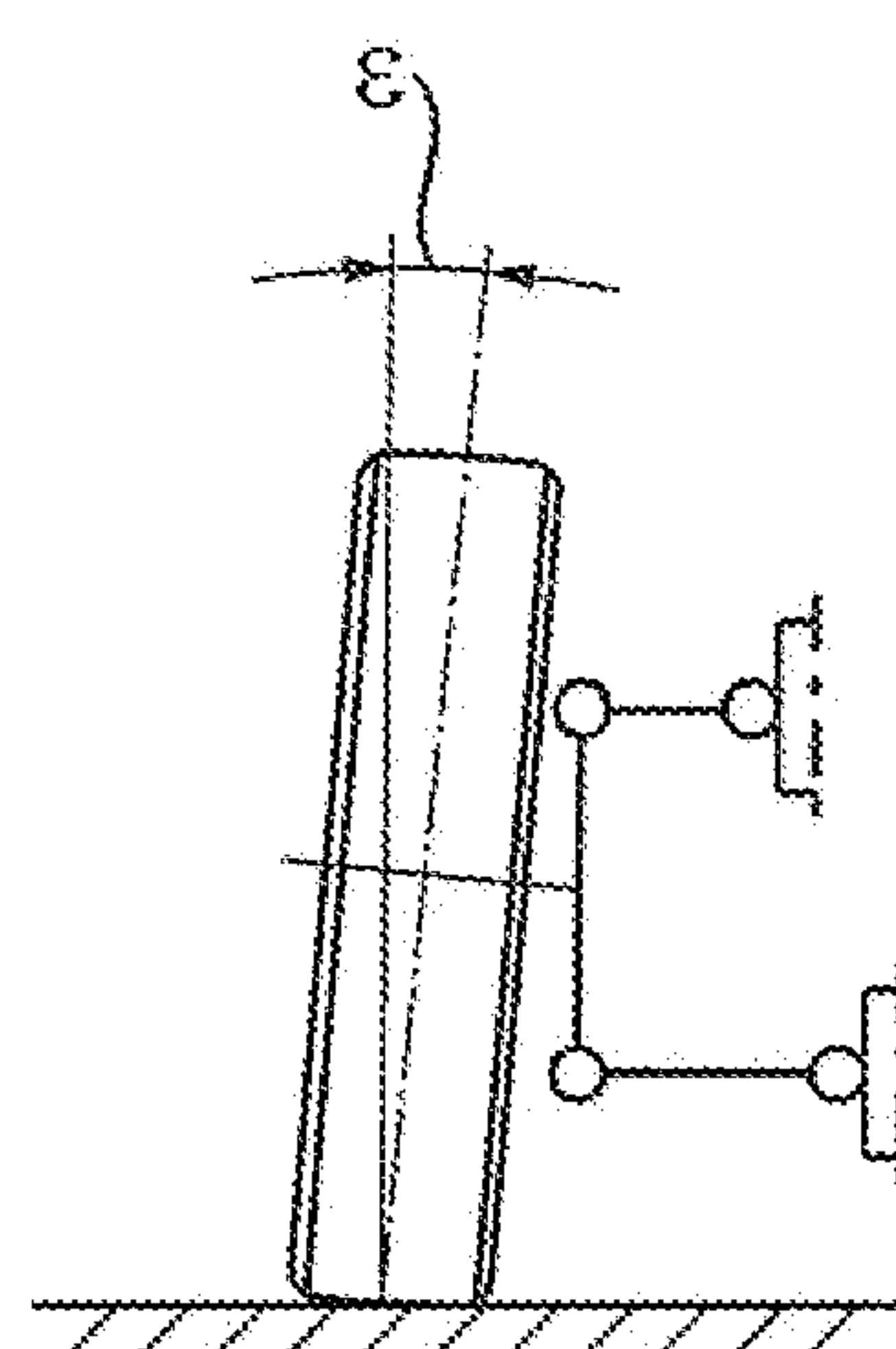


Fig. 6b



4 / 4

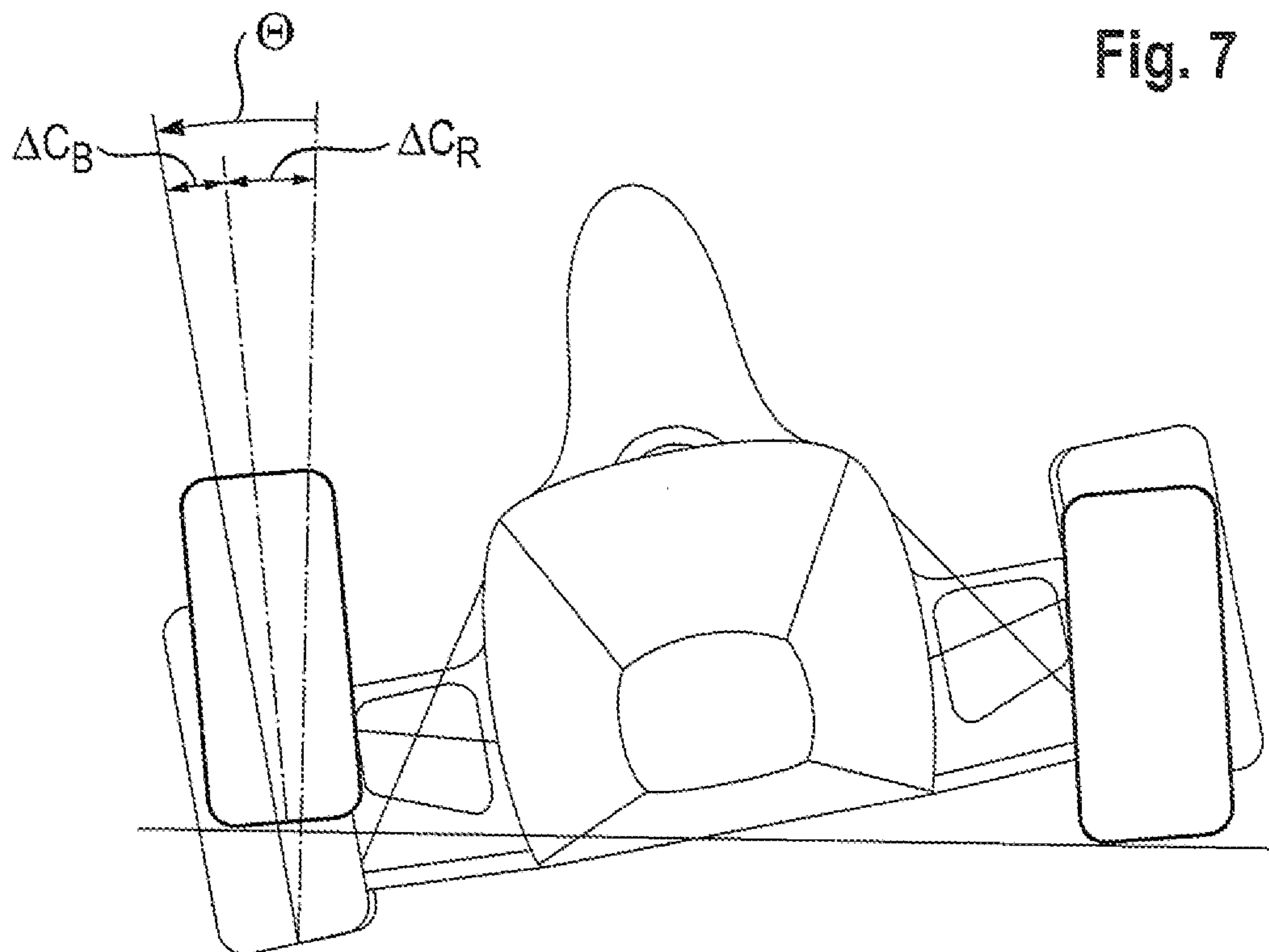


Fig. 8a

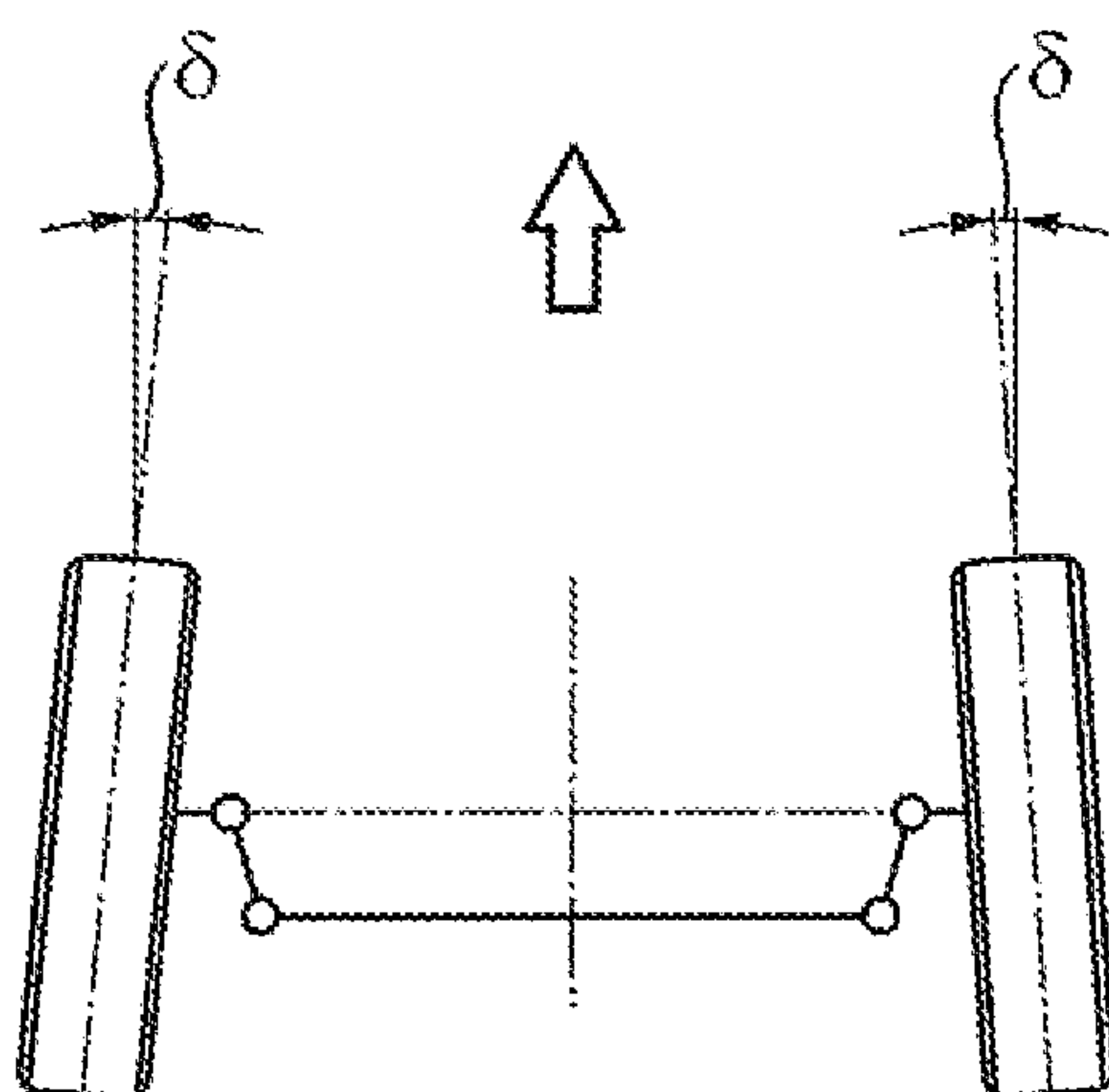


Fig. 8b

