



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 017 293.6**

(22) Anmeldetag: **08.06.2010**

(43) Offenlegungstag: **08.12.2011**

(51) Int Cl.: **B60C 23/06 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Dürr Assembly Products GmbH, 66346,  
Püttlingen, DE; Rheinisch-Westfälische  
Technische Hochschule Aachen (RWTH), 52062,  
Aachen, DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwaltskanzlei Vièl & Wieske, 66119,  
Saarbrücken, DE**

(72) Erfinder:

**Borkeloh, Henning, 66663, Merzig, DE; Tentrup,  
Thomas, Dr., 66663, Merzig, DE; Kurt, Ismail,  
66333, Völklingen, DE; Müller, Rainer, Prof.,  
66292, Riegelsberg, DE; Esser, Martin, Dr., 52072,  
Aachen, DE; Eilers, Jan, 52062, Aachen, DE**

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

<b>DE</b>	<b>103 21 060</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>297 16 210</b>	<b>U1</b>
<b>US</b>	<b>68 23 728</b>	<b>B1</b>
<b>US</b>	<b>56 41 900</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>39 84 808</b>	<b>A</b>

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

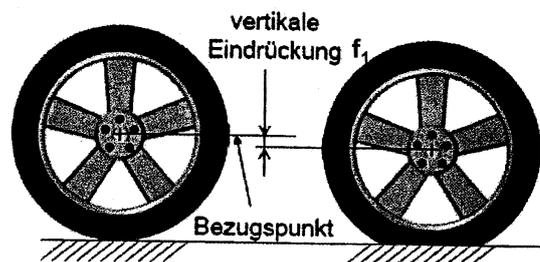
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Bestimmen des Reifendrucks von Fahrzeugen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen des Reifendrucks von Fahrzeugen, wobei die Verformung des Reifens gemessen und der Reifendruck aus dieser Verformung algorithmisch bestimmt wird.

Um ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit der schnell und automatisch der Reifendruck bestimmt werden kann, wird im Rahmen der Erfindung vorgeschlagen, daß die Radlast ( $F$ ) bestimmt wird und eine Bestimmung der vertikalen Verformung ( $f$ ) der Seitenfläche des Reifens erfolgt und aus diesen Werten der Reifendruck berechnet wird.

Es hat sich im Rahmen der Erfindung gezeigt, daß bei Berücksichtigung dieser Meßgrößen, also der auf den Reifen wirkenden Kraft einerseits und der hieraus resultierenden vertikalen Verformung des Reifens andererseits, eine gute Übereinstimmung zwischen dem berechneten Reifendruck und dem tatsächlichen Reifendruck vorliegt und die maximale Abweichung lediglich 10% beträgt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen des Reifendrucks von Fahrzeugen, wobei die Verformung des Reifens gemessen und der Reifendruck aus dieser Verformung algorithmisch bestimmt wird.

**[0002]** Da der richtige Reifendruck sowohl für die Fahrzeugsicherheit als auch für den Kraftstoffverbrauch und somit die -Emission von großer Bedeutung ist, ist es sinnvoll, regelmäßig den Reifendruck zu überprüfen.

**[0003]** Das Messen des Reifendrucks von Fahrzeugen durch Anschließen einer Meßvorrichtung an das Ventil des Reifens ist zeitaufwendig. Zudem ist der Bereich des Ventils in der Regel starker Verschmutzung ausgesetzt, weshalb dieses Meßverfahren nicht in der erforderlichen Regelmäßigkeit durchgeführt wird. In der EP 1 044 123 A1 wird daher ein Verfahren zum automatisierten Bestimmen des Reifendrucks beschrieben, bei dem automatisiert der Reifendruck gemessen wird.

**[0004]** Auf der Internetseite .ventech. wird ein „Pneuscan“-Verfahren beschrieben, bei dem das Fahrzeug über eine Sensorfläche gefahren und hierbei die Reifenaufstandsfläche gemessen wird, um über diese mittels eines Algorithmus den Reifenluftdruck zu bestimmen. Jedoch ist dieses Meßverfahren ungenau.

**[0005]** In Rhyne, T. B., „Development of a Vertical Stiffness Relationship for Belted Radial Tyres“, Tyre Science and Technology, TSTCA, Vol. 33, no. 3, July-September 2005, pp. 136–155 wird die vertikale Steifigkeit von Reifen anhand der hierfür relevanten Parameter untersucht.

**[0006]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit der schnell und automatisch der Reifendruck bestimmt werden kann.

**[0007]** Diese Aufgabe wird im Rahmen der Erfindung dadurch gelöst, daß die Radlast (F) bestimmt wird und eine Bestimmung der vertikalen Verformung (f) der Seitenfläche des Reifens erfolgt und aus diesen Werten der Reifendruck berechnet wird.

**[0008]** Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß nach Bestimmung der Radlast und der Verformung des Reifens, welche durch eine berührungsfreie Messung von der Seite her, wie sie bei der Fahrzeuggeometriemessung erfolgt, gemessen werden kann, eine Berechnung des Reifendrucks beispielsweise anhand der Formel  $F/f = *p/b\sqrt{D}$  + mit ausreichender Genauigkeit möglich ist. Die übrigen für die Berechnung des Reifendrucks erforderlichen Größen, beispielsweise die Reifengeometrie (z. B. die Latschbreite (b) und der Reifenaußendurchmesser (D)) so-

wie die reifenspezifischen Konstanten, des jeweiligen Reifens sind bekannt bzw. können den Datenblättern des Reifenherstellers entnommen werden. Dies stellt lediglich eine Möglichkeit der Berechnung des Reifendrucks aus den gemessenen Größen dar. Selbstverständlich können auch andere Formeln, die der Beziehung zwischen der vertikalen Verformung der Seitenfläche des Reifens und den auf den Reifen wirkenden Kräften Rechnung tragen, zur Berechnung des Reifendrucks verwendet werden.

**[0009]** Es hat sich im Rahmen der Erfindung gezeigt, daß bei Berücksichtigung dieser Meßgrößen, also der auf den Reifen wirkenden Kraft einerseits und der hieraus resultierenden vertikalen Verformung des Reifens andererseits, eine gute Übereinstimmung zwischen dem berechneten Reifendruck und dem tatsächlichen Reifendruck vorliegt und die maximale Abweichung lediglich 10% beträgt. Dies ist für eine Vielzahl von Anwendungen, insbesondere Routinekontrollen bei großen Fahrzeugparks (Pkw-, Lkw- oder Busflotten), völlig ausreichend.

**[0010]** Eine Ausbildung der Erfindung besteht darin, daß die vertikale Verformung (f) der Seitenfläche des Reifens als Betrag der Differenz zwischen dem Radius des Reifens gemessen oberhalb der Horizontalen durch den Radmittelpunkt und der tatsächlichen Höhe des Radmittelpunktes ermittelt wird.

**[0011]** Die vertikale Verformung des Reifens kann somit durch eine Messung der Höhe des Radmittelpunktes und der Bestimmung des Radius in der oberen Hälfte des Reifens ermittelt werden.

**[0012]** Eine andere Ausbildung der Erfindung besteht darin, daß die vertikale Verformung (f) der Seitenfläche des Reifens als Betrag der Differenz zwischen dem Sturzwinkel des Rades und dem „virtuellen“ Sturzwinkel des Reifens am Fahrzeug ermittelt wird.

**[0013]** Hierbei ist der „virtuelle“ Sturzwinkel über die Steigung einer vertikalen Tangente über den Reifenwulst unten und oben definiert, wobei der untere Reifenwulst in Abhängigkeit von der Radlast und des Gewichtes ausgebeult ist. Bei dieser Vorgehensweise kann beispielsweise eine Messung mit einer Lasermeßvorrichtung in horizontaler Richtung erfolgen, d. h. die Laserlinien auf der Reifenseitenfront verlaufen in der Horizontalen zur Bestimmung des Sturzwinkels und eine Messung in vertikaler Richtung, d. h. die Laserlinien auf der Reifenseitenfront verlaufen in der Vertikalen zur Bestimmung des „virtuellen“ Sturzwinkels.

**[0014]** Im Rahmen der Erfindung liegt auch eine Vorrichtung zum Messen des Reifendrucks von Fahrzeugen, wobei Mittel zum Bestimmen der Radlast (F) und

Mittel zum Bestimmen der vertikalen Verformung (f) der Seitenfläche des Reifens vorgesehen sind.

**[0015]** In diesem Zusammenhang ist es möglich, daß zum Bestimmen der Radlast (F) piezoelektrischen Kraftmeßplattformen vorgesehen ist.

**[0016]** Schließlich ist es zweckmäßig, daß zum Bestimmen der vertikalen Verformung (f) der Seitenfläche des Reifens eine Lasermeßvorrichtung oder eine CCD-Kamera vorgesehen sind. Die Lasermeßvorrichtung projiziert eine oder mehrere Linien auf die Reifenseitenfront, entlang derer die Kontur erfaßt wird.

**[0017]** Es kann beispielsweise eine Lasermeßvorrichtung vom Typ x-3Dprofile der Dürr Assembly Products GmbH, 66386 Püttlingen verwendet werden, wie sie aus der DE 2006 036 671 A1 hervorgeht.

**[0018]** Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert.

**[0019]** Es zeigen

**[0020]** [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) eine schematische Darstellung eines Meßverfahrens für die Bestimmung der Verformung f der Reifenseitenfläche über den in der Vertikalen über dem Radmittelpunkt gemessenen Reifenradius (R = Größe 1) und über die Höhe des Radmittelpunktes (H = Größe 2). Es gilt  $f = R - H$ .

**[0021]** [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) eine schematische Darstellung eines Meßverfahrens für die Bestimmung der Verformung f der Reifenseitenfläche über den „virtuellen“ Sturzwinkel ( $v_{\text{Sturz}}$ ) und über den Sturzwinkel (Sturz) des Rades. Es gilt:  $f \sim |v_{\text{Sturz}} - \text{Sturz}|$ .

**[0022]** Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird das Fahrzeug zum Bestimmen des Reifendrucks in einen Meßstand gefahren, wobei zumindest einem Reifen einer Achse des Fahrzeuges eine Meßplattform zugeordnet ist, die zum Bestimmen der Radlast (F) dient. Hierbei kann es sich beispielsweise um piezoelektrische Kraftmeßplattformen handeln. Weiterhin sind im Bereich der Reifen Mittel zum Bestimmen der vertikalen Verformung (f) der Seitenfläche des Reifens angeordnet, die beispielsweise als Lasermeßvorrichtung, wie sie zur Fahrzeuggeometriemessung verwendet wird, ausgestaltet sein können.

**[0023]** Da die vertikale Eindrückung des Reifens in der Praxis schwierig zu erfassen ist und der Reifendurchmesser im unbelasteten Zustand unbekannt ist, wird gemäß den [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) die radiale Ausdehnung bzw. die vertikale Eindrückung des Reifens durch eine Reifenhöhenmessung und Radmittelpunktmessung bestimmt. Die vertikale Verformung (f) der Seitenfläche des Reifens ist der Betrag der Diffe-

renz zwischen dem Radius (R) des Reifens gemessen oberhalb der Horizontalen durch den Radmittelpunkt und der tatsächlichen Höhe (H) des Radmittelpunktes ermittelt werden.

**[0024]** Alternativ kann die vertikale Verformung (f) der Seitenfläche des Reifens als Betrag der Differenz zwischen dem Sturzwinkel und dem „virtuellen“ Sturzwinkel des Reifens am Fahrzeug ermittelt werden, wobei der „virtuelle“ Sturzwinkel über eine vertikale Tangente über den Reifenwulst unten und oben definiert ist, wie in den [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) dargestellt.

**[0025]** Beide Meßverfahren zur Bestimmung der vertikalen Verformung (f) der Seitenfläche des Reifens sind unabhängig vom Reifendurchmesser im unbelasteten Zustand.

**[0026]** Sind die Werte für F und f bekannt, kann beispielsweise mit Hilfe der Formel  $F/f = \sqrt{p \cdot b \cdot D} +$  der Reifendruck berechnet werden, da die übrigen für die Berechnung des Reifendrucks erforderlichen Größen, beispielsweise die Reifengeometrie (z. B. die Latschbreite (b) und der Reifenaußendurchmesser (D)) sowie die reifenspezifischen Konstanten, des jeweiligen Reifens bekannt sind bzw. den Datenblättern des Reifenherstellers entnommen werden können.

## ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### Zitierte Patentliteratur

- EP 1044123 A1 [0003]
- DE 2006036671 A1 [0017]

### Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Rhyne, T. B., „Development of a Vertical Stiffness Relationship for Belted Radial Tyres“, Tyre Science and Technology, TSTCA, Vol. 33, no. 3, July-September 2005, pp. 136–155 [0005]

### Patentansprüche

1. Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen des Reifendrucks von Fahrzeugen, wobei die Verformung des Reifens gemessen und der Reifendruck aus dieser Verformung algorithmisch bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Radlast (F) bestimmt wird und eine Bestimmung der vertikalen Verformung (f) der Seitenfläche des Reifens erfolgt und aus diesen Werten der Reifendruck berechnet wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vertikale Verformung (f) der Seitenfläche des Reifens als Betrag der Differenz zwischen dem Radius (r) des Reifens gemessen oberhalb der Horizontalen durch den Radmittelpunkt und der tatsächlichen Höhe (H) des Radmittelpunktes ermittelt wird.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vertikale Verformung (f) der Seitenfläche des Reifens proportional zum Betrag der Differenz zwischen dem Sturzwinkel des Rades und dem „virtuellen“ Sturzwinkel des Reifens am Fahrzeug ermittelt wird.

4. Vorrichtung zum Messen des Reifendrucks von Fahrzeugen, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zum Bestimmen der Radlast (F) und Mittel zum Bestimmen der vertikalen Verformung (f) der Seitenfläche des Reifens vorgesehen sind.

5. Vorrichtung gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zum Bestimmen der Radlast (F) piezoelektrische Kraftmeßplattformen (M) vorgesehen sind.

6. Vorrichtung gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zum Bestimmen der vertikalen Verformung (f) der Seitenfläche des Reifens eine Lasermeßvorrichtung oder eine CCD-Kamera vorgesehen sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

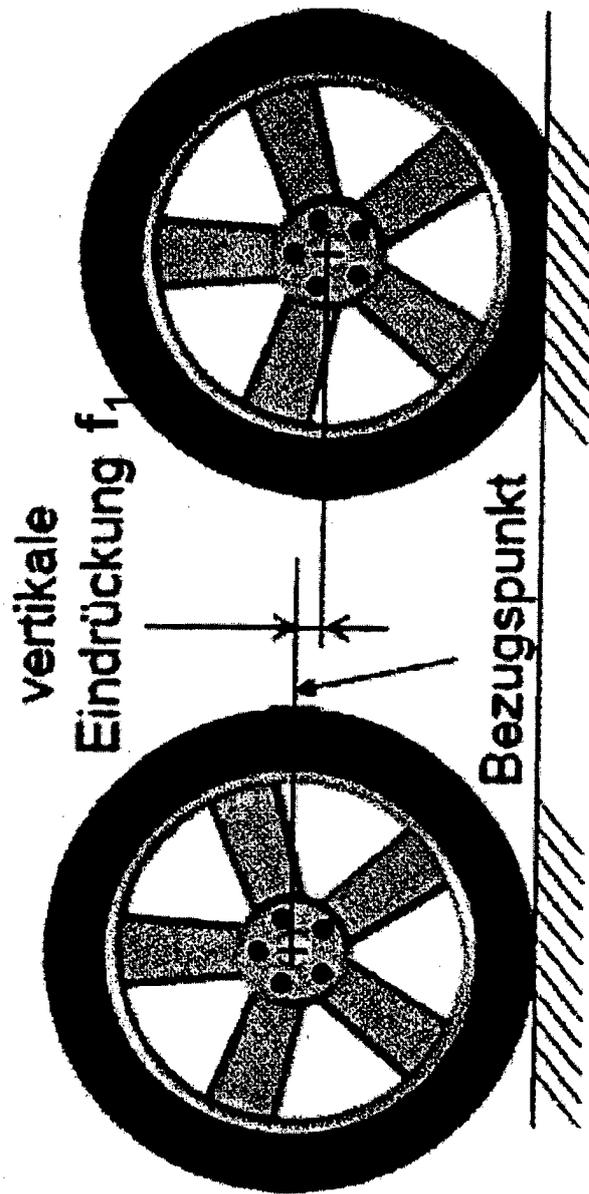


Fig. 1a

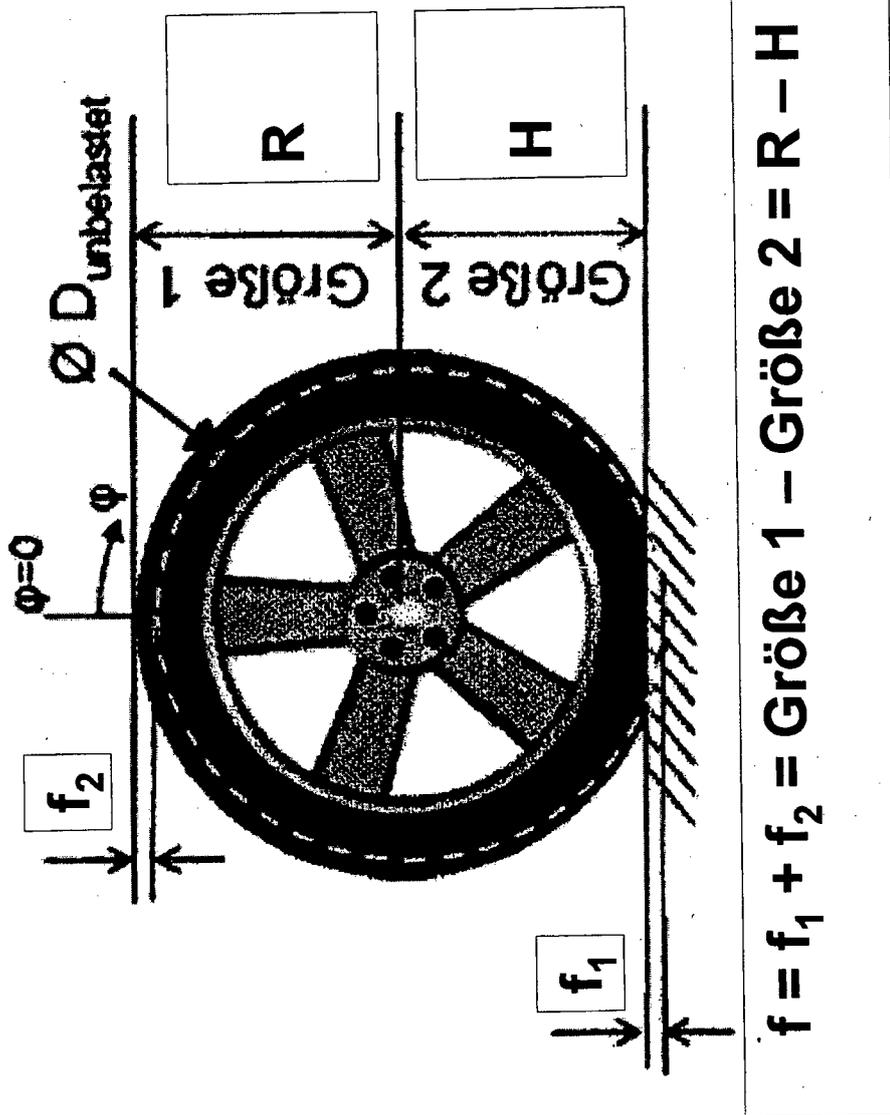
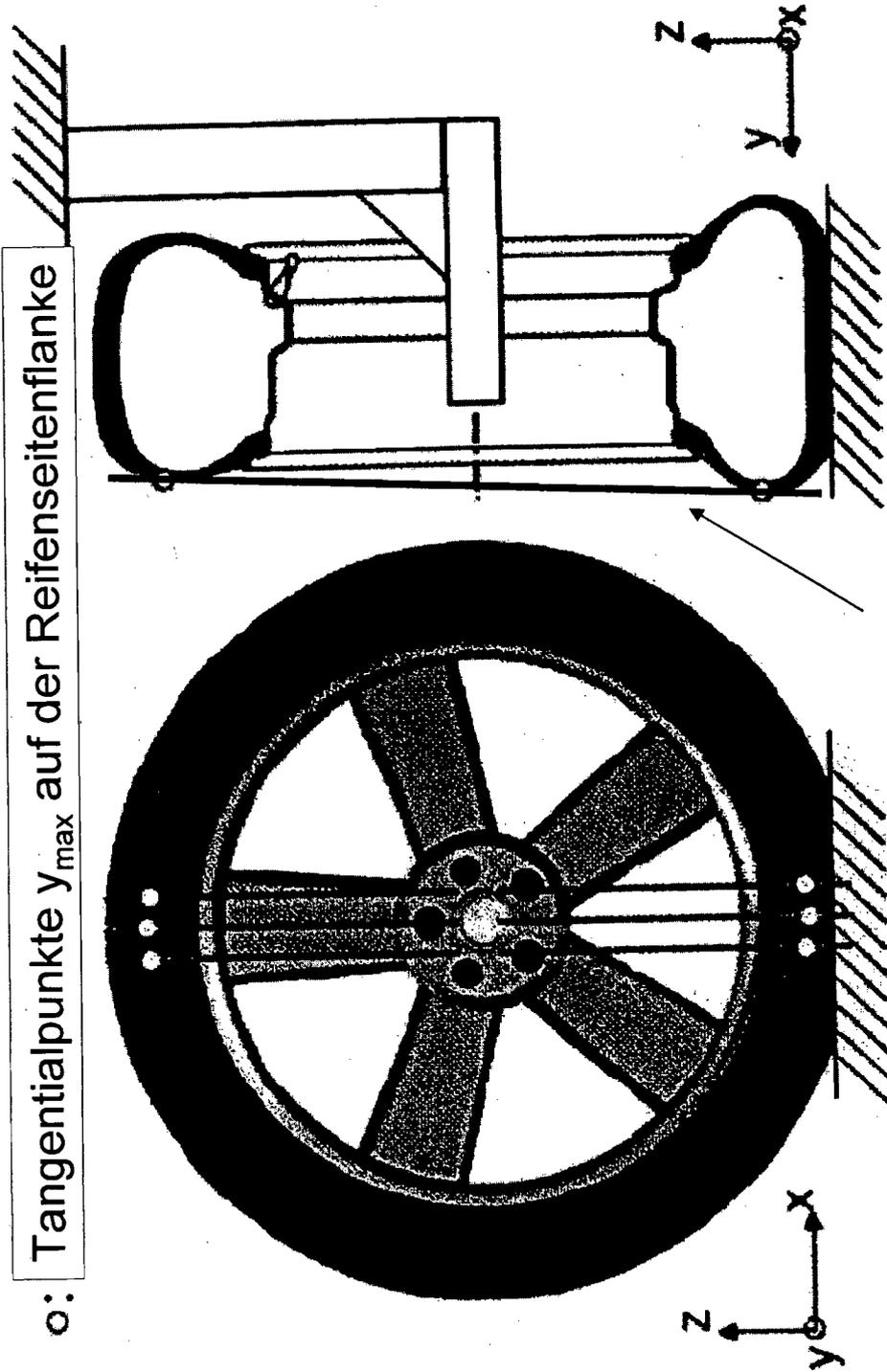


Fig. 1b



o: Tangentialpunkte  $y_{max}$  auf der Reifenseitenflanke

vertikale Tangente

Fig. 2a

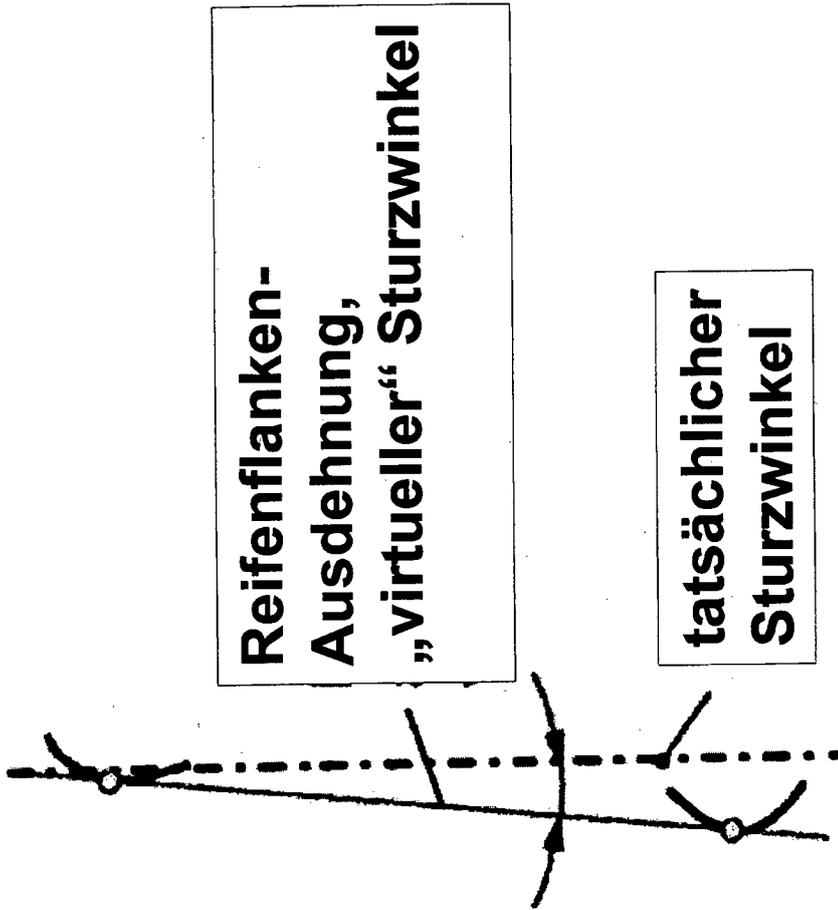


Fig. 2b