



(10) **DE 10 2015 013 761 A1** 2017.04.27

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 013 761.1**

(22) Anmeldetag: **23.10.2015**

(43) Offenlegungstag: **27.04.2017**

(51) Int Cl.: **B60T 7/20 (2006.01)**

**B60T 8/1755 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**WABCO GmbH, 30453 Hannover, DE**

(72) Erfinder:  
**Czaja, Daniel, 30419 Hannover, DE; Diers, Hauke,  
31275 Lehrte, DE; Stender, Axel, 31787 Hameln,  
DE**

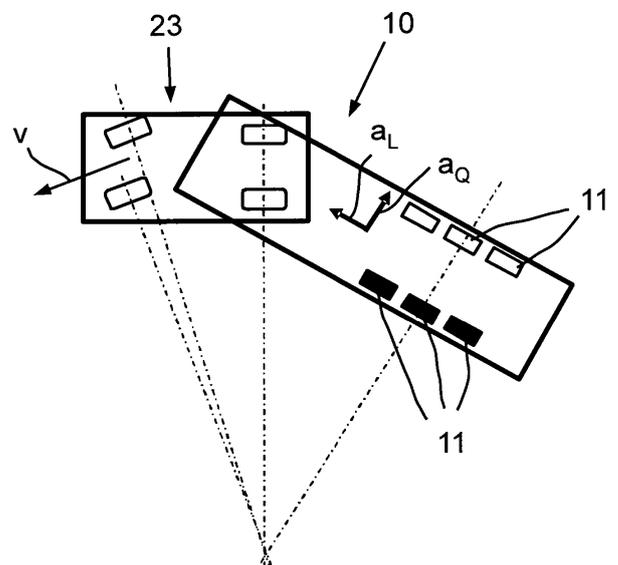
(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>100 26 688</b>	<b>C1</b>
<b>DE</b>	<b>196 02 879</b>	<b>C1</b>
<b>DE</b>	<b>100 17 045</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2011 111 862</b>	<b>A1</b>
<b>GB</b>	<b>2 454 224</b>	<b>A</b>

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

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

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Ansteuerung von Bremsen**



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Ansteuerung von Bremsen in Anhängern mit Antiblockierregelung, insbesondere zum Schutz gegen Umkippen, wobei Raddrehzahlen an Rädern mit Antiblockierregelung kontinuierlich überwacht und ausgewertet werden. Erfindungsgemäß werden Querbewegungen und Längsbewegungen des Fahrzeugs ermittelt. Bei Überschreiten einer vordefinierten, kritischen Querbewegung erfolgt ein automatischer Bremsvorgang.

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Ansteuerung von Bremsen in Anhängfahrzeugen mit Antiblockierregelung, insbesondere zum Schutz gegen Umkippen, wobei Raddrehzahlen an Rädern mit Antiblockierregelung kontinuierlich überwacht und ausgewertet werden. Daneben betrifft die Erfindung ein Anhängfahrzeug mit einem Bremssystem zur Durchführung des Verfahrens sowie ein Steuergerät.

**[0002]** Nutzfahrzeuge sind typischerweise mit einer pneumatischen Bremsanlage und einem elektronischen Bremssystem ausgestattet. Das heißt, vom Fahrer wird ein Bremssignal elektronisch an ein Steuergerät übermittelt. Letzteres regelt Ventile, mit denen Bremsdruck in Fahrzeugbremsen eingesteuert wird. Dem Steuergerät sind allerlei Sensoren und Zusatzfunktionen zugeordnet. Unter anderem kann eine Stabilitätskontrolle vorgesehen sein, nämlich eine Kontrolle gegen Umkippen aufgrund zu schneller Kurvenfahrt. Die Kombination aus pneumatischer Bremsanlage und elektronischem Bremssystem ist auch für Anhängfahrzeuge bekannt.

**[0003]** In elektronischen Bremssystemen wird zur Verifizierung der Umkipppgefahr ein geringer Testbremsdruck auf der kurveninneren Fahrzeugseite eingesteuert. Wenn dieser geringe Testbremsdruck ausreicht, um Räder auf der kurveninneren Fahrzeugseite zu blockieren, wird davon ausgegangen, dass die kurveninnere Fahrzeugseite stark entlastet ist und eine Umkipppgefahr besteht. Das Fahrzeug wird dann automatisch voll abgebremst, um die Geschwindigkeit zu reduzieren und so das Umkippen zu verhindern. Der Testbremsdruck wird dabei in Abhängigkeit von einer Beladung berechnet, so dass die kurveninneren Räder bei ca. 90% Entlastung blockieren, ausgehend von einem relativ hohem Reibwert zwischen Reifen und Straße. Erforderlich sind hierzu die Erfassung der Achslasten durch Sensoren und eine relativ genaue Dosierung des Testbremsdrucks. Beides ist typischerweise für einfache Bremsanlagen ohne elektronisches Bremssystem nicht vorgesehen.

**[0004]** Vorläufer des elektronischen Bremssystems war die sogenannte Antiblockierregelung ohne eine elektronische Übermittlung des Bremssignals vom Fahrer zum Steuergerät. Das Steuergerät hatte nur die Aufgabe Signale der Raddrehzahlsensoren zu überwachen und den wirksamen Bremsdruck für blockierende Räder zu vermindern. Anhängfahrzeuge mit Antiblockierregelung und ohne elektronisches Bremssystem sind weiterhin weit verbreitet.

**[0005]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens, mit dem Anhängfahrzeuge mit Antiblockierregelung, insbesondere auch ohne elektronisches Bremssystem, gegen das Um-

kippen in zu schnell gefahrenen Kurven geschützt werden können.

**[0006]** Die Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus Anspruch 1. Insbesondere sind folgende Schritte vorgesehen:

- a) Überwachung einer Querb beschleunigung  $a_Q$  und einer Längs beschleunigung  $a_L$  des Fahrzeugs,
- b) bei Überschreiten einer vordefinierten, kritischen Querb beschleunigung  $a_{Qkrit}$  in einer Kurve erfolgt ein automatischer Bremsvorgang mit folgendem Ablauf:
  - b1) – erhöhen eines Bremsdrucks auf einer kurveninneren Fahrzeugseite in kleinen Schritten von insbesondere 0,1–0,2 bar,
  - b2) – in jedem Schritt prüfen, ob eine Grenz-Längsverzögerung  $a_{Lkip}$  erreicht wird,
  - b3) – in jedem Schritt prüfen, ob kurveninnere Räder blockieren oder die Antiblockierregelung für kurveninnere Räder eingreift,
  - b31) – wenn kurveninnere Räder blockieren oder die Antiblockierregelung für kurveninnere Räder eingreift, bevor  $a_{Lkip}$  erreicht wird, dann startet eine Verzögerungsbremmung zumindest auf einer kurvenäußeren Fahrzeugseite,
  - b32) – wenn jedoch  $a_{Lkip}$  erreicht wird, ohne dass kurveninnere Räder blockieren oder für kurveninnere Räder die Antiblockierregelung eingreift, dann wird der Bremsvorgang abgebrochen.

**[0007]** Die Querb beschleunigung wird vorzugsweise ständig überwacht durch Ermittlung und Vergleich derselben mit der kritischen Querb beschleunigung in sehr kurzen zeitlichen Abständen. Die Längs beschleunigung wird vorzugsweise nur ermittelt, wenn die kritische Querb beschleunigung überschritten ist, kann aber auch unabhängig davon ermittelt werden.

**[0008]** Zur Ermittlung der Querb beschleunigung kann für die Antiblockierregelung ein Steuergerät mit Querb beschleunigungssensor vorgesehen sein. Die Längs beschleunigung kann aus den Signalen der Raddrehzahlsensoren in bekannter Weise ermittelt werden. Alternativ kann zur Erfassung der Längs beschleunigung ein Längs beschleunigungssensor vorgesehen sein. In diesem Fall werden vorzugsweise ein Gefälle oder eine Steigung einer Fahrbahn vor Beginn des Bremsvorgangs erfasst und beim Bremsvorgang herausgerechnet.

**[0009]** Sobald eine Querb beschleunigung vorliegt, wird von einer Kurvenfahrt ausgegangen. Die Querb beschleunigung weist stets nach außen, also gegen eine kurveninnere Richtung.

**[0010]** Die kritische Querb beschleunigung  $a_{QKRIT}$  wird aus dem Fahrzeugaufbau berechnet und/oder aus Erfahrungswerten festgelegt. Analog ist ein Grenzwert  $a_{LKIPP}$  für eine Längsverzögerung aus Erfah-

rungswerten festgelegt oder aus dem Fahrzeugaufbau ermittelt. Ziel ist eine Grenz-Längsverzögerung  $a_{L\text{KIPP}}$  derart, dass auf Umkipppgefahr erkannt wird, wenn eine Achslast auf der kurveninneren Seite weniger als 10% der maximalen Achslast an dieser Stelle beträgt. Ausgehend von einem Lastzug mit Zugfahrzeug und Auflieger mit beispielsweise 4 und 6 Rädern, sollen die 3 kurveninneren Räder des Aufliegers den Lastzug um etwa 2,4% abbremsen. Dabei handelt es sich um den prozentualen Wert der Bremskraft bezogen auf die Radlast. Das heißt,  $a_{L\text{KIPP}}$  soll etwa 2,4% betragen. Für einen Lastzug mit mehr Rädern am Zugfahrzeug und weniger Rädern am Auflieger (6 + 4 statt 4 + 6) ergibt sich mit 1,6% ein niedrigerer Wert für  $a_{L\text{KIPP}}$ . Vorzugsweise soll  $a_{L\text{KIPP}}$  zwischen 1,5% und 3% liegen.

**[0011]** Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, dass eine zusätzliche Sensierung der Beladung bzw. der Achslasten nicht notwendig ist und so das Verfahren auch für konventionelle Fahrzeuge mit Antiblockierregelung und ohne elektronisches Bremssystem angewendet werden kann. Außerdem ist das Verfahren anwendbar für Fahrzeuge mit elektronischem Bremssystem aber ohne Beladungssensoren. Schließlich kann das Verfahren auch in Fahrzeugen mit Beladungssensoren zum Einsatz kommen, wenn die Signale der Beladungssensoren ausfallen oder nicht genutzt werden sollen.

**[0012]** Nach einem weiteren Gedanken der Erfindung ist vorgesehen, dass eine gemäß Schritt b.3.1. begonnene Verzögerungsbremmung abgebrochen wird, sobald die Querbeschleunigung  $a_Q$  kleiner ist als eine kritische Querbeschleunigung  $a_{Q\text{KRIT}}$ . Die Kippgefahr ist dann beseitigt. Die Verzögerungsbremmung muss nicht weiter durchgeführt werden. Anschließend beginnt der gesamte Zyklus von vorn mit Überwachung der Querbeschleunigung  $a_Q$  und der Längsbeschleunigung  $a_L$ .

**[0013]** Nach einem weiteren Gedanken der Erfindung ist vorgesehen, dass nach dem Abbrechen des Bremsvorgangs gemäß Schritt b.3.2. der automatische Bremsvorgang gemäß b erst dann erneut eingeleitet wird,

- wenn die Querbeschleunigung  $a_Q$  weiter angestiegen ist und um einen definierten Betrag über der kritischen Querbeschleunigung  $a_{Q\text{KRIT}}$  liegt,
- oder wenn das Fahrzeug eine definierte Distanz seit dem letzten Bremsvorgang gemäß b zurückgelegt hat und die Querbeschleunigung  $a_Q$  noch immer größer ist als die kritische Querbeschleunigung  $a_{Q\text{KRIT}}$ .

**[0014]** Der Bremsdruck wird auf der kurveninneren Fahrzeugseite stufenweise erhöht. Während jeder Stufe wird ein Bremsdruck über eine definierte Zeitspanne eingesteuert. Diese Zeitspanne wird als

Einsteuerzeit des Bremsdruckes zum Aufpulsen bezeichnet und liegt vorzugsweise bei etwa fünf bis zehn Millisekunden. Die Zeitspanne wird aus Parametern des Fahrzeugaufbaus ermittelt oder aufgrund von Erfahrungswerten festgelegt.

**[0015]** Gegenstand der Erfindung ist auch ein Anhängfahrzeug mit einem Bremssystem zur Durchführung des voranstehend geschilderten Verfahrens. Das Bremssystem oder das Anhängfahrzeug sind mit einem Steuergerät ausgestattet, welches eine zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Software und vorzugsweise die Funktionalität einer Antiblockierregelung oder sogar eines elektronischen Bremssystems aufweist.

**[0016]** Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung im Übrigen und aus den Ansprüchen. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**[0017]** Fig. 1 die schematische Darstellung einer pneumatischen Bremsanlage eines Anhängfahrzeugs (Auflieger) mit drei Achsen,

**[0018]** Fig. 2 das Anhängfahrzeug in Rückansicht mit Darstellung der Kräfte in einer Linkskurve,

**[0019]** Fig. 3 eine schematische Draufsicht auf das Anhängfahrzeug mit Zugmaschine bei Fahrt durch eine Linkskurve.

**[0020]** Ein Anhängfahrzeug **10** nach Art eines Aufliegers weist eine pneumatische Bremsanlage mit Antiblockierfunktion auf. An vier von sechs Rädern **11** (zwei von drei Achsen) sind Raddrehzahlsensoren **12** vorgesehen. Die Funktion von Bremszylindern **13** ist durch ein Steuergerät **14** regelbar. An das Steuergerät **14** angeschlossen sind eine elektrische Leitung P, eine pneumatische Druckleitung AS und eine pneumatische Steuerleitung AC.

**[0021]** Bei schneller Kurvenfahrt und/oder relativ hohem Schwerpunkt S des Anhängfahrzeugs **10** besteht die Gefahr des Umkippens. Ausgehend von einer Höhe h bzw. einer Lage des Schwerpunkts S, einer Zentrifugalkraft  $F_Z$  und einer ladungsabhängigen, vertikal gerichteten Gewichtskraft  $F_V$  ergibt sich eine resultierende Kraft  $F_R$ , siehe Fig. 2. Entsprechende Kräfte stellen sich im Bereich von Kontaktflächen **15**, **16** zwischen Rädern **11** und Fahrbahn **17** ein, siehe Pfeile **18** (Aufstandskraft links), **19** (Aufstandskraft rechts) und **20** (Seitenführungskraft). Erkennbar ist, dass bei größer werdender Zentrifugalkraft  $F_Z$  die resultierende Kraft  $F_R$  immer weiter von der Vertikalkraft  $F_V$  abweicht und entsprechend die Aufstandskraft links (Pfeil **18**) kleiner wird. Im Extremfall ändert die Aufstandskraft links ihr Vorzeichen und das Anhängfahrzeug **10** kippt um.

**[0022]** Zur Vermeidung des Umkippens bei Kurvenfahrt werden fortlaufend eine Längsbeschleunigung  $a_L$  und eine Querbeschleunigung  $a_Q$  durch insbesondere im Steuergerät **14** angeordnete Sensoren **21**, **22** detektiert. Alternativ oder zusätzlich kann die Querbeschleunigung  $a_Q$  aus den unterschiedlichen Drehzahlen der kurveninneren und kurvenäußeren Räder **11** bestimmt werden. Analog kann die Längsbeschleunigung  $a_L$  alternativ oder zusätzlich aus der Änderung der Raddrehzahlen ermittelt werden.

**[0023]** Ein Fahrzeuggespann aus Zugfahrzeug **23** und Anhängfahrzeug **10** fährt beispielsweise mit einer Geschwindigkeit von  $v = 60$  km/h in eine Kurve. Die Fahrzeugquerbeschleunigung  $a_Q$  wird laufend überwacht, ebenso die Fahrzeuglängsbeschleunigung  $a_L$ . Aus dem Fahrzeugaufbau und/oder aus Erfahrungswerten festgelegt ist eine kippkritische Querbeschleunigung  $a_{QKRIT}$ . Analog ist ein Grenzwert  $a_{LKIPP}$  für eine Längsverzögerung aus Erfahrungswerten festgelegt oder aus dem Fahrzeugaufbau ermittelt. Hier soll gelten:

$$a_{QKRIT} = 3 \text{ m/s}^2$$

$$a_{LKIPP} = 0,24 \text{ m/s}^2 \text{ (oder } 0,16 \text{ m/s}^2 \text{ für Auflieger mit zwei Achsen, wie in Nordamerika).}$$

**[0024]** Bei Überschreitung der kippkritischen Querbeschleunigung  $a_{QKRIT}$  wird ein automatischer Bremsvorgang ausgelöst. Dieser besteht aus Testbremsungen mit stufenweise größer werdendem Bremsdruck. Der Bremsdruck wird in Pulsen in die Bremszylinder eingesteuert. Für jeden Puls wird vorzugsweise eine Zeitdauer von etwa fünf bis zehn Millisekunden angesetzt. Andere Werte können sich aus dem Fahrzeugaufbau und den Reaktionszeiten der am Bremsvorgang beteiligten Bauteile ergeben. Je nach Lenkwinkel und Schwerpunkt bei vorgegebener Geschwindigkeit  $v$  von 60 km/h können sich folgende Abläufe ergeben:

#### Ablauf 1

**[0025]** Das Steuergerät **14** stellt eine Querbeschleunigung  $a_Q$  von mehr als  $3 \text{ m/s}^2$  fest. Damit ist die kippkritische Querbeschleunigung  $a_{QKRIT}$  überschritten. Der automatische Bremsvorgang wird ausgelöst und der Bremsdruck auf der kurveninneren Seite (Kontaktfläche **15** und Pfeil **18** in Fig. 2) wird in definierten Schritten erhöht, insbesondere in etwa  $0,1$  bar-Schritten. In üblichen Antiblockierregelungen kann die Erhöhung des Bremsdruckes gesteuert werden über Ansteuerzeiten von Einlassmagneten an Steuerventilen. Zugleich wird die Längsbeschleunigung  $a_L$  überwacht. In diesem Fall wird eine negative Längsbeschleunigung  $a_L$  festgestellt, deren Betrag größer ist als die vorgegebene Grenz-Längsverzögerung  $a_{LKIPP}$ . Das heißt, durch den automatischen Bremsvorgang der kurveninneren Räder verzögert das Anhängfahrzeug stärker als die Grenz-Längsverzögerung  $a_{LKIPP}$  vorgibt. Die kurveninneren Räder blockie-

ren nicht. Somit haben die abgebremsten Räder auf der kurveninneren Seite noch genügend Aufstandskraft. Es besteht keine Gefahr des Umkippens. Der automatische Bremsvorgang wird abgebrochen. Die zuletzt gemessene oder errechnete Querbeschleunigung  $a_Q$  wird aber bis auf Weiteres gespeichert.

**[0026]** Sollte sich die Querbeschleunigung  $a_Q$  weiter erhöhen, etwa um eine definierte Differenz oder um 5% bis 10%, findet wieder ein automatischer Bremsvorgang statt.

#### Ablauf 2

**[0027]** Wie in Ablauf 1 liegt die gemessene oder berechnete Querbeschleunigung  $a_Q$  über der kritischen Querbeschleunigung  $a_{QKRIT}$ . Bremsdruck wird in vorzugsweise  $0,1$  bar-Schritten auf der kurveninneren Seite aufgepult. Im Gegensatz zu Ablauf 1 wird nun eine deutlich geringere negative Längsbeschleunigung  $a_L$  während des automatischen Bremsvorgangs gemessen oder berechnet. Der Betrag der Längsbeschleunigung  $a_L$  ist somit kleiner als der Grenzwert  $a_{LKIPP}$  von  $0,24 \text{ m/s}^2$ . Dieser Fall kann zum Beispiel auftreten, wenn das Fahrzeug einen höher liegenden Schwerpunkt als in Ablauf 1 aufweist. Die Haftung der kurveninneren Räder auf dem Straßenbelag ist nur noch gering. Die kurveninneren Räder haben nicht genügend Aufstandskraft und blockieren oder für die kurveninneren Räder greift eine Antiblockierregelung ein. Als Folge wird eine Verzögerungsbremsung für das Anhängfahrzeug **10** eingeleitet, zumindest für die kurvenäußeren Räder, insbesondere für alle Räder. Durch die Verzögerungsbremsung wird die Querbeschleunigung  $a_Q$  bis unter die kritische Querbeschleunigung  $a_{QKRIT}$  verringert. Anschließend wird der Bremsvorgang abgebrochen, da das Fahrzeug wieder stabil ist. Das Verfahren kann von neuem beginnen, je nach ermittelter Querbeschleunigung  $a_Q$ .

#### Ablauf 3

**[0028]** Die gemessene/berechnete Querbeschleunigung  $a_Q$  des Fahrzeugs liegt unter der kritischen Querbeschleunigung  $a_{QKRIT}$  von  $3 \text{ m/s}^2$ . Dieser Fall kann auftreten in Kurven mit größerem Radius oder bei sehr niedrigem Schwerpunkt des Fahrzeugs. Es findet kein automatischer Bremsvorgang statt.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Ansteuerung von Bremsen in Anhängfahrzeugen mit Antiblockierregelung, insbesondere zum Schutz gegen Umkippen, wobei Raddrehzahlen an Rädern mit Antiblockierregelung kontinuierlich überwacht und ausgewertet werden, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:  
a) Ermittlung einer Querbeschleunigung  $a_Q$  und einer Längsbeschleunigung  $a_L$  des Fahrzeugs,

b) bei Überschreiten einer vordefinierten, kritischen Querbeschleunigung  $a_{Qkrit}$  erfolgt ein automatischer Bremsvorgang mit folgendem Ablauf:

b1) – erhöhen eines Bremsdrucks auf einer kurveninneren Fahrzeugseite in kleinen Schritten von insbesondere 0,1–0,2 bar,

b2) – in jedem Schritt prüfen, ob eine Grenz-Längsverzögerung  $a_{Lkipf}$  erreicht wird,

b3) – in jedem Schritt prüfen, ob kurveninnere Räder blockieren oder die Antiblockierregelung für kurveninnere Räder eingreift,

b31) – wenn kurveninnere Räder blockieren oder die Antiblockierregelung für kurveninnere Räder eingreift, bevor  $a_{Lkipf}$  erreicht wird, dann startet eine Verzögerungsbremmung zumindest auf einer kurvenäußeren Fahrzeugseite,

b32) – wenn jedoch  $a_{Lkipf}$  erreicht wird, ohne dass kurveninnere Räder blockieren oder für kurveninnere Räder die Antiblockierregelung eingreift, dann wird der Bremsvorgang abgebrochen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine gemäß Schritt b.3.1. begonnene Verzögerungsbremmung abgebrochen wird, sobald die Querbeschleunigung  $a_Q$  kleiner ist als eine kritische Querbeschleunigung  $a_{QKRIT}$ .

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Abbrechen des Bremsvorgangs gemäß Schritt b.3.2. der automatische Bremsvorgang gemäß b erst dann erneut eingeleitet wird,

– wenn die Querbeschleunigung  $a_Q$  weiter angestiegen ist und um einen definierten Betrag über der kritischen Querbeschleunigung  $a_{QKRIT}$  liegt,

– oder wenn das Fahrzeug eine definierte Distanz seit dem letzten Bremsvorgang gemäß b zurückgelegt hat und die Querbeschleunigung  $a_Q$  noch größer ist als die kritische Querbeschleunigung  $a_{QKRIT}$ .

4. Anhängerfahrzeug mit einem Bremssystem zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3.

5. Steuergerät zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

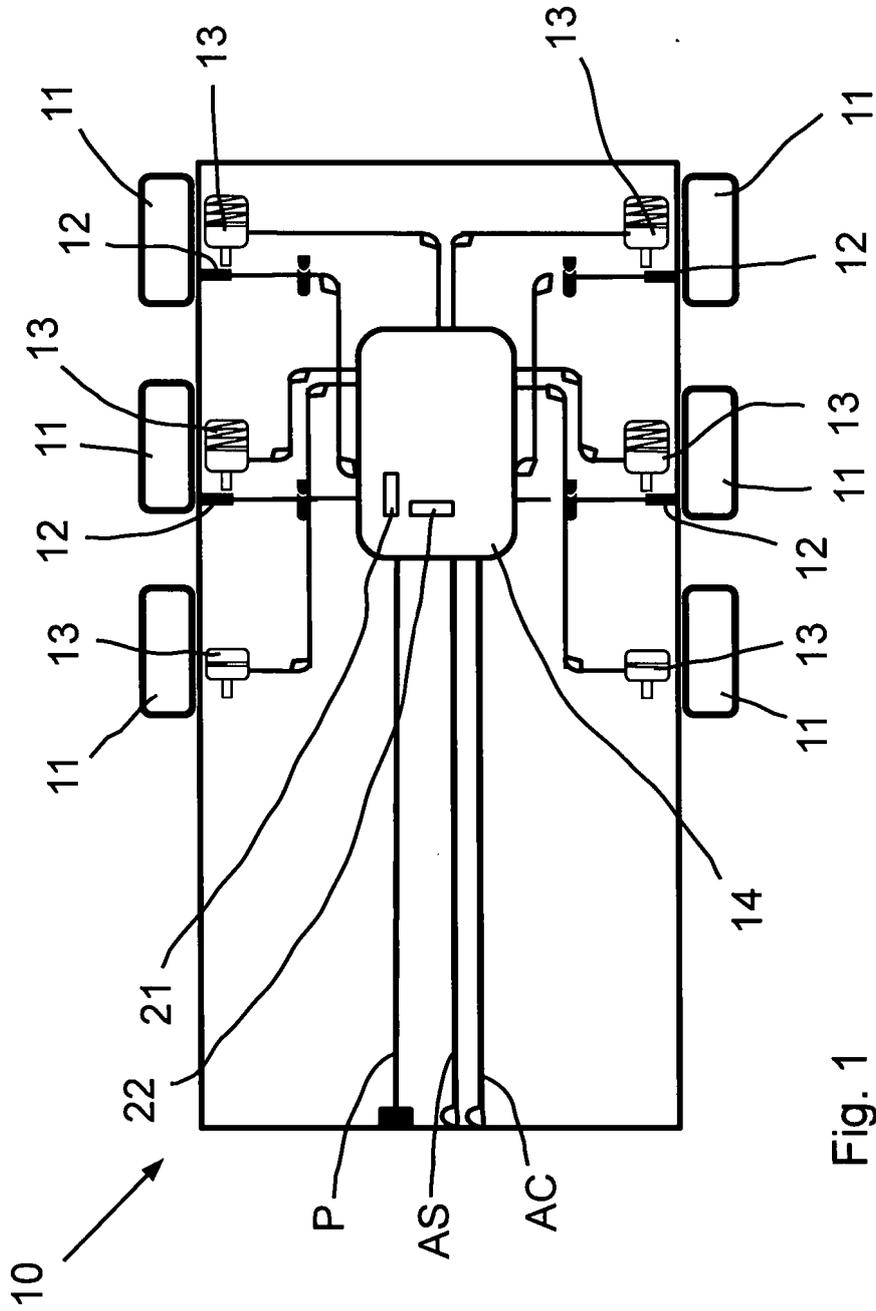


Fig. 1

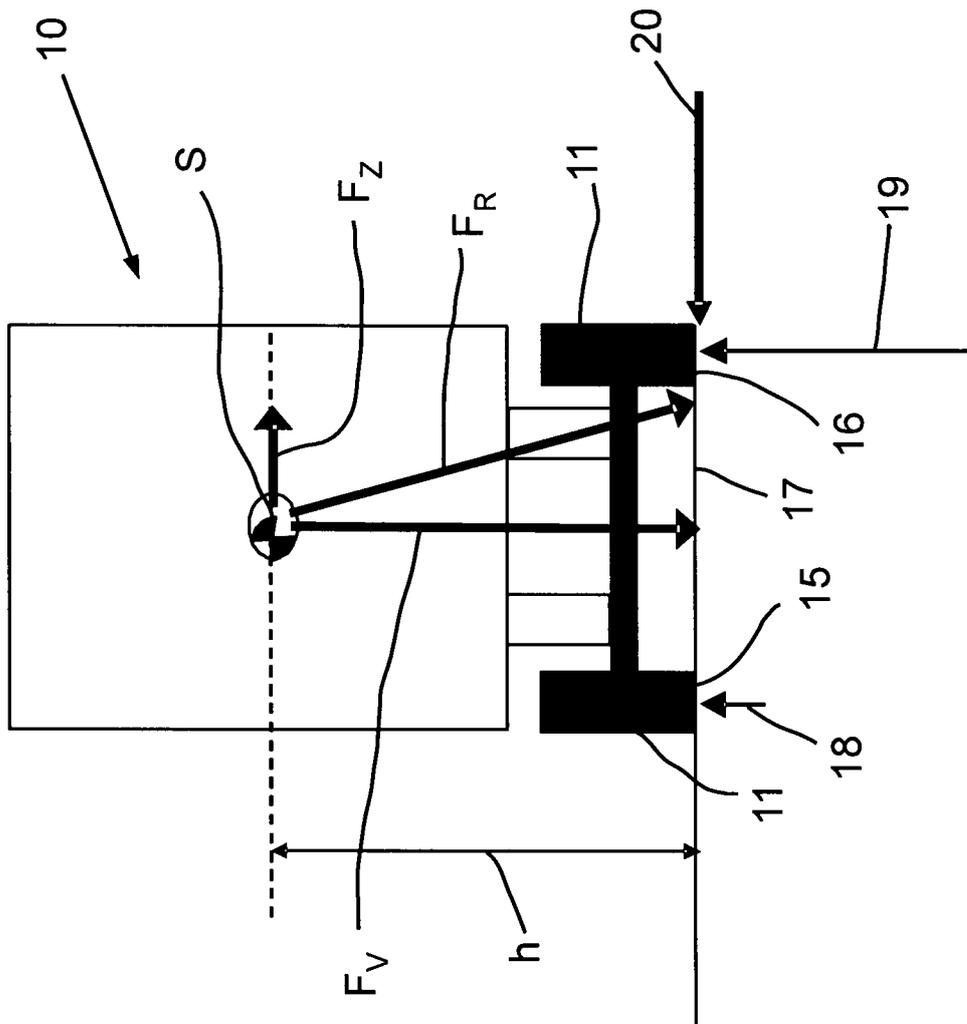


Fig. 2

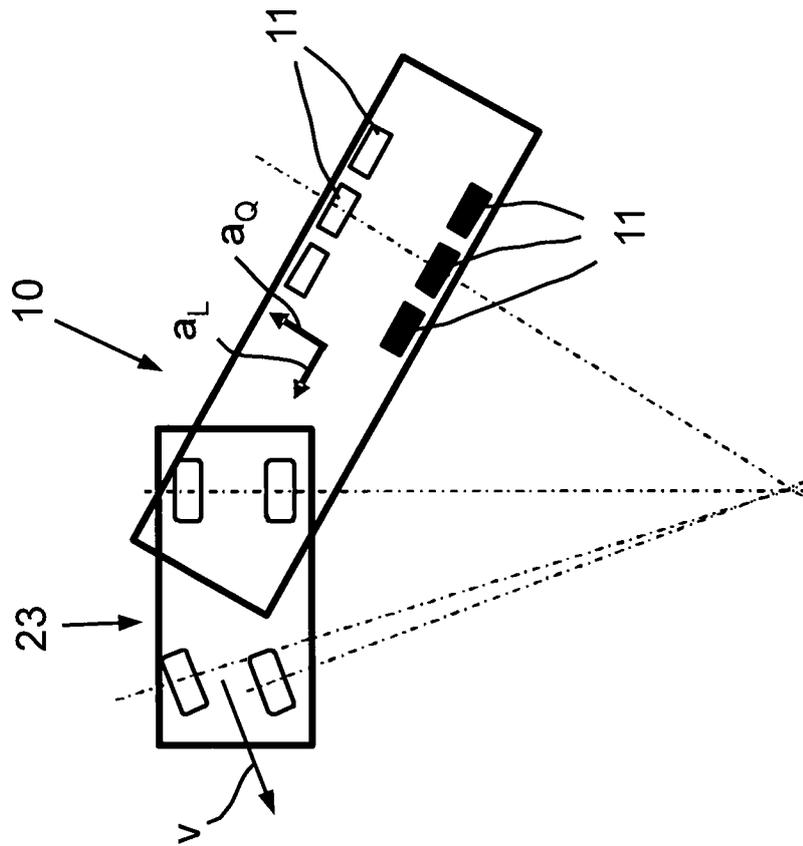


Fig. 3