



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 217 318.7**

(22) Anmeldetag: **08.11.2019**

(43) Offenlegungstag: **12.05.2021**

(51) Int Cl.: **B60W 30/02 (2012.01)**

(71) Anmelder:  
**ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046  
Friedrichshafen, DE**

(72) Erfinder:  
**Endl, Elisabeth, 88213 Ravensburg, DE; Birk,  
Markus, 88045 Friedrichshafen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

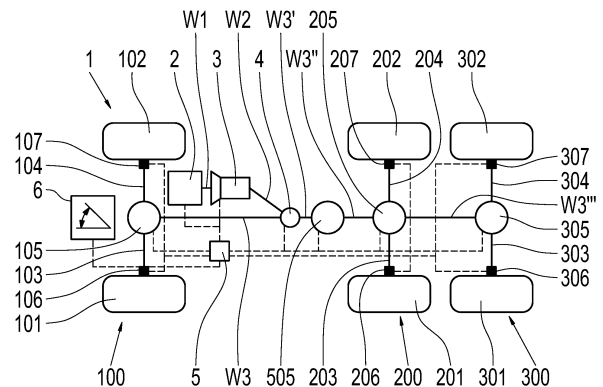
DE	40 14 863	C2
DE	196 39 460	A1
DE	197 12 973	A1
DE	198 16 432	A1
DE	10 2009 001 492	A1
DE	10 2011 012 593	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs mit wenigstens einem Differenzial**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs eines Fahrzeugs (1) vorgeschlagen. In einem ersten Schritt (S1) erfolgt das Erfassen von Drehzahlwerten jedes Rads (101, 102, 201, 202, 301, 302) und das Bereitstellen der erfassten Drehzahlwerte an die Steuervorrichtung (5); ferner ist ein zweiter Schritt (S2) des Ermitteln einer Beschleunigung jedes Rads (101, 102, 201, 202, 301, 302) umfasst, soweit eine Drehzahländerung über die Zeit erfasst wird; in einem dritten Schritt (S3) erfolgt das Abgleichen einer Beschleunigung jedes Rads (101, 102, 201, 202, 301, 302) mit einer aus einer Fahrmanforderung resultierenden Beschleunigung; Das Verfahren umfasst weiter einen vierten Schritt (S4) der Bildung einer Differenz des Betrags der jeweiligen Beschleunigung der Räder (101, 102, 201, 202, 301, 302) einer Fahrzeugachse (100, 200, 300) und einen fünften Schritt (S5) des Ausgebens eines Signals zum Schließen des wenigstens einen Differenzials (105, 205, 305), wenn aus der Differenz des Betrags der jeweiligen Beschleunigung der Räder (101, 102, 201, 202, 301, 302) einer Fahrzeugachse (100, 200, 300) auf einen unzulässigen Schlupf geschlossen wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs eines Fahrzeugs und einen ebensolchen Antriebsstrang. Insbesondere zielt die Erfindung darauf ab, wenigstens ein Differenzial in dem Antriebsstrang zu schließen, also zu sperren, wenn ein schlupfender Betrieb des Antriebsstrangs erkannt wird. Unter einem schlupfenden Betrieb des Antriebsstrangs ist zu verstehen, dass wenigstens ein Rad oder mehrere Räder einer Fahrzeugachse einen unzulässigen Schlupf aufweisen. Besonders vorteilhaft eignet sich die Anwendung des Verfahrens in solchen Antriebssträngen, bei denen vorrangig Drehzahlsensoren an den Antriebswellen bzw. den einzelnen Rädern des Fahrzeugs vorhanden sind. Besonders vorteilhaft handelt es sich bei dem Fahrzeug um eine Arbeitsmaschine, beispielsweise eine Bau- oder Landmaschine.. Exemplarisch ist in Bezug auf die Arbeitsmaschine ein knickgelenkter Muldenkipper, ein sogenannter Dumper, zu nennen. Jedoch kann das Verfahren auch in davon abweichenden Fahrzeugen angewendet werden, beispielsweise in Nutzfahrzeugen (Lastkraftwagen, Bus) oder Personenkraftwagen. Auch bei diesen Anwendungen kann es erforderlich sein, eine hohe Traktion (also einen geringen Schlupf) in einem Fahrbetrieb bereitzustellen.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind bereits Verfahren zur Traktionssteuerung bzw. zur Steuerung eines Antriebsstrangs bekannt. So offenbart DE 103 35 475 A1 beispielsweise ein Verfahren zur Ansteuerung von Quersperren, welche in Abhängigkeit von Fahrgeschwindigkeit und Beschleunigung einer Abtriebswelle eines Getriebes im Öffnungs- oder Schließsinne betätigt werden.

**[0003]** Ferner ist aus DE 10 2009 001 492 A1 ein Verfahren zur Ansteuerung einer Quersperre bekannt, bei welchem neben einer Eingangsdrehzahl in das Differenzial zusätzlich eine Stellung des Gaspedals sowie das Drehmoment am Getriebeeingang, somit das Abtriebsdrehmoment des hydrodynamischen Drehmomentwandlers oder bei direkt angebautem Antriebsmotor das Abtriebsmoment des Antriebsmotors verwendet wird. Insbesondere wird ein Gradient eines Eingangsdrehmoments betrachtet. In Abhängigkeit einer Gaspedalstellung wird der Gradient des Getriebeeingangsdrehmoments verschoben.

**[0004]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist darin zu sehen, ein vereinfachtes und gleichzeitig verbessertes Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs vorzusehen.

**[0005]** Die Aufgabe wird mit einem erfindungsgemäßen Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Dabei weist ein Antriebsstrang eines Fahrzeugs wenigstens ein Antriebsselement, ein Getriebe und wenigstens ein

Differenzial auf. Das Antriebsselement, das Getriebe und das wenigstens eine Differenzial sind kraftübertragend miteinander verbunden. Hierunter ist zu verstehen, dass eine Drehbewegung bzw. ein Drehmoment des Antriebsselements in das Getriebe eingeleitet, und von hier entsprechend der eingestellten Übersetzung übersetzt auf Wellen übertragen wird. Die Wellen sind dabei mit wenigstens einem Differenzial verbunden. Typischerweise sind bei einem Fahrzeug mit mehreren angetriebenen Fahrzeugachsen auch mehrere Differenziale, üblich ist ein Differenzial je angetriebener Achse vorzusehen. Antriebswellen sind mit Abtrieben der Differenziale einerseits, und Rädern des Fahrzeugs andererseits verbunden. Somit wird die Drehbewegung des Antriebsselements auf die Räder übertragen. Den Rädern ist dabei jeweils ein Sensor, vorteilhaft ein Drehzahlsensor zugeordnet. Diese sind dazu vorgesehen, eine Raddrehzahl zu ermitteln.

**[0006]** Bei dem Fahrzeug kann es sich um ein Fahrzeug für den Straßenverkehr (PKW, LKW, Bus) oder eine Arbeitsmaschine (Land- und/oder Baumaschine) handeln. Insbesondere in Bezug auf Arbeitsmaschinen sind hier exemplarisch Muldenkipper (sogenannte Dumper), Radlader oder Ackerschlepper bzw. Traktoren zu nennen. Somit sind mehrachsige Fahrzeuge mit wenigstens zwei Fahrzeugachsen, insbesondere auch mit mehreren angetriebenen Achsen, umfasst. Insbesondere Arbeitsmaschinen sind in der Regel mit mehreren angetriebenen Fahrzeugachsen ausgestattet und müssen in einem Einsatz abseits befestigter Fahrwege (Off-Road) eine möglichst hohe Traktion aufweisen. Jedoch kann das Verfahren auch in davon abweichenden Fahrzeugen angewendet werden, beispielsweise in bereits erwähnten Nutzfahrzeugen (Lastkraftwagen, Bus) oder Personenkraftwagen. Auch bei diesen Anwendungen kann es erforderlich sein, eine hohe Traktion (also einen geringen Schlupf) in einem Fahrbetrieb bereitzustellen - folglich existieren auch hier Ausführungen mit mehreren angetriebenen Fahrzeugachsen, vereinfacht ausgedrückt handelt es sich insbesondere bei Personenkraftwagen um Fahrzeuge mit Allradantrieb (AWD). Dabei können die genannten Fahrzeuge eine für viele Fahrzeuge übliche Achsschenkel lenkung aufweisen, insbesondere bei Baumaschinen (zum Beispiel einem Muldenkipper oder Radlader) kann es sich aber auch um ein Fahrzeug mit einer Knicklenkung handeln.

**[0007]** Das Antriebsselement ist beispielhaft als Verbrennungskraftmaschine (Diesel, Benzin, CNG, LPG), oder als elektrische Maschine ausgeführt. Dabei ist es unerheblich, ob die elektrische Maschine aus einer Batterie, einem Diesel-elektrischen Generator oder beispielsweise aus einer Brennstoffzelle gespeist wird. Bei dem Getriebe kann es sich um ein handschaltbares oder automatisiertes Mehrganggetriebe, ein Lastschaltgetriebe oder ein stufenlo-

ses Getriebe (CVT) handeln. Ein CVT-Getriebe kann insbesondere als hydrostatisch-mechanisches Leistungsverzweigungsgetriebe ausgeführt sein. In alternativen Ausführungen kann es sich bei dem Getriebe aber auch um ein solches mit einer festen Übersetzung handeln, insbesondere um ein Stirnradgetriebe. Diese können insbesondere in einem rein elektrisch betriebenen Antriebsstrang, also einem Antriebsstrang mit ausschließlich elektrischem Antriebs- element bzw. Antriebselementen, verwendet werden.

**[0008]** Ferner weist der Antriebsstrang eine Steuervorrichtung auf, welche signalübertragend mit dem wenigstens einen Differenzial, typischerweise mit jedem Differenzial, verbunden ist. Ferner ist die Steuervorrichtung mit diversen Sensoren, insbesondere den Drehzahlsensoren der Räder, signalübertragen verbunden. Bei der Steuervorrichtung kann es sich um ein separates Steuergerät handeln, andererseits kann die Steuervorrichtung auch in ein bereits existierendes Steuergerät des Fahrzeugs, beispielsweise ein Getriebesteuergerät oder einen Fahrzeugführungsrechner, integriert sein. Die Steuervorrichtung ist dazu geeignet, Signale zu empfangen, zu verarbeiten und zu senden. Insbesondere können Signale von Sensoren (Messwerte) eingelesen werden und als Reaktion auf eine vorprogrammierte Routine Steuersignale an steuerbare Elemente des Antriebsstrangs ausgesendet werden. Unter den steuerbaren Elementen sind insbesondere sperrbare Differenziale oder entsprechende Betätigungselemente zu verstehen.

**[0009]** Ferner kann die Steuervorrichtung signalübertragend mit einer Fahranforderungsvorrichtung verbunden sein. In einfachster Ausführung handelt es sich bei der Fahranforderungsvorrichtung um ein Fahrpedal, durch welches eine Drehmoment- oder Drehzahlvorgabe des Antriebselements oder eine Geschwindigkeitsvorgabe des Fahrzeugs kommandiert wird. In Weiterbildungen kann die Fahranforderungsvorrichtung alternativ oder ergänzend zu der zuvor beschriebenen Ausführung auch von einem Fahrerassistenzsystem gebildet werden. Dementsprechend kann basierend auf geeigneten Sensordaten durch das Fahrerassistenzsystem eine Fahranforderung an die Fahranforderungsvorrichtung kommandiert werden. Dabei wird die Fahranforderung in Form eines Fahranforderungswertes dargestellt. Dies kann beispielsweise eine Pedalstellung des Fahrpedals sein. Vorteilhaft wird dabei die Pedalstellung mittels eines Prozentwertes zwischen 0% (unbetätigt) und 100% (maximal betätigt) angegeben.

**[0010]** Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, dass in einem ersten Schritt Drehzahlwerte der Räder einer Fahrzeugachse oder Drehzahlwerte sämtlicher Räder erfasst und an die Steuervorrichtung übermittelt bzw. dieser bereitgestellt werden. In einem zweiten Schritt werden aus den bereitgestellten Dreh-

zahlwerten eine dazu korrespondierende Beschleunigung des betreffenden Rads ermittelt wird, wobei die Beschleunigung eines Rads über eine Drehzahländerung über die Zeit interpretiert wird. Somit ist aus der (permanent) erfassten und bereitgestellten Raddrehzahl eine Radbeschleunigung ableitbar. Diese wird somit indirekt aus einer Drehzahl erfasst. In einem dritten Schritt erfolgt ein Abgleich einer Beschleunigung jedes Rads mit einer aus einer Fahranforderung resultierenden Beschleunigung. Hierunter ist zu verstehen, dass eine kommandierte Fahranforderung gerade zu einer Beschleunigung des Fahrzeugs führen kann bzw. soll, wobei die Beschleunigung einen positiven Wert (Fahrzeuggeschwindigkeit/Raddrehzahl steigt) oder einen negativen Wert (Fahrzeuggeschwindigkeit/Raddrehzahl wird verringert) annehmen kann. Durch den Abgleich mit einer aus einer Fahranforderung resultierenden Beschleunigung soll sichergestellt werden, dass gewollte Beschleunigungen das Verfahren nicht verfälschen bzw. erschweren. Dementsprechend werden die ermittelten Radbeschleunigungen um eine aus einer Fahranforderung resultierenden Beschleunigung bereinigt. Dieser Abgleich kann über die Einbeziehung eines Signals der Fahranforderungsvorrichtung erfolgen, alternativ oder ergänzend dazu kann auch eine Drehzahl an einem Getriebeausgang oder eine Drehzahl des Antriebselements verwendet werden.

**[0011]** In einem vierten Schritt wird eine Differenz des Betrags der jeweiligen Beschleunigungen gebildet. Wie zuvor dargestellt, kann die Beschleunigung (neben dem Wert 0, soweit keine Drehzahländerung erfolgt) einen negativen oder positiven Wert annehmen. Für den Fall einer positiven Beschleunigung an einem Rad und einer negativen Beschleunigung an dem dazu gegenüberliegenden Rad einer Fahrzeugachse, können somit vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Typischerweise verhalten sich die Beschleunigungen einer Fahrzeugachse bei einer Kurvenfahrt zueinander gegenläufig. Hierunter ist zu verstehen, dass das kurvenäußere Rad eine längere Wegstrecke absolviert als das kurveninnere Rad. Idealerweise sind die Beträge dieser Beschleunigungen identisch, lediglich im Vorzeichen unterscheiden sich diese. Somit kann festgestellt werden, dass eine Kurvenfahrt vorliegt. Im Übrigen soll dieser Fahrzustand nicht als ein solcher mit einem unzulässigen Schlupfwert interpretiert werden.

**[0012]** Soweit aufgrund der Differenzbildung der Beträge der Beschleunigungen beider Räder einer Fahrzeugachse auf einen unzulässigen Schlupfwert geschlossen wird, erfolgt in einem fünften Schritt die Ausgabe eines Signals zum Schließen des wenigstens einen Differenzials. Dies kann beispielsweise dann gegeben sein, wenn bei einer Geradeausfahrt die Differenzbildung der Beträge Beschleunigungswerte zu einem Wert  $\neq 0$  oder toleranzbehaftet ungleich 0 führt. Unter toleranzbehaftet ist dabei zu ver-

stehen, dass ein Toleranzwert berücksichtigt oder zugelassen wird, welcher einen Bereich definiert, innerhalb dessen trotz eines Wertes  $\neq 0$  dennoch auf einen schlupffreien Fahrzustand geschlossen wird. Beispielsweise kann so verhindert werden, dass beispielsweise ein Schräglauf am Hang, ein verschiedener Luftdruck in einem oder mehreren Rädern, oder auch ein aufgrund von Verschleiß leicht abweichender Radumfang als Schlupf interpretiert würden. Denn unter diesen Bedingungen würde das Sperren wenigstens eines Differenzials keine Verbesserung herbeiführen, vielmehr würde es sich hier um eine unerwünschte Fehlinterpretation bzw. Fehlbewertung handeln. Der Toleranzwert kann dabei fahrzustands- und/oder fahrzeugabhängig sein. Ferner kann dieser als Absolutwert vorliegen, einen prozentualen Anteil eines Absolutwertes der ermittelten Beschleunigung des betreffenden Rads darstellen oder als Wert eines Kennfelds berücksichtigt werden. Das Kennfeld kann beispielsweise in einem geeigneten Speicherelement der Steuervorrichtung hinterlegt sein.

**[0013]** Ein Differenzial beschreibt vorliegend ein Differenzial- oder Ausgleichsgetriebe. Hierbei handelt es sich insbesondere um ein Umlaufrädergetriebe mit einem Antrieb und zwei Abtrieben. Das Differenzial kann dabei als Längs- oder Querdifferenzial ausgebildet sein. Längsdifferenziale werden üblicherweise in einem Antriebsstrang verwendet, um einen Drehzahlausgleich zwischen zwei angetriebenen Achsen eines Fahrzeugs darzustellen bzw. eine Kraftverteilung anzupassen, beispielsweise zwischen Vorder- und Hinterachse. Ein Querdifferenzial, oder auch Achsdifferenzialgetriebe, wird verwendet, um einen Drehzahlausgleich zwischen zwei Rädern einer angetriebenen Fahrzeugachse darzustellen bzw. eine Kraftverteilung anzupassen. Insbesondere bei Kurvenfahrten wird hierdurch eine höhere Raddrehzahl des kurvenäußeren Rads gegenüber der niedrigeren Raddrehzahl des kurveninneren Rads ausgeglichen. Bei einem geschlossenen oder gesperrten Differenzial wird dieses derart geblockt, dass die Ausgleichsfähigkeit auf ein vordefiniertes Maß vermindert oder vollumfänglich blockiert wird. In diesem Zustand drehen die beiden Abtriebe mit gleicher Drehzahl.

**[0014]** Neben der Ermittlung eines unzulässigen Schlupfwertes eines oder mehrerer Räder einer Fahrzeugachse umfasst das Verfahren auch einen Abgleich der ermittelten Schlupfwerte verschiedener Fahrzeugachsen. Hierdurch kann eine Plausibilisierung eines Fahrzustands erfolgen. Insbesondere kann hierdurch detektiert werden, ob beispielsweise nicht nur ein Rad, sondern beide Räder einer Fahrzeugachse einen unzulässigen Schlupf aufweisen. Dies kann beispielsweise dann gegeben sein, wenn die Räder einer Fahrzeugachse sich in einem Bereich eines Fahrwegs mit geringem Reibwert (Matsch, Schnee, Eis, Feuchtigkeit) befindet. Auch soll erkannt werden, ob beide Räder einer

Fahrzeugachse den Kontakt zu dem Fahrweg bereits verloren haben, somit frei drehen. Dementsprechend soll sichergestellt werden, dass ein Drehmoment auch den verbleibenden Fahrzeugachsen bereitgestellt werden, welche sich noch in Kontakt mit dem Fahrweg befinden. Sobald ein solcher Fahrzustand detektiert wird, kann insbesondere ein Längsdifferenzial zwischen den Fahrzeugachsen gesperrt werden. Dies wird durch einen sechsten Schritt des Verfahrens abgebildet.

**[0015]** In einer Weiterbildung der Erfindung wird periodisch ein Signal zum Entsperrn wenigstens eines Differenzials, alternativ zum Entsperrn sämtlicher Differenziale ausgesendet. Hierdurch wird sichergestellt, dass in regelmäßigen Abständen überprüft werden kann, ob weiter ein schlupfender Betrieb des Antriebsstrang vorliegt oder nicht. Soweit weiterhin auf einen unzulässigen Schlupfwert geschlossen wird, erfolgt eine erneute Ausgabe eines Signals zum Schließen des betreffenden Differenzials. Es kann ein fix definiertes Zeitintervall für dieses periodische Ausgeben eines Signals zum Öffnen wenigstens eines Differenzials vorgesehen werden, alternativ kann auch ein variables Zeitintervall berücksichtigt werden. Die Länge des Zeitintervalls kann dabei in Abhängigkeit verschiedenster Parameter, beispielsweise in Abhängigkeit der Höhe des Differenzialwertes der Beträge der Beschleunigungen, oder auch anhand weiterer Fahrparameter (beispielsweise einer Fahrzeuggeschwindigkeit, einer Fahranforderung) oder auch aufgrund von Umweltparametern beeinflusst werden. Hierzu können Eingaben eines Bedieners, oder auch Sensorwerte weiterer Sensoren (beispielsweise Temperaturgeber, Radar-, Lidar-Sensoren oder dergleichen) verwendet werden. Genauso wie ein Timer vorgesehen wird, um periodisch ein Signal zum Entsperrn wenigstens eines Differenzials auszugeben, kann auch ein Schwellwert für ein Zeitintervall vorgesehen werden, welcher überschritten werden muss, damit ein Signal zum Sperren oder Schließen wenigstens eines Differenzials ausgesendet wird. Hierdurch kann vermieden werden, dass das System auch kurzzeitige Schwankungen bei der Überwachung der Radbeschleunigung zu sensibel reagiert. Insbesondere sollen unnötig geschlossene oder gesperrte Differenziale hierdurch wirksam vermieden werden. Mit anderen Worten muss fortlaufend über einen definierten Zeitraum auf einen unzulässigen Schlupfwert geschlossen werden, bis das Signal zum Sperren des betreffenden Differenzials ausgelöst wird.

**[0016]** Ebenfalls von der Erfindung umfasst ist ein Antriebsstrang mit den zuvor beschriebenen Merkmalen. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung eine Steuervorrichtung. Insbesondere ist die Steuervorrichtung dazu geeignet und eingerichtet, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen. Ferner umfasst die Steuervorrichtung eine erste, zweite und

dritte Schnittstelle. Die erste Schnittstelle ermöglicht ein Einlesen der Drehzahlwerte eines oder mehrerer Räder, die zweite Schnittstelle ermöglicht das einlesen einer Fahranforderung und eine Dritte Schnittstelle ermöglicht das Ausgeben eines Signals zum Schließen und/oder Öffnen wenigstens eines Differenzials. Die Schnittstellen können kabelgebunden oder kabellos (WLAN, BLE, NFC oder dergleichen) ausgeführt sein.

**[0017]** Besonders vorteilhaft sind das wenigstens eine Differenzial als Quer- und oder Längsdifferenzial ausgeführt. Insbesondere ist auch ein Computerprogrammprodukt mit einem Quellcode umfasst, wobei das erfindungsgemäße Verfahren ausgeführt wird, wenn der Quellcode auf der Steuervorrichtung ausgeführt wird.

**[0018]** Das erfindungsgemäße Verfahren und der Antriebsstrang werden anhand der nachfolgenden Figuren detailliert beschrieben. Es zeigen:

**Fig. 1:** eine schematische Darstellung eines Antriebsstrangs eines Fahrzeugs;

**Fig. 2:** ein Diagramm für den Signalverlauf von Radbeschleunigung und Differenz der Beträge der Radbeschleunigung in verschiedenen Fahrzuständen;

**Fig. 3:** ein stark vereinfachtes Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens;

**Fig. 4:** eine mögliche Ausgestaltung eines Programmablaufs des erfindungsgemäßen Verfahrens für die Betrachtung mehrerer Fahrzeugachsen.

**[0019]** In der in **Fig. 1** gezeigten stark vereinfachten Darstellung des Fahrzeugs **1** ist ein Antriebselement **2** über eine Welle **W1** mit einem Getriebe **3** kraftübertragend verbunden. Mit anderen Worten wird eine Drehbewegung des Antriebselements **2** in das Getriebe **3** eingeleitet. An einem Getriebeausgang bzw. Abtrieb ist das Getriebe **3** über eine Welle **W2** mit einer Verteilvorrichtung **4** verbunden. Bei der Verteilvorrichtung **4** handelt es sich vorliegend um ein Verteilgetriebe. Dieses kann als einfaches Stirnradgetriebe oder auch als Differenzial ausgebildet sein. Durch die Verteilvorrichtung **4** wird die Drehbewegung von dem Getriebe **3** auf längs angeordnete Wellen **W3**, **W3'** übertragen. Es sind auch alternative Ausführungen denkbar, bei welchen der Abtrieb des Getriebes **3** direkt mit einer der Wellen **W3**, **S3'**, **W3''**, **W3'''** verbunden ist. Auch kann vorgesehen werden, dass die Verteilvorrichtung **4** in ein Differenzial **105**, **205**, **305**, **505** integriert ist.

**[0020]** Die Dritte Fahrzeugachse **300** weist ebenfalls Antriebswellen **303**, **304** und Räder **301**, **302** auf, wobei das linksseitige Rad **301** über die Antriebswelle **303** und das rechtsseitige Rad **302** über die Antriebs-

welle **304** mit dem Differenzial **305** verbunden ist. Das Differenzial **205** der zweiten Fahrzeugachse **200** und das Differenzial **305** der dritten Fahrzeugachse **300** sind jeweils als Querdifferenzial ausgeführt. Grundsätzlich kann der hier gezeigte Antriebsstrang dahingehend vereinfacht werden, dass das Fahrzeug **1** nur zwei angetriebene Achsen **100**, **200** aufweist, die dritte Fahrzeugachse **300** würde dementsprechend entfallen. Gleichzeitig ist der Antriebsstrang beliebig skalierbar, sodass beispielsweise auch eine zweite angetriebene Vorderachse in Analogie zu der ersten Fahrzeugachse **100** vorgesehen wird. Auch ist es denkbar, dass nur die zweite Fahrzeugachse **200** und/oder die dritte Fahrzeugachse **300** angetrieben sind. Auch darauf ist das erfindungsgemäße Verfahren anwendbar, unter Berücksichtigung der dann jeweils vorliegenden Anzahl an Differenzialen **105**, **205**, **305**, **505**.

**[0021]** Die Darstellung in **Fig. 1** zeigt ferner eine Steuervorrichtung **5**. Diese ist signalübertragend mit jedem der Differenziale **105**, **205**, **305**, **505**, der Verteilvorrichtung **4**, dem Getriebe **3**, dem Antriebselement **2** und einer Fahranforderungsvorrichtung **6** verbunden, was mittels Strichlinien verdeutlicht wird. Hierdurch können einerseits Sensordaten empfangen bzw. Signale an die Differenziale **105**, **205**, **305**, **505** gesendet werden. Bei der Fahranforderungsvorrichtung **6** handelt es sich insbesondere um ein Fahrpedal, welches durch einen Bediener des Fahrzeugs **1** betätigt wird. Hieraus ergibt sich ein entsprechendes Signal in Form eines Fahranforderungswertes, welches an die Steuervorrichtung **5** übermittelt bzw. dieser bereitgestellt wird. Ferner ist der Darstellung gemäß **Fig. 1** zu entnehmen, dass jedem Rad **101**, **102**, **201**, **202**, **301**, **302** ein Drehzahlsensor **106**, **107**, **206**, **207**, **306**, **307** zugeordnet ist, welche ferner ebenfalls signalübertragend mit der Steuervorrichtung **5** verbunden sind. Dies ist auch hier, wie bereits zuvor beschrieben, mittels Strichlinien dargestellt.

**[0022]** In **Fig. 2** ist ein Diagramm für den Verlauf **I**, **II**, **III** der Beschleunigungen dargestellt. Dabei ist das Diagramm in drei Teildiagramme unterteilt. Alle drei Teildiagramme eint, dass auf der Abszisse der zeitliche Verlauf bzw. die Zeit **t** aufgetragen ist, während die Ordinate die Beschleunigung **a** bzw. die entsprechenden Werte aufzeigt. Das obere Teildiagramm stellt den Verlauf **I** der Beschleunigung eines ersten Rads **101**, **201**, **301**, beispielsweise auf einer linken Fahrzeugseite, dar. Hingegen kann dem mittleren Teildiagramm der Verlauf **II** der Beschleunigung eines zweiten Rads **102**, **202**, **302**, beispielsweise auf einer rechten Fahrzeugseite, entnommen werden. Dabei stellen die Verläufe **I**, **II** jeweils die Beschleunigung von paarweise an einer Fahrzeugachse **100**, **200**, **300** angeordneten Rädern **101**, **102**, **201**, **202**, **301**, **302** dar. Das dritte Teildiagramm, hier unten angeordnet, zeigt den Verlauf **III** der Differenz

der Beträge der Verläufe **I, II** auf, mit anderen Worten die Differenz der Beträge der Beschleunigung des linken und rechten Rads **101, 102, 201, 202, 301, 302**.

**[0023]** Zum Zeitpunkt  $t_0$  liegt keine Beschleunigung der Räder **101, 102, 201, 202, 301, 302** vor, sodass Verläufe **I, II** einen Wert  $a=0$  aufweisen. Zum Zeitpunkt  $t_1$  steigen sowohl der Verlauf **I**, als auch der Verlauf **II** sprunghaft an, bis sie beide den Wert  $a=a_1$  aufweisen. Durch Differenzbildung dieser beiden Werte ergibt sich für den Verlauf **III** dennoch der Wert  $a=0$ . Zum Zeitpunkt  $t_2$  fallen beide Verläufe wieder auf den Wert  $a=0$  zurück, wobei dieser Wert bis zum Zeitpunkt  $t_3$  beibehalten wird. Das Zeitintervall von  $t_1$  bis  $t_2$  beschreibt einen Fahrzustand **A**. Dabei weisen beide Räder **101, 102, 201, 202, 301, 302** einen identischen Anstieg der Beschleunigung auf, sodass hier davon auszugehen ist, dass mit der betreffenden Fahrzeugachse **100, 200, 300** ein Bereich des Fahrwegs mit vermindertem Reibwert befahren wurde, sodass beide Räder **101, 102, 201, 202, 301, 302** einer Fahrzeugachse **100, 200, 300** gleichzeitig einen unzulässigen Schlupf aufwiesen. Hier würde dann ein Signal zum Schließen eines Längsdifferenzials **505** ausgesendet, um einen verbesserten Vortrieb bzw. eine verbesserte Traktion zu gewährleisten.

**[0024]** Zum Zeitpunkt  $t_3$  erfahren beide Verläufe **I, II** eine sprunghafte Werteänderung, wobei der Verlauf **I** auf den Wert  $a=a_1$  ansteigt, während der Verlauf **II** auf den Wert  $a=-a_1$  fällt. Auch hier hat dies für den Verlauf **III**, also die Differenzbildung, zur Folge, dass keine Werteänderung erfolgt. Zum Zeitpunkt  $t_4$  nehmen beide Verläufe **I, II** wieder den Wert  $a=0$  an. Das Zeitintervall zwischen  $t_3$  und  $t_4$  beschreibt einen Fahrzustand **B**, bei welchem der Verlauf **I** und der Verlauf **II** zueinander gegenläufig sind, also vom Betrag her identische Beschleunigungen, jedoch einmal mit positivem Vorzeichen und einmal mit negativem Vorzeichen annehmen. Aufgrund der Differenzbildung der Beträge der Beschleunigungen verharrt der Verlauf **III** auf dem Wert  $a=0$ . Bei dem Fahrzustand **B** handelt es sich beispielsweise um eine Kurvenfahrt des Fahrzeugs **1**. Dabei beschreibt der Verlauf **I** das kurvenäußere Rad **101, 102, 201, 202, 301, 302**, während der Verlauf **II** das kurveninnere Rad **101, 102, 201, 202, 301, 302** beschreibt.

**[0025]** Der Fahrzustand **C** wird durch das Intervall  $t_5$  bis  $t_6$  beschrieben. Zum Zeitpunkt  $t_5$  steigt der Verlauf **I** auf den Wert  $a=a_2$  an, während der Verlauf **II** den Wert  $a=-a_1$  annimmt. Somit sind die Beschleunigungen der Räder **101, 102, 201, 202, 301, 302** zueinander gegenläufig, aber auch vom Betrag her verschieden. Somit hat dies zur Folge, dass der Verlauf **III** den Wert  $a=a_1$  annimmt. Somit würde hierunter ein Fahrzustand einer Kurvenfahrt zu verstehen sein, bei welcher ein unzulässiger Schlupf auftritt. Allerdings wäre hier mitunter ratsam, ein Signal zum Sperren eines Differenzials **105, 205, 305** zu unterdrücken, da

andernfalls die Kurvenfahrt stärker beeinträchtigt wäre als bei Vorliegen des Schlupfes.

**[0026]** Im Zeitintervall  $t_6$  bis  $t_7$  nehmen alle Verläufe **I, II, III** erneut den Wert  $a=0$  an, bis zum Zeitpunkt  $t_7$  der Verlauf **I** erneut auf den Wert  $a=a_1$  ansteigt. Der Verlauf **II** zeigt keine Veränderung, sodass nur ein Rad **101, 102, 201, 202, 301, 302** eine Beschleunigung erfährt. Mit anderen Worten beschreibt Fahrzustand **B**, dass nur ein Rad **101, 102, 201, 202, 301, 302** einen unzulässigen Schlupf aufweist. Somit würde ein Signal zum Schließen wenigstens eines Differenzials **105, 205, 305** - insbesondere des Querdifferenzials der betreffenden Fahrzeugachse **100, 200, 300** - ausgesendet. Ab dem Zeitpunkt  $t_8$  nehmen die Verläufe **I, II, III** wieder den Wert  $a=0$  an.

**[0027]** Es sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass **Fig. 2** stark vereinfacht in Form eines Stufendiagramms die Verläufe **I, II, III** darstellt. In einem realen Einsatz treten hinsichtlich Amplitude und Frequenz deutlich vielfältigere Verläufe **I, II, III** auf.

**[0028]** **Fig. 3** zeigt ein stark vereinfachtes Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. die dabei vorgenommenen Verfahrensschritte. In einem ersten Schritt **S1** werden die Drehzahlwerte der jeweiligen Räder **101, 102, 201, 202, 301, 302** erfasst und an die Steuervorrichtung **5** übermittelt bzw. dieser bereitgestellt. In einem zweiten Schritt **S2** wird anhand der zuvor ermittelten Drehzahlwerte eine Beschleunigung der Räder **101, 102, 201, 202, 301, 302** abgeleitet bzw. erfasst. In einem dritten Schritt **S3** werden die Beschleunigungen der Räder **101, 102, 201, 202, 301, 302** mit Beschleunigungen verglichen, welche aus einer Fahranforderung resultieren. Hierdurch wird ermittelt, ob zusätzlich zu den Beschleunigungen aus einer Fahranforderung die Räder **101, 102, 201, 202, 301, 302** aufgrund fehlender Traktion eine weitere Beschleunigung erfahren.

**[0029]** In einem vierten Schritt **S4** wird die Differenz des Betrags der jeweiligen Räder **101, 102, 201, 202, 301, 302** einer Fahrzeugachse **100, 200, 300** gebildet. Soweit hier aufgrund eines Wertes  $a \neq 0$  auf eine unzulässige Beschleunigung geschlossen wird, erfolgt eine Rückkoppelung zu dem ersten Schritt **1**. Es kann auch vorgesehen werden, dass sich der erste Schritt **S1** nicht sofort anschließt, sondern zunächst ein Timer **T** aktiviert wird. Dieser bewirkt, dass der erste Schritt **S1** erst mit einer definierten Verzögerung erneut durchgeführt wird. Ferner kann in dem Vorsehen des Timers **T** auch verwirklicht sein, dass ein Signal zum Entsperren bzw. Öffnen eines geschlossenen Differenzials **105, 205, 305, 505** ausgegeben wird, damit eine erneute Überprüfung über das möglicherweise Fortbestehen eines unzulässigen Schlupfwertes erfolgen kann.

**[0030]** Für den Fall, dass in dem vierten Schritt **S4** auf einen unzulässigen Schlupfwert geschlossen wurde, schließt sich diesem ein fünfter Schritt **S5** an. Hier wird ein Signal zum Sperren oder Schließen wenigstens eines Differenzials **105, 205, 305, 505** ausgegeben. Auch dem fünften Schritt **S5** schließt sich in der zuvor beschriebenen Art das Aktivieren eines Timers **T** und anschließend eine Rückkoppelung auf den ersten Schritt **S1** an. Der hier beschriebene Ablauf kann separat für jede Fahrzeugachse **100, 200, 300** einzeln für sich, sequenziell oder auch parallel durchgeführt werden.

**[0031]** **Fig. 4** zeigt eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei kaskadiert der Ablauf des Verfahrens gemäß der **Fig. 3** erfolgt. Unter kaskadiert ist dabei zu verstehen, dass jeder Fahrzeugachse **100, 200, 300** jeweils ein Programmablauf zugeordnet ist. Dabei werden diese sequenziell, also nacheinander, durchlaufen. Zunächst erfolgt die Anwendung des Verfahrens auf die erste Fahrzeugachse **100**. Dem schließt sich die Anwendung auf die zweite Fahrzeugachse **200** und danach die Anwendung auf die dritte Fahrzeugachse **300** an, was durch die Kopplungen **K1, K2** dargestellt ist. Dabei werden in den mit Strichlinien umrandeten Abläufen insbesondere die Querdifferenziale **105, 205, 305** angesteuert, sobald für die betreffende Achse ein unzulässiger Schlupfwert erfasst wurde.

**[0032]** Der hier gezeigte Ablauf ist ferner dahingehend erweitert, dass nach der Anwendung des Verfahrens auf die erste und zweite Fahrzeugachse **100, 200** eine Bewertung vorgenommen werden kann, ob für eine Fahrzeugachse **100, 200** ein unzulässiger Schlupfwert erfasst wurde. Dementsprechend wird in einem sechsten Schritt **S6** ein Längsdifferenzial **505** geschlossen bzw. gesperrt, bevor das Verfahren auf die dritte Fahrzeugachse **300** angewendet wird. Alternativ oder ergänzend dazu kann nach Anwendung des Verfahrens auf die dritte Fahrzeugachse **300** ein weiteres, in **Fig. 1** nicht gezeigtes Längsdifferenzial geschlossen werden. Auch kann vorgesehen werden, dass das Längsdifferenzial **505** erst nach Anwendung des Verfahrens auf die dritte Fahrzeugachse **300** geschlossen wird. Dem schließt sich eine (Rück-) Kopplung **K3** an, wodurch das Verfahren erneut auf die erste Fahrzeugachse **100** angewendet wird. Nicht gezeigt ist in **Fig. 4** ein Timer **T**, welcher ebenfalls vorgesehen werden kann, um eine zeitliche Entprellung des periodischen Durchlaufs des Verfahrens zu bewirken.

**[0033]** Ferner wird mit **Fig. 4** verdeutlicht, dass das Verfahren bzw. die Kaskadierung in der Steuervorrichtung **5** umgesetzt wird. Darüber hinaus wird angemerkt, dass die Ausführung gemäß **Fig. 4** auch auf Fahrzeuge mit nur zwei Fahrzeugachsen **100, 200** oder auf solche mit mehr als 3 Fahrzeugachsen **100, 200, 300** angepasst werden kann.

## Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Fahrzeug
<b>2</b>	Antriebsselement
<b>3</b>	Getriebe
<b>4</b>	Verteilvorrichtung
<b>5</b>	Steuervorrichtung
<b>6</b>	Fahreranforderungsvorrichtung
<b>100</b>	erste Fahrzeugachse
<b>101,102</b>	Rad
<b>103, 104</b>	Antriebswelle
<b>105</b>	Differenzial
<b>106, 107</b>	Drehzahlsensor
<b>200</b>	zweite Fahrzeugachse
<b>201,202</b>	Rad
<b>203,204</b>	Antriebswelle
<b>205</b>	Differenzial
<b>206, 207</b>	Drehzahlsensor
<b>300</b>	dritte Fahrzeugachse
<b>301,302</b>	Rad
<b>303,304</b>	Antriebswelle
<b>305</b>	Differenzial
<b>306, 307</b>	Drehzahlsensor
<b>505</b>	Differenzial
<b>W1</b>	Welle
<b>W2</b>	Welle
<b>W3, W3', W3'', W3'''</b>	Welle
<b>I, II</b>	Beschleunigung Rad
<b>III</b>	Differenz Beschleunigung
<b>a, -a1, a1, a2</b>	Beschleunigungswert
<b>t, t1 - t8</b>	Zeit
<b>A, B, C, D</b>	Fahrzustand
<b>S1-S5</b>	Verfahrensschritt
<b>T</b>	Timer
<b>K1, K2, K3</b>	Koppelung

**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**

- DE 10335475 A1 [0002]
- DE 102009001492 A1 [0003]



## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs eines Fahrzeugs (1), der Antriebsstrang wenigstens umfassend ein Antriebselement (2), ein Getriebe (3) und ein Differenzial (105, 205, 305, 505), wobei das Antriebselement (2), das Getriebe (3) und das wenigstens eine Differenzial (105, 205, 305, 505) durch Wellen (W1, W2, W3, W3', W3'', W3''') kraftübertragend miteinander verbunden sind, während eine Steuervorrichtung (5) signalübertragend mit einer Fahranforderungsvorrichtung (6), dem Getriebe (3) und dem wenigstens einen Differenzial (105, 205, 305, 505) signalübertragend verbunden ist, wobei jedem Rad (101, 102, 201, 202, 301, 302) ein Drehzahlsensor (106, 107, 206, 207) zugeordnet ist, welcher ebenfalls signalübertragend mit der Steuervorrichtung (5) verbunden ist, das Verfahren umfassend

- einen ersten Schritt (S1) des Erfassens von Drehzahlwerten jedes Rads (101, 102, 201, 202, 301, 302) und des Bereitstellens der erfassten Drehzahlwerte an die Steuervorrichtung (5);
- einen zweiten Schritt (S2) des Ermitteln einer Beschleunigung jedes Rads (101, 102, 201, 202, 301, 302), soweit eine Drehzahländerung über die Zeit erfasst wird;
- einen dritten Schritt (S3) des Abgleichens einer Beschleunigung jedes Rads (101, 102, 201, 202, 301, 302) mit einer aus einer Fahranforderung resultierenden Beschleunigung;
- einen vierten Schritt (S4) der Bildung einer Differenz des Betrags der jeweiligen Beschleunigung der Räder (101, 102, 201, 202, 301, 302) einer Fahrzeugachse (100, 200, 300);
- einen fünften Schritt (S5) des Ausgebens eines Signals zum Schließen des wenigstens einen Differenzials (105, 205, 305), wenn aus der Differenz des Betrags der jeweiligen Beschleunigung der Räder (101, 102, 201, 202, 301, 302) einer Fahrzeugachse (100, 200, 300) auf einen unzulässigen Schlupfwert geschlossen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ermittelte Beschleunigung des betreffenden Rads (101, 102, 201, 202, 301, 302) um die aus einer Fahranforderung resultierende Beschleunigung bereinigt wird.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die Bewertung eines unzulässigen Schlupfwertes wenigstens ein Toleranzwert berücksichtigt wird, wobei der jeweilige Toleranzwert fahrzustands- und/oder fahrzeugabhängig ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine Toleranzwert als Absolutwert, als prozentualer Anteil eines Absolutwertes der ermittelten Beschleunigung des betreffenden

den Rads (101, 102, 201, 202, 301, 302) oder als Wert eines Kennfelds berücksichtigt wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf eine Kurvenfahrt geschlossen wird, wenn die Beschleunigungswerte der betreffenden Räder (101, 102, 201, 202, 301, 302) einer Fahrzeugachse (100, 200, 300) zueinander gegenläufig sind.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Plausibilisierung eines Fahrzustands des Fahrzeugs (1) ein Abgleich der ermittelten Schlupfwerte verschiedener Fahrzeugachsen (100, 200, 300) vorgenommen wird, wobei in einem sechsten Schritt (S6) ein Signal zum Schließen des wenigstens einen Differenzials (505) ausgegeben wird, wenn auf einen unzulässigen Schlupfwert einer Fahrzeugachse (100, 200, 300) geschlossen wird.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch die Steuervorrichtung (5) periodisch ein Signal zum Öffnen wenigstens eines Differenzials (105, 205, 305, 505) ausgegeben wird, wobei die erneute Ausgabe eines Signals zum Schließen des wenigstens einen Differenzials (105, 205, 305, 505) ausgegeben wird, wenn weiterhin oder erneut auf einen unzulässigen Schlupfwert eines Rads (101, 102, 201, 202, 301, 302) oder einer Fahrzeugachse (100, 200, 300) geschlossen wird.

8. Steuervorrichtung umfassend eine erste Schnittstelle zum Einlesen von Drehzahlwerten eines oder mehrerer Räder (101, 102, 201, 202, 301, 302), eine zweite Schnittstelle zum Einlesen einer Fahranforderung und einer dritten Schnittstelle zum Ausgeben eines Signals zum Schließen und/oder Öffnen des wenigstens einen Differenzials (105, 205, 305, 505), wobei die Steuervorrichtung (5) dazu geeignet und eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 auszuführen.

9. Antriebsstrang für ein Fahrzeug (1) wenigstens umfassend ein Antriebselement (2), ein Getriebe (3), ein Differenzial (105, 205, 305, 505) und eine Steuervorrichtung (5) nach Anspruch 8, wobei das Antriebselement (2), das Getriebe (3) und das wenigstens eine Differenzial (105, 205, 305, 505) durch Wellen (W1, W2, W3, W3', W3'', W3''') kraftübertragend miteinander verbunden sind, während eine Steuervorrichtung (5) mit einer Fahranforderungsvorrichtung (6), dem Getriebe (3) und dem wenigstens einen Differenzial (105, 205, 305, 505) signalübertragend verbunden ist, wobei jedem Rad (101, 102, 201, 202, 301, 302) ein Drehzahlsensor (106, 107, 206, 207, 306, 307) zugeordnet ist, welcher ebenfalls signalübertragend mit der Steuervorrichtung (5) verbunden ist.

10. Antriebsstrang nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine Differenzial (105, 205, 305, 505) als Quer- (105, 205, 305) und/oder Längsdifferenzial (505) ausgeführt ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

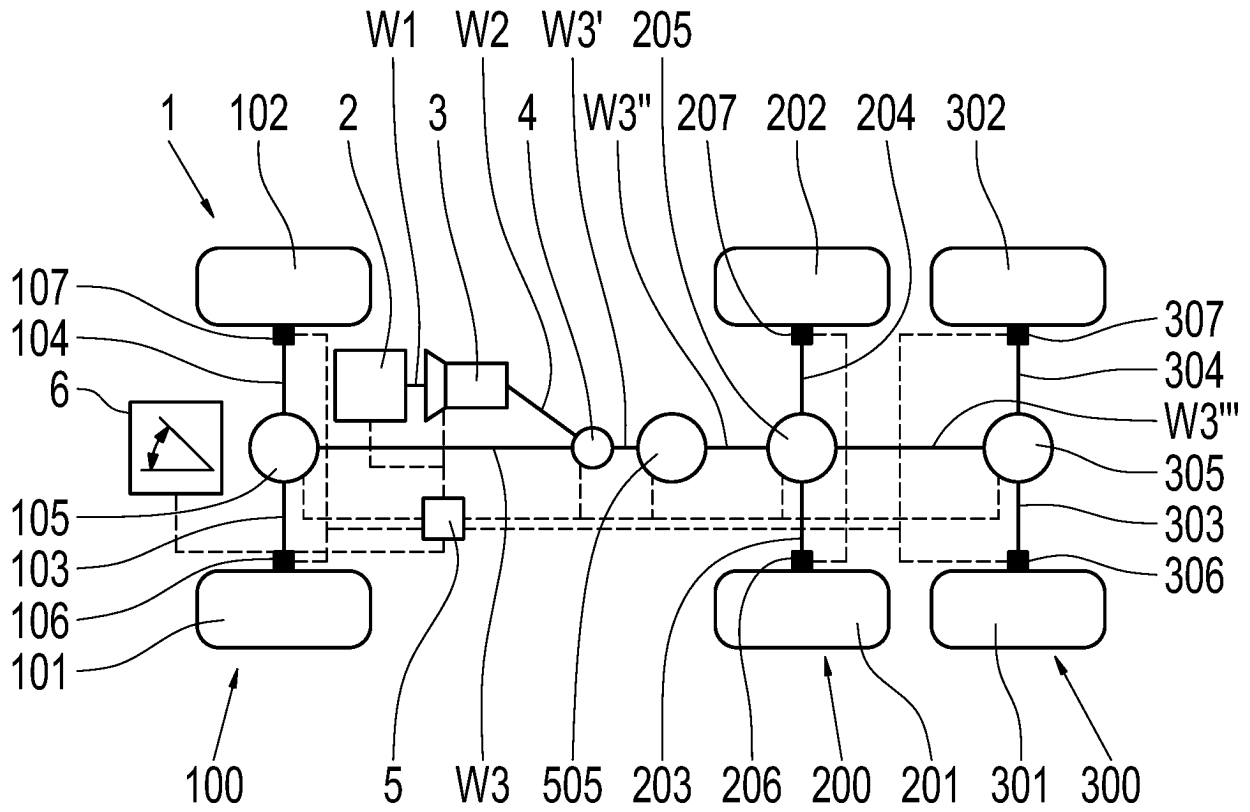
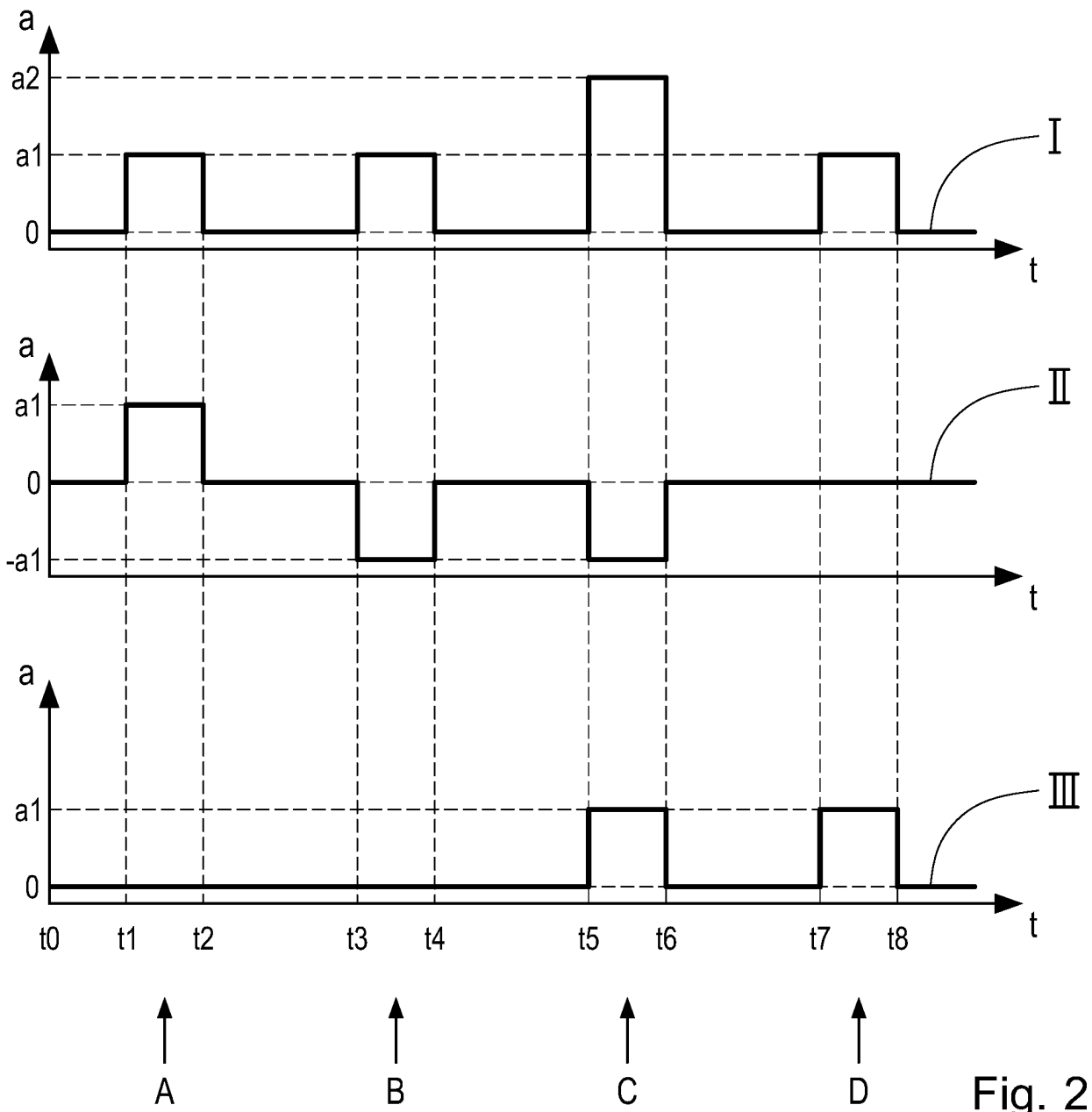


Fig. 1



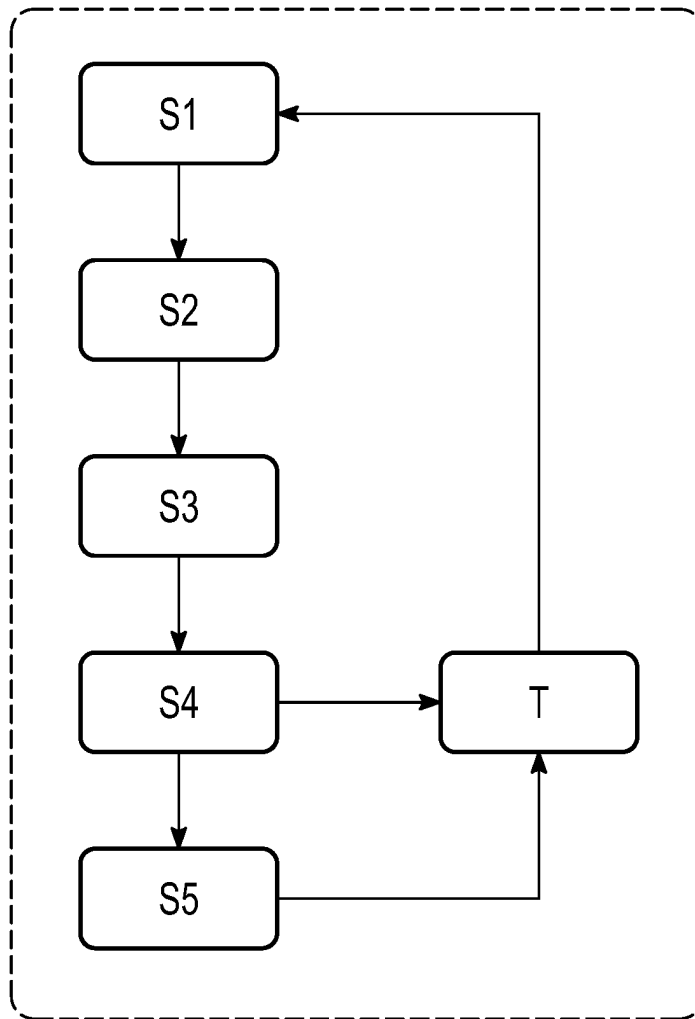


Fig. 3

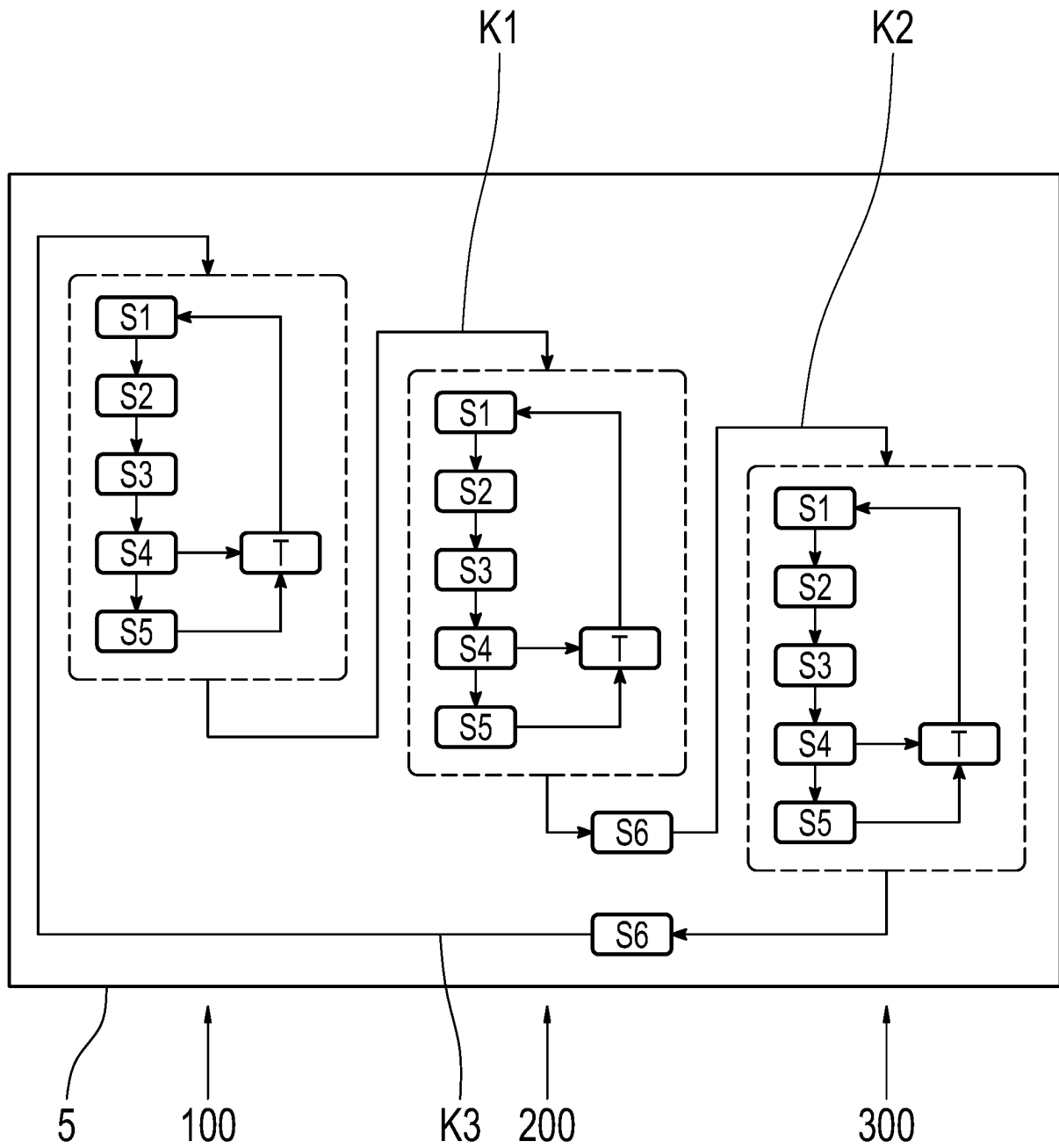


Fig. 4