



(10) **DE 10 2015 016 654 B4** 2018.12.27

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 016 654.9**  
(22) Anmeldetag: **19.12.2015**  
(43) Offenlegungstag: **22.06.2017**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **27.12.2018**

(51) Int Cl.: **B60G 17/017 (2006.01)**  
**B60G 17/015 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**AUDI AG, 85045 Ingolstadt, DE**

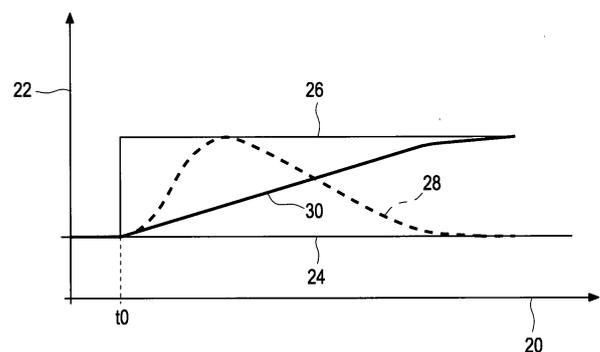
(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>10 2013 012 637</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>2009/ 064 640</b>	<b>A1</b>

(72) Erfinder:  
**Schimmack, Frank, 85053 Ingolstadt, DE;**  
**Kleickmann, Bodo, Dr., 85049 Ingolstadt, DE**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Einstellen einer Höhe**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Einstellen einer Höhe  $H$  zwischen einem Aufbau (4) eines Kraftfahrzeugs und einem zum Fortbewegen des Kraftfahrzeugs ausgebildeten Rad (6), wobei der Aufbau (4) und das Rad (6) über ein Radaufhängungssystem (2) miteinander verbunden sind, wobei das Radaufhängungssystem (2) einen ersten schnellen Steller (8) und einen zweiten, relativ zu dem ersten Steller (8) langsamen Steller (10) aufweist, die zwischen dem Aufbau (4) und dem Rad (6) angeordnet sind, wobei ein Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers (8) mit einer ersten Geschwindigkeit  $v_s$  und ein Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers (10) mit einer zweiten Geschwindigkeit  $v_l$  verändert wird, wobei die erste Geschwindigkeit  $v_s$  größer als die zweite Geschwindigkeit  $v_l$  ist, wobei bei Durchführung des Verfahrens zu einem Startzeitpunkt  $t_0$  vorgesehen ist, dass die Höhe  $H$  zwischen dem Aufbau (4) und dem Rad (6) zunächst einen Istwert  $H_{ist}$  aufweist und auf einen Sollwert  $H_{soll}$  einzustellen ist, wobei der Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers (8) mit der ersten Geschwindigkeit  $v_s$  ausgehend von einem Istwert  $W_{s,ist}$  ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  um eine Differenz  $\Delta W_s = H_{soll} - H_{ist}$  dynamisch verändert wird, wobei in Reaktion darauf der Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers (10) mit der zweiten Geschwindigkeit  $v_l$  ausgehend von einem Istwert  $W_{l,ist}$  ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  unter Berücksichtigung eines modellierten, sich dynamisch ändernden Stellwegs  $W_s$ , modell des schnellen Stellers (8) um eine Differenz ...



### Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen einer Höhe zwischen einem Aufbau eines Kraftfahrzeugs und einem zum Fortbewegen des Kraftfahrzeugs ausgebildeten Rad und ein System zum Einstellen einer Höhe zwischen einem Aufbau eines Kraftfahrzeugs und einem zum Fortbewegen des Kraftfahrzeugs ausgebildeten Rad.

**[0002]** Zum aktiven Verstellen einer Höhe eines Fahrwerks eines Kraftfahrzeugs, bspw. aufgrund einer Beladung oder eines Wunsches des Fahrers, können unterschiedliche Systeme eingesetzt werden. Dabei wird ein erstes derartiges System als elektrisches und/oder hydraulisches aktives System bezeichnet. Alternativ hierzu kann ein als Luftfedersystem ausgebildetes System eingesetzt werden. Das erstgenannte, üblicherweise hoch dynamische aktive System ist dazu geeignet, eine Höhe eines Aufbaus des Kraftfahrzeugs in einem Eigenfrequenzbereich des Aufbaus beruhigen zu können. Dagegen weist das als Luftfedersystem ausgebildete System im Vergleich zu dem aktiven System eine vergleichsweise geringe Dynamik auf, so dass die Höhe des Aufbaus oder Fahrwerks hiermit nur langsam ausgeregelt werden kann. Weiterhin wird bei dem dynamischen aktiven System eine Grundlast aufgrund eines Gewichts des Kraftfahrzeugs in der Regel über eine Tragfeder getragen. Parallel hierzu wird über einen schnellen Steller bzw. Aktor des aktiven dynamischen Systems eine relative Verstellung der Höhe zur Beruhigung des Aufbaus verwendet.

**[0003]** Beim Beladen des Kraftfahrzeugs und/oder zum Einstellen einer von dem Fahrer gewünschten Höhe des Fahrwerks wird diese vom aktiven Steller ausgeregelt und gehalten. Um jedoch diese eingestellte Höhe bspw. im Stand einhalten zu können, werden aus Sicherheitsgründen mechanische Sperren eingesetzt. Damit der aktive Steller die eingestellte Höhe bzw. Beladung während einer Fahrt ohne Verwendung der mechanischen Sperren ausgleichen kann, wird vor allem beim Beladen viel Energie benötigt. Um die vorgesehene Höhe dennoch einhalten zu können, kann parallel zum dynamischen aktiven Steller anstatt einer Tragfeder eine Luftfeder verwendet werden, wobei über die Luftfeder als weiteren Steller die Höhe langsam zu verstellen und der dynamische aktive Steller zu entlasten ist.

**[0004]** Sofern die Regelung der Höhe von der Luftfeder übernommen wird, kann die vergleichsweise hohe Dynamik des schnelleren aktiven Stellers nicht eingesetzt werden. Somit kann es bei kombinierter Verwendung beider Steller bei einer Regelung der Höhe zu einem Konflikt kommen. Sobald der schnellere Steller die Höhe ausgeregelt hat, wird diese Höhe von dem langsameren Steller, der letztendlich die Grundlast bei der Beladung trägt, hinsichtlich eines Unterschieds zwischen einem Sollwert und einem Istwert nicht mehr ausgeglichen. Außerdem ist weiterhin die mechanische Sperre des dynamischen Stellers zu verwenden, um zu verhindern, dass bei einem Ausfall des dynamischen Stellers das Kraftfahrzeug herunterfallen könnte, da die vorgesehene Höhe von dem langsamen Steller nicht nachgeregelt worden ist.

**[0005]** Ein Federsystem für eine Radaufhängung eines Kraftfahrzeugs ist aus der Druckschrift DE 10 2013 012 637 A1 bekannt. Dieses Federsystem umfasst eine Tragfeder, die an einem Aufbau und an einem Radführungselement abgestützt ist, sowie eine erste Stelleinrichtung zur Bereitstellung eines aktiven Fahrwerks für dynamische Belastungsfälle während einer Fahrt. Weiterhin ist eine zweite Stelleinrichtung vorgesehen, mit der der Aufbau für eine statische Niveauregelung abgesenkt oder angehoben werden kann.

**[0006]** Ferner ist aus der Druckschrift WO 2009/064640 A1 ein dynamisches Dämpfungssystem für ein Kraftfahrzeug bekannt, das lineare und rotatorische elektromagnetische Aktuatoren umfasst.

**[0007]** Vor diesem Hintergrund werden ein Verfahren und ein System mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vorgestellt. Ausgestaltungen des Verfahrens und des Systems gehen aus den abhängigen Patentansprüchen und der Beschreibung hervor.

**[0008]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist zum Einstellen einer Höhe  $H$  zwischen einem Aufbau eines Kraftfahrzeugs und einem zum Fortbewegen des Kraftfahrzeugs ausgebildeten Rad vorgesehen. Dabei ist vorgesehen, dass diese Höhe  $H$  auch als Höhe eines Fahrwerks des Kraftfahrzeugs zu bezeichnen ist. Dabei sind der Aufbau und das Rad über ein Radaufhängungssystem miteinander verbunden. Das Radaufhängungssystem weist einen ersten schnellen Steller und einen zweiten, relativ zu dem ersten Steller langsamen Steller auf, die zwischen dem Aufbau und dem Rad angeordnet sind. Ein Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers wird mit einer ersten Geschwindigkeit  $v_s$  und ein Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers mit einer zweiten Geschwindigkeit  $v_l$  verändert, wobei die erste Geschwindigkeit  $v_s$  größer als die zweite Geschwindigkeit  $v_l$  ist. Bei Durchführung des Verfahrens ist zu einem Startzeitpunkt  $t_0$  vorgesehen, dass die Höhe  $H$  zwischen dem Aufbau und dem Rad zunächst einen Istwert  $H_{ist}$  aufweist und auf einen Sollwert  $H_{soll}$  einzustellen ist. Dabei wird der

Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers mit der ersten Geschwindigkeit  $v_s$  ausgehend von einem Istwert  $W_{s\_ist}$  ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  um eine Differenz  $\Delta W_s = H_{soll} - H_{ist}$  dynamisch verändert. In Reaktion darauf wird der Stellweg  $W_I$  des langsamen Stellers mit der zweiten Geschwindigkeit  $v_I$  ausgehend von einem Istwert  $W_{I\_ist}$  ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  unter Berücksichtigung eines modellierten, sich dynamisch ändernden Stellwegs  $W_{s,modell}$  des schnellen Stellers um eine Differenz  $\Delta W_I = H_{soll} - H_{ist} - W_{s,modell}$  dynamisch verändert, wobei der modellierte Stellweg  $W_{s,modell}$  des schnellen Stellers auf Basis eines Modells dynamisch berechnet wird.

**[0009]** In Ausgestaltung werden der Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers und der Stellweg  $W_I$  des langsamen Stellers so lange verändert, bis der Stellweg  $W_I$  des langsamen Stellers ausgehend von dem Istwert  $W_{I\_ist}$  ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  um die Differenz  $\Delta W_s = H_{soll} - H_{ist}$  verändert worden ist.

**[0010]** Am Ende des Regelvorgangs weist der schnelle Steller wieder seinen anfänglichen Stellweg  $W_{s\_ist}$  auf, den er zum Startzeitpunkt  $t_0$  hatte, während der langsame Steller die Fahrwerks-Sollhöhe  $H_{soll}$  ausgeglet hat.

**[0011]** Mit dem Modell wird in der Regel ein Zusammenhang zwischen einer Kraft, die zwischen dem Aufbau und dem Rad wirkt und durch die beiden Steller bereitgestellt wird, und der Höhe  $H$  sowie den Stellwegen  $W_s$ ,  $W_I$  beschrieben.

**[0012]** Falls beide Steller als Federn ausgebildet sind, weist der schnelle Steller eine Federkonstante  $c_s$  und der langsame Steller eine Federkonstante  $c_I$  auf. Dabei ist mit dem schnellen Steller zwischen dem Rad und dem Aufbau eine Kraft  $F_s = c_s \cdot W_s$  bereitzustellen. Mit dem langsamen Steller wird zwischen dem Rad und dem Aufbau eine Kraft  $F_I = c_I \cdot W_I$  bereitgestellt. Falls der Aufbau eine Masse  $m_a$  aufweist, wird dieser mit einer Anziehungskraft  $F_a = m_a \cdot g$  gegen einen jeweiligen Untergrund „gezogen“. Somit gilt  $F_a = F_s + F_I$ . Sobald die Höhe  $H$  zwischen dem Aufbau und dem Rad im notwendigen Kräftegleichgewicht den Sollwert  $H = H_{soll}$  erreicht und das Radaufhängungssystem bei Durchführung des Verfahrens eingeschwungen ist, gilt  $F_s = 0$  und  $F_a = F_I$ , so dass der schnelle Steller entlastet und die gesamte Anziehungskraft des Aufbaus von dem langsamen Steller auszugleichen ist. In Ausgestaltung ist ein statisches Modell zu berücksichtigen, bei dem ein statisches Gleichgewicht zwischen dem Aufbau und den Stellern einzustellen ist. Bei dem statischen Gleichgewicht der zu berücksichtigenden Kräfte gilt:

$$F_I = F_s$$

bzw.

$$c_s(H - H_{ist} + W_s) = c_I(H - H_{ist})$$

**[0013]** Für den Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers gilt somit:

$$W_s = \left( \frac{c_I}{c_s} (H - H_{ist}) \right) + H_{ist} = \left( \frac{c_I}{c_s} - 1 \right) (H - H_{ist})$$

**[0014]** Die Kraft zwischen dem Aufbau und dem Rad wird ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  während einer Veränderung der Stellwege  $W_s$ ,  $W_I$  beider Steller von beiden Stellern bereitgestellt, wobei die Kraft lediglich von dem langsamen Steller bereitgestellt wird, sobald der Istwert  $W_{I\_ist}$  ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  um die Differenz  $\Delta W_s = H_{soll} - H_{ist}$  verändert worden ist.

**[0015]** Das erfindungsgemäße Radaufhängungssystem ist zum Einstellen einer Höhe  $H$  zwischen einem Aufbau eines Kraftfahrzeugs und einem zum Fortbewegen des Kraftfahrzeugs ausgebildeten Rad ausgebildet, wobei der Aufbau und das Rad über ein Radaufhängungssystem miteinander verbunden sind, wobei das Radaufhängungssystem einen ersten schnellen Steller und einen zweiten, relativ zu dem ersten Steller langsamen Steller, die zwischen dem Aufbau und dem Rad angeordnet sind, aufweist.

Dabei ist ein Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers mit einer ersten Geschwindigkeit  $v_s$  und ein Stellweg  $W_I$  des langsamen Stellers mit einer zweiten Geschwindigkeit  $v_I$  zu verändern, wobei die erste Geschwindigkeit  $v_s$  größer als die zweite Geschwindigkeit  $v_I$  ist. Zu einem Startzeitpunkt  $t_0$  ist vorgesehen, dass die Höhe  $H$  zwischen dem Aufbau und dem Rad zunächst einen Istwert  $H_{ist}$  aufweist und auf einen Sollwert  $H_{soll}$  einzustellen ist. Der Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers mit der ersten Geschwindigkeit  $v_s$  ist ausgehend von einem Istwert  $W_{s\_ist}$  ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  um eine Differenz  $\Delta W_s = H_{soll} - H_{ist}$  zu verändern, wobei

in Reaktion darauf der Stellweg  $W_I$  des langsamen Stellers mit der zweiten Geschwindigkeit  $v_I$  ausgehend von einem Istwert  $W_{I,ist}$  ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  unter Berücksichtigung eines modellierten, sich dynamisch ändernden Stellwegs  $W_{s,model}$  des schnellen Stellers um eine Differenz  $\Delta W_I = H_{soll} - H_{ist} - W_{s,model}$  dynamisch zu verändern ist, wobei der modellierte Stellweg  $W_{s,model}$  des schnellen Stellers auf Basis eines Modells dynamisch zu berechnen ist.

**[0016]** Das Radaufhängungssystem umfasst ein Steuergerät, das dazu ausgebildet ist, den Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers und in Abhängigkeit davon den Stellweg  $W_I$  des langsamen Stellers vorzugeben. Üblicherweise ist das vorgestellte Verfahren mit dem Steuergerät zu steuern.

**[0017]** Bei dem erfindungsgemäßen Radaufhängungssystem sind die beiden Steller zwischen dem Aufbau und dem Rad zueinander parallel angeordnet und/oder geschaltet. Alternativ hierzu ist möglich, dass die Steller hintereinander in Reihe angeordnet und/oder geschaltet sind.

**[0018]** Außerdem ist der schnelle Steller elektronisch und der langsame Steller pneumatisch, hydraulisch und/oder mechanisch einzustellen.

**[0019]** Mit der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist mit den beiden Stellern, die auch als Aktoren oder Aktuatoren bezeichnet werden können, und unterschiedliche Werte für eine Dynamik aufweisen, eine Höhe des Aufbaus des Kraftfahrzeugs einzuregeln.

**[0020]** Im Rahmen des Verfahrens wird für den langsamen Steller, der bspw. als Luffeder ausgebildet ist, eine Regelstrategie verwendet, die unter Berücksichtigung der Dynamik des schnellen Stellers umgesetzt wird. Hierbei wird der langsame Steller um einen Sollwert  $\Delta W_I = H_{soll} - H_{ist} - W_{s,model}$  für eine Veränderung des Stellwegs  $W_I$  verändert, der von dem dynamischen, modellierten Anteil des Stellwegs  $W_{s,model}$  des schnellen Stellers abhängig ist. Außerdem wird aus dem vorgegebenen Sollwert für den Stellweg  $W_I$  des langsamen Stellers der dynamische, modellierte Stellweg  $W_{s,model}$  des schnellen Stellers wieder herausgerechnet. Dabei wird der Istwert des Stellwegs des langsamen Stellers um den um den modellierten Stellweg  $W_{s,model}$  korrigierten Sollwert  $H_{Soll}$  der Höhe ausgeregelt. Am Ende eines Regelungsvorgangs wird der Stellweg  $W_I$  des langsamen Stellers auf den tatsächlich vorgegebenen Sollwert  $H_{Soll}$  der Höhe des Aufbaus für das Kraftfahrzeug eingestellt.

**[0021]** Somit ergibt sich, dass der Sollwert der Höhe von dem langsamen Steller komplett eingeregelt und der schnelle Steller entlastet wird. Aufgrund der Nachregelung der Höhe durch den langsamen Steller wird im Fall eines Fehlers vermieden, dass das Kraftfahrzeug schnell absinken kann. Durch Einsatz des Verfahrens kann eine ansonsten vorgesehene mechanische Sperre für den schnellen Steller entfallen.

**[0022]** Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

**[0023]** Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0024]** Die Erfindung ist anhand einer Ausführungsform in den Zeichnungen schematisch dargestellt und wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen schematisch und ausführlich beschrieben.

**Fig. 1** zeigt in schematischer Darstellung eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Radaufhängungssystems.

**Fig. 2** zeigt ein Diagramm zu einer Ausführungsform des Verfahrens, die mit der Ausführungsform des Radaufhängungssystems aus **Fig. 1** durchgeführt wird.

**[0025]** Die Figuren werden zusammenhängend und übergreifend beschrieben, gleichen Komponenten sind dieselben Bezugsziffern zugeordnet.

**[0026]** Die in **Fig. 1** schematisch dargestellte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Radaufhängungssystems **2** ist für ein Kraftfahrzeug vorgesehen, das einen Aufbau **4** und mindestens ein Rad **6** aufweist. Dabei ist das Radaufhängungssystem **2** zwischen dem Aufbau **4** und diesem mindestens einen Rad **6** angeordnet. Das Radaufhängungssystem **2** umfasst einen ersten schnellen Steller **8**, zu dem parallel ein langsamer Steller **10**,

hier eine Luftfeder, geschaltet und/oder angeordnet ist. Außerdem umfasst das Radaufhängungssystem eine Feder **12**, die zu dem schnellen Steller **8** in Reihe sowie zu dem langsamen Steller **10** parallel geschaltet ist.

**[0027]** Dabei ist ein Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers **8** mit einer Geschwindigkeit  $v_s$  zu verändern. Ein Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers **10** ist mit einer Geschwindigkeit  $v_l$  zu verändern, wobei die Geschwindigkeit  $v_s$  des schnellen Stellers **8** größer als die Geschwindigkeit  $v_l$  des langsamen Stellers **10** ist. Hierbei ist ferner vorgesehen, dass die beiden Steller **8**, **10** über die Feder **12** hinsichtlich ihrer Stellwege  $W_s$ ,  $W_l$  entkoppelt sind und/oder die Stellwege  $W_s$ ,  $W_l$  kompensiert werden.

**[0028]** Das Diagramm aus **Fig. 2** umfasst eine Abszisse **20**, entlang der die Zeit aufgetragen ist. Außerdem umfasst das Diagramm eine Ordinate **22**, entlang der Werte für eine Strecke aufgetragen sind.

**[0029]** In dem Diagramm ist durch eine erste Gerade **24** parallel zu der Abszisse **20** ein Istwert  $H_{ist}$  der Höhe zwischen dem Aufbau **4** und dem Rad **6** und somit für eine Höhe eines Fahrwerks des Kraftfahrzeugs angedeutet. Weiterhin ist durch eine dazu parallele zweite Gerade **26** ein mit dem Radaufhängungssystem **2** einzustellender Sollwert  $H_{soll}$  für die Höhe zwischen dem Aufbau **4** und dem Rad **6** angedeutet. Eine erste Kurve **28** in dem Diagramm zeigt einen Verlauf des Stellwegs  $W_{soll}$  des schnellen Stellers **8** bei Durchführung des Verfahrens. Weiterhin zeigt eine zweite Kurve **30** einen Verlauf des Stellwegs  $W_l$  des langsamen Stellers **10** bei Durchführung des Verfahrens.

**[0030]** Dabei zeigt die Kurve **30**, dass der Stellweg  $W_l$  und somit ein Niveau des langsamen Stellers **10** im Vergleich zu dem Stellweg  $W_s$  bzw. Niveau des schnellen Stellers **8** langsam angeglichen wird. Da eine modellbasierte Änderung der Höhe zwischen dem Aufbau **4** und dem Rad **6** durch einen Eingriff des schnellen Stellers **8** aus einer Regelabweichung für den langsamen Steller **10** herausgerechnet wird, wird die Höhe  $H$  und/oder der Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers **10** von dem langsamen Steller **10** eingeregelt, als wäre der schnelle Steller **8** nicht vorhanden. Dagegen reagiert der schnelle Steller **8** auf eine Regelabweichung des Istwerts  $H_{ist}$  von dem Sollwert  $H_{soll}$  der Höhe  $H$ , d. h. der schnelle Steller **8** reagiert auf die tatsächliche Differenz zwischen Sollwert  $H_{soll}$  und Istwert  $H_{ist}$  der Höhe  $H$ , wobei der Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers **8** an den Sollwert  $H_{soll}$  der Höhe  $H$  angepasst wird. Sobald der Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers **10** an den Sollwert  $H_{soll}$  der Höhe  $H$  angepasst ist, wird ein Anteil des schnellen Stellers **8**, wie in **Fig. 2** gezeigt, auf null reduziert. Dagegen wird die Kraft und somit ein statisches Gewicht des Aufbaus **4** komplett von dem langsamen Seiler **10** getragen.

**[0031]** Demnach wird der Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers **8** um eine Differenz  $\Delta W_s = H_{soll} - H_{ist}$  und der Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers **10** um eine Differenz  $\Delta W_l = H_{soll} - (H_{ist} - W_{s,modell})$  dynamisch verändert, wobei  $W_{s,modell}$  ein von einem Modell abhängiger, modellierter Stellweg ist, der dynamisch zu berechnen ist bis der langsame Steller **10** den Sollwert  $H_{soll}$  für die Höhe zwischen dem Aufbau **4** und dem Rad **6** eingeregelt hat.

**[0032]** Hierbei wird dem schnellen Steller **8** zunächst eine Stellanforderung für den gewünschten Sollwert  $H_{soll}$  einer Höhe  $H$  des Aufbaus **4** bzw. des Fahrwerks bereitgestellt. Dabei wird der Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers **8** zum Erreichen des Sollwerts  $H_{soll}$  der Höhe  $H$  mit der Geschwindigkeit  $v_s$  schnell ausgeregelt. Weiterhin wird ein Sollwert des Stellwegs  $W_l$  des langsamen Stellers **10** um einen Anteil des Stellwegs  $W_s$ , in Ausgestaltung um den modellierten bzw. von dem Modell abhängigen Stellweg  $W_{s,modell}$  des schnellen Stellers **8** an dem Istwert  $H_{ist}$  der Höhe  $H$  bereinigt. Dabei wird der Sollwert  $H_{soll}$  der Höhe  $H$  von dem langsamen Steller **10** derart ausgeregelt, als ob der schnelle Steller **8** bei der Regelung der Höhe nicht beteiligt wäre. Die Höhe wird durch den langsamen Steller **10**, die um den modellierten Anteil des Stellwegs  $W_{s,modell}$  des schnellen Stellers **8** bereinigt ist, langsam ausgeregelt. Weiterhin wird eine Regelung des langsamen Stellers **10** auf den Sollwert  $H_{soll}$  der Höhe wiederum von dem schnellen Steller **8** ausgeregelt, wobei am Ende der Regelung der schnelle Steller **8** einen Stellweg  $W_s$  von null bzw. den Wert  $W_{s,ist}$ , den der Steller **8** zum Startzeitpunkt  $t_0$  hatte, aufweist und der langsame Steller **10** den Aufbau **4** auf den Sollwert  $H_{soll}$  der Höhe  $H$  ausgeregelt hat. Somit ist am Ende der Regelung die Höhe  $H$  zwischen dem Aufbau **4** und dem Rad **6** auf den vorgesehenen Sollwert  $H_{soll}$  ausgeregelt und der schnelle Steller **8** entlastet. Dabei wird eine Abweichung einer Regelung des schnellen Stellers **8** durch den langsamen Steller **10** kompensiert.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Einstellen einer Höhe  $H$  zwischen einem Aufbau (4) eines Kraftfahrzeugs und einem zum Fortbewegen des Kraftfahrzeugs ausgebildeten Rad (6), wobei der Aufbau (4) und das Rad (6) über ein Radaufhängungssystem (2) miteinander verbunden sind, wobei das Radaufhängungssystem (2) einen ersten

schnellen Steller (8) und einen zweiten, relativ zu dem ersten Steller (8) langsamen Steller (10) aufweist, die zwischen dem Aufbau (4) und dem Rad (6) angeordnet sind,

wobei ein Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers (8) mit einer ersten Geschwindigkeit  $v_s$  und ein Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers (10) mit einer zweiten Geschwindigkeit  $v_l$  verändert wird, wobei die erste Geschwindigkeit  $v_s$  größer als die zweite Geschwindigkeit  $v_l$  ist,

wobei bei Durchführung des Verfahrens zu einem Startzeitpunkt  $t_0$  vorgesehen ist, dass die Höhe  $H$  zwischen dem Aufbau (4) und dem Rad (6) zunächst einen Istwert  $H_{ist}$  aufweist und auf einen Sollwert  $H_{soll}$  einzustellen ist,

wobei der Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers (8) mit der ersten Geschwindigkeit  $v_s$  ausgehend von einem Istwert  $W_{s,ist}$  ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  um eine Differenz  $\Delta W_s = H_{soll} - H_{ist}$  dynamisch verändert wird, wobei in Reaktion darauf der Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers (10) mit der zweiten Geschwindigkeit  $v_l$  ausgehend von einem Istwert  $W_{l,ist}$  ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  unter Berücksichtigung eines modellierten, sich dynamisch ändernden Stellwegs  $W_{s,model}$  des schnellen Stellers (8) um eine Differenz  $\Delta W_l = H_{soll} - H_{ist} - W_{s,model}$  dynamisch verändert wird,

wobei der modellierte Stellweg  $W_{s,model}$  des schnellen Stellers (8) auf Basis eines Modells dynamisch berechnet wird,

wobei der Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers (10) von dem langsamen Steller (10) eingeregelt wird, als wäre der schnelle Steller (8) nicht vorhanden, wohingegen der schnelle Steller (8) auf die tatsächliche Differenz zwischen Sollwert  $H_{soll}$  und Istwert  $H_{ist}$  der Höhe  $H$  reagiert, wobei der Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers (8) an den Sollwert  $H_{soll}$  der Höhe  $H$  angepasst wird, wobei ein Anteil des schnellen Stellers (8) auf null reduziert wird, sobald der Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers (10) an den Sollwert  $H_{soll}$  der Höhe  $H$  angepasst ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers (8) und der Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers (10) so lange verändert werden, bis der Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers (8) ausgehend von dem Istwert  $W_{l,ist}$  ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  um die Differenz  $\Delta W_s = H_{soll} - H_{ist}$  verändert worden ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem mit dem Modell ein Zusammenhang zwischen einer Kraft, die zwischen dem Aufbau (4) und dem Rad (6) wirkt und durch die beiden Steller (8, 10) bereitgestellt wird, und der Höhe  $H$  sowie den Stellwegen  $W_s$ ,  $W_l$  beschrieben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die Kraft zwischen dem Aufbau (4) und dem Rad (6) ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  während einer Veränderung der Stellwege  $W_s$ ,  $W_l$  beider Steller (8, 10) von beiden Stellern (8, 10) gemeinsam bereitgestellt wird, wobei die Kraft lediglich von dem langsamen Steller (10) bereitgestellt wird, sobald der Istwert  $W_{l,ist}$  ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  um die Differenz  $\Delta W_s = H_{soll} - H_{ist}$  verändert worden ist.

5. Radaufhängungssystem zum Einstellen einer Höhe  $H$  zwischen einem Aufbau (4) eines Kraftfahrzeugs und einem zum Fortbewegen des Kraftfahrzeugs ausgebildeten Rad (6), wobei der Aufbau (4) und das Rad (6) über das Radaufhängungssystem (2) miteinander verbunden sind, wobei das Radaufhängungssystem (2) einen ersten schnellen Steller (8) und einen zweiten, relativ zu dem ersten Steller (10) langsamen Steller, die zwischen dem Aufbau (4) und dem Rad (6) angeordnet sind, aufweist,

wobei ein Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers (8) mit einer ersten Geschwindigkeit  $v_s$  und ein Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers (10) mit einer zweiten Geschwindigkeit  $v_l$  zu verändern ist, wobei die erste Geschwindigkeit  $v_s$  größer als die zweite Geschwindigkeit  $v_l$  ist,

wobei zu einem Startzeitpunkt  $t_0$  vorgesehen ist, dass die Höhe  $H$  zwischen dem Aufbau (4) und dem Rad (6) zunächst einen Istwert  $H_{ist}$  aufweist und auf einen Sollwert  $H_{soll}$  einzustellen ist,

wobei der Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers (8) mit der ersten Geschwindigkeit  $v_s$  ausgehend von einem Istwert  $W_{s,ist}$  ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  um eine Differenz  $\Delta W_s = H_{soll} - H_{ist}$  zu verändern ist,

wobei in Reaktion darauf der Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers (10) mit der zweiten Geschwindigkeit  $v_l$  ausgehend von einem Istwert  $W_{l,ist}$  ab dem Startzeitpunkt  $t_0$  unter Berücksichtigung eines modellierten, sich dynamisch ändernden Stellwegs  $W_{s,model}$  des schnellen Stellers (8) um eine Differenz  $\Delta W_l = H_{soll} - H_{ist} - W_{s,model}$  dynamisch zu verändern ist, wobei der modellierte Stellweg  $W_{s,model}$  des schnellen Stellers (8) auf Basis eines Modells dynamisch zu berechnen ist,

wobei der Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers (10) von dem langsamen Steller (10) eingeregelt wird, als wäre der schnelle Steller (8) nicht vorhanden, wohingegen der schnelle Steller (8) auf die tatsächliche Differenz zwischen Sollwert  $H_{soll}$  und Istwert  $H_{ist}$  der Höhe  $H$  reagiert, wobei der Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers (8) an den Sollwert  $H_{soll}$  der Höhe  $H$  angepasst wird, wobei ein Anteil des schnellen Stellers (8) auf null reduziert wird, sobald der Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers (10) an den Sollwert  $H_{soll}$  der Höhe  $H$  angepasst ist.

6. Radaufhängungssystem nach Anspruch 5, das ein Steuergerät aufweist, das dazu ausgebildet ist, den Stellweg  $W_s$  des schnellen Stellers (8) und in Abhängigkeit davon den Stellweg  $W_l$  des langsamen Stellers (10) vorzugeben.

7. Radaufhängungssystem nach Anspruch 5 oder 6, bei dem die beiden Steller (8, 10) zwischen dem Aufbau (4) und dem Rad (6) zueinander parallel angeordnet sind.

8. Radaufhängungssystem nach einem der Ansprüche 5 bis 7, bei dem der schnelle Steller (8) elektronisch und der langsame Steller (10) mechanisch einzustellen ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

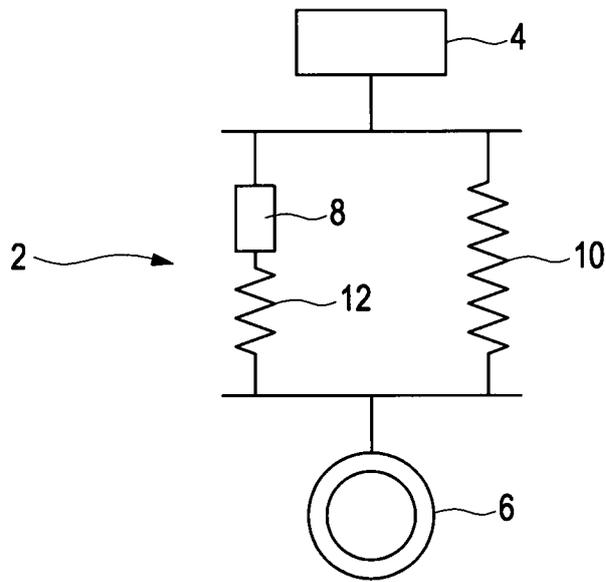


Fig. 1

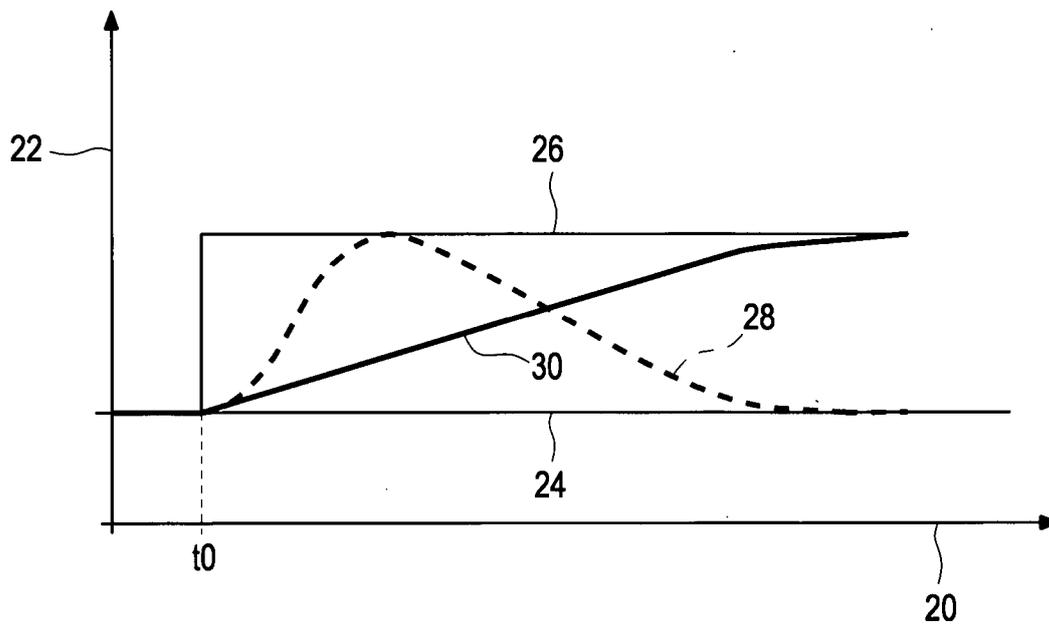


Fig. 2