



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 213 050.3**  
 (22) Anmeldetag: **04.07.2013**  
 (43) Offenlegungstag: **08.01.2015**

(51) Int Cl.: **B60W 30/16 (2006.01)**  
**B60K 28/00 (2006.01)**  
**B60W 50/16 (2012.01)**  
**B60K 31/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Conti Temic microelectronic GmbH, 90411  
 Nürnberg, DE**

(72) Erfinder:  
**Leone, Carmelo, 85354 Freising, DE; Drews,  
 Frank, 90552 Röthenbach, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

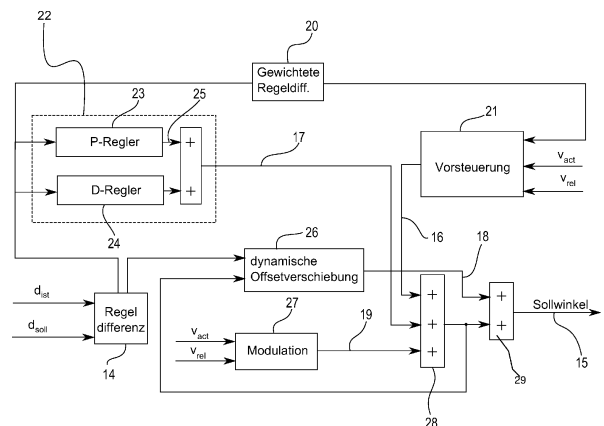
DE	196 20 929	A1
DE	10 2005 026 065	A1
DE	10 2009 056 130	A1
DE	10 2010 031 080	A1
DE	699 13 411	T2
WO	2005/ 105 508	A1

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

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

(54) Bezeichnung: **Accelerator Force Feedback Pedal (AFFP) als Assistenzsystem zur Abstandsregelung im Straßenverkehr**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Rückstellkraft einer Steuerungseinheit von Kraftfahrzeugen. Bei der Steuerungseinheit kann es sich beispielsweise um ein Gaspedal oder einen Gasgriff handeln, wobei eine Betätigung der Steuerungseinheit durch Aufbringen einer Betätigungskraft eine Auslenkung der Steuerungseinheit bewirkt. Auf die Steuerungseinheit wirkt eine Rückstellkraft, wobei die Rückstellkraft der Betätigungskraft entgegen und in Richtung der Ausgangslage der Steuerungseinheit gerichtet ist, und wobei die Steuerungseinheit um einen Auslenkungswinkel  $\phi$  ausgelenkt ist. Dabei wird ein Sollwinkel  $\phi_{Soll}$  der Auslenkung der Steuerungseinheit durch einen Regelkreis, sowie eine aktuellen Auslenkung  $\phi_{Ist}$  der Steuerungseinheit bestimmt. In Abhängigkeit der Differenz von aktueller Auslenkung  $\phi_{Ist}$  und Sollwinkel  $\phi_{Soll}$ , wird die Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit moduliert.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Rückstellkraft einer Steuerungseinheit von Kraftfahrzeugen. Bei einer Steuerungseinheit kann es sich beispielsweise um ein Gaspedal handeln, wie es im PKW oder LKW Verwendung findet, oder um einen Gasgriff wie er beispielsweise an Motorrädern oder Quads verwendet wird. Um eine solche Steuerungseinheit zu betätigen, muss im Allgemeinen eine Betätigungskraft auf die Steuerungseinheit aufgebracht werden. Beispielsweise muss ein Gaspedal mit dem Fuß herabgedrückt, oder ein Gasgriff mit der Hand gedreht werden. Ist die aufgebrachte Betätigungskraft hinreichend groß, so wird die Steuerungseinheit aus einer Ruhelage ausgelenkt. Der Grad der Auslenkung wird auf mechanischem oder elektronischem Wege an eine Motorsteuerungseinheit weitergegeben und dort in eine entsprechende Motorlast umgesetzt.

**[0002]** Üblicherweise beinhalten die zuvor beschriebenen Steuerungseinheiten Mittel, welche eine Rückstellkraft auf die Steuerungseinheiten bewirken. Die Rückstellkraft wirkt hierbei im Allgemeinen der Betätigungskraft entgegen und in Richtung der Ausgangslage der Steuerungseinheit. Beispielsweise kann eine solche Rückstellkraft durch einen Federmechanismus oder auf elektrischem Wege durch einen Torquemotor, welcher mit der Steuerungseinheit gekoppelt ist, bewirkt werden. Gängige Rückstellmechanismen sind so ausgebildet, dass die Rückstellkraft über den gesamten Auslenkungsbereich konstant ist oder zu größeren Auslenkungen der Steuerungseinheit hin zunimmt.

**[0003]** Die Auslenkung der Steuerungseinheit aus der Ruhelage kann durch einen Auslenkungswinkel  $\phi$  beschrieben werden. Beispielsweise kann der Auslenkungswinkel  $\phi$  so definiert sein, dass für die Ruhelage der Steuerungseinheit der Auslenkungswinkel  $\phi$  gleich Null ist, während der Auslenkungswinkel für eine maximale Auslenkung der Steuerungseinheit zu einem festen Wert definiert ist. Die Auslenkung der Steuerungseinheit kann beispielsweise auch in Prozent der maximalen Auslenkung beschrieben werden. Dabei entspricht die Ausgangslage der Steuerungseinheit einer Auslenkung von 0 %, während die maximale Auslenkung der Steuerungseinheit, auch als „Vollgas“ bezeichnet, einer Auslenkung von 100 % entspricht.

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine verbesserte Steuerungseinheit für ein Kraftfahrzeug zu schaffen, welche als Assistenzsystem unter anderem für eine Abstandsregelung im Straßenverkehr einsetzbar ist.

**[0005]** Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1. Vorteil-

hafte Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Varianten der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0006]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird durch einen Regelkreis ein Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  der Auslenkung der Steuerungseinheit bestimmt. Ferner wird die aktuelle Auslenkung  $\phi_{\text{ist}}$  der Steuerungseinheit beispielsweise durch geeignete Sensoren ebenfalls ermittelt. In Abhängigkeit der Differenz von aktueller Auslenkung  $\phi_{\text{ist}}$  und Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  wird dann die Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit moduliert. Bei einer Rückstellkraft kann es sich sowohl um eine Kraft, als auch um ein Drehmoment handeln.

**[0007]** Der Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  kann beispielsweise so bestimmt sein, dass durch eine Auslenkung der Steuerungseinheit zu diesem Winkel  $\phi_{\text{soll}}$  die Motorlast des Kraftfahrzeugs so angepasst wird, dass eine Unterschreitung eines vordefinierten Sicherheitsabstands des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug vermieden wird. Die Modulation der Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit kann hierbei beispielsweise dergestalt sein, dass für eine Auslenkung der Steuerungseinheit, die kleiner als der Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  ist, die Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit konstant bleibt. Überschreitet jedoch die Auslenkung  $\phi_{\text{ist}}$  den Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$ , so nimmt die Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit stark zu. Somit müsste der Fahrzeugführer für eine weitere Betätigung der Steuerungseinheit über den Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  hinaus eine deutlich erhöhte Betätigungskraft auf die Steuerungseinheit aufbringen. Der erhöhte Kraftaufwand würde jedoch durch den Fahrzeugführer bewusst oder unterbewusst wahrgenommen, so dass durch die zuvor beschriebene Modulation der Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit die Übertragung einer haptischen Rückmeldung bzw. Signal an den Fahrzeugführer erfolgt. Es steht dem Fahrzeugführer jedoch frei, durch eine weitere Erhöhung der Betätigungskraft die Steuerungseinheit weiter auszulenken, um die Motorlast zu erhöhen, beispielsweise um einen Überholvorgang einzuleiten.

**[0008]** Die Modulation der Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit kann ferner so ausgeprägt sein, dass kurz vor Erreichen des Sollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$  die Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit reduziert wird, und bei Erreichen des Sollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$  stark erhöht wird. Durch eine solche Senke im Kraftverlauf der Rückstellkraft würde die zuvor genannte haptische Rückmeldung durch den Fahrzeugführer leichter wahrgenommen.

**[0009]** Es ist ebenfalls möglich, dass die Modulation der Rückstellkraft so gestaltet ist, dass der Fahrzeugführer bei Überschreiten des Sollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$  eine Vibration der Steuerungseinheit wahrnimmt. Hierdurch würde der Fahrzeugführer zwar darüber infor-

miert, dass die Gefahr einer extremen Unterschreitung des Sollabstands besteht.

**[0010]** Hierbei ist zu beachten, dass die Verfahrensschritte der Bestimmung eines Sollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$ , der Bestimmung einer aktuellen Auslenkung  $\phi_{\text{ist}}$  und der Modulation der Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit in Abhängigkeit der Differenz von aktueller Auslenkung  $\phi_{\text{ist}}$  und Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  erfindungsgemäß in sehr kurzen Zeitabständen immer wieder durchgeführt werden, wodurch die Rückstellkraft der Steuerungseinheit kontinuierlich geregelt wird.

**[0011]** Das zuvor beschriebene Verfahren ist besonders vorteilhaft, da bei modernen Kraftfahrzeugen häufig das Problem besteht, dass dem Fahrzeugführer eine Vielzahl von Informationen präsentiert werden. Dies kann zu einer Reizüberflutung des Fahrzeugführers durch akustische und optische Signale führen, wodurch der Fahrzeugführer beim Führen des Fahrzeugs im Straßenverkehr von dem Verkehrsgeschehen abgelenkt werden kann. Infolgedessen neigt der Fahrzeugführer dazu, einige der Signale nicht mehr wahrzunehmen oder er kann sie nicht mehr richtig zuordnen. Dieses Problem wird durch das erfindungsgemäße Verfahren gelöst, da die Übermittlung von Informationen an den Fahrzeugführer durch die Übertragung haptischer Signale erfolgt, die durch den Fahrzeugführer unterbewusst wahrgenommen werden können und somit die Wahrnehmung weiterer Signale nicht oder nur sehr geringfügig beeinflussen.

**[0012]** Ferner ist es, insbesondere aufgrund des immer dichter werdenden Verkehrs, vorteilhaft eine automatische Regulierung des Abstands zu einem vorausfahrenden Fahrzeug in die Fahrzeugsteuerung zu implementieren, welche ohne optische oder akustische Signale auskommt. Insbesondere in stressbehafteten Verkehrssituationen wie beispielsweise dichtem Straßenverkehr zu Stoßzeiten könnten zusätzliche optische oder akustische Signale dazu führen, dass andere Informationen übersehen oder fehlinterpretiert werden. Daher ist es vorteilhaft, den Fahrer in der Wahl eines optimalen Abstands zu einem vorausfahrenden Fahrzeug durch klare, haptische Informationen über die Steuerungseinheit des Kraftfahrzeugs zu unterstützen.

**[0013]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung bestimmt der Regelkreis den Sollwinkel auf Grundlage einer Geschwindigkeit  $v_{\text{act}}$  des Kraftfahrzeugs, einer Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug, einem Soll-Abstand  $d_{\text{soll}}$  zum vorausfahrenden Kraftfahrzeug und einen Ist-Abstand  $d_{\text{ist}}$  zum vorausfahrenden Kraftfahrzeug. Dies hat den Vorteil, dass alle vorgenannten Größen mit geringem technischen Aufwand bestimmt werden können. So kann die aktuelle Geschwindigkeit  $v_{\text{act}}$  des Kraftfahrzeugs durch ei-

nen Tachometer bestimmt werden, wie er üblicherweise in jedem Kraftfahrzeug zu finden ist. Der Abstand des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug  $d_{\text{ist}}$  kann beispielsweise durch ein Abstandsradar ermittelt werden. Aus der zeitlichen Änderung des Abstands  $d_{\text{ist}}$  kann die Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug bestimmt werden. Der Soll-Abstand  $d_{\text{soll}}$  ist eine frei definierbare Größe. Beispielsweise kann der Soll-Abstand gemäß den Regelungen der vorherrschenden Rechtsprechung in Abhängigkeit der Geschwindigkeit  $v_{\text{act}}$  des Kraftfahrzeugs bestimmt werden oder durch einen gewählten Fahrmodus des Kraftfahrzeugs bestimmt sein.

**[0014]** In einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Steuerungssystem für ein Kraftfahrzeug mit:

- einer Steuerungseinheit, wobei es sich bei der Steuerungseinheit um ein Gaspedal oder einen Gasgriff handelt und wobei die Steuerungseinheit aus einer Ausgangslage durch Aufbringen einer Betätigungskraft auf die Steuerungseinheit auslenkbar ist,
- einem Auslenkungssensor, wobei der Auslenkungssensor ein Auslenkungssignal erzeugen kann, aus welchem die aktuelle Auslenkung  $\phi_{\text{ist}}$  der Steuerungseinheit bestimmt werden kann,
- einem Rückstellmechanismus, wobei der Rückstellmechanismus eine Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit bewirken kann, wobei die Rückstellkraft der Betätigungskraft entgegen wirkt,
- einem Aktuator, wobei der Aktuator so mit der Steuerungseinheit gekoppelt ist, dass er die Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit durch Aufbringen einer zusätzlichen Rückstell- oder Betätigungskraft in Abhängigkeit des Auslenkungssignals modulieren kann.

**[0015]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Steuerungssystems ist der Regler ferner dazu ausgebildet, bei Überschreiten eines Schwellwerts für den Betrag einer Abstandsregelungsabweichung den Betrag des Sollwinkels zu erhöhen, wenn die Abstandsregelungsabweichung negativ ist, oder zu verringern, wenn die Abstandsregelungsabweichung positiv ist, wobei die Abstandsregelungsabweichung durch die Differenz von Sollabstand und Ist-Abstand gegeben ist.

**[0016]** Im Weiteren werden Ausführungsformen der Erfindung mit Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**[0017]** Fig. 1 ein Blockdiagramm eines erfindungsgemäßen Steuerungssystems,

**[0018]** Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Steuerungseinheit, die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist,

**[0019]** Fig. 3 ein Blockdiagramm eines erfindungsgemäßen Regelkreises zur Regelung des Pedalsollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$ .

**[0020]** Im Weiteren werden Elemente der nachfolgenden Ausführungsformen, die einander entsprechen oder identisch sind, jeweils mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

**[0021]** In Fig. 1 ist ein Blockdiagramm eines erfindungsgemäßen Steuerungssystems dargestellt. In der dargestellten Ausführungsform handelt es sich bei der Steuerungseinheit 1 um ein Fahrpedal wie es beispielsweise im PKW und LKW verwendet wird. Bei dem dargestellten Fahrpedal handelt es sich um eine sogenannte hängende Fahrpedaleinheit. Grundsätzlich ist das hier beschriebene Verfahren jedoch auch für sogenannte stehende Fahrpedaleinheiten oder für Gasgriffe anwendbar.

**[0022]** In Fig. 2 ist eine Steuerungseinheit schematisch dargestellt, an welcher das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann. Bei der in Fig. 2 dargestellten Steuerungseinheit 1 handelt es sich um ein Fahrpedal wie es beispielsweise im PKW oder LKW Verwendung findet. Hierbei ist eine Pedalplatte 5 über einen Pedalhebel 6 drehbar an einem Drehpunkt P gelagert. Durch einen Druck auf die Pedalplatte 5 ist der Pedalhebel 6 nach unten auslenkbar. Ist der Pedalhebel aus einer Nulllage ausgelenkt, so bewirkt eine Pedalrückholfeder (nicht dargestellt) eine Rückstellkraft auf den Pedalhebel 6, so dass dieser bei Nichtbetätigung der Pedalplatte 5 durch die Pedalrückholfeder in seine Ausgangsposition zurückgeschwenkt wird. Die Pedalrückholfeder kann beispielsweise als Schenkelfeder ausgebildet sein.

**[0023]** Das Fahrpedal 1 ist um einen Drehpunkt P drehbar gelagert. Ferner ist das Fahrpedal 1 so mit einem Aktuator 2 verbunden, dass durch den Aktuator 2 eine Kraft auf das Fahrpedal 1 ausgeübt werden kann. Der Aktuator 2 ist mit einem Stellglied 3 so verbunden, dass das Stellglied 3 die durch den Aktuator 2 auf das Fahrpedal 1 ausgeübte Kraft steuern kann, beispielsweise durch eine entsprechende Bestromung, falls es sich bei dem Aktuator um einen elektromechanischen Aktuator, wie beispielsweise einen Torquemotor handelt.

**[0024]** Für die Steuerung des Aktuators 2 nutzt das Stellglied 3 die Eingangsgrößen  $\phi_{\text{ist}}$ , also den aktuellen Auslenkungswinkel des Fahrpedals 1 sowie den Sollwinkel des Fahrpedals 1  $\phi_{\text{soll}}$ . Der Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  wird durch einen Regler 4 bestimmt. Erfindungsgemäß bestimmt der Regler 4 den Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  aus vier Eingangsgrößen:

- Dem aktuellen Abstand  $d_{\text{ist}}$  des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Fahrzeug;
- Der Relativgeschwindigkeit des  $v_{\text{rel}}$  des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Fahrzeug;
- Der aktuellen Geschwindigkeit  $v_{\text{act}}$  des Kraftfahrzeugs;
- Dem Soll-Abstand  $d_{\text{soll}}$  des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Fahrzeug.

**[0025]** Die aktuelle Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs  $v_{\text{act}}$  kann der Regler beispielsweise von einem Tachometer des Kraftfahrzeugs erhalten. Der aktuelle Abstand  $d_{\text{ist}}$  des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug kann beispielsweise durch einen Radarsensor ermittelt werden. Aus der Änderung des Abstands  $d_{\text{ist}}$  lässt sich die Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug bestimmen. Den Soll-Abstand  $d_{\text{soll}}$  des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug kann der Regler 4 beispielsweise von einem Signalgeber erhalten. Aus den vorgenannten vier Eingangsgrößen bestimmt der Regler 4 im Fahrbetrieb fortlaufend den Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$ .

**[0026]** Der Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  sowie die aktuelle Auslenkung des Fahrpedals  $\phi_{\text{ist}}$  werden an das Stellglied 3 weitergegeben. Das Stellglied 3 bestimmt aus der Differenz von Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  zu Ist-Winkel  $\phi_{\text{ist}}$  ein Signal, welches an den Aktuator 2 weitergegeben wird und eine Modulation der Rückstellkraft auf das Fahrpedal 1 durch den Aktuator 2 bewirkt. Die aktuelle Auslenkung des Fahrpedals 1  $\phi_{\text{ist}}$  kann beispielsweise durch einen Winkelsensor erfasst und an das Stellglied 3 weitergegeben werden.

**[0027]** Ferner beinhaltet die Steuerungseinheit 1 einen Aktuator 2, der beispielsweise als Torquemotor ausgebildet sein kann. Torquemotoren sind für eine Steuerungseinheit zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders geeignet, da sie sehr hohe Drehmomente zur Verfügung stellen können. Auf der Drehachse M des Aktuators 2 ist eine Antriebswelle 7 befestigt. Über die Antriebswelle 7 kann der Aktuator 2 mittels einer Antriebsrolle 8 oder anderer geeigneter Vorrichtungen, wie z.B. gleitende Freiformflächen eine Kraft auf einen Arm 9 ausüben, welcher sich in der Verlängerung des Pedalhebels 6 befindet. Der Aktuator 2 ist also mittelbar mit dem Fahrpedal so gekoppelt, dass eine Kraft auf das Fahrpedal übertragen werden kann. Im hier beschriebenen Ausführungsbeispiel sind die Drehpunkte P und M des Pedalhebels 6 und des Aktuators 2 örtlich getrennt. Es ist aber auch eine Steuerungseinheit denkbar, bei der die beiden Drehpunkte P und M zusammenfallen.

**[0028]** Die zuvor beschriebenen Elemente sind in ein Gehäuse 10 integriert. Weiter umfasst die Steuerungseinheit 1 ein Stellglied 3 sowie eine Schnittstelle 11. Wie zuvor bereits ausgeführt wurde, ist das Stell-

glied **3** dazu ausgebildet, in Abhängigkeit der Differenz eines Pedalsollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$  und eines Pedal-Ist-Winkels  $\phi_{\text{ist}}$  den Aktuator **2** so anzusteuern, dass der Aktuator **2** die Rückstellkraft auf den Pedalhebel **6** durch aufbringen einer zusätzlichen Kraft moduliert.

**[0029]** Die Schnittstelle **11** umfasst die Stromversorgung der Elektronik, also beispielsweise die Stromversorgung des elektromechanischen Aktuators **2**. Ferner ist die Schnittstelle **11** zum Austausch von Signalen zwischen dem Stellglied **3** und weiteren Steuergeräten außerhalb der Steuerungseinheit **1** über einen Kommunikationsbus im Kraftfahrzeug wie beispielsweise einem CAN-Bus ausgebildet.

**[0030]** Am Aktuator **2** ist eine Aktuatorrückholfeder **12** derart angeordnet, dass die Antriebswelle **7** des Aktuators **2** mittels der Antriebsrolle **8** den Pedalhebel **6** in Richtung von dessen Nulllage drückt, und zwar insbesondere auch dann, wenn der elektromechanische Aktuator **2** nicht bestromt ist. Dabei ist jeweils ein Ende der Pedalrückholfeder sowie der Aktuatorrückholfeder **12** zumindest in Druckrichtung der Feder fest mit dem Gehäuse **10** verbunden, wobei in dem in **Fig. 2** dargestellten Beispiel das eine Ende der Aktuatorrückholfeder **12** an dem Zapfen **13** des Gehäuses **10** angebracht ist. Das andere Ende der Pedalrückholfeder wirkt auf den Pedalhebel **6** bzw. das der Aktuatorrückholfeder **12** auf die Antriebsrolle **7**. Der Winkelbereich, der durch die jeweiligen Nulllagen und Endlagen der beiden Federn (Pedalrückholfeder und Aktuatorrückholfeder **12**) bestimmt ist, ist bei der Aktuatorrückholfeder **12** sowohl bezüglich der Nulllage als auch bezüglich der Endlage größer als bei der Pedalrückholfeder. Dadurch ist gewährleistet, dass die Antriebswelle **7** über die Antriebsrolle **8** zu jeder Zeit am Arm **9** des Pedalhebels **6** anliegt. Die Aktuatorrückholfeder **12** ist somit immer vorgespannt.

**[0031]** Zur Ansteuerung des Aktuators **2**, insbesondere durch das in der Steuerungseinheit **1** integrierte Stellglied **10**, ist es von Vorteil, die Winkellage  $\alpha$  des Aktuators **2** durch einen entsprechenden Sensor, beispielsweise einen Hallsensor, zu erfassen. Entsprechende Sensoren sind in den Figuren nicht gezeigt. Alternativ kann, unter Einsparung des eben genannten Sensors, durch das Stellglied **3** mit Hilfe geeigneter Software aus der Lage des Pedalhebels **6** auf die Winkellage des Aktuators **2** geschlossen werden, sofern die Lage des Pedalhebels **6** dem Stellglied **3** als Signal zur Verfügung gestellt wird. Dies kann beispielsweise durch Einlesen der Lage des Pedalhebels **6** vom Fahrzeug-Kommunikationsbus in das Stellglied **3** über die Schnittstelle **11** geschehen.

**[0032]** Das vorliegende Verfahren schlägt nun vor, die zuvor beschriebene aktive Steuerungseinheit als Assistenzsystem zur Regelung des Abstandes von

zwei fahrenden Fahrzeugen im Straßenverkehr einzusetzen.

**[0033]** Der Abstand zwischen zwei Fahrzeugen ist im Allgemeinen nur dann konstant, wenn beide Fahrzeuge mit der gleichen Geschwindigkeit fahren. Änderungen der Geschwindigkeit durch Brems- oder Beschleunigungsvorgänge verändern den Abstand zwischen den beiden Fahrzeugen. Der Abstand zwischen zwei Fahrzeugen kann daher nur dann annähernd konstant gehalten werden, wenn in einem Regelungskonzept diese Änderungen der Geschwindigkeit und damit des Abstands berücksichtigt werden.

**[0034]** Ein gewünschter Sollabstand  $d_{\text{soll}}$  kann somit nur dann zu einem vorausfahrenden Fahrzeug eingehalten, bzw. eingenommen werden, wenn die Geschwindigkeit des von dem Fahrzeugführer gefahrenen eigenen Fahrzeugs einer bestimmten Sollgeschwindigkeit  $v_{\text{soll}}$  entspricht. Diese Geschwindigkeit  $v_{\text{soll}}$  korreliert mit einer Auslenkung der Steuerungseinheit **1** zu einem Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$ . Das Erreichen des Sollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$  wird dem Fahrer durch den Aktuator **2** mitgeteilt, indem bei diesem Wert durch geeignete Ansteuerung des Aktuators **2** eine Modulation der Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit **1** erfolgt. Der Fahrer spürt diese Kraftmodulation an seinem Fuß bzw. an seiner Hand und es wird ihm dadurch signalisiert, die Steuerungseinheit **1** nicht weiter zu betätigen, sondern diese Position zu halten oder zu kleineren Auslenkungen hin zu verändern.

**[0035]** Ändert nun jedoch das vorausfahrende Fahrzeug seine Geschwindigkeit, so ändert sich auch der Abstand  $d_{\text{ist}}$  zwischen den beiden Fahrzeugen. Um erneut einen Sollabstand  $d_{\text{soll}}$  zwischen den Fahrzeugen herzustellen muss dieser Abstand größer oder kleiner werden. Der Abstand  $d_{\text{ist}}$  zu einem vorausfahrenden Fahrzeug ist abhängig von der Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs, so dass die Kenntnis der Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs notwendig für die Einhaltung des Sollabstandes  $d_{\text{soll}}$  ist.

**[0036]** Innerhalb des hier beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs aus der Geschwindigkeit  $v_{\text{act}}$  des eigenen Fahrzeugs und der Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  zum vorausfahrenden Fahrzeug berechnet, indem die Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  zu der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs  $v_{\text{act}}$  hinzuaddiert wird.

**[0037]** Beträgt die Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  Null, so bewegen sich beide Fahrzeuge mit der gleichen Geschwindigkeit und der Abstand zwischen den Fahrzeugen ändert sich nicht. Zur Ermittlung der Relativgeschwindigkeit ist das Fahrzeug mit entsprechenden Sensoren wie Radarsensoren und einer Elektronik versehen.

**[0038]** Das erfindungsgemäße Regelungskonzept zur Bestimmung eines Sollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$  ist in **Fig. 3** dargestellt. Eine Eingangsgröße der Regelung ist der aktuelle Abstand  $d_{\text{ist}}$ , der zwischen dem eigenen Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug beispielsweise mittels eines Radarsensors ermittelt wird. Sollte sich kein Fahrzeug vor dem eigenen Fahrzeug bewegen, so findet das Regelungskonzept keine Anwendung. Von einer Steuereinheit, die hier nicht näher dargestellt ist, wird ein Sollabstand bereitgestellt, der als  $d_{\text{soll}}$  bezeichnet wird. Aus dem aktuellen Abstand  $d_{\text{ist}}$  und dem gewünschten Sollabstand  $d_{\text{soll}}$  ergibt sich ein Differenzbetrag, um den der aktuelle Abstand  $d_{\text{ist}}$  gegenüber dem Sollabstand  $d_{\text{soll}}$  verringert oder vergrößert werden soll und der als Regeldifferenz **14** bezeichnet wird. Die Regeldifferenz **14** stellt eines der Eingangssignale des Regelungskonzeptes dar.

**[0039]** Die Ausgangsgröße des erfindungsgemäßen Regelungskonzeptes ist der Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  **15**, der erfindungsgemäß mehrere unterschiedliche Sollwinkelbeiträge **16**, **17**, **18** und **19** umfasst. Diese Beträge **16**, **17**, **18**, **19** können anhand unterschiedlicher Algorithmen berechnet werden.

**[0040]** Der erste Sollwinkelbeitrag **16** stellt die Situation dar, in der ein vorausfahrendes Fahrzeug sich mit gleichbleibender Geschwindigkeit bewegt und das eigene Fahrzeug diesem Fahrzeug mit der gleichen Geschwindigkeit folgen soll ( $v_{\text{rel}} = 0$ ). Für diesen Regelungsanteil **16** ist allein die Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs maßgeblich, die sich aus der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs  $v_{\text{act}}$  und der Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  ergibt. Zu dieser berechneten Geschwindigkeit wird ein Offset **20** addiert, der sich aus der Regeldifferenz und einem empirisch ermittelten konstanten Faktor ergibt. Eine Auslenkung der Steuerungseinheit zu einem Auslenkungswinkel, der dem isolierten Sollwinkelbeitrag **16** entspricht, würde also dazu führen, dass die Motorlast des Fahrzeugs so angepasst wird, dass das Fahrzeug die gleiche Geschwindigkeit wie das vorausfahrende Fahrzeug einnimmt. Der erste Sollwinkelbetrag **16** bildet die Basis des erfindungsgemäßen Regelungskonzeptes. Der entsprechende Abschnitt des Regelkreises wird auch als Vorsteuerung **21** bezeichnet.

**[0041]** Für die weitere Regelung des Abstandes ist ein PD-Regler **22** vorgesehen, der den zweiten Sollwinkelbeitrag **17** zur Verfügung stellt und aus einem proportionalen Anteil **23** und einem differentiellen Anteil **24** besteht.

**[0042]** Bei dem proportionalen Anteil **23** wird das Eingangssignal proportional verstärkt zu einem Ausgangssignal **25**. Allerdings ist der Verstärkungsfaktor kein konstanter Faktor, sondern folgt einer Kennlinie. Die Eingangsgröße dieser Kennlinie ist der Be-

trag der Regeldifferenz **14**. Ihre Ausgangsgröße ist der genannte Verstärkungsfaktor.

**[0043]** Das D-Glied **24** ist ein Differenzierer, der auf die zeitliche Veränderung der Regeldifferenz **14** reagiert, d.h. auf die zeitliche Ableitung dieser Eingangsgröße, die sich dynamisch ändert. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass in Abhängigkeit von der Größe der zeitlichen Ableitung der Regeldifferenz **14** zusätzlich eine Dämpfung oder Verstärkung dieses Pedalwinkelbeitrags vorgenommen wird. Hierdurch wird bei der Umsetzung des differentiellen Beitrags zu dem zweiten Sollwinkelbeitrag eine unruhige Regelung vermieden, um dem Fahrzeugführer ein harmonisches Verhalten der Steuerungseinheit **1** bei der Betätigung zu vermitteln.

**[0044]** Aus dem P-Glied und dem D-Glied ergibt sich dann der zweite Sollwinkelbeitrag **17** durch Superposition bzw. Addition der Beträge.

**[0045]** Neben den ersten und zweiten Sollwinkelbeiträgen **16**, **17** ist ein dritter Sollbeitrag **18** vorgesehen, der die Kurvenform und die Steigung der Streckenführung berücksichtigt. Folgt das Fahrzeug einer ansteigenden Bahnkurve, wie dies in einer hügeligen oder bergigen Landschaft beispielsweise der Fall ist, muss der Fahrzeugführer die Motorlast seines Fahrzeugs zusätzlich erhöhen, um seine Geschwindigkeit aufrechtzuerhalten, bzw. die Motorlast reduzieren, wenn die Bahnkurve abfallend verläuft.

**[0046]** Dies wird durch die Regelungseinheit **26**, bzw. durch den entsprechenden Sollwinkelbeitrag **18** berücksichtigt. Dabei wird der Betrag der Regeldifferenz **14** fortlaufend mit einem bestimmten Schwellenwert verglichen und erst beim Überschreiten dieses voreingestellten Schwellenwertes wird die Regelungseinheit **26** zur Ermittlung eines weiteren Sollwinkelbeitrags **18** wirksam. Der sich ergebende Sollwinkelbeitrag **18** ergibt gegenüber den anderen Sollwinkelbeiträgen **16**, **17** eine Offsetverschiebung, wobei dies entweder eine Addition oder eine Subtraktion in inkrementellen Schritten sein kann.

**[0047]** In einem vierten Regelungskreis **27** werden Anfahrtsituationen, wie sie etwa an Verkehrsampeln auftreten, durch eine Modulation des Sollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$  berücksichtigt. Beim Anfahren des Fahrzeugs, beispielsweise beim Umschalten einer Ampel von Rot auf Grün, kann der Abstand zwischen zwei Fahrzeugen gegenüber dem Sollabstand  $d_{\text{soll}}$  deutlich verringert sein. Da es jedoch zu nicht gewünschten Verzögerungen im Verkehr kommen würde, wenn das eigene Fahrzeug mit dem Anfahren erst dann beginnt, wenn der gegenüber dem vorausfahrenden Fahrzeug einzuhaltende Sollabstand  $d_{\text{soll}}$  erreicht ist, ist erfindungsgemäß vorgesehen, für diese Verkehrssituationen eine Verschiebung des Sollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$  **15** in Richtung größerer Sollwinkel durch den Rege-

lungskreis **27** vorzunehmen. Hieraus ergibt sich ein weiterer Sollwinkelbeitrag **19**

**[0048]** Alle Sollwinkelbeiträge **16**, **17**, **18** und **19** werden zu einer Summe **28** und **29** zusammengeführt und ergeben dann den Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  **15**.

**[0049]** Innerhalb des erfindungsgemäßen Regelungskonzeptes ist damit durch verschiedene Algorithmen sichergestellt, dass ein Sollwinkel **15** berechnet wird, der einem vorgegebenen Sollabstand  $d_{\text{soll}}$  zum vorausfahrenden Fahrzeug in zuvor beschriebener Weise entspricht. Die Regelung des Sollabstandes wird in letzter Konsequenz durch die zielgerichtete Variation der eigenen Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_{\text{act}}$  bzw. durch ein Anpassen der Motorlast erreicht.

**[0050]** Da sich die Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  zum vorausfahrenden Fahrzeug zeitlich laufend ändert, abhängig von der Ist-Geschwindigkeit  $v_{\text{act}}$  des eigenen Fahrzeugs und der Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs, ändert sich auch der Sollabstand  $d_{\text{soll}}$  und damit der Wert des einzustellenden Sollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$  durch den beschriebenen dynamischen Regelungsprozess.

**[0051]** Dabei ist das Verfahren jedoch so ausgelegt, dass stets die Möglichkeit bei entsprechender Verkehrssituation gegeben ist, dass der Fahrzeugführer die Modulation der Rückstellkraft ignorieren und die Steuerungseinheit **1** zu größeren Auslenkungen hin betätigen kann.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Steuerungseinheit (Fahrpedal)
<b>2</b>	Aktuator
<b>3</b>	Stellglied
<b>4</b>	Regler
<b>5</b>	Pedalplatte
<b>6</b>	Pedalhebel
<b>7</b>	Antriebswelle
<b>8</b>	Antriebsrolle
<b>9</b>	Arm
<b>10</b>	Gehäuse
<b>11</b>	Schnittstelle
<b>12</b>	Rückholfeder
<b>13</b>	Zapfen
<b>14</b>	Regeldifferenz
<b>15</b>	Sollwinkel
<b>16</b>	Sollwinkelbeitrag
<b>17</b>	Sollwinkelbeitrag
<b>18</b>	Sollwinkelbeitrag
<b>19</b>	Sollwinkelbeitrag
<b>20</b>	Offset
<b>21</b>	Vorsteuerung
<b>22</b>	PD-Regler
<b>23</b>	P-Regler
<b>24</b>	D-Regler
<b>25</b>	Ausgangssignal

<b>26</b>	Offsetverschiebung
<b>27</b>	Modulation
<b>28</b>	Summe
<b>29</b>	Summe

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Rückstellkraft einer Steuerungseinheit von Kraftfahrzeugen, wobei es sich bei der Steuerungseinheit um ein Gaspedal oder einen Gasgriff handelt, wobei eine Betätigung der Steuerungseinheit durch Aufbringen einer Betätigungskraft eine Auslenkung der Steuerungseinheit bewirkt, wobei eine Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit wirkt, wobei die Rückstellkraft der Betätigungskraft entgegen und in Richtung der Ausgangslage der Steuerungseinheit gerichtet ist, und wobei die Steuerungseinheit um einen Auslenkungswinkel  $\phi$  ausgelenkt ist, mit folgenden Schritten:

- Bestimmung eines Sollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$  der Auslenkung der Steuerungseinheit durch einen Regelkreis,
- Bestimmung einer aktuellen Auslenkung  $\phi_{\text{ist}}$  der Steuerungseinheit,
- in Abhängigkeit der Differenz von aktueller Auslenkung  $\phi_{\text{ist}}$  und Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$ , Modulieren der Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Regelkreis den Sollwinkel auf Grundlage einer Geschwindigkeit  $v_{\text{act}}$  des Kraftfahrzeugs, einer Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug, einem Sollabstand  $d_{\text{soll}}$  zum vorausfahrenden Kraftfahrzeug und einem Ist-Abstand  $d_{\text{ist}}$  zum vorausfahrenden Kraftfahrzeug bestimmt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Regelkreis einen PD-Regler beinhaltet, wobei der PD-Regler den Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  auf Basis der Differenz von Sollabstand  $d_{\text{soll}}$  zu Ist-Abstand  $d_{\text{ist}}$  regelt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Verstärkung des P-Anteils des PD-Reglers von einer Kennlinie abhängig ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei der Regelkreis eine Vorsteuerung beinhaltet, wobei die Vorsteuerung auf Basis der Geschwindigkeit  $v_{\text{act}}$ , der Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  und einer gewichteten Abweichung des Ist-Abstands  $d_{\text{ist}}$  vom Sollabstand  $d_{\text{soll}}$  eine Führungsgröße für die Bestimmung des Sollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$  bestimmt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei der Regelkreis ferner dazu ausgebildet ist, bei einer geringen Geschwindigkeit  $v_{\text{act}}$  des Kraftfahrzeugs und bei einem geringen Abstand  $d_{\text{ist}}$  des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug den Betrag des Sollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$  zu erhöhen.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei der Regelkreis ferner dazu ausgebildet ist, bei Überschreiten eines Schwellwerts für den Betrag einer Abstandsregelungsabweichung  $u$  den Betrag des Sollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$  zu erhöhen, wenn  $u$  negativ ist, oder zu verringern, wenn  $u$  positiv ist, wobei die Abstandsregelungsabweichung  $u$  durch die Differenz von Sollabstand  $d_{\text{soll}}$  und Ist-Abstand  $d_{\text{ist}}$  gegeben ist.

8. Steuerungssystem für ein Kraftfahrzeug mit:

- einer Steuerungseinheit, wobei es sich bei der Steuerungseinheit um ein Gaspedal oder einen Gasgriff handelt und wobei die Steuerungseinheit aus einer Ausgangslage durch Aufbringen einer Betätigungskraft auf die Steuerungseinheit auslenkbar ist,
- einem Auslenkungssensor, wobei der Auslenkungssensor ein Auslenkungssignal erzeugen kann, aus welchem die aktuelle Auslenkung  $\phi_{\text{ist}}$  der Steuerungseinheit bestimmt werden kann,
- einem Rückstellmechanismus, wobei der Rückstellmechanismus eine Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit bewirken kann, wobei die Rückstellkraft der Betätigungskraft entgegen wirkt,
- einem Aktuator, wobei der Aktuator so mit der Steuerungseinheit gekoppelt ist, dass er die Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit durch Aufbringen einer zusätzlichen Rückstell- oder Betätigungskraft in Abhängigkeit des Auslenkungssignals modulieren kann.

9. Steuerungssystem nach Anspruch 8, ferner mit: einem Stellglied, wobei das Stellglied dazu ausgebildet ist aus dem Auslenkungssignal die aktuelle Auslenkung  $\phi_{\text{ist}}$  der Steuerungseinheit zu bestimmen und wobei das Stellglied so mit dem Aktuator gekoppelt ist, dass es die Modulation der Rückstellkraft durch den Aktuator in Abhängigkeit der aktuellen Auslenkung  $\phi_{\text{ist}}$  steuern kann.

10. Steuerungssystem nach Anspruch 9, wobei das Stellglied die Modulation der Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit durch den Aktuator in Abhängigkeit der Differenz von aktueller Auslenkung  $\phi_{\text{ist}}$  und einem Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  steuert.

11. Steuerungssystem nach einem der Ansprüche 9 oder 10, ferner mit:

- einem Geschwindigkeitssensor, wobei der Geschwindigkeitssensor ein Geschwindigkeitssignal erzeugen kann, aus dem die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs  $v_{\text{act}}$  bestimmt werden kann,
- einem Abstandssensor, wobei der Abstandssensor ein Abstandssignal erzeugen kann, aus dem die Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug, sowie der Abstand  $d_{\text{ist}}$  des Kraftfahrzeugs zu dem vorausfahrenden Kraftfahrzeug bestimmt werden kann, und
- einem Signalgeber, wobei der Signalgeber ein Sollabstandssignal abgibt, aus dem ein Sollabstand  $d_{\text{soll}}$

des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug bestimmt werden kann, und

- einem Regler, wobei der Regler dazu ausgebildet ist aus der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs  $v_{\text{act}}$ , der Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  des Kraftfahrzeugs zu dem vorausfahrenden Kraftfahrzeug, dem Abstand  $d_{\text{ist}}$  des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug und dem Sollabstand  $d_{\text{soll}}$  des Kraftfahrzeugs zu dem vorausfahrenden Kraftfahrzeug den Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  zu bestimmen, ab dem die Rückstellkraft auf die Steuerungseinheit durch den Aktuator moduliert werden soll, wobei der Regler so mit dem Stellglied verbunden ist, dass Signale aus denen der Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  bestimmt werden kann von dem Regler an das Stellglied übermittelt werden können.

12. Steuerungssystem nach Anspruch 11, wobei der Regler einen PD-Regler beinhaltet, wobei der PD-Regler den Sollwinkel  $\phi_{\text{soll}}$  auf Basis der Differenz von Sollabstand  $d_{\text{soll}}$  zu Ist-Abstand  $d_{\text{ist}}$  regelt.

13. Steuerungssystem nach Anspruch 12, wobei die Verstärkung des P-Anteils des PD-Reglers von einer Kennlinie abhängig ist.

14. Steuerungssystem nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei der Regler eine Vorsteuerung beinhaltet, wobei die Vorsteuerung auf Basis der Geschwindigkeit  $v_{\text{act}}$ , der Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  und einer gewichteten Abweichung des Ist-Abstands  $d_{\text{ist}}$  vom Sollabstand  $d_{\text{soll}}$  eine Führungsgröße für die Bestimmung des Sollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$  bestimmt.

15. Steuerungssystem nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei der Regler ferner dazu ausgebildet ist, bei einer geringen Geschwindigkeit  $v_{\text{act}}$  des Kraftfahrzeugs und bei einem geringen Abstand  $d_{\text{ist}}$  des Kraftfahrzeugs zu einem vorausfahrenden Kraftfahrzeug, wie sie bei Anfahrtsituationen vorkommen, den Betrag des Sollwinkels  $\phi_{\text{soll}}$  zu erhöhen.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

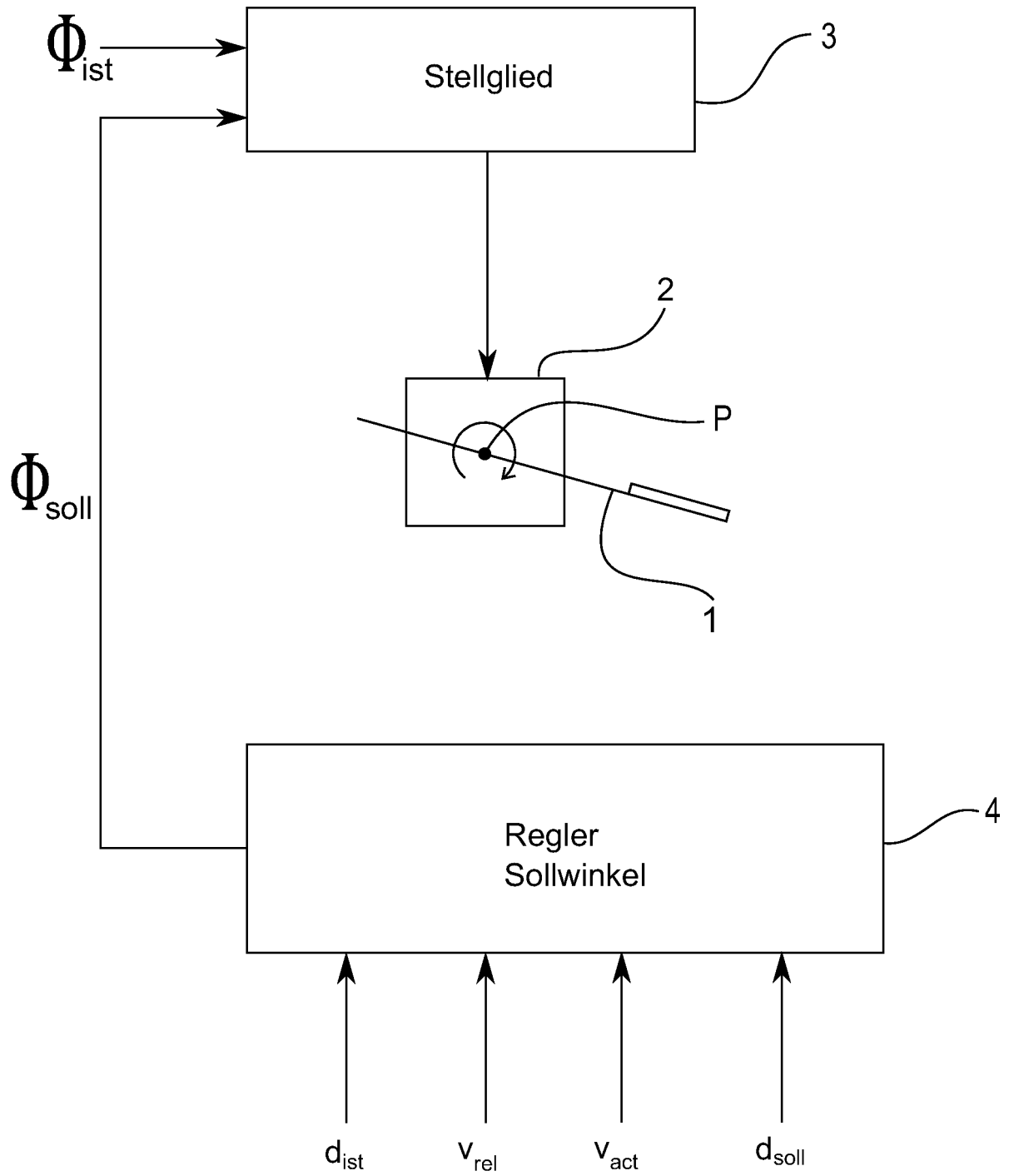


Fig. 1

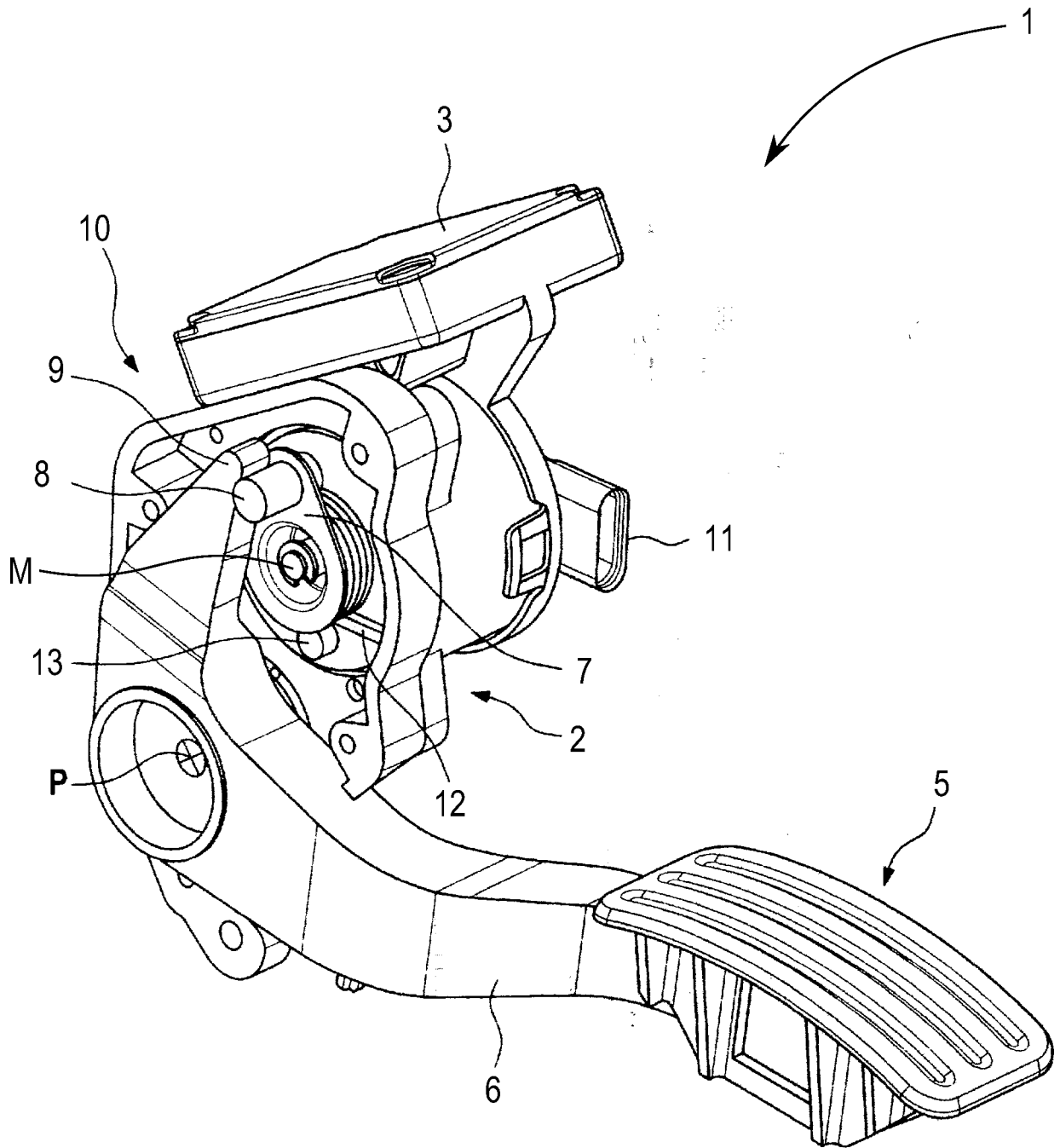


Fig. 2

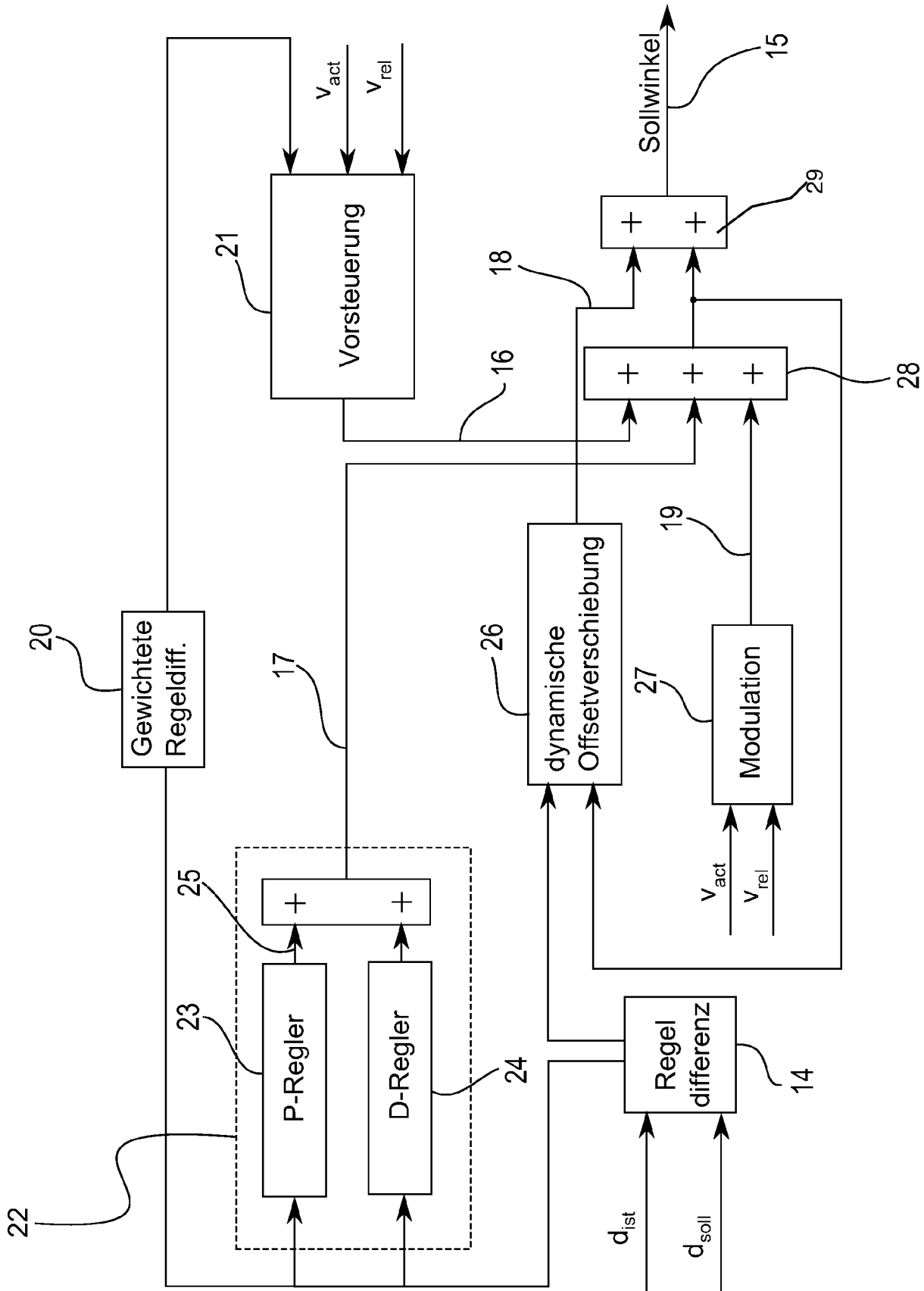


Fig. 3