



(11) **EP 3 643 865 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.04.2020 Patentblatt 2020/18

(51) Int Cl.:
E05F 15/40 (2015.01)

(21) Anmeldenummer: **19204126.7**

(22) Anmeldetag: **18.10.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Bachmann, Guido**
34302 Guxhagen (DE)
• **Gläsel, Gerd**
34266 Niestetal (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Bauer Vorberg Kayser Partnerschaft mbB**
Goltsteinstraße 87
50968 Köln (DE)

(30) Priorität: **23.10.2018 DE 102018126347**

(71) Anmelder: **Gebr. Bode GmbH & Co. KG**
34123 Kassel (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINES TÜRSYSTEMS, SOWIE TÜRSYSTEM**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Türsystems, vorzugsweise eines Schiebetürsystems für ein Schienen- oder Kraftfahrzeug, wobei das Türsystem umfasst: einen Türflügel (2), der durch eine Bewegung entlang zumindest einer Bewegungsachse (X, Y, Z) in Richtung einer Öffnungs- und Verschlussstellung bewegbar ist, eine Antriebseinheit zum Antrieb des Türflügels (2) bei dessen Bewegung, einen Beschleunigungssensor (6) zum Erfassen der Beschleunigung (a) und/oder Neigung des Türflügels (2), und eine mit der Antriebseinheit und dem Beschleunigungssensor (6) signaltechnisch verbundenen Steuereinheit zur Ansteuerung der Antriebseinheit, wobei mit dem Beschleunigungssensor (6) die Beschleunigung (a) des Türflügels (2) während seiner Bewegung entlang der zumindest einen Bewegungsachse (X, Y, Z) erfasst wird, und wobei die erfasste Beschleunigung (a) unter Einsatz einer mit der Steuereinheit verbundenen oder in diese integrierten Datenverarbeitungseinheit mit Referenzwerten abgeglichen wird. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass in Folge des Abgleichens eine Systembewertung vorgenommen wird. Ebenso betrifft die Erfindung ein entsprechendes Türsystem.

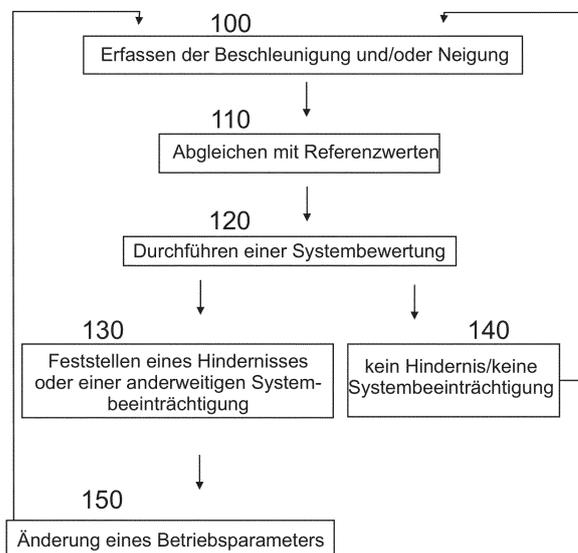


Fig. 6

EP 3 643 865 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Türsystems, vorzugsweise eines Schiebetürsystems für ein Schienen- oder Kraftfahrzeug, wobei das Türsystem umfasst: einen Türflügel, der durch eine Bewegung entlang zumindest einer Bewegungsachse in Richtung einer Öffnungs- und Verschlussstellung bewegbar ist, eine Antriebseinheit zum Antrieb des Türflügels bei dessen Bewegung, einen Beschleunigungssensor zum Erfassen der Beschleunigung des Türflügels, und eine mit der Antriebseinheit und dem Beschleunigungssensor signaltechnisch verbundenen Steuereinheit zur Ansteuerung der Antriebseinheit, wobei mit dem Beschleunigungssensor die Beschleunigung des Türflügels während seiner Bewegung entlang der zumindest einen Bewegungsachse erfasst wird, und wobei die erfasste Beschleunigung unter Einsatz einer mit der Steuereinheit verbundenen oder in diese integrierten Datenverarbeitungseinheit mit Referenzwerten abgeglichen wird.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung ein Türsystem, vorzugsweise ein Schiebetürsystem für ein Schienen- oder Kraftfahrzeug, das zur Durchführung des eingangs genannten Verfahrens geeignet ist.

[0003] Türsysteme, insbesondere Türsysteme mit automatisch betriebenem Öffnungs- und Schließmechanismus sind allgemein bekannt. Solche Türsysteme können als Schiebetürsysteme, Schwenktürsysteme oder als Schwenkschiebetürsysteme ausgebildet sein. Die genannten Türsysteme setzen sich in der Regel aus einem oder zwei beweglichen Türflügeln zusammen. Synonym kann der Türflügel auch als Türblatt bezeichnet werden. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass der vorliegende Erfindungsgegenstand, also das Verfahren zur Steuerung eines Türsystems wie auch das ebenfalls beanspruchte Türsystem, nicht auf Türsysteme mit nur einem Türflügel begrenzt ist. Gleichsam sind mehrflügelige Türsysteme, insbesondere jene aus zwei Türflügeln bestehende Türsysteme von der Erfindung erfasst.

[0004] Im Falle eines zweiflügeligen Türsystems sind die Türflügel in ihrer Bewegungsrichtung beim Öffnen und Schließen der Tür gegenläufig. Der oder die Türflügel sind im Falle der Ausbildung des Türsystems als Schiebetürsystem über eine an dem Türflügel montierte Laufschiene oder Laufrollen in einer dazu korrespondierenden fahrzeugfesten Führungsschiene geführt bzw. aufgehängt. Die Laufschiene bzw. die Laufrollen können am oberen und unteren Ende des Türflügels vorgesehen sein. Bei Schwenktürsystemen oder Schwenkschiebetürsystemen sind die Türflügel in der Regel an einem Türrahmen, auch Türzarge genannt, befestigt, wobei der Rahmen oder der Türflügel zumindest teilweise über Schwenklager, Drehsäulen, Scharniersysteme oder Schwenkarme schwenkbar gelagert ist. Bei Schwenkschiebetürsystemen unterliegen die Türflügel beim Öffnen und Schließen einer überlagerten Schwenk- und Schiebebewegung, der Bewegungsprozess unter-

liegt also einer (teilweisen) Rotations- und Linearbewegung.

[0005] Die zur Bewegung der Türflügel beim Öffnen bzw. Schließen benötigte Kraft wird in der Regel durch eine Antriebseinheit bereitgestellt und auf die Türflügel übertragen. Im Falle einer zweiflügeligen Tür können jedem der Türflügel eine separate Antriebseinheit zugeordnet sein. Die Antriebseinheit kann einen Antriebsmotor und ein Getriebe umfassen. Sowohl elektrische als auch pneumatische Antriebssysteme werden zum Antrieb von Türsystemen eingesetzt.

[0006] Während der Bewegung eines Fahrzeugs können auf die in das jeweilige Fahrzeug integrierten Türsysteme bzw. Türflügel - Innentüren und Außentüren gleichermaßen - eine Reihe unterschiedlicher Kräfte einwirken, beispielsweise induziert durch die Fahrzeugbeschleunigung. Diese Kräfte können die für das Öffnen und Schließen der Türflügel erforderliche Antriebskraft verändern. Gleichsam kann eine Änderung der erforderlichen Antriebskraft aus einer Neigung des Fahrzeugs, beispielsweise in Hanglage, Schräglage oder bei der Kurvenfahrt, resultieren. In derartigen Situationen kann es zum Öffnen und Schließen der Türflügel erforderlich sein, eine gesteigerte oder verminderte Antriebskraft situationsadäquat bereitzustellen. Auch kann in Reaktion auf die Fahrtsituation eine Bremskraft in den Türflügel eingeleitet werden. Dazu ist es aus dem Stand der Technik bekannt Türsysteme mit Beschleunigungssensoren und/oder Neigungssensoren zu versehen.

[0007] So offenbart die DE 10 2005 029 630 A1 eine Schiebetüranlage, die mit einem solchen einen Beschleunigungssensor und einen Neigungssensor umfassenden Sensorsystem ausgestattet ist. Mit den dort beschriebenen Sensoren können Bewegungen des Fahrzeugs oder von durch Fahrzeugbewegungen bewirkte Bewegungen der Schiebetürflügel erfasst werden. Ferner kann die Neigung der Schiebetüranlage bestimmt werden. Die Schiebetürflügel werden über eine Antriebseinrichtung angetrieben, die wiederum von einer Steuerungseinrichtung gesteuert wird. In Abhängigkeit der mit den Sensoren aufgenommenen Messsignale, wird von der Steuerungseinrichtung die zum Betrieb der Antriebseinrichtung erforderliche Kraft oder alternativ eine Bremskraft berechnet. Das dortige Sensorsystem kann zwar an der Schiebetüranlage angeordnet sein, eine Anordnung an Schiebetürflügeln ist jedoch nicht vorgesehen. Zwar lassen sich mit einer solchen Anordnung Längs- und Querschleunigungen des Fahrzeugs in unmittelbarer Nähe zur Schiebetüranlage erfassen, woraufhin eine Anpassung der Antriebsparameter an die jeweilige Fahrtsituation erfolgen kann. Eine die Schiebetürflügel beeinträchtigende Situation, beispielsweise ein defektes Lager oder ein eine freie Bewegung der Türflügel beeinträchtigendes Hindernis, lässt sich damit nicht erfassen. Ein Hindernis könnte beispielsweise eine den Türflügel beim Verschließen blockierende Person, oder ein Gepäckstück sein.

[0008] Die Überwachung von Türflügelbewegungen

kann auch ohne Beschleunigungs- und Neigungssensoren erfolgen. Allgemein bekannt sind Systeme, bei denen die Türflügelbewegung bzw. der Türlauf über eine Steuereinheit gesteuert und geregelt wird. Die Steuereinheit erhält dabei Positions- bzw. Bewegungsinformationen der Türflügel über in eine Antriebseinheit integrierte Inkrementalgeber, Potentiometer oder anderweitige Sensoren. Die Antriebseinheit ist signaltechnisch mit der Steuereinheit verbunden. Auch können Bewegungs- und Positionsinformationen rein mechanisch aus der Umdrehungszahl oder den Motorströmen des Antriebsmotors bestimmt werden. Die Erkennung von Hindernissen kann über Differenzdruckschalter, Fühlkanten, Lichtschranken oder Trittkontakte verwirklicht werden. Zwar lassen sich auch mit solchen Sensoren Hindernisse erkennen. Grundsätzlich ist es aber bei der Systementwicklung vorteilhaft, möglichst viele Funktionen in ein und demselben System zu integrieren und die Bauteilanzahl - auch aus Kostengründen - zu reduzieren. Dies ist mit den bekannten Systemen nur schwer zu verwirklichen.

[0009] Entsprechend liegt der vorliegenden Erfindung die **Aufgabe** zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung eines Türsystems sowie ein Türsystem bereitzustellen, vermöge dessen eine vereinfachte, situationsadäquate Steuerung eines Türsystems bei gleichzeitiger kontinuierlicher Betriebs- bzw. Zustandskontrolle des Türsystems ermöglicht wird.

[0010] Zur **Lösung** dieser Aufgabe wird ein Verfahren gemäß dem Patentanspruch 1 und ein Türsystem gemäß dem Patentanspruch 16 vorgeschlagen.

[0011] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Steuerung eines Türsystems, vorzugsweise eines Schiebetürsystems für ein Schienen- oder Kraftfahrzeug vorgeschlagen.

[0012] Das Verfahren beziehungsweise das ebenfalls mit der Erfindung vorgeschlagene Türsystem eignet sich insbesondere zur Verwendung in Schienenfahrzeugen und Kraftfahrzeugen, ist aber nicht auf diese Verkehrsmittel begrenzt. Auch ein Einsatz in Luftfahrzeugen wie z. B. Flugzeugen ist denkbar. Mit Kraftfahrzeugen sind jegliche Arten von (elektro-)motorisch betriebenen Personenkraftwagen (PKWs), Bussen, Lastkraftwagen (LKWs) und sogar Agrarfahrzeugen gemeint. Unter Schienenfahrzeugen sind beispielsweise Hochgeschwindigkeitszüge, Regionalzüge, Eisenbahnen, Straßenbahnen, S-Bahnen, U-Bahnen oder andere auf Schienen geführten Fahrzeuge zu verstehen. Auch ein Einsatz in Gebäudetürsystemen oder Aufzugstürsystemen ist denkbar.

[0013] Mit Schiebetüre ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Türe gemeint, die geeignet ist, zwei voneinander getrennte Bereiche - z.B. den Innen- und Außenbereich eines Fahrzeugs, oder alternativ zwei separierte Innenbereiche (z.B. Abteile) eines Fahrzeugs - voneinander zu trennen oder zu verbinden. Eine solche Schiebetüre umfasst vorzugsweise zumindest einen beweglichen Türflügel, der durch eine Laufschiene oben oder unten in einer Führung gehalten wird. Auch Türson-

derformen, die z.B. nach vertikal nach oben wegfahr- oder wegklappbar sind, oder Falttüren sind von der Erfindung umfasst.

[0014] Das mit der Erfindung ebenfalls vorgeschlagene Türsystem umfasst einen Türflügel, der durch eine Bewegung entlang zumindest einer Bewegungsachse in Richtung einer Öffnungs- und Verschlussstellung bewegbar ist. Öffnungsstellung meint, dass ein Fahrgast in dieser Türflügelstellung durch das Türportal hindurchtreten kann, während mit Verschlussstellung je Türflügelstellung gemeint ist, bei der ein Hindurchtreten nicht möglich ist.

[0015] Bei dem Türsystem kann es sich um ein Schiebetürsystem, Schwenktürsystem oder Schwenkschiebetürsystem handeln. Gleichermaßen kann das Türsystem einen Türflügel (einflügeliges Türsystem) oder zwei Türflügel (zweiflügeliges Türsystem) aufweisen. Bei zweiflügeligen Türsystemen erfolgt die Öffnungs- und Verschlussbewegung gegenläufig, d.h. die Türflügel bewegen sich gleichförmig in unterschiedliche Richtungen.

[0016] Je nach Ausbildung des Türsystems (Schiebetürsystem, Schwenktürsystem oder Schwenkschiebetürsystem) erfolgt die Bewegung der Türflügel - unerheblich ob ein- oder zweiflügelig ausgebildet - beim Öffnen und Schließen in einem unterschiedlichen Bewegungsschema.

[0017] Schiebetüren werden beim Öffnen oder Verschießen in Richtung ihrer Öffnungs- oder Verschlussstellung entlang einer ersten, zweiten und/oder dritten Bewegungsachse bewegt. Die Bewegungsachsen sind orthogonal zueinander ausgerichtet. Beim Öffnen können die Türflügel dabei in Richtung einer Türtasche eingeschoben werden. Im Falle einer zweiflügeligen Schiebetüre werden die Flügel bei ihrer Bewegung in die Öffnungsstellung entlang der ersten Bewegungsachse voneinander wegbewegt, sie bewegen sich zwar auf ein und derselben Bewegungsachse, werden aber in entgegengesetzter Richtung verschoben. Umgekehrt bewegen sich die Türflügel beim ihrer Bewegung in Richtung der Verschlussstellung aufeinander zu, jedoch ebenfalls in entgegengesetzter Richtung.

[0018] Schwenktürsysteme bzw. Schwenktüren lassen sich durch Rotation eines Türflügels um eine Schwenkachse in Richtung ihrer Öffnungs- oder Verschlussstellung bewegen. Die Schwenkachse kann als Drehsäule ausgebildet sein. Vorzugsweise verläuft die Schwenkachse entlang einer vertikalen Längsachse des Türflügels oder eines Türflügelrahmens.

[0019] Bei der Schwenkbewegung des Türflügels - sei es in Richtung der Öffnungs- oder Verschlussstellung - handelt es sich um eine Bewegung mit Bewegungskomponenten in Richtung der ersten Bewegungsachse und einer zweiten Bewegungsachse, wobei die zweite Bewegungsachse senkrecht zu der ersten Bewegungsachse ausgerichtet ist. Beim Verschwenken weist ein dem verschwenkten Türflügel zugeordneter Geschwindigkeitsvektor oder Beschleunigungsvektor Komponenten sowohl entlang der ersten als auch der zweiten Bewe-

gungsachse auf.

[0020] Bei Schwenkschiebetürsystemen handelt es sich bei der Bewegung in die Öffnungs- bzw. Verschlussstellung um eine überlagerte Linearbewegung entlang der ersten Bewegungsachse sowie einer Rotationsbewegung mit Bewegungs-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungskomponenten in Richtung der ersten und zweiten Bewegungsachse.

[0021] Bei sich vertikal öffnenden Türflügeln treten Bewegungs-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungskomponenten entlang einer dritten Bewegungsachse an die Stelle der zweiten Bewegungsachse.

[0022] Sofern es sich bei dem der Erfindung zugrunde liegenden Türsystem um eine zur Fahrzeuglängsachse parallele Türanordnung handelt, so verläuft die erste Bewegungsachse parallel zur Fahrzeuglängsachse. In diesem Fall verläuft die zweite Bewegungsachse parallel zur Querachse des Fahrzeugs, während die dritte Bewegungsachse senkrecht zur ersten und zweiten Bewegungsachse verläuft. Handelt es sich um eine quer zur Fahrzeuglängsachse angeordnete Türanordnung, so sind verläuft die erste Bewegungsachse parallel zur Fahrzeugquerachse und die zweite Bewegungsachse parallel zur Fahrzeuglängsachse. Für die dritte Bewegungsachse gilt vorstehendes.

[0023] Erfindungsgemäß umfasst das Türsystem ferner eine Antriebseinheit zum Antrieb des Türflügels bei dessen Bewegung. Die Antriebseinheit umfasst vorzugsweise einen Antriebsmotor und wahlweise auch ein Antriebsgetriebe. Der Antriebsmotor kann elektrisch, pneumatisch, hydraulisch oder magnetisch betrieben sein. Insbesondere kann der Antriebsmotor ein Brushless-Motor sein. Als Getriebe kommt jedwedes gängige und geeignete Getriebe zur Bewegungsübertragung in Betracht. Die Getriebeauswahl erfolgt unter Berücksichtigung des vorliegenden Türsystems. So kann für eine reines Schiebetürsystem ein anderes Getriebe erforderlich sein als für ein Schwenktürsystem oder ein Schwenkschiebetürsystem. Der Antrieb kann über einen Treibriemen bzw. Zahnriemen mit dem jeweiligen Türflügel verbunden sein.

[0024] Zudem umfasst das Türsystem einen Beschleunigungssensor zum Erfassen der Beschleunigung des Türflügels. Sofern es sich um ein zweiflügeliges Türsystem handelt, kann in jedem der Türflügel ein Beschleunigungssensor angeordnet sein. Auch können mehrere Beschleunigungssensoren für einen Türflügel vorgesehen sein. Als Beschleunigungssensoren kommen insbesondere zwei- oder drei-achsige Beschleunigungssensoren in Betracht. Insbesondere eignen sich dazu sogenannte MEMS-Sensoren. Das Akronym MEMS steht für ein mikro-elektro-mechanisches System. Jedoch ist das erfindungsgemäße Verfahren bzw. Türsystem nicht auf die Verwendung von MEMS-Sensoren beschränkt. Gleichsam können beispielsweise piezoelektrische Beschleunigungssensoren verwendet werden. Mit einem drei-achsigen Beschleunigungssensor können - die Anordnung des Sensors im Türflügel

vorausgesetzt - die Beschleunigungskomponenten des Türflügels entlang der ersten, zweiten und dritten Bewegungsachse ermittelt werden. Da zu jedem Zeitpunkt - auch im unbewegten Ruhezustand - auf den Sensor die Fallbeschleunigung einwirkt, kann mit Hilfe des Beschleunigungssensors auch die Neigung des Sensors bzw. des Türflügels und damit des Türsystems berechnet werden. Die Kenntnis der Neigung des Türflügels ist vorteilhaft für eine ökonomische und zuverlässige Durchführung der Türflügelbewegung. Denn in einem geneigten Zustand kann zum Öffnen oder Schließen der Türflügel eine zusätzliche Antriebsenergie benötigt werden, je nach Lage der des Türflügels auch eine verringerte Antriebsenergie oder sogar eine Bremskraft.

[0025] Weiterhin umfasst das der Erfindung zugrunde liegende Türsystem eine mit der Antriebseinheit und dem Beschleunigungssensor signaltechnisch verbundene Steuereinheit. Bei der Steuereinheit kann es sich um eine Mikrosteuereinheit handeln, die mit dem Beschleunigungssensor in einer Systemeinheit zusammengefasst ist, beispielsweise auf einer Platine. Die Steuereinheit kann auch separat zum Beschleunigungssensor ausgeführt sein. Sodann steht die Steuereinheit mit dem Beschleunigungssensor in einer kabellosen oder kabelvermittelten datentechnischen Signalverbindung. Gleiches gilt für die Verbindung der Steuereinheit zu der Antriebseinheit, auch diese kann kabellos oder kabelgebunden erfolgen. Je nach Anzahl der Türflügel kann jedem Türflügel eine separate Steuereinheit zugeordnet sein. Mit der Steuereinheit kann eine Datenverarbeitungseinheit verbunden sein, gleichsam kann diese in die Steuereinheit integriert sein. Die Datenverarbeitungseinheit kann einen Datenspeicher aufweisen. Vorzugsweise speichert die Datenverarbeitungseinheit die erfasste Beschleunigung und/oder die Referenzwerte in dem Datenspeicher.

[0026] Gemäß dem der Erfindung zugrunde liegenden Verfahren wird mit dem Beschleunigungssensor die Beschleunigung des Türflügels während seiner Bewegung entlang zumindest einer der Bewegungsachsen erfasst.

[0027] Mit dem der Erfindung zugrunde liegenden Verfahren ist eine dauerhafte Überwachung der Funktionalität und des Betriebszustandes des Türflügels ermöglicht. Durch die Erfassung der bei den Bewegungen des Türflügels auftretenden Beschleunigungen mit dem Beschleunigungssensor können durch Veränderungen an mechanischen Komponenten induzierte Beschleunigungsveränderungen unmittelbar erfasst werden. Eine solche Beschleunigungsveränderung kann ein Hinweis auf einen bevorstehenden Ausfall oder eine Beeinträchtigung des Türflügels bzw. des Türsystems sein. Als Beispiel für eine derartige Beschleunigungsveränderung sei ein "Rucken" während der Türbewegung erwähnt, was beispielsweise auf ein schwergängiges Türlager hinweisen kann. Durch die gleichzeitige Kenntnis der Position des Türflügels (diese ist ebenfalls über geeignete Sensoren erfassbar) kann das die Beeinträchtigung oder den Ausfall des Türflügels bzw. Türsystems verursachende

Bauteil lokalisiert werden. Durch einen Abgleich mit bekannten Beschleunigungsmustern können sich andeutende Beeinträchtigungen oder Ausfälle des Türflügels bzw. Türsystems oder einzelner Komponenten nach ihrer Instandsetzungsdringlichkeit klassifiziert werden. Die Kombination der durch den Beschleunigungssensor erfassten Daten mit weiteren bekannten oder erfassten Daten des Türsystems, beispielsweise der Motorspannung, des Motorstroms, der Umdrehungen des Antriebsmotors, kann ein vollständiges die Funktionalität des Türsystems wiedergebendes Bild erzielt werden. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist damit eine vorausschauende Instandhaltung des Türflügels bzw. Türsystems gewährleistet. Eine solche ist gerade bei Verwendung des Türflügels in Fahrzeugen des öffentlichen Personenverkehrs - beispielsweise in Bussen oder Zügen - bei denen die Türflügel durch permanente Öffnungs- und Schließvorgänge hohen Belastungen ausgesetzt sind, von eminenter Bedeutung.

[0028] Die erfasste Beschleunigung wird unter Einsatz der Datenverarbeitungseinheit mit Referenzwerten abgeglichen. Die Referenzwerte können eine hindernisfreie Bewegung des Türflügels - sozusagen einen Idealwert - repräsentieren. Toleranzbereiche können bei der Festlegung der Referenzwerte berücksichtigt werden, dabei können obere und untere Grenzen festgelegt werden. Die Referenzwerte u können experimentell oder rechnerisch ermittelt werden.

[0029] In Folge des Abgleichens wird gemäß dem hier zugrunde gelegten Verfahren eine Systembewertung dahingehend vorgenommen, ob ein die Bewegung des Türflügels beeinträchtigendes Hindernis oder eine anderweitige Systembeeinträchtigung vorliegt. Die Systembewertung kann von der Steuereinheit oder der Datenverarbeitungseinheit vorgenommen werden. Sofern im Wege Systembewertung kein beeinträchtigendes Hindernis und keine anderweitige Systembeeinträchtigung festgestellt werden kann, wird das Verfahren bzw. die Erfassung der Beschleunigung kontinuierlich fortgesetzt.

[0030] Grundsätzlich weist eine ungestörte Bewegung eines Türflügels eine Beschleunigungsphase bis zum Erreichen einer Soll-Geschwindigkeit auf. Die Soll-Geschwindigkeit wird bis kurz vor dem Erreichen der Endposition (dies kann die Öffnungs- oder Verschlussstellung sein) beibehalten. Um in die Endposition zu gelangen, wird die Geschwindigkeit reduziert, dabei nimmt die Beschleunigung Negativwerte an. Bei Vorliegen eines die Bewegung des Türflügels beeinträchtigenden Hindernisses ändert sich die Beschleunigung des Türflügels. Dies kann über den Beschleunigungssensor unmittelbar detektiert werden.

[0031] Mit dem vorliegenden Verfahren bzw. Türsystem ist gar eine Differenzierung unterschiedlicher Hindernisse ermöglicht. Denn ein großes Hindernis erzeugt eine stärkere Beschleunigungsumkehr als ein geringes Hindernis. Dies kann durch den Beschleunigungssensor unmittelbar erfasst und von der damit verbundenen Steuereinheit bzw. Datenverarbeitungseinheit festgestellt

werden. Fallbezogen kann also die Art des Hindernisses erkannt und eine entsprechende Systemfolge eingeleitet werden. Eine Systemfolge bei Vorliegen eines großen Hindernisses kann das vollständige Abbremsen der Türflügel oder die Anordnung einer Rückwärtsbewegung in die Ausgangsposition sein.

[0032] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung finden sich in den Unteransprüchen und den nachfolgenden Ausführungen.

[0033] Alternativ oder zusätzlich kann mit dem Beschleunigungssensor die Neigung des Türflügels in Bezug auf zumindest eine der Bewegungsachsen im Ruhezustand erfasst werden. Auch die Lage bzw. Position des Türflügels kann, insbesondere bei Verwendung von dreiachsigen Beschleunigungssensoren, lokalisiert und festgestellt werden.

[0034] Ist die Neigung bzw. die Lage des Türflügels bzw. Türsystems vor dem Beginn der Bewegung in die Öffnungs- oder Verschlussstellung bekannt, so kann das Türsystem bzw. der Türflügel in Anpassung an die vorliegende Neigung gesteuert und geregelt werden. Damit ist ein sauberer, situationsangepasster und optimierter Bewegungsablauf des Türflügels oder Türsystems gewährleistet. Insbesondere bei sich aus zwei Türflügeln zusammensetzenden Türsystemen, die für den jeweiligen Türflügel einen separaten Antrieb aufweisen, ist die Kenntnis der auf den jeweiligen Türflügel wirkenden Neigung bzw. Hangabtriebskraft von großer Bedeutung. Denn je nach Neigung, werden die Türflügel beim Öffnen bzw. Schließen von der auf die Türflügel wirkenden Hangabtriebskraft beschleunigt oder verzögert. Als Gegenmaßnahme können die separat angetriebenen Türflügel mit einer unterschiedlichen, an die Neigung angepassten Antriebskraft beaufschlagt werden und laufen trotz des Einflusses der Hangabtriebskraft gleichzeitig in ihre Endposition - die Öffnungsstellung bzw. Verschlussstellung ein. Letztlich ist dadurch eine Optimierung der Türflügelbewegung bzw. des Türlaufs gewährleistet.

[0035] Wie bereits erwähnt, kann es vorteilhaft sein, dass eine bei der Bewegung des Türflügels auftretende Beschleunigungsveränderung mit dem Beschleunigungssensor erfasst und zur Überwachung der Funktionalität und des Betriebszustandes des Türflügels im Wege einer vorausschauenden Instandhaltung herangezogen wird. Hier ist es weiter bevorzugt, dass die auftretende Beschleunigungsveränderung gespeichert wird.

[0036] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des der Erfindung zugrunde liegenden Verfahrens bzw. des Türsystems ist der Beschleunigungssensor im Innenraum des Türflügels oder an einer Außenseite des Türflügels angeordnet, vorzugsweise hinter einer im oberen Bereich des Türflügels vorgesehenen Wartungsklappe. Die Anordnung des Beschleunigungssensors unmittelbar am Türflügel bzw. im Inneren des Türflügels ermöglicht erst die Erkennung von Hindernissen. Beeinträchtigungen der Türflügelbewegung, beispielsweise ein Blockieren des Türflügels aufgrund eines im Weg stehenden Hindernisses, wirkt sich unmittelbar auf den kontinuier-

lich erfassten Beschleunigungswert aus. Somit kann situationsangepasst unmittelbar eine Systembewertung erfolgen und eine entsprechende Systemfolge eingeleitet werden, beispielsweise ein Stoppen der Bewegung oder das Einleiten einer Richtungsumkehr des Türflügels. Eine Anordnung im oberen Bereich des Türflügels ist von Vorteil, da an dieser Stelle häufig ohnehin eine Reihe von elektrischen Verbindungen vorgesehen ist. Somit können ohnehin vorhandene elektrische Verbindungen zur elektrischen Versorgung des Beschleunigungssensors eingesetzt werden.

[0037] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Beschleunigungssensor auf einem Deckel der Wartungsklappe angeordnet sein. Eine Anordnung unmittelbar auf dem Deckel der Wartungsklappe kann die Zugänglichkeit des Sensors z.B. zur Wartung oder zum Austausch, vereinfachen.

[0038] Alternativ kann der Beschleunigungssensor flächig auf einem Deckblech bzw. Beschlag des Türflügels angeordnet sein. Eine flächige Sensorausbildung kann platzsparend sein und Vorteile bieten, soweit der Türflügel keine Möglichkeit zur Anordnung des Sensors in einem Türflügelinnenraum bietet.

[0039] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Beschleunigungssensor in ein Bedienelement des Türflügels oder ein anderes Bauteil des Türflügels integriert sein. Auch eine solche Ausgestaltung dient der Platzeinsparung und nutzt bereits vorhandene Bauräume aus. Bei einer Anordnung in einem Bedienelement des Türflügels kommt ein weiterer Vorteil hinzu. Denn das Bedienelement verfügt in der Regel bereits über eine elektrische Versorgungsleitung. Diese kann bei einer Anordnung des Beschleunigungssensors im Bedienelement genutzt bzw. kontaktiert werden.

[0040] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Beschleunigungssensor mit dem Türflügel gekoppelt. Die Kopplung zwischen Sensor und Türflügel ist ein entscheidender Faktor für eine exakte Erfassung der Beschleunigungs- und Neigungswerte. Die auf den Türflügel einwirkenden Beschleunigungen müssen für eine korrekte Erfassung auch auf den Beschleunigungssensor einwirken. Dazu muss eine effektive (mechanische) Kopplung bereitgestellt werden. Die Kopplung kann durch Einfügen eines elastischen Koppellements gedämpft werden. Dadurch wird eine Art eines mechanischen Tiefpassfilters eingefügt, wodurch unerwünschte hochfrequente Vibrationen - beispielsweise durch in der Nähe befindliche Kabel oder Sensoren - vom Sensor entkoppelt werden.

[0041] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Türflügel Bestandteil einer ein- oder zweiflügligen Schiebetüre sein und der Türflügel bei seiner Bewegung in Richtung der Öffnungs- und Verschlussstellung entlang der ersten Bewegungsachse bewegt werden, beispielsweise über Gleit- oder Rollenlager. Bei der Schiebetüre kann es sich um eine Fahrzeuginnentüre oder eine Fahrzeugaußentüre handeln.

Die Lager bzw. den Lagern zugeordnete Schienen können mit dem Getriebe bzw. der Antriebseinheit wirkverbunden sein, beispielsweise über einen Treibriemen.

[0042] In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Türflügel Bestandteil einer Schwenk- oder Schwenkschiebetüre sein. Ferner kann der Türflügel bei seiner Bewegung in Richtung der Öffnungs- und Verschlussstellung im Wege einer zumindest teilweise überlagerten Schwenk- und Linearbewegung entlang der ersten Bewegungsachse und der zweiten oder dritten Bewegungsachse bewegt werden.

[0043] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Beschleunigungssensor ein drei-achsiger Beschleunigungssensor sein, vermöge dessen die Beschleunigung des Türflügels entlang der ersten, zweiten und dritten Bewegungsachse erfasst wird. Drei-achsige Beschleunigungssensoren sind vorteilhaft, da sie unabhängig vom Türsystem-Typ verwendet werden können. Sie eignen sich sowohl zur Verwendung für Schiebetürsysteme, für Schwenktürsysteme als auch für Schwenkschiebetürsysteme.

[0044] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Systembewertung von einer in die Steuereinheit integrierten oder einer externen, mit der Steuereinheit signaltechnisch verbundenen Datenverarbeitungseinheit vorgenommen wird. Eine in die Steuereinheit integrierte Datenverarbeitungseinheit kann vorteilhaft sein, da auf die Bereitstellung einer Datentransferlinie verzichtet werden kann. Die Datenverarbeitungseinheit ist dann unmittelbar mit der Steuereinheit signaltechnisch verbunden, beispielsweise auf ein und derselben Platine. Eine externe Anordnung der Datenverarbeitungseinheit kann vorteilhaft sein, um die Rechenlast besser verteilen, wodurch die Beschleunigungssensoren mit maximierter Datenrate betrieben werden können. Gerade für den Einsatz im kontinuierlichen Betrieb kann eine externe Datenverarbeitungseinheit Vorteile bieten.

[0045] Weiterhin kann es im Rahmen der Erfindung von Vorteil sein, dass die kontinuierlich erfassten Beschleunigungsdaten in Form von zeitaufgelösten Datenkurven oder Datentabellen zumindest temporär gespeichert werden. Die Speicherung kann beispielsweise in einer der Datenverarbeitungseinheit integrierten Speichereinheit vollzogen werden. Auch eine externe Speichereinheit auf einem externen Server oder einer Datencloud kann Vorteile bieten, insbesondere hinsichtlich einer größeren Speicherkapazität. Die Ablage in Form von Datenkurven oder Datentabellen eignet sich insbesondere zur Erfassung von zeitaufgelösten Beschleunigungswerten.

[0046] In diesem Zusammenhang kann es sich anbieten, die Referenzwerte in Form einer Referenzdatenkurve oder Referenzdatentabelle in der Steuereinheit oder Datenverarbeitungseinheit abzulegen, wobei die Referenzwerte zu einer hindernisfreien Idealbewegung des Türflügels korrespondieren. Die Referenzdatenkurve bzw. die Referenzdatentabelle kann dabei zeitaufgelöst

und/oder positionsaufgelöst sein. Mit hindernisfreier Idealbewegung ist eine Bewegung des Türflügels ohne Beeinträchtigungen gemeint. Damit kann einerseits ein hindernisfreier Türflügelauflauf und andererseits ein Türflügelauflauf ohne Systemfehler oder Beeinträchtigungen durch den Ausfall oder die Beschädigung mechanischer Komponenten gemeint sein. Die Referenzdaten werden vorzugsweise durch Kalibrieren oder in Testläufen des Türflügels unter vorgebbaren Bedingungen ermittelt.

[0047] Auch kann es sich anbieten, dass es sich bei den Referenzwerten um Beschleunigungswerte handelt, die im Wege einer auf Kennwerten der Antriebseinheit basierenden Berechnung ermittelt werden und zu einer hindernisfreien Idealbewegung des Türflügels korrespondieren. Eine rechnerische Bestimmung von Soll-Beschleunigungswerten kann die experimentelle bzw. im Wege einer Kalibration oder bei Testläufen ermittelten Werte ergänzen und/oder zu deren Überprüfung dienen. Die Berücksichtigung von Kennwerten der Antriebseinheit, beispielsweise der Motorspannung, dem Motorstrom, der Motorumdrehung kann mögliche Fehler in der Messwertbestimmung über die Beschleunigungssensorik kompensieren. Die oben genannte Positionsauflösung der obigen Referenzdatenkurve oder der Referenzdatentabelle bietet sich vor allem dann, wenn etwa eine Stromsollwertkurve für die Antriebseinheit ebenfalls positionsaufgelöst ist. Einer solchen Positionsauflösung entspricht die Auflösung nach Pulsen eines Inkrementalgebers.

[0048] Weiterhin kann es im Rahmen der Erfindung vorteilhaft sein, dass nach Feststellung des Vorliegens eines Hindernisses im Wege der Systembewertung von der Steuereinheit zumindest ein Steuersignal an die Antriebseinheit weitergegeben wird, wobei das Steuersignal eine Änderung eines momentanen Betriebsparameters der Antriebseinheit umfasst, und wobei in Folge der Parameteränderung die Bewegung des Türflügels zumindest zeitweise unterbrochen, gebremst, verstärkt oder in ihrer Richtung umgekehrt wird. Auf die vorgenommene Systembewertung erfolgt also eine über die Antriebseinheit vermittelte Reaktion im Bewegungsablauf des Türflügels. Bei einer durchzuführenden Richtungs- umkehr als Reaktion auf die Feststellung eines Hindernisses im Wege der Systembewertung wird der Antriebsmotor zunächst gestoppt und anschließend in die Gegenrichtung angesteuert. Dadurch können möglicherweise eingeklemmte Hindernisse automatisch wieder freigegeben werden.

[0049] Vorzugsweise jedoch nicht ausschließlich können die erwähnten Betriebsparameter folgende Parameter umfassen: die Spannung, den Strom, die Drehzahl, die Drehrichtung und/oder die Leistung des Antriebsmotors. Auch können die Betriebsparameter folgende Parameter sein: die Geschwindigkeit, die Beschleunigung oder die Bremskraft einer Motor- und/oder Getriebebremsse. Die Parameter der Geschwindigkeit und Beschleunigung beziehen sich auf den Türflügel.

[0050] Weiterhin kann es im Rahmen der Erfindung

vorteilhaft sein, dass nach Feststellung einer anderweitigen Systembeeinträchtigung von der Steuereinheit ein optisches oder akustisches Warnsignal an ein im Bereich des Türsystems oder im Cockpit des Schienen- oder Kraftfahrzeugs vorgesehenes Anzeigeelement weitergeleitet wird. Bei einer anderweitigen Systembeeinträchtigung kann es sich um einen Ausfall oder eine Beschädigung einer mechanischen Komponente des Türsystems handeln. Damit der Fahrzeugführer von dieser Beschädigung oder dem Ausfall Kenntnis erlangen und gegebenenfalls einen Austausch der Komponente durchführen kann, ist eine Anzeige in Form eines optischen oder akustischen Warnsignals hilfreich. Beispielsweise kann das optische Warnsignal in einem Aufblinken einer Warnleuchte verwirklicht sein. Als akustisches Warnsignal kann ein das Abspielen eines Warntons dienen.

[0051] Das der Erfindung zugrunde liegende Verfahren wie auch das der Erfindung zugrunde liegende Türsystem kann mit sämtlichen vorangehend beschriebenen vorteilhaften Ausgestaltungen verwendet werden, wobei die genannten Merkmale einzeln oder in beliebiger Kombination vorhanden sein können.

[0052] Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass Begriffe, wie "umfassend" "aufweisen" oder "mit" keine anderen Merkmale oder Schritte ausschließen. Ferner schließen Begriffe "ein" oder "das", die auf einer Einzahl von Schritten oder Merkmalen hinweisen, keine Mehrzahl von Merkmalen oder Schritten aus und umgekehrt.

[0053] Weitere Vorteile der Erfindung sind anhand mehrerer einzelner Aspekte des erfindungsgemäßen Verfahrens und des erfindungsgemäßen Türsystems anhand entsprechender Ausführungsbeispiele beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Ansicht eines zweiflügeligen Schiebetürsystems;

Figur 2 eine perspektivische Ansicht eines zweiflügeligen Schwenkschiebetürsystems;

Figur 3 eine Explosionsdarstellung eines Türflügels;

Figur 4 exemplarische Beschleunigungs- und Geschwindigkeitsprofile für einen hindernisfreien Türlauf;

Figur 5 exemplarische Beschleunigungs- und Geschwindigkeitsprofile für einen einem Hindernis ausgesetzten Türlauf;

Figur 6 exemplarisches Ablaufdiagramm zum erfindungsgemäßen Verfahren.

[0054] In Figur 1 ist in einer perspektivischen Ansicht eine zweiflügelige Schiebetür dargestellt, die wie auch die in der Figur 2 dargestellte zweiflügelige Schwenkschiebetür Bestandteil des der Erfindung zugrunde liegenden Türsystems bzw. Verfahrens sein kann. Ebenso

kann das Türsystem ein reines Schwenktürsystem umfassen, und/oder einflügelig ausgebildet sein.

[0055] Wie die Figur 1 zu erkennen gibt, weist die Schiebetür 1 zwei Türflügel 2 auf. Die Türflügel 2 können synonym auch als Türblätter bezeichnet werden. Die Türflügel können innerhalb eines entsprechenden Türportals (nicht dargestellt) eines Fahrzeugs angeordnet werden. Je nach Anforderung können in die Türflügel ein Sichtfenster 10 integriert sein. Die Türflügel 2 sind über einen Führungsschlitten 3, der beispielsweise als Rollenwagen oder Gleitschlitten ausgebildet sein kann, an einem entlang einer ersten Bewegungsachse X verlaufenden Führungselement 4, beispielsweise einem Führungsrohr oder einer Führungsschiene, verschiebbar angeordnet. Der Führungsschlitten 3 ist über ein Verbindungselement 5 mit dem jeweiligen Türflügel 2 verbunden. Das Verbindungselement 5 ist vorzugsweise fest mit dem Türflügel 2 verbunden, beispielsweise über eine Schraubverbindung. Jedem der zwei Türflügel 2 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel ein separater Führungsschlitten 3 zugeordnet. Der Führungsschlitten steht in Wirkverbindung mit einer (nicht dargestellten) Antriebseinheit, beispielsweise über einen Treibriemen. In der Fig. 1 befinden sich die Türflügel 2 in ihrer Verschlussstellung. Zur Bewegung in ihre Öffnungsstellung werden die Türflügel 2, mediiert über die jeweiligen Führungsschlitten 3 und die Antriebseinheit, entlang der ersten Bewegungsachse X in entgegengesetzter Richtung, also voneinander weg, bewegt.

[0056] Sofern der Türflügel 2 bei der Bewegung von ihrer (nicht dargestellten) Öffnungsstellung in Richtung der Verschlussstellung durch ein Hindernis, beispielsweise eine zwischen den Türflügeln 3 befindliche Person, an ihrer Bewegung gehindert werden, kommt das erfindungsgemäße Verfahren zum Tragen. Bei Auftreffen bzw. Anschlag eines Türflügels 2 auf dem Hindernis ändert sich unmittelbar die Beschleunigung a und Geschwindigkeit v des Türflügels 2.

[0057] Dies wird durch einen in dem Türflügel 2 oder an dem Türflügel 2 angeordneten Beschleunigungssensor 6 erfasst. Denn der Beschleunigungssensor 6 zeichnet kontinuierlich die Bewegungsdaten des ihm zugeordneten Türflügels 2 auf. Entsprechend wird eine Änderung der Beschleunigung a unmittelbar erkannt. Die Hinderniserfassung durch den Beschleunigungssensor 6 wird von einer mit dem Beschleunigungssensor 6 verbundenen Steuereinheit bzw. einer Datenverarbeitungseinheit vorgenommen. Insbesondere werden in Folge der Erkennung einer sich abrupt ändernden Beschleunigung a , die aufgenommenen Beschleunigungswerte mit vorgegebenen Referenzwerten verglichen. Bei einer Abweichung, die über mögliche Toleranzgrenzen hinausgeht, erfolgt eine Systembewertung dahingehend, ob ein die Bewegung der Türflügel 2 beeinträchtigendes Hindernis oder eine anderweitige Systembeeinträchtigung, z.B. ein defektes Bauteil des Türsystems, vorliegt.

[0058] Grundsätzlich kann der Beschleunigungssensor 6 an einer beliebigen Position des Türflügels 2 an-

geordnet sein. Vorzugsweise ist der Beschleunigungssensor 6 jedoch im oberen Bereich des Türflügels 2 angeordnet. Mögliche Positionen 7 zur Anordnung des Beschleunigungssensors 6 sind in den Fig. 1 und 2 gekennzeichnet. Wie insbesondere die Figur 3 zu erkennen gibt, kann der Beschleunigungssensor 6 bei einem aus mehreren Materiallagen ausgebildeten Türflügel 2 im Inneren des Türflügels 2, vorzugsweise an einem Aluminium-Rahmen 8 angeordnet werden.

[0059] Das in der Figur 2 explosionsartig dargestellte zweiflügelige Schwenkschiebetürsystem umfasst ebenfalls zwei Türflügel 2. Jeder der Türflügel 2 ist über eine (hier nicht weiter differenzierte) Führungs- und Antriebseinheit 9, beispielsweise als Rollenwagen oder Gleitschlitten ausgebildeten Führungsschlitten an einem in Richtung der ersten Bewegungsachse X verlaufenden Führungselement verschiebbar aufgehängten. Entlang der Längsachse der Türflügel 2 sind Rahmenelemente 12 sowie Drehsäulen 13 zur zumindest teilweise schwenkbaren Lagerung der Türflügel 2 vorgesehen. Ein Anschlag der Türflügel 2 an eine Fahrzeugaußenhaut wird über eine Führung der Türflügel 2 über in die Drehsäulen 13 integrierte, hier aber nicht gesondert dargestellte, Lauffrollen verhindert. Im Wesentlichen unterhalb der Türflügel 2 ist eine Schiene 11 angeordnet, welche als Gegenlager für die Drehsäulen 13 dient.

[0060] Beim Öffnen eines Schwenkschiebetürsystems bewegen sich die Türflügel 2 in einer überlagerten Teilrotations- und Linearbewegung (in Fig. 2 anhand des Pfeils 14 dargestellt) zumindest teilweise in Richtung der Bewegungsachse Y, bevor sie in entlang der Bewegungsachse X gegenläufig aufgefächert werden. Auch bei den Türflügeln 2 des dargestellten Schwenkschiebetürsystems können Beschleunigungssensoren 6 an verschiedenen Positionen 7 angeordnet werden. Im Falle einer zwei-achsigen Bewegung der Türflügel 2 erfassen die Beschleunigungssensoren 6 die Beschleunigungskomponenten entlang beider Achsen X, Y. Sofern keine Bewegung entlang der Z-Achse erfolgt, sensiert der Beschleunigungssensor 6 in dieser Richtung die Einwirkung der Fallbeschleunigung. Unter Berücksichtigung dieser Kennzahl kann daraus die Neigungslage des Türsystems berechnet werden. Dies kann vorteilhaft sein für eine effektive Ansteuerung der Türflügel 2. Beispielsweise kann die Antriebseinheit auf die erforderlichen Gegebenheiten (z.B. eine notwendige zusätzliche Antriebskraft bei geneigtem Fahrzeug) adäquat reagieren und über eine Änderung der Motorkennwerte einen situationsangepassten Betrieb ermöglichen.

[0061] In der Figur 3 ist in einer Explosionsansicht ein beispielhafter Aufbau eines Türflügels samt einer möglichen Einbauposition des Beschleunigungssensors 6 dargestellt. Wie die Figur 3 zu erkennen gibt, setzt sich ein Türflügel 2 aus mehreren Materiallagen bzw. Komponenten zusammen. In seinem grundsätzlichen Aufbau weist der Türflügel 2 äußere Beschläge in Form von Aluminium-Blechen 15, 16 auf. Der Beschleunigungssensor kann im Innenraum des Türflügels 2 an einem Alumi-

um-Rahmen 8 befestigt sein. Zwischen dem äußeren Aluminium-Blechen 15, 16 und dem Aluminium-Rahmen 8 kann zumindest eine Dämmwand 17 zur Wärme- und Geräuschisolation vorgesehen sein. Weitere Elemente können eine Fingerschutzleiste 18 sowie eine das Sichtfenster 10 ausbildende Glasscheibe sein.

[0062] Gemäß dem der Erfindung zugrunde liegenden Verfahren bzw. dem Türsystem wird die Beschleunigung von an den Türflügeln 2 vorgesehenen Beschleunigungssensoren 6 kontinuierlich über die Zeit erfasst. In den Figuren 4 und 5 sind beispielhafte Zeitverläufe von Geschwindigkeitsprofilen ($v(t)$) und Beschleunigungsprofilen ($a(t)$) für den Fall eines idealen (Fig. 4) Öffnungs- bzw. Schließvorgangs und eines durch ein Hindernis beeinträchtigten (Fig. 5) Öffnungs- bzw. Schließvorgangs einer Schiebetüre dargestellt.

[0063] Wie in Fig. 4 für den Fall eines ungestörten (idealen) Bewegungsablaufs eines Türflügels 2 gezeigt, besteht der Bewegungsablauf in diesem Fall aus einer Beschleunigungsphase 19, die bis zum Erreichen einer gewünschten, konstanten Verschiebegeschwindigkeit v (konstante Verschiebephase 20) andauert. Bis zur Annäherung an die Endlage (dies kann die Öffnungsstellung oder Verschlussstellung sein) wird die konstante Geschwindigkeit v beibehalten und in einer Abbremsphase 21 auf Null abgesenkt.

[0064] Im Falle eines Auflaufens oder Anschlagens eines Türflügels 2 an ein Hindernis während der konstanten Verschiebephase 20 (Fig. 5), reduziert sich die Verfahrensgeschwindigkeit v abrupt in einer Ereignisphase 22. Nach Entfernen des Hindernisses steigt die Geschwindigkeit v wieder auf das Niveau der konstanten Verfahrensgeschwindigkeit an. Die weiteren Phasen Beschleunigungsphase 19 und Abbremsphase 21) sind äquivalent zum Ablaufdiagramm in Fig. 4. Solche Änderungen in der Beschleunigung a bzw. Geschwindigkeit v können auch durch andere Ereignisse entstehen, beispielsweise durch Beschädigungen oder den Ausfall von Antriebskomponenten.

[0065] Ein entscheidender Vorteil der Erfassung der Beschleunigungswerte über einen an dem Türflügel 2 oder im Inneren des Türflügels 2 angeordneten Beschleunigungssensor 6 liegt in der direkten Erfassbarkeit der Beschleunigung a am Wirkungsort. Damit entfällt die Notwendigkeit indirekt und verzögert über Hilfswerte aus Antriebskennzahlen zu berechnen.

[0066] Die Figur 6 zeigt einen beispielhaften Ablauf des der Erfindung zugrunde liegenden Verfahrens zur Steuerung eines Türsystems. Wie bereits erwähnt wird über einen oder mehrere an einem Türflügel 2 vorgesehene Beschleunigungssensoren 6 die Beschleunigung a und/oder Neigung des Türsystems erfasst, Verfahrensschritt 100. Insbesondere die Beschleunigung a wird dabei kontinuierlich erfasst bzw. sensiert. Die erfassten Beschleunigungswerte a und/oder Neigungswerte werden in einem weiteren Verfahrensschritt 110 mit Referenzwerten abgeglichen. Dies kann über eine in einer mit der Antriebseinheit und den Beschleunigungssensoren 6

verbundenen Steuereinheit bzw. einer mit dieser verbundenen oder in dieser integrierten Datenverarbeitungseinheit ausgeführt werden. Die Steuereinheit bzw. Datenverarbeitungseinheit führt sodann eine Systembewertung 120 durch. Dabei wird anhand des Abgleichs mit Referenzwerten festgestellt, ob über eine bestimmte Toleranz hinausgehende Abweichungen zu den Referenzwerten vorliegen oder nicht. Die Referenzwerte können dabei vorgegebene Beschleunigungskurven sein, die einer idealen, hindernisfreien Bewegung entsprechen (siehe z.B. Fig. 4).

[0067] Sollte eine solche Abweichung in einem Schritt 130 festgestellt werden, kann aus der Stärke des Beschleunigungs- oder Geschwindigkeitsabfalls die Größe des Hindernisses abgeleitet oder eine anderweitige Systembeeinträchtigung (z.B. einen Ausfall von Komponenten der Antriebseinheit) festgestellt werden. Zur Durchführung der Systembewertung können auch Betriebsparameter aus der Antriebseinheit hinzugezogen werden. In Folge der Feststellung eines Hindernisses oder einer Systembeeinträchtigung wird die Änderung bestimmter Betriebsparameter in einem Verfahrensschritt 150 eingeleitet. Beispielsweise kann die Bewegungsrichtung des Türflügels 2 geändert werden, wodurch sich der Türflügel 2 wieder in seine Öffnungsstellung bewegt und ein etwaiges eingeklemmtes Hindernis freigibt.

[0068] Sofern kein Hindernis oder Systembeeinträchtigung festgestellt wird (Schritt 140) erfolgt keine Änderung von Betriebsparametern und die Sensierung der Beschleunigung wird fortgesetzt. Die Sensierung der Beschleunigungswerte wird beim Durchlauf des dargestellten Verfahrensschemas kontinuierlich fortgesetzt.

[0069] Sofern ein Hindernis oder eine Systembeeinträchtigung festgestellt wurde, kann dies dem Fahrzeugführer z.B. in Form eines Warnsignals angezeigt werden. Die Systembewertung kann unmittelbar aus den über die Zeit aufgenommenen Beschleunigungsdaten wie auch aus Geschwindigkeitsdaten erfolgen. Die Parameter sind durch Differenzieren/Integrieren bzw. Ableiten/Aufleiten ineinander überführbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Türsystems, vorzugsweise eines Schiebetürsystems für ein Schienen- oder Kraftfahrzeug, wobei das Türsystem umfasst: einen Türflügel (2), der durch eine Bewegung entlang zumindest einer Bewegungsachse (X, Y, Z) in Richtung einer Öffnungs- und Verschlussstellung bewegbar ist, eine Antriebseinheit zum Antrieb des Türflügels (2) bei dessen Bewegung, einen Beschleunigungssensor (6) zum Erfassen der Beschleunigung (a) und/oder Neigung des Türflügels (2), und eine mit der Antriebseinheit und dem Beschleunigungssensor (6) signaltechnisch verbundenen Steuereinheit zur Ansteuerung der Antriebseinheit, wobei mit dem Beschleunigungssensor (6) die

- Beschleunigung (a) des Türflügels (2) während seiner Bewegung entlang der zumindest einen Bewegungsachse (X, Y, Z) erfasst wird, und wobei die erfasste Beschleunigung (a) unter Einsatz einer mit der Steuereinheit verbundenen oder in diese integrierten Datenverarbeitungseinheit mit Referenzwerten abgeglichen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Folge des Abgleichens eine Systembewertung vorgenommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Systembewertung dahingehend vorgenommen wird, ob ein die Bewegung des Türflügels (2) beeinträchtigendes Hindernis oder eine anderweitige Systembeeinträchtigung vorliegt.
 3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Türflügel (2) durch eine Bewegung entlang zumindest einer ersten, zweiten und/oder dritten zueinander orthogonalen Bewegungsachse (X, Y, Z) in Richtung einer Öffnungs- und Verschlussstellung bewegbar ist.
 4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem Beschleunigungssensor (6) die Neigung und/oder Lage des Türflügels (2) in Bezug auf zumindest eine der Bewegungsachsen (X, Y, Z) im Ruhezustand erfasst wird.
 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Türsystem bzw. der Türflügel zur Optimierung der Bewegung des Türflügels (2) in Abhängigkeit der vor dem Beginn der Bewegung in die Öffnungs- oder Verschlussstellung bekannten Neigung bzw. Lage gesteuert und geregelt wird.
 6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine bei der Bewegung des Türflügels (2) auftretende Beschleunigungsveränderung mit dem Beschleunigungssensor (6) erfasst, vorzugsweise auch gespeichert, und zur Überwachung der Funktionalität und des Betriebszustandes des Türflügels im Wege einer vorausschauenden Instandhaltung herangezogen wird.
 7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Beschleunigungssensor (6) im Innenraum des Türflügels (2) oder an einer Außenseite des Türflügels (2) angeordnet ist, vorzugsweise hinter einer im oberen Bereich des Türflügels (2) vorgesehenen Wartungsklappe.
 8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Beschleunigungssensor (6) mit dem Türflügel (2) gekoppelt ist.
 9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Türflügel (2) Bestandteil einer ein- oder zweiflügligen Schiebetüre ist und der Türflügel (2) bei seiner Bewegung in Richtung der Öffnungs- und Verschlussstellung entlang der ersten Bewegungsachse (X) bewegt wird, beispielsweise über Gleit- oder Rollenlager.
 10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Türflügel (2) Bestandteil einer Schwenk- oder Schwenkschiebetüre ist, und dass der Türflügel (2) bei seiner Bewegung in Richtung der Öffnungs- und Verschlussstellung im Wege einer zumindest teilweise überlagerten Schwenk- und Linearbewegung entlang der ersten Bewegungsachse (X) und der zweiten oder dritten Bewegungsachse (Y, Z) bewegt wird.
 11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Beschleunigungssensor (6) ein drei-achsiger Beschleunigungssensor (6) ist, vermöge dessen die Beschleunigung (a) des Türflügels (2) entlang der ersten, zweiten und dritten Bewegungsachse (X, Y, Z) erfasst wird.
 12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Referenzwerte in Form einer, vorzugsweise zeitaufgelösten und/oder positionsaufgelösten, Referenzdatenkurve oder Referenzdatentabelle in der Steuereinheit oder Datenverarbeitungseinheit abgelegt sind, wobei die Referenzwerte zu einer hindernisfreien Idealbewegung des Türflügels (2) korrespondieren.
 13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei den Referenzwerten um Beschleunigungswerte handelt, die im Wege einer auf Kennwerten der Antriebseinheit basierenden Berechnung ermittelt werden und zu einer hindernisfreien Idealbewegung des Türflügels (2) korrespondieren.
 14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Feststellung des Vorliegens eines Hindernisses im Wege der Systembewertung von der Steuereinheit ein Steuersignal an die Antriebseinheit weitergegeben wird, wobei das Steuersignal eine Änderung eines momentanen Betriebsparameters der Antriebseinheit umfasst, und wobei in Folge der Parameteränderung die Bewegung des Türflügels (2) zumindest zeitweise unterbrochen, gebremst, verstärkt oder in ihrer Richtung umgekehrt wird.
 15. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Feststellung einer anderweitigen Systembeeinträchtigung von der Steuereinheit

ein optisches oder akustisches Warnsignal an ein im Bereich des Türsystems oder im Cockpit des Schienen- oder Kraftfahrzeugs vorgesehenes Anzeigeelement weitergeleitet wird.

5

16. Türsystem, vorzugsweise ein Schiebetürsystem für ein Schienen- oder Kraftfahrzeug, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12, umfassend einen Türflügel (2), der durch eine Bewegung entlang zumindest einer ersten, zweiten und/oder dritten zueinander orthogonalen Bewegungsachse (X, Y, Z) in Richtung einer Öffnungs- und Verschlussstellung bewegbar ist, eine Antriebseinheit zum Antrieb des Türflügels (2) bei dessen Bewegung, einen Beschleunigungssensor (6) zum Erfassen der Beschleunigung (a) des Türflügels (2), eine mit der Antriebseinheit und dem Beschleunigungssensor (6) signaltechnisch verbundene Steuereinheit zur Ansteuerung der Antriebseinheit, und eine mit der Steuereinheit verbundene oder in diese integrierte Datenverarbeitungseinheit, wobei der Beschleunigungssensor (6) dazu eingerichtet ist die Beschleunigung (a) des Türflügels während seiner Bewegung entlang zumindest einer der Bewegungsachsen (X, Y, Z) kontinuierlich zu erfassen und/oder die Neigung des Türflügels in Bezug auf zumindest eine der Bewegungsachsen (X, Y, Z) im Ruhezustand zu erfassen, wobei die Datenverarbeitungseinheit dazu eingerichtet ist die erfasste Beschleunigung (a) und/oder Neigung mit Referenzwerten abzugleichen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Datenverarbeitungseinheit dazu eingerichtet ist in Folge des Abgleichens eine Systembewertung vorzunehmen.

10

15

20

25

30

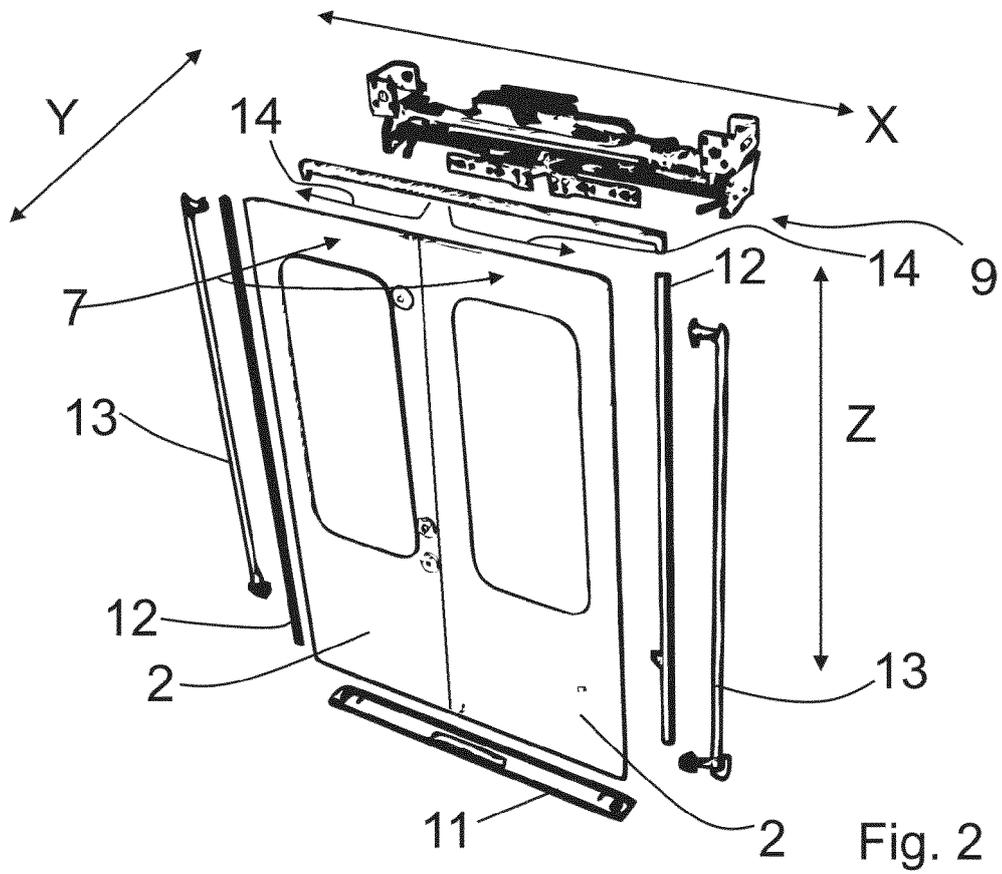
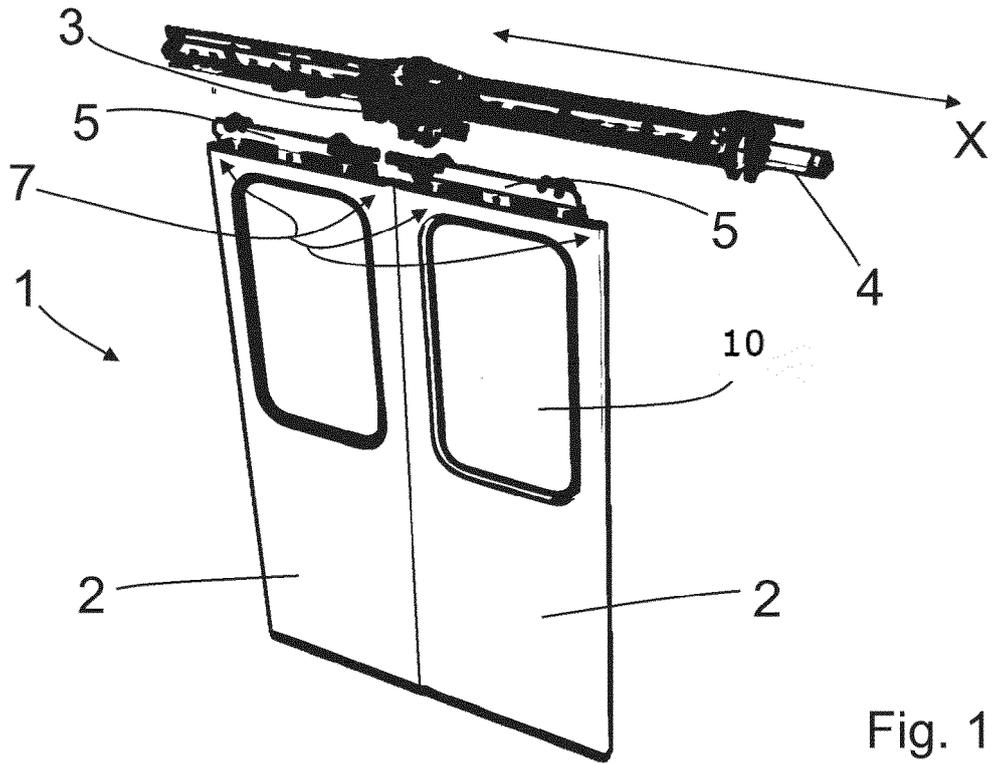
35

40

45

50

55



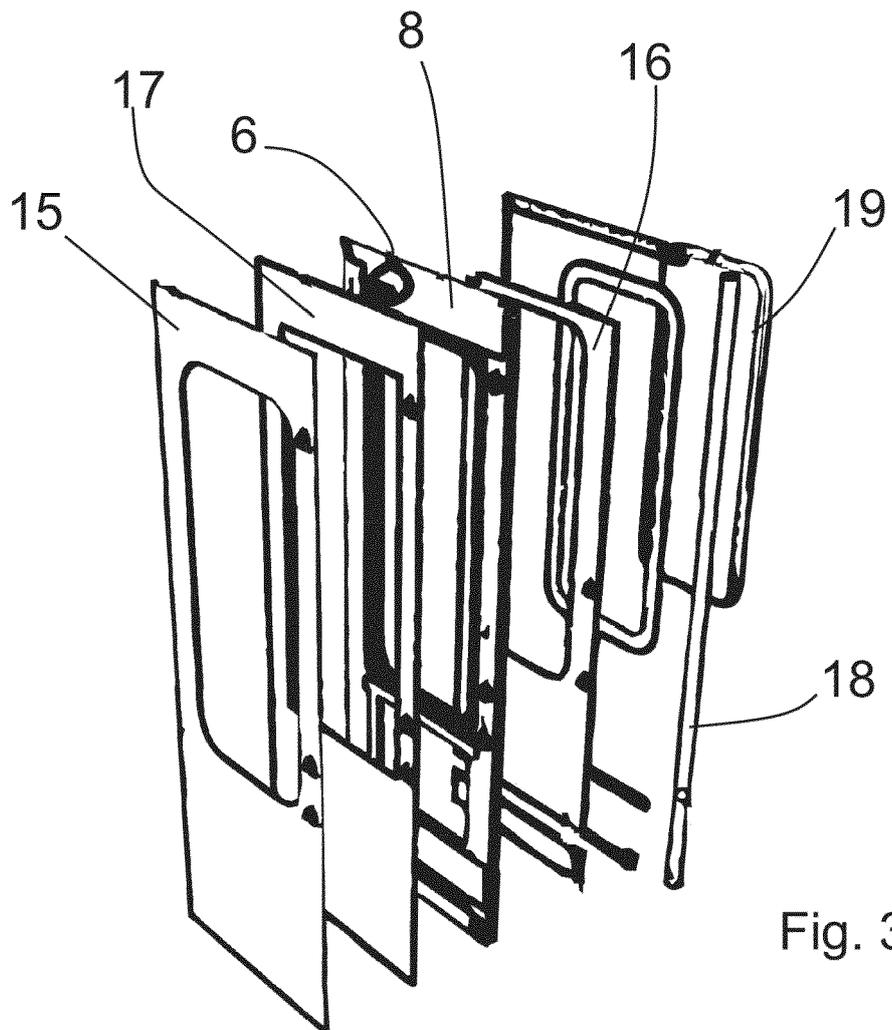


Fig. 3

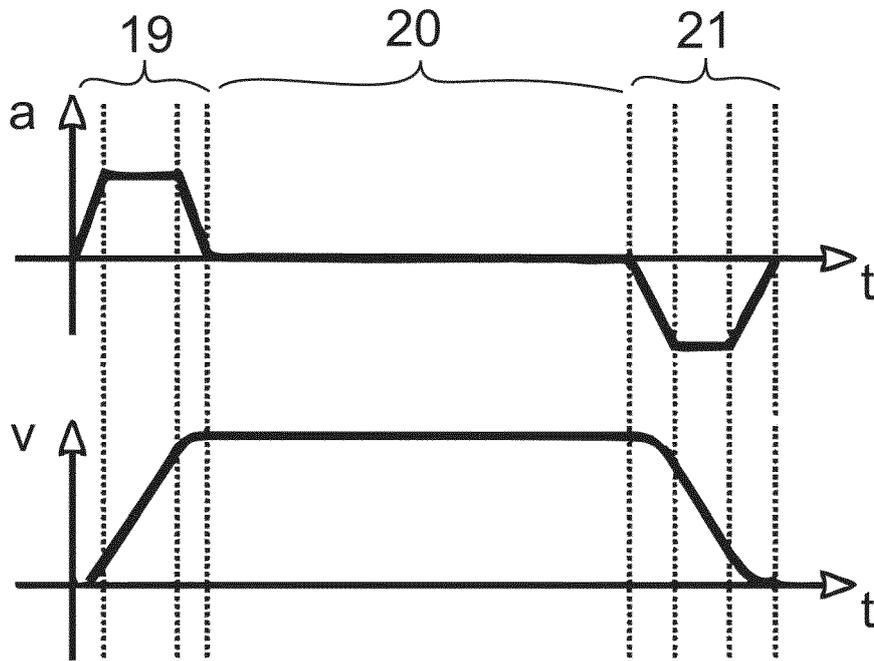


Fig. 4

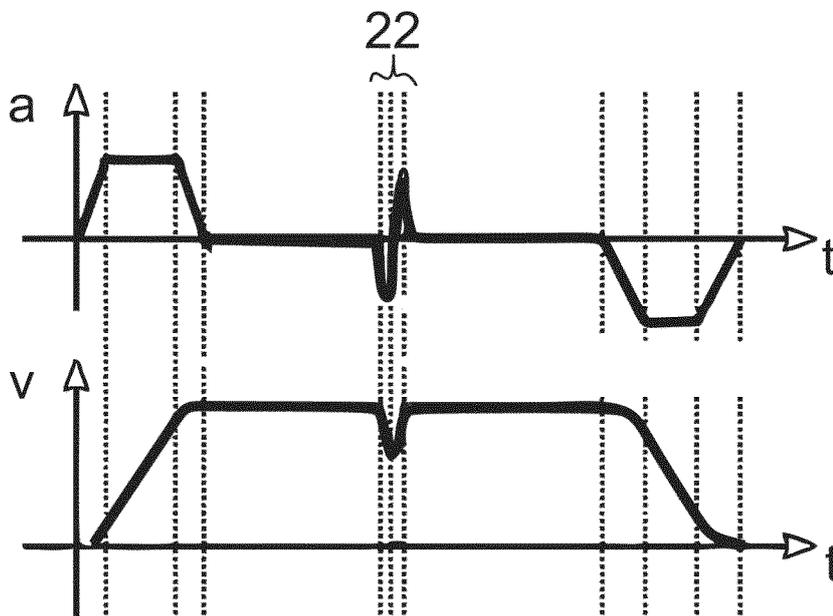


Fig. 5

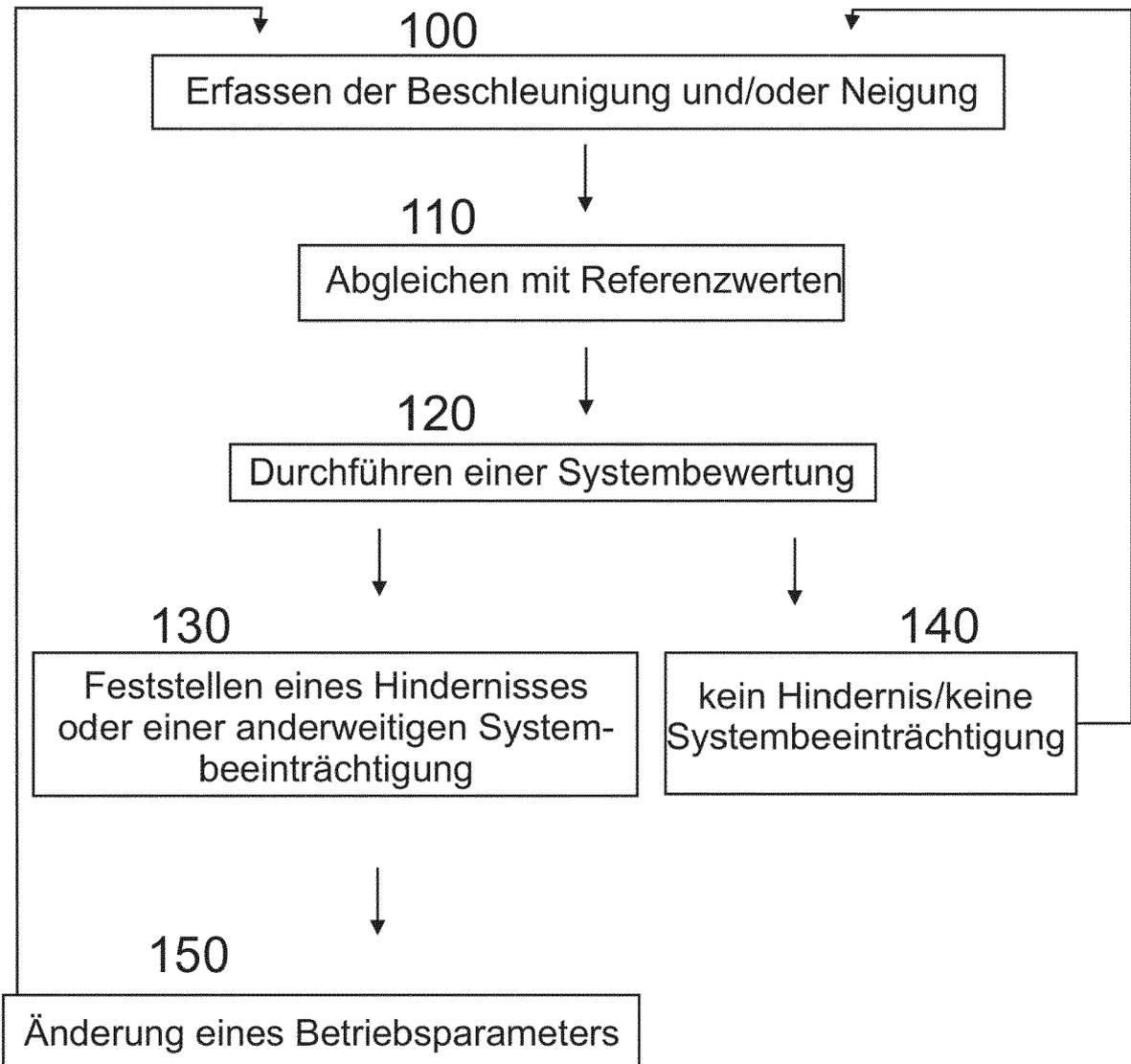


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 20 4126

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2006 030986 A1 (EDSCHA AG [DE]) 17. Januar 2008 (2008-01-17) * Absätze [0008], [0034], [0045]; Abbildungen 1-4 * * Absatz [0012] - Absatz [0016] * * Absatz [0020] - Absatz [0025] *	1-16	INV. E05F15/40
X	DE 10 2016 211777 A1 (BROSE FAHRZEUGTEILE [DE]) 4. Januar 2018 (2018-01-04) * Absätze [0013] - [0016], [0050], [0051]; Abbildung 1 *	1-3,7-16	
Y		6	
Y,D	DE 10 2005 029630 A1 (GEZE GMBH [DE]) 28. Dezember 2006 (2006-12-28) * Absätze [0008] - [0011], [0014] *	1-16	
Y	DE 10 2007 038421 B3 (PEPPERL & FUCHS [DE]) 11. September 2008 (2008-09-11) * Absätze [0014], [0017], [0029]; Abbildung 1 *	1-5,7-16	
Y	DE 10 2007 062472 A1 (UNIV MUENCHEN TECH [DE]) 25. Juni 2009 (2009-06-25) * Absätze [0016] - [0020], [0039] - [0042] *	6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E05F
A		2	
A	US 2016/010379 A1 (SAUERWEIN SVEN [CA] ET AL) 14. Januar 2016 (2016-01-14) * Absatz [0085] *	4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 12. März 2020	Prüfer Viethen, Lorenz
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 20 4126

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-03-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006030986 A1	17-01-2008	DE 102006030986 A1	17-01-2008
		JP 5360637 B2	04-12-2013
		JP 2008014130 A	24-01-2008
		US 2008046153 A1	21-02-2008

DE 102016211777 A1	04-01-2018	CN 109415922 A	01-03-2019
		CN 109415923 A	01-03-2019
		DE 102016211777 A1	04-01-2018
		DE 112017003272 A5	21-03-2019
		DE 112017003288 A5	14-03-2019
		US 2019203517 A1	04-07-2019
		US 2019234129 A1	01-08-2019
		WO 2018002157 A1	04-01-2018
WO 2018002158 A1	04-01-2018		

DE 102005029630 A1	28-12-2006	KEINE	

DE 102007038421 B3	11-09-2008	KEINE	

DE 102007062472 A1	25-06-2009	KEINE	

US 2016010379 A1	14-01-2016	CA 2924713 A1	09-04-2015
		CN 105593447 A	18-05-2016
		CN 110359791 A	22-10-2019
		EP 3052726 A1	10-08-2016
		JP 6450749 B2	09-01-2019
		JP 2016538442 A	08-12-2016
		KR 20160075544 A	29-06-2016
		US 2016010379 A1	14-01-2016
		US 2017260790 A1	14-09-2017
WO 2015048876 A1	09-04-2015		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102005029630 A1 [0007]