



(10) **AT 514884 A2 2015-04-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50609/2013
 (22) Anmeldetag: 23.09.2013
 (43) Veröffentlicht am: 15.04.2015

(51) Int. Cl.: **B61D 19/00** (2006.01)

(71) Patentanmelder:
 KNORR-BREMSE GESELLSCHAFT MIT
 BESCHRÄNKTER HAFTUNG
 2340 MÖDLING (AT)

(74) Vertreter:
 ANWÄLTE BURGER UND PARTNER
 RECHTSANWÄLTE GMBH
 4580 WINDISCHGARSTEN (AT)

(54) **Schwenkschiebetürmodul mit dynamisch sicherer Übertotpunktverriegelung**

(57) Es wird ein Schwenkschiebetürmodul (100..108) für ein Schienenfahrzeug (84, 88) angegeben, welches zumindest einen Türflügel (2) und ein mit dem Türflügel (2) gekoppeltes Türantriebssystem umfasst, welches eine Ausstellbewegung und eine Verschiebebewegung des Türflügels (2) bewirkt. Das Türantriebssystem umfasst eine in Ausstellrichtung (21) des Türflügels (2) wirkende Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74), welche in der Schließstellung um einen Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel (α_{TP} , α_{TP1} , α_{TP2}), über einen Totpunkt (TP) bewegt wird. Das Schwenkschiebetürmodul (100..108) ist hinsichtlich seines dynamischen Verhaltens derart abgestimmt, dass eine Auslenkung (α , α_1 , α_2) der Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74) bei dem an dem Schienenfahrzeug im Betrieb auftretenden dynamischen Belastungen stets kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel (α_{TP} , α_{TP1} , α_{TP2}).

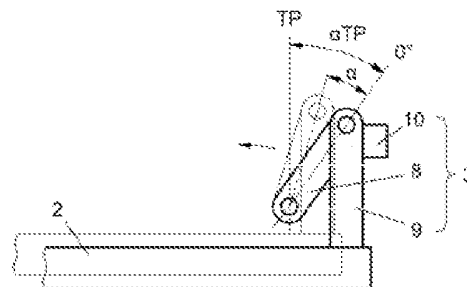


Fig. 2

Zusammenfassung

Es wird ein Schwenkschiebetürmodul (100..108) für ein Schienenfahrzeug (84, 88) angegeben, welches zumindest einen Türflügel (2) und ein mit dem Türflügel (2) gekoppeltes Türantriebssystem umfasst, welches eine Ausstellbewegung und eine Verschiebewegung des Türflügels (2) bewirkt. Das Türantriebssystem umfasst eine in Ausstellrichtung (21) des Türflügels (2) wirkende Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74), welche in der Schließstellung um einen Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel (α_{TP} , α_{TP1} , α_{TP2}) über einen Totpunkt (TP) bewegt wird. Das Schwenkschiebetürmodul (100..108) ist hinsichtlich seines dynamischen Verhaltens derart abgestimmt, dass eine Auslenkung (α , α_1 , α_2) der Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74) bei dem an dem Schienenfahrzeug im Betrieb auftretenden dynamischen Belastungen stets kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel (α_{TP} , α_{TP1} , α_{TP2}).

Fig. 2

Die Erfindung betrifft ein Schwenkschiebetürmodul für ein Schienenfahrzeug, das zumindest einen Türflügel und ein mit dem Türflügel gekoppeltes Türantriebssystem umfasst, welches eine Ausstellbewegung und eine Verschiebebewegung des Türflügels bewirkt. Das Türantriebssystem umfasst zumindest eine erste in Ausstellrichtung des Türflügels wirkende Übertotpunktverriegelung, welche in der Schließstellung um einen Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel über einen Totpunkt bewegt wird. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Schienenfahrzeug mit einem solche Schwenkschiebetürmodul.

Schwenkschiebetürmodule der genannten Art sind grundsätzlich bekannt. Dabei wird eine Schiebetür beim Öffnen/Schließen in die Ausstellrichtung und Schieberichtung bewegt. Diese Bewegungen können hintereinander aber auch simultan ausgeführt werden. Darüber hinaus wird der Ausstellmechanismus in der Schließstellung mit Hilfe einer Übertotpunktverriegelung lagefixiert, sodass die Schiebetür nach dem Schließen in Ausstellrichtung nicht mehr oder nur mehr geringfügig bewegt werden kann. Dadurch kann der Türflügel bei einer externen statischen auf den Türflügel wirkenden Kraft nicht geöffnet werden. Wirkt die genannte Kraft nach außen, wird das Hebelsystem der Übertotpunktverriegelung lediglich gegen einen Anschlag gedrückt, ohne dass es zu einer Bewegung des Türflügels kommt. Wirkt die genannte Kraft nach innen, so kann das Hebelsystem - zumindest wenn der Vorgang hinreichend langsam erfolgt - maximal bis zum Totpunkt gedrückt werden, jedoch nicht weiter. Die Schiebetür bleibt somit ebenfalls verschlossen.

Neuere Untersuchungen haben jedoch zu dem Ergebnis geführt, dass die alleinige statische Betrachtung der Übertotpunktverriegelung für den sicheren Betrieb des Schwenkschiebetürmoduls nicht ausreichend ist. Durch eine auf das Schienen-

fahrzeug wirkende Belastung (z.B. Kraft, Druck, etc.) kann das Schwenkschiebetürmodul nämlich dynamisch angeregt werden, wodurch die Übertotpunktverriegelung im ungünstigsten Fall auch den Totpunkt überwinden und so zu einem ungewollten und gefährlichen Aufspringen der Tür bei fahrendem Zug führen kann. Lebensgefährliche Situationen sind die Folge.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein verbessertes Schwenkschiebetürmodul beziehungsweise ein verbessertes Schienenfahrzeug anzugeben. Insbesondere soll eine Schließstellung auch bei dynamischer Belastung des Schwenkschiebetürmoduls gewährleistet werden.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein Schwenkschiebetürmodul der eingangs genannten Art gelöst, das hinsichtlich seines dynamischen Verhaltens derart abgestimmt ist, dass eine Auslenkung der ersten Übertotpunktverriegelung bei dem an dem Schienenfahrzeug im Betrieb auftretenden dynamischen Belastungen stets kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel.

Insbesondere wird die Aufgabe der Erfindung daher durch ein Schwenkschiebetürmodul der eingangs genannten Art gelöst, das hinsichtlich seines Schwingungsverhaltens derart abgestimmt ist, dass eine Schwingungsamplitude der ersten Übertotpunktverriegelung bei dem an dem Schienenfahrzeug im Betrieb auftretenden Schwingungen stets kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel.

Die Aufgabe der Erfindung wird auch mit einem Schienenfahrzeug gelöst, das ein Schwenkschiebetürmodul der oben genannten Art aufweist.

Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen bleibt die Schiebetür auch bei dynamischer Belastung sicher verschlossen. Für die Abstimmung des dynamischen Verhaltens des Schwenkschiebetürmoduls, das als Feder-Masse-System aufgefasst werden kann, stehen vielfältige konstruktive Möglichkeiten zur Verfügung. Durch Beeinflussung der beteiligten Massen, Federn und dämpfenden Elemente kann das Schwenkschiebetürmodul gezielt so abgestimmt werden, dass die Tür nicht mehr aufspringen kann. Eine wesentliche Einflussgröße stellt dabei der Türflügel

dar, der eine relativ große Masse aufweist, sowie die Türdichtung, welche das Hebelsystem der Übertotpunktverriegelung gegen einen Anschlag drückt. Durch Variation der Masse beziehungsweise der Steifigkeit der Dichtung kann das dynamische Verhalten beziehungsweise Schwingungsverhalten des Schwenkschiebetürmoduls bereits maßgeblich beeinflusst werden. Zudem beeinflusst nicht nur die Gesamtmasse eines Bauteils, sondern auch dessen Massenverteilung das dynamische Verhalten/Schwingungsverhalten des Schwenkschiebetürmoduls.

Selbstverständlich ist die oben ausgeführte Vereinfachung (Tür, Dichtung) eines realen Schwenkschiebetürmoduls nur eine sehr simple Betrachtung der das dynamische Verhalten/Schwingungsverhalten beeinflussenden Faktoren. Ein reales Schwenkschiebetürmoduls weist eine Reihe von interagierenden Massen, Federn und dämpfenden Elementen auf. Für die Auslegung ist es daher unter Umständen zweckmäßig, ein komplexeres Modell eines realen Schwenkschiebetürmoduls für die Auslegung des dynamischen Verhaltens/Schwingungsverhaltens zu wählen, oder das dynamische Verhalten/Schwingungsverhalten an einer Simulation zu studieren, um die Konstruktion sukzessive verbessern zu können.

Generell kann die Erfindung auch darin gesehen werden, zu der Einsicht zu gelangen, dass die alleinige Auslegung eines Schwenkschiebetürmoduls im Hinblick auf statische Belastungen für dessen sichere Schließstellung nicht ausreichend ist und es dafür zusätzlich einer Untersuchung beziehungsweise Berücksichtigung der dynamischen Effekte bedarf.

Angemerkt wird auch, dass die Verwendung von Übertotpunktverriegelungen, welche den angeführten Kriterien nicht entsprechen und die daher in ungünstigen Fällen aufspringen können, zusätzlich zu der zumindest einen ersten Übertotpunktverriegelung im Rahmen der Erfindung nicht ausgeschlossen ist.

Das "Türantriebssystem" umfasst neben der ersten Übertotpunktverriegelung auch den diese bewegendes Motor, sowie Komponenten zur mechanischen Kopplung derselben. Insbesondere sind darunter (Rad)Getriebe, Kupplungen, Wellen, Hebel und dergleichen zu verstehen. Die Komponenten zwischen dem Motor und einem

bewegten Bauteil des Schwenkschiebetürmoduls, insbesondere der Übertotpunktverriegelung, bilden einen "Antriebsstrang".

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung in Zusammenschau mit den Figuren.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Schwenkschiebetürmodul zumindest eine zweite in Ausstellrichtung des Türflügels wirkende Übertotpunktverriegelung umfasst, welche in der Schließstellung um einen Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel über einen Totpunkt bewegt wird, wobei eine Auslenkung der zweiten Übertotpunktverriegelung bei dem an dem Schienenfahrzeug im Betrieb auftretenden dynamischen Belastungen stets kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel und die zweite Übertotpunktverriegelung ein anderes dynamisches Verhalten aufweist als die erste Übertotpunktverriegelung. Dadurch springt die Schiebetür selbst dann nicht auf, wenn eine der beiden Übertotpunktverriegelungen dynamisch so angeregt wird, dass diese öffnet, da die andere Übertotpunktverriegelung dann immer noch geschlossen bleibt.

Besonders vorteilhaft ist es in diesem Zusammenhang weiterhin, wenn die zweite Übertotpunktverriegelung eine andere Übertragungsfunktion aufweist als die erste Übertotpunktverriegelung. Als "Übertragungsfunktion" wird im Rahmen der Erfindung die Schwingungsamplitude der Übertotpunktverriegelung bei Anregung des mit dieser verbundenen Türflügels mit unterschiedlichen Frequenzen verstanden. Eine solche Übertragungsfunktion wird häufig in Form eines Bodediagramms dargestellt.

Vorteilhaft ist es weiterhin, wenn eine Schwingungsamplitude der ersten und/oder zweiten Übertotpunktverriegelung bei einer auf den Türflügel wechselnden, sinusförmigen Druckbelastung in einem Frequenzbereich von 1 bis 100 Hz und einer Amplitude an der statischen Belastungsgrenze des Schwenkschiebetürmoduls kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel. Bei dieser Variante bleibt eine Übertotpunktverriegelung bei allen denkbaren Belastungen im Frequenzbereich von 1 bis 100 Hz verschlossen. Eine weitere Erhöhung der An-

regungsamplitude würde bereits zu einer Zerstörung des Schwenkschiebetürmoduls führen.

Vorteilhaft ist es weiterhin, wenn eine Schwingungsamplitude der ersten und/oder zweiten Übertotpunktverriegelung bei einer auf den Türflügel wechselnden, sinusförmigen Druckbelastung in einem Frequenzbereich von 1 bis 100 Hz und einer Amplitude von 2000 Pa kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel. Auf diese Art und Weise kann das Schwenkschiebetürmodul mit einem einfachen Parameter-Tupel für die an einem Schienenfahrzeug im Betrieb gewöhnlichen Belastungen ausgelegt werden.

Besonders vorteilhaft ist es in diesem Zusammenhang, wenn die Auslenkung der ersten und/oder zweiten Übertotpunktverriegelung bei einer auf den Türflügel wechselnden, sinusförmigen Druckbelastung in einem Frequenzbereich von 1 bis 100 Hz und einer Amplitude von 2000 Pa und einer in Phase überlagerten einmaligen Druckspitze von zusätzlich 2000 Pa kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel. Da der obige dynamische Belastungsfall in der Realität nur äußerst selten oder abgemildert auftritt, so kann bei obiger Auslegung für die gewöhnlich auftretenden Belastungen mit akkumulierten (kleineren) Druckspitzen mit hoher Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die Schiebetür nicht unbeabsichtigt aufspringt.

Vorteilhaft ist es außerdem, wenn die unterste Resonanzfrequenz der Übertragungsfunktion der ersten und/oder zweiten Übertotpunktverriegelung über 100 Hz liegt/liegen. Dadurch ist ein ausreichender Sicherheitsabstand zu den gewöhnlich bei einem Schienenfahrzeugen auftretenden Schwingungen mit maßgeblicher Amplitude gegeben.

Besonders vorteilhaft ist es auch, wenn die Differenz der untersten Resonanzfrequenz der Übertragungsfunktion der ersten Übertotpunktverriegelung und der untersten Resonanzfrequenz der Übertragungsfunktion der zweiten Übertotpunktverriegelung zumindest 50 Hz beträgt. Dadurch ist ein ausreichender Sicherheitsabstand gegen ein gleichzeitiges unbeabsichtigtes Aufspringen beider Übertotpunktverriegelungen gegeben.

Günstig ist es, wenn die Resonanzüberhöhung bei der untersten Resonanzfrequenz der Übertragungsfunktion der ersten und/oder zweiten Übertotpunktverriegelung unterhalb von 5° liegt/liegen. Bei gewöhnlichen Übertotpunkt winkeln ergibt sich auf diese Weise eine gute Sicherheit gegen ungewolltes Aufspringen der Schiebetür.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Amplitude/Auslenkung der ersten und/oder zweiten Übertotpunktverriegelung bei einer Testanregung kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunkt winkel, wobei

- die Anregungsamplitude der Testanregung der Verschiebung des Türflügels entspricht, welche bei einer Druckbelastung desselben von 2000 Pa, insbesondere bei 4000 Pa auftritt, und
- die bei der Testanregung maximal auftretende Geschwindigkeit der genannten Anregungsamplitude multipliziert mit 628 s^{-1} entspricht.

Die Bestimmung der Schwingungsamplituden am realen System kann wegen der hohen auftretenden dynamischen Belastungen mitunter technisch aufwändig sein. Bei dieser Ausführungsform wird daher in einem ersten Schritt ermittelt, welche Verschiebung der Türflügel bei einer (statischen) Druckbelastung von 2000 Pa beziehungsweise insbesondere bei 4000 Pa erfährt. Das heißt, es wird gemessen, welche Verschiebung des Türflügels (in das Wageninnere) die genannte Druckbelastung bewirkt. Die Anregungsamplitude entspricht nun der genannten Verschiebung. In einem zweiten Schritt wird die Übertotpunktverriegelung "angeschubbt", wobei ein die Testanregung ausführendes Bauteil (z.B. ein hydraulisch betriebener Kolben) um die Anregungsamplitude verschoben und maximal mit der errechneten Geschwindigkeit bewegt wird. Die Übertotpunktverriegelung überwindet dabei den Totpunkt nicht, das heißt deren Amplitude/Auslenkung ist kleiner als der Übertotpunktweg oder Übertotpunkt winkel.

Die genannte Verschiebung zur Ermittlung der Anregungsamplitude kann an einem realen Türflügel gemessen oder ausgehend von einem verkleinerten Modell hochgerechnet werden. Beispielsweise wird dazu eine Platte mit einigen dm^2 mit einer Dichtung ausgestattet, die in Querschnitt und Material der real verwendeten Türdichtung entspricht. In einem weiteren Schritt wird ein Kraft-Weg-Verlauf res-

pektive eine Federkonstante dieser Anordnung durch Aufbringen unterschiedlicher Kräfte oder einer veränderlichen Kraft ermittelt. Dieser Kraft-Weg-Verlauf respektive diese Federkonstante sind in aller Regel nichtlinear über den Weg. Ausgehend von diesem Modell kann anhand der gemessenen Federkonstante nun berechnet werden, wie weit der reale Türflügel gegen die reale Dichtung bewegt wird, wenn auf diesen ein Druck von 2000 Pa beziehungsweise insbesondere bei 4000 Pa wirkt. Vorteilhaft ist an dieser Vorgangsweise, dass dabei nur vergleichsweise kleine (statische) Kräfte auf das Modell aufgebracht werden müssen.

Vorteilhaft ist es, wenn die oben genannte Verschiebung zur Ermittlung der Anregungsamplitude auf einen Zustand bezogen ist, in dem eine Verbindung zwischen Übertotpunktverriegelung und Türflügel aufgetrennt ist. Das heißt, dass die oben genannte Verschiebung zur Ermittlung der Anregungsamplitude in einem Zustand ermittelt wird, in dem eine Verbindung zwischen Übertotpunktverriegelung und Türflügel aufgetrennt ist. Bevorzugt wird bei der Ermittlung der Anregungsamplitude also nur der Türflügel und eine Türdichtung, an welcher der Türflügel anliegt, isoliert betrachtet. Der Einfluss des verbleibenden Teils des Schwenkschiebetürmoduls wird dagegen vernachlässigt, um das Prüfverfahren zu vereinfachen.

Vorteilhaft ist es weiterhin, wenn die genannte Anregungsamplitude auf einen Zustand bezogen ist, in dem die Übertotpunktverriegelung von den übrigen Teilen des Schwenkschiebetürmoduls isoliert ist. Das heißt, dass die Übertotpunktverriegelung alleine mit der Anregungsamplitude angeregt beziehungsweise ausgelenkt wird. Mit anderen Worten wird der Test nur an der (vom Rest des Schwenkschiebetürmoduls isolierten) Übertotpunktverriegelung durchgeführt. Der Einfluss der übrigen Teile des Schwenkschiebetürmoduls wird dagegen wiederum vernachlässigt, um das Prüfverfahren zu vereinfachen.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Übertotpunktverriegelung in dem genannten Zustand mit auf die Übertotpunktverriegelung rückgerechneten Massen des Antriebs oder Teilen davon ausgestattet ist. Das heißt, dass die Übertotpunktverriegelung beim Test mit auf die Übertotpunktverriegelung rückgerechneten Massen des Antriebs oder Teilen davon ausgestattet ist. Vorteilhaft kann so der Einfluss von Teilen des Schwenkschiebetürmoduls auf das dynamische Verhalten der

Übertotpunktverriegelung berücksichtigt werden, ohne dass dazu der Test am gesamten Schwenkschiebetürmodul durchgeführt werden müsste. Da die Bewegungen der einzelnen Teile des Schwenkschiebetürmoduls (insbesondere der Teile des zur Übertotpunktverriegelung führenden Antriebsstrangs) in einem vorgegebenen Verhältnis stehen, kann zum Beispiel die Rotormasse eines Antriebsmotors auf die Übertotpunktverriegelung rückgerechnet werden. Basis dafür ist das Rotationsträgheitsmoment des genannten Rotors, sowie die (Getriebe)übersetzung zwischen dem Rotor und einem Hebel der Übertotpunktverriegelung. Selbstverständlich ist der Begriff "Getriebe" weit zu fassen und beinhaltet nicht nur Radübersetzungen, sondern zum Beispiel auch Hebelübersetzungen und dergleichen. Prinzipiell können auf diese Weise auch andere Bauteile des Schwenkschiebetürmoduls berücksichtigt werden.

Besonders vorteilhaft ist es weiterhin, wenn die Übertotpunktverriegelung in dem genannten Zustand mit einer auf die Übertotpunktverriegelung rückgerechneten Reibung des Antriebs oder Teilen davon beaufschlagt ist. Das heißt, dass die Übertotpunktverriegelung beim Test mit einer auf die Übertotpunktverriegelung rückgerechneten Reibung des Antriebs oder Teilen davon beaufschlagt wird. Vorteilhaft kann so wiederum der Einfluss von Teilen des Schwenkschiebetürmoduls auf das dynamische Verhalten der Übertotpunktverriegelung berücksichtigt werden, ohne dass dazu der Test am gesamten Schwenkschiebetürmodul durchgeführt werden müsste. In diesem Fall wird dies aber nicht auf Basis der Masse beziehungsweise Trägheit einzelner Bauteile durchgeführt, sondern auf Basis der Reibkräfte, mit denen diese Teile beaufschlagt sind. Aufgrund der schon zuvor erwähnten Bewegungskopplung der einzelnen Teile des Schwenkschiebetürmoduls kann die zum Beispiel auf den Rotor des Antriebsmotors wirkende Reibung auf die Übertotpunktverriegelung rückgerechnet werden. Basis dafür ist wiederum die (Getriebe)übersetzung zwischen dem Rotor und einem Hebel der Übertotpunktverriegelung. Selbstverständlich ist auch hier der Begriff "Getriebe" wiederum weit zu fassen und beinhaltet nicht nur Radübersetzungen, sondern zum Beispiel auch Hebelübersetzungen und dergleichen. Prinzipiell können auf diese Weise auch andere Bauteile des Schwenkschiebetürmoduls berücksichtigt werden.

Günstig ist es, wenn die Testanregung einen einer Viertel-Sinuswelle entsprechenden Bewegungsverlauf aufweist. Das heißt, dass das die Testanregung ausführende Bauteil (also jenes, das die Übertotpunktverriegelung "anschubbt") mit einer sinusförmigen Geschwindigkeit bewegt wird und somit ausgehend von einer hohen Geschwindigkeit auf null abgebremst wird. Dies kann beispielsweise dadurch bewerkstelligt werden, dass ein exzentrischer Zapfen in einem Rotationsmotor in einen Schlitz im anregenden Bauteil geführt ist. Bei einer Drehung des Motors um eine Vierteldrehung ergibt sich automatisch das geforderte Geschwindigkeitsprofil. Denkbar ist auch, dass der exzentrische Zapfen und das anregende Bauteil mit einem Pleuel gekoppelt sind und die Testanregung somit annähernd einen einer Viertel-Sinuswelle entsprechenden Bewegungsverlauf aufweist.

Günstig ist es weiterhing, wenn das Schwenkschiebetürmodul einen in Schieberichtung des Türflügels längs ausgerichteten Träger umfasst, welcher quer zu seiner Längserstreckung in horizontaler Richtung verschiebbar gelagert ist, und eine Linearführung mit deren Hilfe der zumindest eine Türflügel verschiebbar gelagert ist, wobei die erste Übertotpunktverriegelung für die Fixierung des Trägers in Ausstellrichtung vorgesehen ist. Durch die asymmetrische Massenverteilung ergibt sich ein günstiges, das heißt unterschiedliches, dynamisches Verhalten/Schwingungsverhalten einer oberen und einer unteren Übertotpunktverriegelung.

Günstig ist es weiterhin, wenn die erste Übertotpunktverriegelung im oberen Bereich des Türflügels und die zweite Übertotpunktverriegelung im unteren Bereich des Türflügels angeordnet ist, dass die erste Übertotpunktverriegelung und die zweite Übertotpunktverriegelung direkt oder indirekt miteinander gekoppelt sind und dass in der Kopplung ein Dämpfungselement angeordnet ist. Auf diese Weise kann das dynamische Verhalten/Schwingungsverhalten einer oberen und einer unteren Übertotpunktverriegelung im Hinblick auf unterschiedliche Übertragungsfunktionen ebenfalls gezielt beeinflusst werden. Denkbar ist auch die Anwendung weiterer zweiter Übertotpunktverriegelungen, die beispielsweise in der Mitte des

Türflügels angeordnet sind. Möglich ist auch, dass zwischen zwei zweiten Übertotpunktverriegelung ein Dämpfungselement angeordnet ist.

Günstig ist es in obigem Zusammenhang, wenn die Kopplung zwischen der ersten Übertotpunktverriegelung und der zweiten Übertotpunktverriegelung eine Drehsäule umfasst. Eine Drehsäule ist bei einem Schwenkschiebetürmodul für die Übertragung einer Antriebskraft auf die untere Übertotpunktverriegelung häufig ohnehin vorhanden und eignet sich aufgrund seiner Form sehr gut für die Beeinflussung des dynamischen Verhaltens/Schwingungsverhaltens des Schwenkschiebetürmoduls. Die Drehsäule kann als (dämpfende) Torsionsfeder aufgefasst werden, wodurch durch gezielte Materialwahl eine unterschiedliche Übertragungsfunktion für obere und untere Übertotpunktverriegelung sichergestellt werden kann. Selbstverständlich kann auch ein gesonderter Torsionsdämpfer im Verlauf der Drehsäule eingebaut sein.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Schwenkschiebetürmodul

- zumindest einen Sensor zur Erfassung einer auf zumindest ein Bauteil des Schwenkschiebetürmodul einwirkenden Kraft und/oder eines auf zumindest ein Bauteil des Schwenkschiebetürmodul einwirkenden Drucks und/oder einer durch diese Kraft/diesen Druck hervorgerufene Bewegung des zumindest einen Bauteils, welche insbesondere durch eine auf den Türflügel einwirkende Kraft in eine Ausstellrichtung und/oder einen auf den Türflügel einwirkenden (Luft)Druck und/oder eine Bewegung des Türflügels in die Ausstellrichtung verursacht ist, umfasst, sowie
- eine mit dem zumindest einen Sensor verbundene Türantriebssteuerung, welche dazu eingerichtet ist, das Türantriebssystem bei Detektion der genannten Kraft und/oder des genannten Drucks und/oder der genannten Bewegung in Richtung der Schließstellung anzusteuern, sofern der Detektion als letzter die Schließstellung der Schiebetür beeinflussender Steuerbefehl nicht ein Steuerbefehl zum Öffnen der Schiebetür vorangegangen ist respektive sofern der letzte die Schließstellung der Schiebetür beeinflussende Steuerbefehl vor der Detektion ein Steuerbefehl zum Schließen der Schiebetür war.

Bei dieser Variante eines Schwenkschiebetürmoduls werden weitere Maßnahmen gegen das Aufspringen einer Tür getroffen, indem einer von außen initiierten Öffnungsbewegung durch Ansteuern eines Motors des Türantriebssystems in Richtung der Schließstellung entgegengewirkt wird, sobald eine entsprechende externe Beeinflussung durch den Sensor festgestellt wird. Beispielsweise können im Betrieb des Schienenfahrzeugs auftretende Vibrationen beziehungsweise Stöße Kräfte in das Schwenkschiebetürmodul einleiten oder Bewegungen desselben initiieren, die ein ungewolltes Öffnen der Schwenkschiebetür begünstigen. Etwa kann eine das Schienenfahrzeug passierende und auf den Türflügel einwirkende Druckwelle mit erhöhter Druckspitze und folgendem Unterdruck, wie dies beispielsweise bei Tunnelleinfahrten oder Zugbegegnungen auftritt, die Ursache dafür sein. Mit Hilfe des zumindest einen Sensors und der Türantriebssteuerung kann eine solche Situation nun erkannt werden.

Das heißt, das Schwenkschiebetürmodul umfasst zumindest einen Sensor zur Erfassung einer nicht durch das Türantriebssystem hervorgerufenen, von extern auf das Schwenkschiebetürmodul einwirkenden Kraft und/oder eines auf zumindest ein Bauteil des Schwenkschiebetürmodul einwirkenden Drucks und/oder einer durch diese Kraft/diesen Druck hervorgerufene Bewegung und eine mit dem zumindest einen Sensor verbundene Türantriebssteuerung, welche dazu eingerichtet ist, das Türantriebssystem bei Detektion der genannten Kraft und/oder der genannten Bewegung in Richtung der Schließstellung anzusteuern. Vorteilhaft wird der Motor des Türantriebs nur in einer prinzipiell gefährlichen Situation aktiviert. Im Normalbetrieb ist er dagegen stromlos und verbraucht daher nicht unnötige elektrische Energie und erzeugt auch keine zusätzliche Abwärme.

Günstig ist es, wenn der zumindest eine Sensor durch einen Bewegungs- beziehungsweise Beschleunigungssensor gebildet ist und die Türantriebssteuerung dazu eingerichtet ist, das Türantriebssystem bei Detektion einer unerwarteten Bewegung, welche insbesondere durch eine Bewegung des Türflügels in die Ausstellrichtung verursacht ist, in Richtung der Schließstellung anzusteuern. Beispielsweise kann ein Bewegungs-/Beschleunigungssensor am Türflügel, an einer Übertotpunktverriegelung oder auch einem anderen Bauteil des Schwenkschiebe-

türmoduls im Antriebsstrang des Türantriebs inklusive dem Motor angeordnet sein. Durch Erfassen des vom betreffenden Bauteil zurückgelegten Wegs, seiner Geschwindigkeit oder seiner Beschleunigung kann festgestellt werden, ob prinzipiell eine Betriebssituation vorliegt, welche das unerwünschte Öffnen der Tür begünstigt. Dies betrifft gleichermaßen Linearbewegungen als auch Drehbewegungen. Das heißt, es kann beispielsweise auch ein Drehwinkel, eine Winkelgeschwindigkeit oder eine Winkelbeschleunigung eines Bauteils (zum Beispiel eines Hebels der Übertotpunktverriegelung) ausgewertet werden.

Günstig ist es weiterhin, wenn der zumindest eine Sensor durch einen Kraftsensor gebildet ist und die Türantriebssteuerung dazu eingerichtet ist, das Türantriebssystem bei Detektion einer unerwarteten Kraft und/oder eines unerwarteten Verlaufs derselben, welche(r) insbesondere durch eine auf den Türflügel in Ausstellrichtung wirkende Kraft verursacht ist, in Richtung der Schließstellung anzusteuern. Bei dieser Variante werden also die auf ein Bauteil im Antriebsstrang des Türantriebssystems oder im Türflügel auftretenden Kräfte beziehungsweise Verformungen erfasst und so ein Rückschluss auf das Vorliegen einer gefährlichen Situation gezogen. Beispielsweise kann die Verformung eines Hebels der Übertotpunktverriegelung gemessen werden.

Vorteilhaft ist es auch, wenn das Schwenkschiebetürmodul eine Türantriebssteuerung mit einem einen Drucksensor und/oder einen Eingang für einen Drucksensor umfasst, welche dazu eingerichtet ist, das Türantriebssystem bei Detektion eines erhöhten auf den Drucksensor einwirkenden oder über den Eingang erfassten Luftdrucks in Richtung der Schließstellung anzusteuern, sofern der Detektion als letzter die Schließstellung der Schiebetür beeinflussender Steuerbefehl nicht ein Steuerbefehl zum Öffnen der Schiebetür vorangegangen ist respektive sofern der letzte die Schließstellung der Schiebetür beeinflussende Steuerbefehl vor der Detektion ein Steuerbefehl zum Schließen der Schiebetür war. Dazu kann das Schwenkschiebetürmodul zumindest einen Drucksensor zur Messung eines Luftdrucks umfassen, welcher mit der Türantriebssteuerung verbunden ist. Ein in der Türantriebssteuerung integrierter Drucksensor kann beispielsweise über eine Rohrleitung oder einen Schlauch nach außen verbunden sein. Denkbar ist auch,

dass die Türantriebssteuerung mit einem externen Drucksensor verbunden ist, welcher im Schienenfahrzeug verbaut ist. Wie erwähnt führen zum Beispiel Tunnelleinfahrten und Zugbegegnungen zu einer Druckwelle mit (zu Beginn) erhöhtem Druck. Wird ein prinzipiell gefährlicher Druckstoß erfasst, so wird wiederum der Motor der Türantriebssteuerung in Schließstellung angesteuert, um einem vom Druckstoß verursachten und ungewollten Aufspringen der Tür entgegenzuwirken.

Vorteilhaft ist es dabei, wenn das Schwenkschiebetürmodul zwei in Fahrtrichtung voneinander beabstandete Drucksensoren und eine Fahrtrichtungsdetektion umfasst, welche dazu eingerichtet ist, für die Ansteuerung der Schließstellung das Signal des jeweils in Fahrtrichtung zuerst kommenden Drucksensors heranzuziehen. Auf diese Weise wird ein prinzipiell gefährlicher Druckstoß möglichst frühzeitig erfasst. Für die Auswahl des für die betreffende Fahrtrichtung relevanten Drucksensors kann die Türantriebssteuerung einen Eingang umfassen, über den diese Informationen über die aktuelle Fahrtrichtung erhält, beispielsweise von einer übergeordneten Zugsteuerung. Die Auswahl des relevanten Drucksensors kann aber auch dadurch erfolgen, dass das erste in der Steuerung einlangende Signal eines Drucksensors aus einer Gruppe von mehreren Drucksensoren herangezogen wird.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Schienenfahrzeug mehrere Schwenkschiebetürmodule umfasst, sowie

- zumindest einen Drucksensor zur Erfassung eines auf das Schienenfahrzeug einwirkenden Luftdrucks und
- a) eine mit dem zumindest einen Drucksensor verbundene zentrale Steuerung, welche dazu eingerichtet ist, die Türantriebssysteme mehrerer Schwenkschiebetürmodule bei Detektion eines erhöhten auf den Drucksensor einwirkenden Luftdrucks in Richtung der Schließstellung anzusteuern, sofern der Detektion als letzter die Schließstellung der Schiebetür beeinflussender Steuerbefehl nicht ein Steuerbefehl zum Öffnen der Schiebetür vorangegangen ist, oder
- b) mehrere, jeweils einem Schwenkschiebetürmodul zugeordnete und mit dem zumindest einen Sensor verbundene Türantriebssteuerungen, welche dazu eingerichtet sind, das Türantriebssystem des jeweiligen Schwenkschiebetürmo-

duls bei Detektion eines erhöhten auf den Drucksensor einwirkenden Luftdrucks in Richtung der Schließstellung anzusteuern, sofern der Detektion als letzter die Schließstellung der Schiebetür beeinflussender Steuerbefehl nicht ein Steuerbefehl zum Öffnen der Schiebetür vorangegangen ist.

Die bereits angeführten Erwägungen gelten sinngemäß auch für ein Schienenfahrzeug mit mehreren Schwenkschiebetürmodulen.

Im Fall a) trifft eine zentrale Steuerung die Entscheidung darüber, ob die Türantriebssysteme wegen des detektierten Drucks in Schließstellung anzusteuern sind. Die Türantriebssysteme erhalten daher direkt ein Signal zum Schließen, beispielsweise über einen im Schienenfahrzeug verlegten Datenbus. Denkbar ist es in diesem Zusammenhang auch, dass das Signal einer Türantriebssteuerung eines Schwenkschiebetürmoduls an andere Schwenkschiebetürmodule weitergeleitet wird.

Im Fall b) wird ein im oder am Schienenfahrzeug angeordneter Drucksensor mit den Türantriebssystemen mehrerer Schwenkschiebetürmodule (die einen entsprechenden Eingang dafür aufweisen) verbunden. Somit teilen sich mehrere Schwenkschiebetürmodule einen Drucksensor. Beispielsweise kann der betreffende Eingang auch durch eine Busschnittstelle gebildet sein und das Drucksignal über einen im Schienenfahrzeug vorgesehenen Datenbus erhalten werden. Die Entscheidung zum Ansteuern eines Türantriebs wird im Fall b) somit dezentral getroffen. Denkbar ist es in diesem Zusammenhang auch, dass das Signal eines Drucksensors eines Schwenkschiebetürmoduls an andere Schwenkschiebetürmodule weitergeleitet wird.

An dieser Stelle wird angemerkt dass die in den Fällen a) und b) genannten Maßnahmen auch unabhängig von den Merkmalen des Patentanspruchs 1 die Basis einer unabhängigen Erfindung bilden können. Das heißt, dass die genannten Maßnahmen nicht an die Anwendung einer Übertotpunktverriegelung gebunden sind, sondern auch auf Schwenkschiebetürmodule anwendbar sind, die ein anderes Antriebssystem ohne Übertotpunktverriegelungen aufweisen. Weiterhin wird angemerkt, dass die in den Fällen a) und b) genannten Maßnahmen nicht an die Verwendung eines Drucksensors gebunden sind, sondern eine gefährliche Situa-

tion auch auf andere Weise ermittelt werden kann, beispielsweise mit den schon erwähnten Bewegungs-, Beschleunigungs- oder Kraftsensoren. So kann zum Beispiel das Signal eines solchen Sensors oder ein davon abgeleitetes Schließsignal an mehrere Schwenkschiebetürmodule geleitet werden. Der betreffende Sensor selbst kann dazu wiederum in einem Schwenkschiebetürmodul oder an einer anderen Stelle im Schienenfahrzeug verbaut sein.

Vorteilhaft ist es außerdem, wenn der Drucksensor in Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs vor den zugeordneten Schwenkschiebetürmodulen angeordnet ist, da auf diese Weise ein gefährlicher Druckstoß relativ frühzeitig erkannt wird.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Drucksensor in an der Zugspitze angeordnet ist, da ein gefährlicher Druckstoß auf diese Weise zum frühest möglichen Zeitpunkt erkannt wird.

Besonders vorteilhaft ist es schließlich, wenn das Schienenfahrzeug zumindest zwei Drucksensoren und eine Fahrtrichtungsdetektion umfasst, welche dazu eingerichtet ist, für die Ansteuerung der Schließstellung das Signal des jeweils in Fahrtrichtung zuerst kommenden Drucksensors heranzuziehen. Auf diese Weise wird ein prinzipiell gefährlicher Druckstoß unabhängig von der Fahrtrichtung frühzeitig erfasst. Bei Änderung der Fahrtrichtung wird dementsprechend von einem auf den anderen Drucksensor umgeschaltet. Die Auswahl des relevanten Drucksensors kann aber auch dadurch erfolgen, dass das erste in einer Steuerung einlangende Signal eines Drucksensors aus einer Gruppe von mehreren Drucksensoren herangezogen wird.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

- Fig. 1 ein erstes schematisch dargestelltes Beispiel für ein Schwenkschiebetürmodul in Schrägansicht;
- Fig. 2 die Übertotpunktverriegelung des Schwenkschiebetürmoduls aus Fig. 1 im Detail;

- Fig. 3 ein Beispiel für das Schwingungsverhalten der Übertotpunktverriegelung im Zeitbereich;
- Fig. 4 ein Beispiel für das Schwingungsverhalten von zwei Übertotpunktverriegelungen im Frequenzbereich;
- Fig. 5 eine beispielhafte Anordnung zur Aufbringung einer Testanregung auf eine Übertotpunktverriegelung;
- Fig. 6 ein zweites schematisch dargestelltes Beispiel für ein Schwenkschiebetürmodul in Schrägansicht;
- Fig. 7 den oberen Teil des Schwenkschiebetürmoduls aus Fig. 6 im Detail;
- Fig. 8 den unteren Teil des Schwenkschiebetürmoduls aus Fig. 6 im Detail;
- Fig. 9 das Schwenkschiebetürmodul aus Fig. 6 von oben bei vollständig geschlossener Schiebetür;
- Fig. 10 das Schwenkschiebetürmodul aus Fig. 6 von oben bei leicht ausgestellter Schiebetür;
- Fig. 11 das Schwenkschiebetürmodul aus Fig. 6 von oben bei vollständig ausgestellter aber noch nicht seitlich verschobener Schiebetür;
- Fig. 12 das Schwenkschiebetürmodul aus Fig. 6 von oben bei vollständig ausgestellter und seitlich verschobener Schiebetür;
- Fig. 13 ein schematisch dargestelltes Beispiel für ein Schwenkschiebetürmodul mit einem seitlich ausstellbaren Träger in Schrägansicht;
- Fig. 14 wie Fig. 13, nur mit Torsionsdämpfern in der Drehsäule;
- Fig. 15 ähnlich wie das Schwenkschiebetürmodul aus Fig. 13, nur mit einem Hebelsystem zum Antrieb der Drehsäule;
- Fig. 16 ähnlich wie das Schwenkschiebetürmodul aus Fig. 13, nur mit einem Bowdenzug zum Antrieb der unteren Totpunktverriegelung;

- Fig. 17 ein linear dämpfendes/federndes Element im Verlauf eines Bowdenzugs;
- Fig. 18 einen Drehhebel im Verlauf eines Bowdenzugs;
- Fig. 19 wie Fig. 14, nur mit zusätzlichen mittleren Übertotpunktverriegelungen und weiteren Torsionsdämpfern in der Drehsäule;
- Fig. 20 ein beispielhaftes und schematisch dargestelltes Schwenkschiebetürmodul mit einer Türantriebssteuerung und einem Drucksensor;
- Fig. 21 wie Fig. 20, nur mit zwei Drucksensoren;
- Fig. 22 ein beispielhaftes Schienenfahrzeug mit einer zentralen Türantriebssteuerung für mehrere Schwenkschiebetürmodule und einem Drucksensor an der Zugspitze und
- Fig. 23 ein beispielhaftes Schienenfahrzeug mit einer zentralen Türantriebssteuerung für mehrere Schwenkschiebetürmodule und Drucksensoren an den Zugspitzen.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiterhin können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mit umfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausge-

hend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereich beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1 oder 5,5 bis 10.

Die Fig. 1 zeigt eine stark vereinfachte Darstellung eines ersten Schwenkschiebetürmoduls 100 für ein Schienenfahrzeug. Das Schwenkschiebetürmodul 100 umfasst einen Türflügel 2 und ein mit dem Türflügel 2 gekoppeltes Türantriebssystem, welches eine Ausstellbewegung und eine Verschiebewegung des Türflügels 2 bewirkt. Das Türantriebssystem ist zum besseren Verständnis der Anordnung in der Fig. 1 lediglich in Teilen dargestellt (siehe jedoch die Figuren 6 und 21 für ausführlichere Darstellungen). Konkret zeigt die Fig. 1 eine erste Übertotpunktverriegelung 3, die Teil des Türantriebssystems ist und in Ausstellrichtung des Türflügels 2 wirkt. Weiterhin ist in der Fig. 1 eine untere Türhalterung 4 sowie eine Türdichtung 5 dargestellt. Schließlich ist in der Fig. 1 auch schematisch eine Wand 6 mit einem Türfalz 7 dargestellt. In der Schließstellung wird die Türdichtung 5 in den Türfalz 7 gepresst, sodass der Türflügel 2 dicht abschließt.

In der Fig. 1 ist lediglich an der Vorderkante des Türflügels 2 eine Türdichtung 5 dargestellt. Dies ist natürlich rein schematisch. In der Regel ist die Türdichtung 5 um den Türflügel 2 herumgeführt, sodass dieser allseitig abdichtet. Zudem ist es denkbar, dass alternativ oder zusätzlich zur Türdichtung 5 eine Falzdichtung im Türfalz 7 vorgesehen ist.

Fig. 2 zeigt die Übertotpunktverriegelung 3 nun im Detail. Diese umfasst einen drehbar gelagerten Ausstellhebel 8, einen damit gelenkig verbundenen Verbindungshebel 9 sowie einen Anschlag 10. Der Einfachheit halber wird für das folgende Beispiel angenommen, dass die untere Türhalterung 4 und der Verbindungshebel 9 fix mit dem Türflügel 2 verbunden sind und für die Schiebewegung des Türflügels 2 die gesamte dargestellte Anordnung in der Ebene des Türflügels 2 seitlich verschoben wird. Vorstellbar ist gleichwertig aber auch, dass die untere Türhalterung 4 und der Verbindungshebel 9 verschiebbar im Türflügel 2 gelagert sind, sodass für die Schiebewegung des Türflügels 2 dieser relativ ge-

genüber der unteren Türhalterung 4 und dem Verbindungshebel 9 verschoben wird.

Beim Schließvorgang wird der Türflügel 2 in an sich bekannter Weise um einen Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel α_{TP} über einen Totpunkt TP bewegt und gegen den Anschlag 10 gefahren. Dadurch kann der Türflügel 2 bei einer externen statischen auf den Türflügel 2 wirkenden Kraft nicht geöffnet werden. Wirkt die genannte Kraft nach außen (in der Darstellung nach unten), wird lediglich der Verbindungshebel 9 stärker gegen den Anschlag 10 gedrückt, ohne dass es zu einer Bewegung des Türflügels 2 kommt. Wirkt die genannte Kraft nach innen (in der Darstellung nach oben), so kann der Ausstellhebel 8 - zumindest wenn der Vorgang hinreichend langsam erfolgt - maximal bis zum Totpunkt TP gedrückt werden, jedoch nicht weiter. Die Schiebetür bleibt somit ebenfalls verschlossen.

Neuere Untersuchungen haben jedoch zu dem Ergebnis geführt, dass die alleinige statische Betrachtung der Übertotpunktverriegelung 3 für den sicheren Betrieb des Schwenkschiebetürmoduls 100 nicht ausreichend ist. In der Fig. 2 ist zur Verdeutlichung nicht nur die statische Endlage des Türflügels 2 eingezeichnet, sondern mit dünnen Linien auch eine nach innen gerückte Position. Durch eine auf das Schienenfahrzeug wirkende Belastung kann das Schwenkschiebetürmodul 100 nämlich zu Schwingungen angeregt werden, wodurch der Ausstellhebel 8 zwischen den beiden dargestellten Positionen pendeln und im ungünstigsten Fall auch den Totpunkt überwinden kann, sofern konstruktiv keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Beispielsweise können solche Schwingungen dadurch entstehen, dass der Zug regelmäßig angeordnete Baulichkeiten passiert, insbesondere innerhalb eines Tunnels. Beispielsweise können im Tunnel angeordnete Masten, Nischen respektive Vorsprünge in der Tunnelwand, Schaltschränke und dergleichen solche Schwingungen anregen.

Um ein ungewolltes und gefährliches Aufspringen der Tür bei fahrendem Zug zu vermeiden, ist das in den Figuren 1 und 2 dargestellte Schwenkschiebetürmodul 100 hinsichtlich seines dynamischen Verhaltens/Schwingungsverhaltens derart abgestimmt, dass eine Auslenkung/Schwingungsamplitude α der Übertotpunktverriegelung 3, konkret des Ausstellhebels 8, bei dem an dem Schienenfahrzeug im

Betrieb auftretenden dynamischen Belastungen/Schwingungen stets kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel α_{TP} , jeweils von der 0°-Position am Anschlag 10 gemessen.

Dabei stehen vielfältige konstruktive Möglichkeiten zur Verfügung. Aus Gründen der Einfachheit wird das Schwenkschiebetürmodul 100 als einfaches Feder-Masse-System angenommen, wobei die Masse im Wesentlichen durch den Türflügel 2, die Feder im Wesentlichen durch die Dichtung 5 gebildet wird. Durch Abstimmung des genannten Feder-Masse-Systems, das heißt durch Variation von Masse und Federkonstante, beziehungsweise auch durch Vorsehen von dämpfenden Elementen, beispielsweise von gezielt reibenden Lagern der Übertotpunktverriegelung 3 kann das Schwenkschiebetürmodul 100 nun gezielt so abgestimmt werden, dass die Tür nicht mehr aufspringen kann.

Selbstverständlich ist die oben ausgeführte Modellierung eines realen Schwenkschiebetürmoduls 100 nur eine sehr einfache. Ein reales Schwenkschiebetürmodul weist dagegen eine Reihe von interagierenden Massen, Federn und dämpfenden Elementen auf. Unter Umständen ist es daher zweckmäßig, ein aufwändigeres Modell eines realen Schwenkschiebetürmoduls 100 für die Auslegung des dynamischen Verhaltens/Schwingungsverhaltens zu wählen, oder das dynamische Verhalten/Schwingungsverhalten an einer Simulation zu studieren, um die Konstruktion sukzessive verbessern zu können.

Vorteilhaft ist es jedenfalls, wenn die Schwingungsamplitude der Übertotpunktverriegelung 3 bei einer auf den Türflügel 2 wechselnden, sinusförmigen Druckbelastung in einem Frequenzbereich von 1 bis 100 Hz und einer Amplitude von 2000 Pa kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel α_{TP} . Diese Art von Druckbelastung kann in der Realität wie erwähnt beispielsweise bei Fahrten des Schienenfahrzeugs in einem Tunnel entstehen, wenn zum Beispiel Baulichkeiten im Tunnel in regelmäßigen Abständen angeordnet sind und das Schienenfahrzeug mit einer bestimmten Geschwindigkeit fährt.

Fig. 3 zeigt dazu ein beispielhaftes Diagramm im Zeitbereich, konkret den auf den Türflügel 2 wirkenden Druck p sowie die Schwingungsamplitude α des Ausstellhe-

bels 8. Im linken Bereich des Diagramms ist ein stationärer Schwingungsverlauf dargestellt, wobei die Druckbelastung mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Amplitude von 2000 Pa angenommen wird. Der Ausstellhebel 8 folgt der Schwingung im gezeigten Beispiel praktisch in Phase, die Schwingungsamplitude α bleibt aber stets unter dem Übertotpunktwinkel α_{TP} .

In der Realität können zusätzlich zu der periodischen Druckschwankung oder auch alleine Druckspitzen auftreten. In der Fig. 3 ist der sinusförmigen Druckbelastung mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Amplitude von 2000 Pa im rechten Bereich des Diagramms eine einmaligen Druckspitze von zusätzlich 2000 Pa in Phase überlagert. Vorteilhaft ist es nun, wenn die Auslenkung der ersten Übertotpunktverriegelung 3 auch bei diesem Belastungsfall kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel α_{TP} .

Gut zu sehen ist im Diagramm auch, dass der Ausstellhebel 8 bei der der Druckspitze folgenden Entlastung nicht sofort auf die 0°-Position zurückschwingt, sondern zuvor wieder in die Gegenrichtung ausgelenkt wird und dieser erst nach einigen Perioden in die 0°-Position zurückkehrt. Die Darstellung zeigt somit auch die Möglichkeit, dass die Schwingung des Ausstellhebels 8 vom Anschlag 10 weg wandert und der Totpunkt TP daher prinzipiell auch bei relativ kleiner Schwingungsamplitude überwunden werden kann, insbesondere wenn mehrere Druckspitzen zeitlich knapp aufeinander folgen. Wird die Übertotpunktverriegelung 3 aber für die oben angesprochene einmalige Druckspitze von zusätzlich 2000 Pa ausgelegt, die in der Realität nicht oder nur selten auftritt, so kann für die real auftretenden Belastungen mit akkumulierten (kleineren) Druckspitzen mit hoher Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die Schiebetür nicht unbeabsichtigt aufspringt.

Für erhöhte Sicherheit ist es von Vorteil, wenn das Schwenkschiebetürmodul 100 eine zweite in Ausstellrichtung des Türflügels 2 wirkende Übertotpunktverriegelung umfasst, welche in der Schließstellung um einen Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel α_{TP} über einen Totpunkt TP bewegt wird und welches eine andere Übertragungsfunktion als die erste Übertotpunktverriegelung aufweist. Beispielsweise kann die erste Übertotpunktverriegelung im oberen Bereich des Türflü-

gels 2 und die zweite Übertotpunktverriegelung im unteren Bereich des Türflügels 2 angeordnet sein (siehe auch die Figuren 6-19).

Die Fig. 4 zeigt dazu ein beispielhaftes Bodediagramm für die Schwingungsamplitude α_1 der ersten Übertotpunktverriegelung 3 und für die Schwingungsamplitude α_2 der zweiten Übertotpunktverriegelung, wiederum bei einer wechselnden Druckbelastung von 2000 Pa bei verschiedenen Frequenzen, wobei die Achsen logarithmisch skaliert sind. Der Graph α_1 zeigt eine Resonanzüberhöhung bei der (untersten) Resonanzfrequenz f_{R1} . Darüber hinaus weist der Graph α_1 beispielhaft auch eine weitere etwas kleinere Resonanzüberhöhung bei einer höheren Frequenz f auf. Der Graph α_2 zeigt eine Resonanzüberhöhung bei der (untersten) Resonanzfrequenz f_{R2} . In der Fig. 4 sind weiterhin der erste Übertotpunktwinkel α_{TP1} und der zweite Übertotpunktwinkel α_{TP2} eingezeichnet. Schließlich ist bis zur Betriebsgrenzfrequenz f_B der Bereich schraffiert dargestellt, in welchem Druckschwankungen von 2000 Pa im gewöhnlichen Betrieb eines Schienenfahrzeugs auftreten.

Wie aus dem Diagramm ersichtlich ist, werden in dem gegebenen Frequenzbereich bis zur Betriebsgrenzfrequenz weder die erste Übertotpunktverriegelung 3 noch die zweite Übertotpunktverriegelung in einer solchen Weise zu Schwingungen angeregt, dass die Schwingungsamplitude α_1 der ersten Übertotpunktverriegelung 3 den ersten Übertotpunktwinkel α_{TP1} oder die Schwingungsamplitude α_2 den zweiten Übertotpunktwinkel α_{TP2} überschreitet. Die Tür bleibt somit verriegelt. Das Diagramm zeigt weiterhin, dass diese Bedingung sogar über den gesamten Frequenzbereich gegeben ist, da der Graph α_1 stets unterhalb des ersten Übertotpunktwinkel α_{TP1} und der Graph α_2 stets unterhalb des zweiten Übertotpunktwinkel α_{TP2} verläuft.

An sich wäre bei rein sinusförmiger Belastung keine zweite Übertotpunktverriegelung nötig, da ja die erste Übertotpunktverriegelung 3 ohnehin bei keiner Frequenz aufspringt. Wegen real nicht auszuschließenden einmaligen Vorgängen (siehe Fig. 3) ist die zweite Übertotpunktverriegelung aber auch bei einem solchen Verlauf der Graphen α_1 und α_2 von Vorteil.

Denkbar wäre auch eine Auslegung, bei der die Resonanzüberhöhung $\ddot{U}R1$ zu einem Überschreiten des Übertotpunkt winkels α_{TP1} führt, das Schwingungsverhalten des Schwenkschiebetürmoduls 100 aber so ausgelegt ist, dass zwischen der Resonanzfrequenz $fR1$ und der Betriebsgrenzfrequenz fB ein ausreichender Sicherheitsabstand gewährleistet ist.

Doch selbst wenn die Betriebsgrenzfrequenz fB über die zweite Resonanzfrequenz $fR2$ hinausreicht und die Resonanzüberhöhung $\ddot{U}R2$ zu einem Überschreiten des Übertotpunkt winkels α_{TP2} führen würde, würde die Tür bei rein sinusförmiger Belastung nicht aufspringen, da eine der beiden Übertotpunktverriegelungen stets verschlossen bleibt. Ein solches Schwenkschiebetürmodul 100 bietet also außerordentlich hohe Sicherheit gegen unerwünschtes Aufspringen bei dynamischer Belastung.

Generell ist es bei den üblicherweise bei einem Schienenfahrzeug auftretenden Belastungen von Vorteil, wenn die untersten Resonanzfrequenzen $fR1$, $fR2$ der Übertragungsfunktion der ersten Übertotpunktverriegelung 3 und der zweiten Übertotpunktverriegelung über 100 Hz liegen.

Von Vorteil ist es auch, wenn die Differenz der untersten Resonanzfrequenz $fR1$ der Übertragungsfunktion der ersten Übertotpunktverriegelung 3 und der untersten Resonanzfrequenz $fR2$ der Übertragungsfunktion der zweiten Übertotpunktverriegelung zumindest 50 Hz beträgt.

Schließlich ist es günstig, wenn die Resonanzüberhöhungen $\ddot{U}R1$, $\ddot{U}R2$ bei der jeweils untersten Resonanzfrequenz $fR1$, $fR2$ der Übertragungsfunktion der ersten Übertotpunktverriegelung 3 und der zweiten Übertotpunktverriegelung unterhalb von 5° liegen.

Die Bestimmung der Schwingungsamplituden α , $\alpha1$ und $\alpha2$ am realen System, so wie dies zu Fig. 4 vorgeschlagen ist, ist wegen der hohen auftretenden dynamischen Belastungen mitunter technisch aufwändig. Wird beispielsweise eine Türfläche von 2 m^2 und eine Druckspitze von 4000 Pa angenommen, so resultiert eine

Kraft von 8 kN. Bei einer Frequenz von 100 Hz und einer angenommenen Auslenkung A des Türflügels 2 von 5 mm ergibt sich folgende Bewegungsgleichung

$$s = \sin(\omega t) \cdot A = \sin(\omega t) \cdot A$$

Für die erste Ableitung ergibt sich für den Zeitpunkt $t=0$ somit

$$v = \cos(\omega t) \cdot A \cdot \omega = A \cdot \omega = A \cdot 2 \cdot \pi \cdot f = 5 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 100 = 3140 \text{ mm/s}$$

Das heißt, der Aktor eines Prüfstands zum Anregen des Schwenkschiebetürmoduls 100 müsste nicht nur eine Kraft von 8 kN aufbringen sondern auch mit einer Geschwindigkeit von rund 3,1 m/s bewegt werden können, was entsprechend der Formel $P=F \cdot v$ ohne Berücksichtigung von Wirkungsgradverlusten einer Spitzenleistung von rund 25 kW entspricht.

Um solch große Anregungsleistungen zu vermeiden, wird nachfolgend eine vereinfachte Prüfmethode vorgeschlagen.

In einem ersten Schritt wird ermittelt, welche Verschiebung der Türflügel 2 bei einer (statischen) Druckbelastung von 2000 Pa beziehungsweise insbesondere bei 4000 Pa erfährt. Bevorzugt wird dabei nur der Türflügel 2 und eine Türdichtung 5, an welcher der Türflügel 2 anliegt isoliert betrachtet. Die ermittelte Bewegung des Türflügels 2 ist also auf einen Zustand bezogen, bei dem eine Verbindung zwischen Übertotpunktverriegelung 3 und Türflügel 2 aufgetrennt ist.

Die genannte Verschiebung kann dabei an einem realen Türflügel 2 gemessen oder ausgehend von einem verkleinerten Modell hochgerechnet werden. Beispielsweise wird dazu eine Platte mit einigen dm^2 mit einer Dichtung ausgestattet, die in Querschnitt und Material der real verwendeten Türdichtung 5 entspricht. In einem weiteren Schritt wird ein Kraft-Weg-Verlauf respektive eine Federkonstante dieser Anordnung durch Aufbringen unterschiedlicher Kräfte oder einer veränderlichen Kraft ermittelt. Dieser Kraft-Weg-Verlauf respektive diese Federkonstante sind in aller Regel nichtlinear über den Weg.

Ausgehend von diesem Modell kann anhand der gemessenen Federkonstante nun berechnet werden, wie weit der reale Türflügel 2 gegen die reale Dichtung 5

verschoben wird, wenn auf diesen ein Druck von 2000 Pa beziehungsweise insbesondere bei 4000 Pa wirkt. Vorteilhaft ist an dieser Vorgangsweise, dass dabei nur vergleichsweise kleine (statische) Kräfte auf das Modell aufgebracht werden müssen.

Die gemessene oder berechnete Verschiebung des Türflügels 2 wird nun als Anregungsamplitude A für die Übertotpunktverriegelung 3 herangezogen.

Fig. 5 zeigt dazu ein Beispiel, konkret die Übertotpunktverriegelung 3, sowie eine damit gekoppelte Übertragungsplatte 11 und eine Anregungsgabel 12. Zwei Stifte 13 in der Anregungsgabel greifen in Schlitze 14 in der Übertragungsplatte 11 ein und übertragen somit die Bewegung der Anregungsgabel 12 auf die Übertragungsplatte 11. Mit Hilfe eines weiteren Schlitzes 15 und zwei auf dem Verbindungshebel 7 angeordneten Stiften 16 wird die Bewegung von der Übertragungsplatte 11 auf die Übertotpunktverriegelung 3 übertragen.

Der Schlitz 15 ist dabei etwas länger als der Abstand der beiden Stifte 16, sodass die Übertotpunktverriegelung 3 auch unabhängig von der Stellung der Übertragungsplatte 11 bewegbar ist. In einer vorteilhaften Variante ist der Schlitz 15 so lange, dass sich die Übertotpunktverriegelung 3 bei der maximalen Auslenkung der Anregungsgabel 12 in Richtung zur Übertotpunktverriegelung 3 noch über den Totpunkt TP bewegt werden kann.

In der Fig. 5 wird die Anregungsgabel 12 normal zur Ebene des Türflügels 2 bewegt. Selbstverständlich kann die Anregungsplatte 12 aber auch schräg beziehungsweise bogenförmig bewegt werden. Die Schlitze 14, 15 könnend dazu auch anders ausgeführt sein als dargestellt.

Die Funktion der Anordnung ist nun wie folgt:

Die Anregungsgabel 12 wird ausgehend von einer Ruhelage mit der oben ermittelten Anregungsamplitude A zur Übertotpunktverriegelung 3 hin (in der Fig. 5 also nach oben) bewegt. Die Geschwindigkeit der Anregungsgabel 12 wird dabei entsprechend der in einem Sinusverlauf beim Nulldurchgang auftretenden Geschwindigkeit bei einer Frequenz von 100 Hz gewählt. Konkret bedeutet dies, dass die

Geschwindigkeit bei einer Anregungsamplitude von $A=5$ mm bei $v=3140$ mm/s liegt (siehe auch die Formel für die Geschwindigkeit v weiter oben).

Im Speziellen wird die Anregungsgabel 12 entsprechend einer Viertel-Sinuswelle bewegt. Das heißt, dass sie ausgehend von einer relativ hohen Geschwindigkeit auf null abgebremst wird. Um die hohe Anfangsgeschwindigkeit zu erreichen, kann die Anregungsgabel 12 vor Einleitung der Bewegung auch etwas zurückgezogen werden und schlägt dann auf die in Stellung gebrachte Übertotpunktverriegelung 3 auf.

Die Übertotpunktverriegelung 3 bekommt somit einen "Schubs" mit der angegebenen Intensität. Wegen der Schlitze 14, 15 wird die Übertotpunktverriegelung 3 durch die Anregungsgabel 12 zwar angeregt, bewegt sich aber nicht zwangsgeführt mit dieser und kann sich daher auch schneller als die Anregungsgabel 12 bewegen. Die Massenträgheit der Übertotpunktverriegelung 3 führt unter Umständen nun dazu, dass genau dies eintritt und sich die Übertotpunktverriegelung 3 auch über die den Totpunkt TP hinaus bewegt.

Konstruktiv ist sie vorteilhafter Weise allerdings so ausgestaltet, dass sie sich nicht über den Totpunkt TP hinweg bewegt. Bewegt sie sich bei der einer Frequenz von 100 Hz entsprechenden Geschwindigkeit (hier $v=3140$ mm/s) nicht über den Totpunkt TP, so tut sie das auch nicht bei geringeren Geschwindigkeiten beziehungsweise Frequenzen. Erfüllt die Übertotpunktverriegelung 3 also diese Bedingung, so ist ein Aufspringen der Tür 2 bei den real bei einem Schienenfahrzeug auftretenden dynamischen Belastungen praktisch ausgeschlossen.

Mit anderen Worten ergibt sich auf diese Weise ein Schwenkschiebetürmodul 100, bei dem die Amplitude/Auslenkung α , α_1 , α_2 der ersten und/oder zweiten Übertotpunktverriegelung 3 bei einer Testanregung kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel α_{TP} , α_{TP1} , α_{TP2} , wobei

- die die Anregungsamplitude A der Testanregung der Verschiebung des Türflügels 2 entspricht, welche bei einer Druckbelastung desselben von 2000 Pa, insbesondere bei 4000 Pa auftritt, und

- die bei der Testanregung maximal auftretende Geschwindigkeit der genannten Amplitude/Auslenkung A multipliziert mit 628 s^{-1} entspricht.

Vorteilhaft kann mit dieser Anordnung nicht nur vereinfacht das Schwingungsverhalten der Übertotpunktverriegelung 3 studiert werden sondern insbesondere auch der Einfluss einmaliger auf den Türflügel 2 einwirkender Druckstöße. Selbstverständlich kann eine Anregung der oben genannten Art auch auf das gesamte Schwenkschiebtürmodul 100 aufgebracht werden, wobei allerdings mit erhöhtem Kraft- und Leistungsaufwand zu rechnen ist.

Die Türdichtung 5 stellt in aller Regel jene Feder dar, welche den größten Einfluss auf das Schwingverhalten des Schwenkschiebtürmoduls 100 hat, jedoch auch große Kräfte verursacht. Durch die gewählte Vorgangsweise kann das dynamische Verhalten/Schwingungsverhalten des Schwenkschiebtürmoduls 100 nun ohne diese Türdichtung 5 respektive Feder und damit bei deutlich geringeren Kräften untersucht werden. Trotzdem wird der Einfluss der Türdichtung 5 beziehungsweise Feder durch die Ermittlung des weiter oben erwähnten Kraft-Weg-Verlaufs beziehungsweise durch Ermittlung der erwähnten Federkonstante berücksichtigt.

Für eine vereinfachte Untersuchung ist die genannte Amplitude/Auslenkung α , α_1 , α_2 der Übertotpunktverriegelung 3 in dem in Fig. 5 gezeigten Beispiel auf die von den übrigen Teilen des Schwenkschiebetürmoduls 100 isolierte Übertotpunktverriegelung 3 bezogen. Das heißt es wird nur das Hebelsystem alleine untersucht.

Der Einfluss weiterer Antriebskomponenten des Schwenkschiebtürmoduls 100 kann beispielsweise dadurch berücksichtigt werden, dass die (bewegten) Massen auf die Übertotpunktverriegelung 3 bezogen werden und beispielsweise der Ausstellhebel 8 und/oder der Verbindungshebel 9 mit entsprechenden zusätzlichen Massen ausgestattet werden. Die durch die weiteren Antriebskomponenten verursachte Reibung kann beispielsweise dadurch berücksichtigt werden, dass die Übertotpunktverriegelung 3 mit einer entsprechend rückgerechneten Reibung beaufschlagt wird. Durch die übliche Drehzahlreduktion von einem Antriebsmotor mit Hilfe eines Getriebes wirken zum Beispiel die Lagerreibung des Motors und die

Rotormasse verstärkt auf die Übertotpunktverriegelung 3, entsprechend der Getriebeübersetzung.

Eine Reibung kann auch dadurch berücksichtigt werden, dass eine entgegen der Druckbeaufschlagung des Türflügels 2 wirkende, entsprechend rückgerechnete Reibkraft angenommen wird, welche zu einer Reduktion der Verschiebung des Türflügels 2 gegen die Dichtung 5 und damit zu einer Verringerung der Amplitude/Auslenkung A der Testanregung führt. Der Einfluss der Reibung der weiteren Antriebskomponenten kann bei der Untersuchung der Übertotpunktverriegelung 3 aber auch unberücksichtigt bleiben und so zu einer erhöhten Sicherheit beitragen. Bewegt sich die (isolierte) Übertotpunktverriegelung 3 bei der Testanregung ohne Einfluss der Reibung nicht über den Totpunkt TP, so tut sie dies mit dem Einfluss der Reibung und damit in der Realität erst recht nicht.

Generell spiegelt die Berücksichtigung der Massen der weiteren Antriebskomponenten und/oder der Reibung in den weiteren Antriebskomponenten sowie die Untersuchung der mit dem Schwenkschiebetürmodul 100 verbundenen Übertotpunktverriegelung 3 die Realität gut wider, erfordert aber erhöhten Kraftaufwand.

In dem in Fig. 5 gezeigten Beispiel wird die Anregungsgabel 12 in der Ausstellrichtung des Türflügels 2 bewegt, entsprechend einer Bewegung des Türflügels 2 und der darauf angeordneten Türdichtung 5 quer zum Türfalz 7. Denkbar wäre aber auch, dass der Türflügel 2 in der Realität schräg zum Türfalz 7 bewegt wird (vergleiche dazu auch die Kulissee 54 in Fig. 13, welche im Schließabschnitt schräg verlaufen könnte). Die Bewegung der Anregungsgabel 12 könnte daran angepasst ebenfalls schräg verlaufen. Gegebenenfalls können dazu auch die Schlitze 14 und 15 schräg angeordnet werden.

Generell ist anzumerken, dass die in der Fig. 5 gezeigte Anordnung nur eine von mehreren prinzipiell möglichen Anordnungen zur Anregung der Übertotpunktverriegelung 3 darstellt und die Anregung auch anders erfolgen kann. Beispielsweise können die Stifte 13 so wie der Anschlag 10 ortsfest sein, wobei beispielsweise ein Kolben auf den Verbindungshebel 7 wirkt. Zwischen dem Kolben und dem

Verbindungshebel 7 muss dazu keine fixe Verbindung bestehen, es reicht wenn der Kolben auf dem Verbindungshebel 7 lose aufliegt.

Fig. 6 zeigt nun ein detaillierter dargestelltes Beispiel für ein Schwenkschiebetürmodul 101. Das Schwenkschiebetürmodul 101 umfasst ein oberes Gestell 17 und ein unteres Gestell 18, welche zur starren Befestigung am Schienenfahrzeug, hier an einer Wand 6 desselben, vorgesehen sind. Weiterhin umfasst das Schwenkschiebetürmodul 101 eine obere Türführung 19 und eine untere Türführung 20, welche gegenüber dem Gestell 17, 18 in eine Ausstellrichtung 21 der Schiebetür 2 bewegbar sind. Dazu umfasst das Schwenkschiebetürmodul 101 eine obere Linearführung 22 und eine untere Linearführung 23, deren Lager fix mit dem oberen und unteren Gestell 17 und 18 verbunden sind und somit lagefixiert relativ zur Wand 6 des Schienenfahrzeugs sind. Die Linearführungen 22 und 23 bilden in diesem Beispiel also Mittel zur Führung der Schiebetür 2 in die Ausstellrichtung 21. Mit Hilfe der Türführungen 19 und 20 kann die Schiebetür 2 zudem in einer Schieberichtung 24 bewegt werden.

Weiterhin umfasst das Schwenkschiebetürmodul 101 einen Motor 25, dessen Rotor und dessen Stator um einen in Bezug auf die Türführungen 19 und 20 fix angeordneten Drehpunkt drehbar gelagert sind. Darüber hinaus umfasst das Schwenkschiebetürmodul 101 eine mit dem Rotor/Stator zusammenwirkenden Übertotpunktverriegelung 26, 27 sowie einen mit dem Stator/Rotor zusammenwirkenden Schiebemechanismus (in der oberen Türführung 19 integriert) der Schiebetür 2, welche dazu eingerichtet sind, die Schiebetür 2 beim Öffnen nacheinander in die Ausstellrichtung 21 und die Schieberichtung 24 zu bewegen. Mit Hilfe der Drehsäule 28, wird die die Drehbewegung des Motors 25 dazu auch auf die untere Übertotpunktverriegelung 27 übertragen. Die in Fig. 1 dargestellte Anordnung ist auch unter dem Begriff „Stabilisatortüre“ bekannt.

Fig. 7 zeigt den oberen Teil des Schwenkschiebetürmodul 101 nun im Detail: Auf der Konsole 17 ist das Lager 29 der Linearführung 22 befestigt, in der die Stange 30 verschiebbar gelagert ist. Beispielsweise kann die Linearführung 22 als Gleitführung oder Wälzführung ausgebildet sein. Die Stange 30 ist mit dem Motor 25, konkret mit dessen Gehäuse, fix verbunden. Die Stange 30 bildet somit ein

Führungsteil des Schwenkschiebetürmoduls 101, welches gegenüber dem Gestell 17, 18 quer zur Schieberichtung 24 der Schiebetür 2 linear verschiebbar ist (hier normal zu der genannten Schieberichtung 24), und gegenüber welchem die Türführung 19 starr angeordnet ist.

Im Inneren des Motorgehäuses sind sowohl der Rotor als auch der Stator drehbar um dasselbe gelagert. Wird der Motor aktiviert, so wird eine Relativbewegung zwischen Rotor und Stator erzeugt, aber weder der Rotor noch der Stator können sich am Gehäuse abstützen. **Anstelle des Begriffs „Stator“ kann daher auch der Begriff „Gegenrotor“ verwendet werden.** Im dargestellten Beispiel wird angenommen, dass der Rotor mit einem ersten Zahnrad 31 und der Stator mit einem oberen Ausstellhebel 32 verbunden sind. Da aber sowohl Rotor als auch Stator freidrehbar gegenüber dem Gehäuse des Motors 25 sind, kann völlig gleichwertig auch der Stator mit dem ersten Zahnrad 31 und der Rotor mit dem oberen Ausstellhebel 32 verbunden sein.

Weiterhin ist auch eine Lagerplatte 33 fix relativ zur Stange 30 verbunden. Auf dieser Lagerplatte 33 sind ein zweites Zahnrad 34, eine Tragrolle 35 sowie eine hintere Führungsrolle 36 und eine vordere Führungsrolle 37 drehbar gelagert. An der Schiebetüre 2 ist eine Tragschiene 38 ausgebildet oder mit dieser verbunden, welche mit der Tragrolle 35 und den Führungsrollen 36 und 37 zusammenwirkt. Die Tragschiene 38, die Tragrolle 35 und die Führungsrollen 36 und 37 bilden in diesem Beispiel somit die obere Türführung 19.

Zudem ist an der Tragschiene 38 eine Zahnstange 39 ausgebildet oder mit dieser verbunden. Diese Zahnstange 39 wirkt mit dem zweiten Zahnrad 34 zusammen. Dazu ist das zweite Zahnrad 34 um einen in Bezug auf die Türführung 19 fix angeordneten Drehpunkt drehbar gelagert. Der Rotor, das mit diesem verbundene erste Zahnrad 31, das zweite Zahnrad 34 sowie die Zahnstange 39 bilden in diesem Beispiel somit den Schiebemechanismus für die Schiebetür 2.

Schließlich ist in der Fig. 7 noch ein Hebel 40 vorgesehen, welcher beabstandet zur Motorachse mit dem oberen Ausstellhebel 32 drehbar verbunden ist. Ein weiterer Drehpunkt des Hebels 40 ist am Lager 29 angeordnet. Selbstverständlich

könnte dieser Drehpunkt aber auch auf einem anderen Bauteil des Schwenkschiebetürmoduls 101 angeordnet sein, welches fix gegenüber dem Gestell 17 ist. Der Stator, der mit diesem verbundene obere Ausstellhebel 32 sowie der Hebel 40 bilden in diesem Beispiel somit den oberen Teil der Übertotpunktverriegelung 26.

Fig. 8 zeigt den unteren Teil des Schwenkschiebetürmodul 101 nun im Detail: Auf der Konsole 18 ist das Lager 41 einer Linearführung 23 befestigt, in der die Stange 42 verschiebbar gelagert ist. Beispielsweise kann die Linearführung 23 wiederum als Gleitführung oder Wälzführung ausgebildet sein. Die Stange 42 bildet somit ein weiteres Führungsteil des Schwenkschiebetürmoduls 101, welches gegenüber dem Gestell 17, 18 quer zur Schieberichtung 24 der Schiebetür 2 linear verschiebbar ist (hier normal zu der genannten Schieberichtung 24), und gegenüber welchem die Türführung 20 starr angeordnet ist.

Die Stange 42 ist mit einem unteren Türlager 43 fix verbunden, auf welchem eine Führungsrolle 44 drehbar gelagert ist. Diese greift in eine an der Schiebetür 2 unten angeordnete Nut (siehe auch Fig. 1) ein und bildet mit dieser in diesem Beispiel somit die untere Türführung 20.

Durch eine Bohrung 45 im unteren Türlager 43 ist die Drehsäule 28 (in Fig. 8 nicht dargestellt) hindurchgeführt und drehfest mit einem unteren Ausstellhebel 46 verbunden

Schließlich ist in der Fig. 8 noch ein Hebel 47 vorgesehen, welcher wie in Fig. 7 mit dem unteren Ausstellhebel 46 und dem Lager 41 drehbar gelagert ist. Der Stator, die mit diesem verbundene Welle 28, der untere Ausstellhebel 46 sowie der Hebel 47 bilden in diesem Beispiel somit den unteren Teil der Übertotpunktverriegelung 27.

Beim Schließen der Schiebetür werden die obere Übertotpunktverriegelung 26 und die untere Übertotpunktverriegelung 27 wie gehabt über einen Totpunkt TP bewegt. Das zu den Figuren 2 bis 5 Gesagte ist daher gleichwertig auf das in den Figuren 6 bis 7 dargestellte Schwenkschiebetürmodul 101 anwendbar. Insbesondere können die obere Übertotpunktverriegelung 26 und die untere Übertotpunkt-

verriegelung 27 unterschiedliches dynamisches Verhalten, insbesondere unterschiedliche Übertragungsfunktionen aufweisen (vergleiche Fig. 4). Zu diesem Zweck können, sofern erforderlich, Zusatzgewichte oder Federn an dem Schwenkschiebetürmodul 101 angeordnet sein. Denkbar wäre in diesem Zusammenhang auch der Einsatz unterschiedlicher Materialien. Beispielsweise könnte die obere Übertotpunktverriegelung 26 aus Stahl, die untere Übertotpunktverriegelung 27 dagegen aus Kunststoff (zum Beispiel aus kohlefaserverstärktem Kunststoff) gefertigt sein.

Denkbar wäre auch, dass die Drehsäule komplett aus einem Kunststoff gefertigt ist, der die entsprechenden Feder- und Dämpfungseigenschaften aufweist. Beispielsweise kann auch ein Abschnitt der Drehsäule 28 aus einem Elastomer bestehen, der gleichzeitig eine Feder und ein dämpfendes Element darstellt (siehe auch Fig. 14 und 19). Auf diese Weise können die obere Übertotpunktverriegelung 26 und die untere Übertotpunktverriegelung 27 gegeneinander "verstimmt" werden.

Mit anderen Worten ist die erste Übertotpunktverriegelung 26 im oberen Bereich des Türflügels 2 und die zweite Übertotpunktverriegelung 27 im unteren Bereich des Türflügels 2 angeordnet, wobei die erste Übertotpunktverriegelung 26 und die zweite Übertotpunktverriegelung 27 direkt miteinander gekoppelt sind und wobei in der Kopplung ein Dämpfungselement angeordnet ist. Konkret ist die Kopplung zwischen der ersten Übertotpunktverriegelung 26 und der zweiten Übertotpunktverriegelung 27 durch die Drehsäule 28 gebildet.

Die Funktion des in den Figuren 6 bis 8 dargestellten Schwenkschiebetürmoduls 101 wird nun anhand der Figuren 9 bis 12 näher erläutert, welche die in den Figuren 6 bis 8 dargestellte Anordnung in vereinfachter Form von oben zeigen:

In der Fig. 9 ist die Anordnung in einem ersten Zustand dargestellt, in dem die Schiebetüre 2 geschlossen und verriegelt ist. Ausgehend von diesem Zustand wird der Motor 25 aktiviert, sodass der Rotor mit dem ersten Zahnrad 31 und der Stator mit dem oberen Ausstellhebel 32 in der angegebenen Richtung gegeneinander verdreht werden. Die Drehbewegung des ersten Zahnrads 31 wird auf das

zweite Zahnrad 34 übertragen und mit Hilfe der Zahnstange 39 auf die Schiebetür 2 übertragen. Diese stützt sich aber gegen die Wand 6 ab und kann in dem gezeigten Zustand nicht nach links bewegt werden. Deshalb wird zwangsläufig der Ausstellhebel 32 in eine Drehbewegung gegen den Uhrzeigersinn und vom Anschlag 48 weg versetzt. Durch die Bewegung des Ausstellhebels 32, welcher mit dem Hebel 40 verbunden ist, wird der Motor 25 samt der Schiebetür 2 nach außen gedrückt und dabei durch die Linearführungen 22 und 23 (29, 30, 41, 42) geführt.

Die Fig. 10 zeigt die Anordnung in einem zweiten Zustand, in dem der Motor 25 und die Schiebetür 2 schon etwas nach außen gedrückt wurden, der Ausstellvorgang aber noch nicht abgeschlossen ist.

Die Fig. 11 zeigt die Anordnung in einem dritten Zustand, in dem der Motor 25 und die Schiebetür 2 vollständig nach außen gedrückt wurden und der Ausstellvorgang somit abgeschlossen ist. In der Fig. 11 ist gut zu erkennen, dass die durch das Hebelsystem 32, 40 gebildete Übertotpunktverriegelung 26 auch beim Öffnen der Schiebetür 2 über einen Totpunkt bewegt wird, bevor der Schiebemechanismus betätigt wird, und der Motorhebel 32 gegen einen Anschlag 49 gefahren ist.

Da eine weitere Drehbewegung des Ausstellhebels 32 wegen des Anschlags 49 verhindert wird, werden nun die Zahnräder 32 und 34 in Drehung versetzt und die Schiebetür 2 in die Schieberichtung 24 geschoben. Fig. 12 zeigt die Anordnung schließlich in einem Zustand, in dem die Schiebetür 2 etwas geöffnet ist.

Fig. 13 zeigt nun eine weitere beispielhafte Ausführungsform eines Schwenkschiebetürmoduls 102. Das Schwenkschiebetürmodul 102 umfasst zwei Türflügel 2 und einen in Schieberichtung der Türflügel 2 längs ausgerichteten Träger 50, welcher quer zu seiner Längserstreckung in horizontaler Richtung, also in die Ausstellrichtung 21, verschiebbar gelagert ist (siehe den Doppelpfeil in der Fig. 13). In oder auf dem Träger 50 ist eine Linearführung angeordnet, mit deren Hilfe die Türflügel 2 verschiebbar gelagert sind. Der Träger 50 wird beim Öffnen der Tür in der Ausstellrichtung 21 verschoben, was beispielsweise mit einer ersten und einer zweiten Übertotpunktverriegelung 51 und 52 kann. Dabei können die Türflügel 2 oder mit diesen verbundene Antriebselemente in einer kurvenförmig verlauf-

fenden Kulissee geführt werden, mit der die Ausstellbewegung und Verschiebebewegung "gemischt" werden kann, sodass diese zumindest zeitweise simultan ablaufen. Das heißt das Verhältnis zwischen Ausstellbewegung und Verschiebebewegung wird durch die Kulissensteuerung gesteuert.

In der Fig. 13 ist dazu der rechte Türflügel 2 über einen Zapfen 53 in einer gegenüber dem Schienenfahrzeug fix angeordneten Kulissee 54 (mit dünnen Linien dargestellt) geführt, sodass die Ausstellbewegung und die Schiebewegung immer in einer vorgegebenen Relation zueinander ausgeführt werden. Diese Kulissee 54 kann dazu einen ersten geraden Abschnitt, welcher in der Schieberichtung 24 der Schiebetür 2 ausgerichtet ist, einen zweiten Abschnitt, welcher normal zum ersten Abschnitt ausgerichtet ist, sowie ein Bogenstück, welches die beiden geraden Abschnitte verbindet, aufweisen. Im ersten Abschnitt wird demgemäß nur die Schiebewegung und im zweiten Abschnitt nur die Ausstellbewegung zugelassen, wohingegen die Schiebewegung und die Ausstellbewegung im bogenförmigen Abschnitt simultan ausgeführt werden. In der Fig. 13 ist nur einer der Türflügel 2 in der Kulissee 54 geführt, da angenommen wird, dass der andere Türflügel 2 kinematisch mit dem in der Kulissee 54 geführten Türflügel 2 gekoppelt ist, beispielsweise über eine Antriebsspindel eines Linearantriebs für die Schiebewegung. Selbstverständlich könnten aber auch beide Türflügel 2 in einer Kulissee 54 geführt sein.

Die Ausstellbewegung des Trägers 50 wird mit seitlich auf dem Träger 50 angeordneten Zahnstangen 55, 56 in eine Drehbewegung von Zahnrädern 57 und 58 umgewandelt. Diese Zahnräder 57 und 58 sind auf Drehsäulen 59 und 60 montiert, wodurch auch diese in Drehung versetzt werden und die unteren Übertotpunktverriegelungen 61 und 62 aktivieren. Die Übertotpunktverriegelungen 51, 52, 61 und 62 umfassen analog zu der in Fig. 2 dargestellten Übertotpunktverriegelung 3 jeweils einen drehbar gelagerten Ausstellhebel 8, einen damit gelenkig verbundenen Verbindungshebel 9 sowie einen Anschlag 10.

Zum Verständnis der Funktion wird noch angemerkt, dass die Drehsäulen 59 und 60 in Drehlagern gelagert sind, die fix im Schienenfahrzeug verankert sind (also nicht wie bei dem Schwenkschiebetürmodul 101 ausgestellt werden). Darüber hinaus sind auch die Lagerpunkte 63 und 64 fix im Schienenfahrzeug

verankert und lagern so die Verbindungshebel 10. Werden nun die Ausstellhebel 9 der oberen Übertotpunktverriegelungen 51 und 52 in Drehung versetzt, so stützen sich die Verbindungshebel 10 an den Lagerpunkten 63 und 64 ab und verriegeln den Träger 50 in der Ausstellrichtung 21.

Die Ausstellbewegung und Schiebebewegung der Türflügel 2 kann grundsätzlich mit mehreren gesonderten Motoren erfolgen. Beispielsweise versetzt ein erster Motor dazu den Träger 50 und damit auch die Drehsäulen 59 und 60 in Bewegung, wohingegen ein zweiter Motor für die Schiebebewegung der Türflügel 2 vorgesehen ist. Beispielsweise kann der erste Motor die Hebel der oberen Übertotpunktverriegelungen 51 und 52 in Drehung versetzen. Zeitversetzt wird der zweite Motor aktiviert und bewirkt damit die Schiebebewegung, welche beispielsweise in an sich bekannter Weise mit einem Zahnstangenantrieb, einem Spindeltrieb oder auch über einen Seilzug realisiert sein kann.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Türantriebssystem einen einzigen Motor aufweist, welcher sowohl die Ausstellbewegung als auch die Schiebebewegung der Türflügel 2 bewirkt. Beispielsweise kann der Motor mit einem Getriebe verbunden sein, das zwei Abtriebswellen aufweist. Eine der Wellen kann dann mit den Ausstellhebeln 9 (siehe Fig. 2) der ersten Übertotpunktverriegelungen 51 und 52, die andere Welle mit einem Lineartriebssystem für die Türflügel 2 verbunden sein. Denkbar wäre auch der Einsatz eines Planetengetriebes oder auch eines Motors, bei dem sowohl der Rotor als auch der Stator je einen Abtrieb bilden. Der Stator ist dann nicht wie meist üblich fix mit dem Schwenkschiebetürmodul 102 verbunden sondern so wie der Rotor drehbar gelagert.

Für die Schiebebewegung sind die Türflügel 2 im oberen Bereich an einer Linearführung auf dem Träger 50 und im unteren Bereich mit Hilfe einer Nut, in welcher die Verbindungshebel der unteren Übertotpunktverriegelungen 61 und 62 geführt sind, gelagert. Das Lineartriebssystem für die Türflügel 2 kann wiederum in an sich bekannter Weise mit einem Zahnstangenantrieb, einem Spindeltrieb oder auch über einen Seilzug realisiert sein.

Generell sind die bereits zum Schwenkschiebetürmodul 101 beschriebenen Maßnahmen zum Abstimmen des dynamischen Verhaltens/Schwingungsverhaltens auch in gleicher Weise auf das Schwenkschiebetürmodul 102 anwendbar. Konkret bedeutet dies, dass auch in diesem Fall Abschnitte der Drehsäulen 59 und 60 aus Elastomerelementen bestehen können, die gleichzeitig je eine Feder und ein dämpfendes Element bilden. Fig. 14 zeigt dazu ein Schwenkschiebetürmodul 103, das dem in Fig. 13 dargestellten Schwenkschiebetürmodul 102 ähnlich ist. Zusätzlich sind die Drehsäulen 59 und 60 mit konkret dargestellten Elastomerelementen 65 und 66 ausgestattet, die gleichzeitig je eine Feder und ein dämpfendes Element bilden. Denkbar wäre auch, dass die Drehsäulen 59 und 60 komplett aus einem Kunststoff gefertigt sind, der die entsprechenden Feder- und Dämpfungseigenschaften aufweist. Auf diese Weise können die obere Übertotpunktverriegelungen 51 und 52 wiederum gegen die unteren Übertotpunktverriegelungen 61 und 62 "verstimmt" werden. Ähnliche Erwägungen gelten sinngemäß natürlich auch für die Drehsäule 28 des in den Figuren 6 bis 13 dargestellte Schwenkschiebetürmoduls 101.

Gegebenenfalls können an dem Schwenkschiebetürmodulen 101..103 auch Zusatzgewichte angebracht, oder Teile desselben von Haus aus entsprechend schwer ausgeführt sein. Denkbar wäre in diesem Zusammenhang wiederum der Einsatz unterschiedlicher Materialien.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Übertotpunktverriegelungen 51,52, 61 und 62 wie in Fig. 4 dargestellt paarweise unterschiedliche Übertragungsfunktionen haben. Besonders vorteilhaft ist es aber auch, wenn die Übertotpunktverriegelungen 51,52, 61 und 62 alle unterschiedliche Übertragungsfunktionen haben. Im Bodediagramm nach Fig. 4 wären dann noch zwei zusätzliche Graphen sichtbar. Beispielsweise könnte die Übertotpunktverriegelungen 51 und 61 aus Stahl, die Übertotpunktverriegelungen 52 und 62 dagegen aus leichterem Kunststoff gefertigt sein, sodass die einzelnen Verriegelungen bei ansonsten gleicher Formgebung unterschiedliches dynamisches Verhalten/Schwingungsverhalten aufweisen. Auf diese Weise kann eine besonders hohe Sicherheit gegen das ungewollte Aufspringen einer Schiebetür 2 gewährleistet werden.

Denkbar wäre generell auch, nicht nur die Gesamtmasse eines Bauteils, sondern die Massenverteilung bei an sich gleicher Gesamtmasse zu verändern. Beispielsweise könnte die Massenverteilung des Türflügels 2 gezielt so beeinflusst werden, dass sich im unteren Bereich bei Anregung eine andere Schwingung ausbildet als im oberen Bereich. Dadurch kann ebenfalls verhindert werden dass die oberen Übertotpunktverriegelungen 51, 52 und die untere Übertotpunktverriegelungen 61, 62 gleichzeitig aufspringen.

Die Fig. 15 zeigt nun eine weitere Variante eines Schwenkschiebetürmoduls 104, welches dem in Fig. 13 gezeigten Schwenkschiebetürmodul 102 sehr ähnlich ist. Im Unterschied dazu wird die Drehbewegung der Drehsäule 60 aber nicht mit einem Zahnstangenantrieb bewirkt, sondern mit dem Übertragungshebel 67 und dem Drehhebel 68 auf die Drehsäule 60 übertragen. Wird die obere Übertotpunktverriegelung 52 gelöst, so wird der Übertragungshebel 67 nach links gezogen, wodurch sich der Drehhebel 68 und die Drehsäule 60 zu drehen beginnen und in Folge auch die untere Übertotpunktverriegelung 62 lösen.

Die bereits zuvor angeführte Lehre zur Auslegung des dynamischen Verhaltens/Schwingungsverhaltens eines Schwenkschiebetürmoduls 100..103 ist auch auf das Schwenkschiebetürmodul 104 anwendbar. Zusätzliche Einflussmöglichkeiten bieten der Übertragungshebel 67 und der Drehhebel 68, die beispielsweise hinsichtlich ihres Gewichts, ihrer Massenverteilung, ihrer Elastizität und/oder hinsichtlich ihrer Dämpfung ausgelegt werden können.

Fig. 16 zeigt noch ein weiteres Beispiel für ein Schwenkschiebetürmodul 105, welches ebenfalls dem in Fig. 13 gezeigten Schwenkschiebetürmodul 102 und dem in Fig. 15 dargestellten Schwenkschiebetürmodul 104 sehr ähnlich ist. Im Unterschied dazu wird der Antrieb der unteren Übertotpunktverriegelung 62 aber mit einem Bowdenzug 69 bewirkt. Dabei wird die Bewegung des Ausstellhebels 8 beziehungsweise Verbindungshebels 9 der oberen Übertotpunktverriegelung 52 mit Hilfe des Bowdenzugs 69 auf den Ausstellhebel 8 beziehungsweise Verbindungshebel 9 der untere Übertotpunktverriegelung 62 übertragen. Eine zusätzlich zu den bereits erläuterten Möglichkeiten zur Beeinflussung des dynamischen Verhaltens/Schwingungsverhaltens eines Schwenkschiebetürmoduls bildet hier der

Bowdenzug 69, der hauptsächlich im Hinblick auf seine Elastizität und/oder hinsichtlich seines Dämpfungsverhaltens ausgelegt werden kann.

Denkbar wäre auch der Einsatz eines gesonderten Dämpfers 70, so wie dies in der Fig. 17 dargestellt ist. Der Dämpfer 70 mit federnden und dämpfenden Eigenschaften wird dabei einfach im Verlauf des Bowdenzugs 69 eingebaut, das heißt zwischen zwei Enden desselben. Vorteilhaft kann Federung und Dämpfung gezielt beeinflusst werden, insbesondere wenn der Dämpfer 70 einstellbar ist.

In einer weiteren alternativen Ausführungsform wird ein um einen Drehpunkt 71 drehbar gelagerter Hebel 72 zwischen zwei Enden des Bowdenzugs 69 eingebaut. Der Hebel 72 kann wiederum spezielle federnde und/oder dämpfende Eigenschaften aufweisen. Zusätzlich ermöglicht der Einsatz des Hebels 72 verschiedene Übersetzungen zwischen den beiden angeschlossenen Enden des Bowdenzugs 69, bis hin zu negativen Übersetzungen.

Im dargestellten Beispiel werden die Bewegungen der angeschlossenen Bowdenzüge 69 umgekehrt (negative Übersetzung), wobei sich aufgrund der vom Drehpunkt 71 ausgehenden Hebellängen etwa ein Übersetzungsverhältnis von 1:3 ergibt. Selbstverständlich kann der Drehpunkt 71 aber auch symmetrisch angeordnet sein. Sind beide Bowdenzüge 69 auf derselben Seite des Drehpunkts 71 angeordnet, so können positive Übersetzungen realisiert werden.

Vorteilhaft werden Bowdenzüge 69 eingesetzt, welche Zug- und Druckkräfte übertragen können. Denkbar wäre aber auch der Einsatz von Seilen, die nur Zugkräfte übertragen können. In diesem Fall sind wie allgemein bekannt dann ein Seil für die Stellbewegung und ein zweites (parallel verlaufendes) Seil für die Rückstellbewegung vorzusehen. Alternativ zum Bowdenzug 69 kann die Bewegung auch hydraulisch übertragen werden. Dabei werden ein an der oberen Übertotpunktverriegelung 52 beziehungsweise ein am Träger 50 angeordneter Hydraulikzylinder und ein an der unteren Übertotpunktverriegelung 62 angeordneter Hydraulikzylinder mit einer flüssigkeitsgefüllten Leitung, z.B. einem ölgefüllten Hydraulikschlauch, verbunden.

Fig. 19 zeigt nun eine weitere Ausführungsform eines Schwenkschiebetürmoduls 106, das dem in Fig. 14 gezeigten Schwenkschiebetürmodul 103 sehr ähnlich ist. Im Unterschied dazu, sind aber im Bereich der Mitte der Türflügel 2 weitere zweite Übertotpunktverriegelungen 73, 74 angeordnet. Zudem sind vier Torsionsdämpfer 75, 76, 77, 78 vorgesehen. Auf diese Weise kann die Sicherheit noch einmal gesteigert werden. Auf der einen Seite werden die Türflügel 2 durch die zusätzlich im mittleren Bereich vorgesehenen Übertotpunktverriegelungen 73, 74 noch besser gehalten, auf der anderen Seite können die Übertotpunktverriegelungen 73, 74 mit Hilfe der Torsionsdämpfer 77, 78 dynamisch von den Übertotpunktverriegelungen 61, 62 entkoppelt werden. Insgesamt weisen die Übertotpunktverriegelungen 51, 52, die Übertotpunktverriegelungen 61, 62 und die Übertotpunktverriegelungen 73, 74 vorteilhaft jeweils (insbesondere paarweise) unterschiedliches dynamisches Verhalten/Schwingungsverhalten auf. Selbstverständlich können gesonderte Torsionsdämpfer 75, 76, 77, 78 auch weggelassen werden, insbesondere wenn die Drehsäulen 59, 60 respektive deren Abschnitte zur Gänze aus einem dämpfenden Material gefertigt sind.

Die angeführte Lehre zur Auslegung des dynamischen Verhaltens/Schwingungsverhaltens eines Schwenkschiebetürmoduls 102, 103 und 106 ist natürlich nicht auf die Kopplung des Trägers 50 mit den Drehsäulen 59, 60 über einen Zahnstangenantrieb 55, 56, 57, 58 gebunden, sondern sinngemäß auch auf das in der Fig. 15 dargestellte Schwenkschiebetürmodul 104 anwendbar. Zusätzliche Einflussmöglichkeiten bieten hier der Übertragungshebel 67 und der Drehhebel 68, die beispielsweise hinsichtlich ihres Gewichts, ihrer Massenverteilung, ihrer Elastizität und/oder hinsichtlich ihrer Dämpfung ausgelegt werden können.

An dieser Stelle wird angemerkt, dass in den Figuren 15 und 16 jeweils nur eine Hälfte eines Schwenkschiebetürmoduls 104, 105 dargestellt ist. Generell eignen sich die dargestellten Ausführungsformen jedoch sowohl für einflügelige als auch für mehrflügelige Schwenkschiebetürmodule 100..106. Weiterhin wird angemerkt, dass in den Fig. 14, 15, 16 und 19 der Zapfen 53 und die Kulissee 54 nicht dargestellt sind. Selbstverständlich können diese aber auch für die in den 14, 15, 16 und 19 Schwenkschiebetürmodule 103..106 vorgesehen sein.

Fig. 20 zeigt nun rein schematisch ein Schwenkschiebetürmodul 107, welches einen Sensor 79 zur Erfassung eines auf den Türflügel 2 einwirkenden Drucks, eine mit dem Sensor 79 verbundene Türantriebssteuerung 80, einen rein symbolisch dargestellten Motor 81 eines Türantriebssystems, sowie einen optionalen Türrahmen 82 umfasst. Der Motor 81 kann beispielsweise der in den Figuren 6 und 7 dargestellte Motor 25 sein. Die Türantriebssteuerung 80 ist dazu eingerichtet, das Türantriebssystem respektive dessen Motor 81 bei Detektion einer auf den Türflügel 2 einwirkenden Druckänderung in Richtung der Schließstellung anzusteuern, sofern der Detektion als letzter die Schließstellung der Schiebetür 2 beeinflussender Steuerbefehl nicht ein Steuerbefehl zum Öffnen der Schiebetür vorangegangen ist, beziehungsweise sofern der letzte die Schließstellung der Schiebetür 2 beeinflussende Steuerbefehl vor der Detektion ein Steuerbefehl zum Schließen der Schiebetür 2 war. Insbesondere ist eine solche Druckänderung mit einem erhöhten auf den Drucksensor 79 einwirkenden Luftdruck verbunden. Eine solche Druckerhöhung, welcher unter Umständen auch eine Drucksenkung unter den Normaldruck folgt, tritt beispielsweise wie erwähnt bei Tunneleinfahrten und Zugbegegnungen auf. Bei ausreichender Amplitude und ungünstigem zeitlichen Verlauf kann eine Übertotpunktverriegelung 3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74 - wenn keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden - aufspringen.

Bei der vorliegenden Ausführungsform des Schwenkschiebetürmoduls 107 wird dem entgegengewirkt, indem das Türantriebssystem in Richtung der Schließstellung angesteuert wird. Vorteilhaft passiert dies nur bedarfsweise, sodass der Motor 81 im Normalbetrieb stromlos ist und nicht unnötige elektrische Energie verbraucht wird und auch keine unnötige Abwärme erzeugt.

Prinzipiell kann der Drucksensor 79 auch in der Türantriebssteuerung 80 integriert sein und zum Beispiel über eine Rohrleitung oder einen Schlauch nach außen verbunden sein.

Anstelle des Drucksensors 79 oder zusätzlich dazu könnte auch ein Bewegungsbeziehungsweise Beschleunigungssensor vorgesehen sein, wobei die Türantriebssteuerung dazu eingerichtet ist, das Türantriebssystem bei Detektion einer unerwarteten Bewegung, welche insbesondere durch eine Bewegung des Türflü-

gels 2 in Ausstellrichtung 21 verursacht ist, in Richtung der Schließstellung anzusteuern. Dabei wird also nicht direkt ein auf den Türflügel 2 einwirkender Druck oder eine andere auf diesen einwirkende externe Kraft gemessen, sondern dessen/deren Auswirkung.

Der Sensor 78 kann zusätzlich oder alternativ auch durch einen Kraftsensor gebildet sein, wobei die Türantriebssteuerung dazu eingerichtet ist, das Türantriebssystem bei Detektion einer unerwarteten Kraft, welche insbesondere durch eine auf den Türflügel 2 in Ausstellrichtung 21 wirkende Kraft (z.B. hervorgerufen durch einen auf den Türflügel 2 wirkenden Druck) verursacht ist, in Richtung der Schließstellung anzusteuern. Beispielsweise kann der Kraftsensor an der Verbindungsstelle des Türflügels 2 mit einer der Übertotpunktverriegelungen 3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74 angeordnet sein. Da eine auf den Türflügel 2 einwirkende Kraft (z.B. durch eine Druckschwankung verursacht) auch in das Türantriebssystem eingeleitet wird, kann der Kraftsensor im Prinzip auch im Verlauf des Antriebsstrangs angeordnet sein, beispielsweise an der Übertotpunktverriegelung 3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74, an der Drehsäule 59, 60, am Zahnstangenantrieb 55, 56, 57, 58, an den Hebeln 67, 68, am Bowdenzug 69 oder auch zum Beispiel an der Motorwelle. Auch hier wird nicht auf den Türflügel 2 einwirkender Druck oder eine andere auf diesen einwirkende externe Kraft direkt gemessen, sondern die in das Türantriebssystem "weitergeleitete" Kraft.

Diese weitergeleitete Kraft oder die weitergeleitete Bewegung ist nicht zwangsläufig in Ausstellrichtung 21 gerichtet, selbst wenn diese durch eine Bewegung des Türflügels 2 in Ausstellrichtung 21 verursacht wird. Beispielsweise bewirkt eine Bewegung des Türflügels 2 in Ausstellrichtung 21 respektive eine auf diesen in Ausstellrichtung 21 ausgeübte Kraft eine Drehbewegung der Drehsäule 60 respektive ein Drehmoment auf dieselbe. Die obigen Sensoren 78 erfassen daher insbesondere Kräfte und/oder Bewegungen, die durch eine Bewegung des Türflügels 2 in Ausstellrichtung 21 respektive eine auf diesen in Ausstellrichtung 21 ausgeübte Kraft verursacht werden.

Im Endergebnis resultiert ein Schwenkschiebetürmodul 107, umfassend

- zumindest einen Sensor 79 zur Erfassung einer auf zumindest ein Bauteil

des Schwenkschiebetürmodul 108 einwirkenden Kraft und/oder eines auf zumindest ein Bauteil des Schwenkschiebetürmodul 108 einwirkenden Drucks und/oder einer durch diese Kraft/diesen Druck hervorgerufene Bewegung des zumindest einen Bauteils, welche insbesondere durch eine auf den Türflügel 2 einwirkende Kraft in eine Ausstellrichtung 21 und/oder einen auf den Türflügel 2 einwirkenden Druck und/oder eine Bewegung des Türflügels 2 in die Ausstellrichtung 21 verursacht ist, und

- eine mit dem zumindest einen Sensor 79 verbundene Türantriebssteuerung 80, welche dazu eingerichtet ist, das Türantriebssystem bei Detektion der genannten Kraft und/oder des genannten Drucks und/oder der genannten Bewegung in Richtung der Schließstellung anzusteuern, sofern der Detektion als letzter die Schließstellung der Schiebetür beeinflussender Steuerbefehl nicht ein Steuerbefehl zum Öffnen der Schiebetür vorangegangen ist, respektive sofern der letzte die Schließstellung der Schiebetür beeinflussende Steuerbefehl vor der Detektion ein Steuerbefehl zum Schließen der Schiebetür war.

Im Speziellen wird der Sensor 79 zur Erfassung einer nicht durch das Türantriebssystem hervorgerufenen, von extern auf das Schwenkschiebetürmodul 106 einwirkenden Kraft und/oder einer durch diese Kraft hervorgerufene Bewegung eingesetzt. Selbstverständlich ist dies nicht auf Druckwellen beschränkt, sondern die Bauteile des Schwenkschiebetürmoduls 107 können auch auf andere Weise dynamisch beziehungsweise zu Schwingungen angeregt werden. Beispielsweise kann diese Anregung durch eine Unwucht im Radsatz des Schienenfahrzeugs verursacht sein.

Generell umfasst die Ausstellrichtung 21 sowohl die Öffnungsrichtung als auch die Schließrichtung. Vorwiegend wird das Türantriebssystem 81 aber dann aktiviert, wenn eine auf zumindest ein Bauteil des Schwenkschiebetürmodul 107 einwirkenden Kraft und/oder einer durch diese Kraft hervorgerufene Bewegung des zumindest einen Bauteils in Öffnungsrichtung festgestellt wird. Dabei ist wegen der Übertotpunktverriegelungen 3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74 zu beachten, dass der Türflügel 2 im ersten Abschnitt seiner Öffnungsbewegung nach innen bewegt wird. Je nach Stellung des Türflügels 2 wirkt eine externe, eine Öffnung des Tür-

flügels 2 bewirkende oder unterstützende Kraft nach innen (im Bereich $0 \leq \alpha < \alpha_{TP}$) oder nach außen (im Bereich $\alpha > \alpha_{TP}$).

Generell muss die auf den Türflügel 2 wirkende Kraft/Bewegung nicht ausschließlich in Ausstellrichtung 21 ausgerichtet sein, es ist ausreichend, wenn wenigstens eine Komponente in Ausstellrichtung 21 vorhanden ist.

Die Begriffe "Kraft" und "Druck" können synonymisch gebraucht werden, da ein auf den Türflügel 2 wirkender Druck auch stets eine auf diesen wirkende Kraft hervorruft.

Die vorgestellte Antriebssteuerung 80 kann für alle Arten von Schwenkschiebetürmodulen eingesetzt werden, insbesondere für die in den Figuren 6 bis 19 vorgestellten Bauformen

Fig. 21 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Schwenkschiebetürmoduls 108, welches dem in Fig. 20 dargestellten Schwenkschiebetürmoduls 107 sehr ähnlich ist. Im Unterschied dazu umfasst es aber zwei in Fahrtrichtung voneinander beabstandete Drucksensoren 79, 83 und eine Fahrtrichtungsdetektion, welche dazu eingerichtet ist, für die Ansteuerung der Schließstellung das Signal des jeweils in Fahrtrichtung zuerst kommenden Drucksensors 79, 83 heranzuziehen.

Auf diese Weise wird erreicht, dass eine über den Türflügel 2 hinweg laufende Druckwelle relativ früh detektiert wird, im Idealfall noch bevor sie den Türflügel 2 erreicht. Auf diese Weise kann der Türantrieb in Richtung der Schließstellung angesteuert werden, bevor die Druckwelle überhaupt (maßgeblich) auf den Türflügel 2 einwirkt. Diese Ausführungsvariante ist daher besonders sicher.

Ein Fahrtrichtungssignal zur Auswahl des für die Ansteuerung heranzuziehenden Drucksensors 79, 83 kann beispielsweise von einer übergeordneten Zugsteuerung erhalten werden. Denkbar ist auch, einfach das zuerst in der Steuerung 80 einlangende Signal einer relevanten Druckschwankung für die Ansteuerung des Türantriebs heranzuziehen.

Die Fig. 22 zeigt nun schematisch ein Schienenfahrzeug 84 mit mehreren Schwenkschiebetürmodulen 100. Das Schienenfahrzeug 84 umfasst weiterhin

- einen Drucksensor 85 zur Erfassung eines auf das Schienenfahrzeug 84 einwirkenden Luftdrucks und
- eine mit dem zumindest einen Drucksensor 85 verbundene zentrale Steuerung 86, welche dazu eingerichtet ist, die Türantriebssysteme mehrerer Schwenkschiebetürmodule 100 respektive deren Motoren 87 bei Detektion eines erhöhten auf den Drucksensor 85 einwirkenden Luftdrucks in Richtung der Schließstellung anzusteuern, sofern der Detektion als letzter die Schließstellung der Schiebetür beeinflussender Steuerbefehl nicht ein Steuerbefehl zum Öffnen der Schiebetür vorangegangen ist, respektive sofern der letzte die Schließstellung der Schiebetür beeinflussende Steuerbefehl vor der Detektion ein Steuerbefehl zum Schließen der Schiebetür war.

Die zu den Figuren 19 und 20 angeführten Erwägungen gelten sinngemäß auch für das in Fig. 22 dargestellte Schienenfahrzeug. Vorteilhaft wird eine über das Schienenfahrzeug 84 laufende Druckwelle besonders früh erfasst, insbesondere wenn der Drucksensor 85 wie in der Fig. 22 dargestellt an der Zugspitze oder wenigstens in Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs 84 vor den zugeordneten Schwenkschiebetürmodulen 100 angeordnet ist.

Vorteilhaft ist bei dieser Ausführungsform auch, dass eine Steuerung 86 für mehrere Schwenkschiebetürmodule 100 vorgesehen werden kann. Das entsprechende Signal kann zum Beispiel über einen im Schienenfahrzeug 84 vorhandenen Datenbus übermittelt werden. Generell können aber auch mehrere Drucksensoren 84 und Steuerungen 86 vorgesehen sein, wobei es wiederum von Vorteil ist, wenn der betreffende Drucksensor 85 Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs 84 vor den zugeordneten Schwenkschiebetürmodulen 100 angeordnet ist. Der Drucksensor 85 kann dabei auch Teil des Schwenkschiebetürmoduls 100 sein.

Denkbar ist natürlich auch, dass ein Schienenfahrzeug 84 mit mehreren Schwenkschiebetürmodulen 107, 108 der in den Figuren 20 und 21 dargestellten Art ausgestattet ist. Eine zentrale Steuerung 86 und ein gesonderter Drucksensor 85 können dann entfallen. Selbstverständlich sind auch Mischformen möglich.

Möglich ist auch, dass die Schwenkschiebetürmodule 107 und 108 zwar jeweils eine Steuerung 80 aufweisen, eine Mehrzahl solcher Schwenkschiebetürmodule 107 und 108 sich aber einen gemeinsamen Drucksensor 85 teilt. Eine zentrale Steuerung 86 kann dann entfallen. Selbstverständlich sind auch hier Mischformen möglich.

Abschließend wird angemerkt, dass der Drucksensor 85, die Steuerung 86 und die Motoren 87 der Türantriebssysteme der besseren Darstellbarkeit halber außerhalb des Schienenfahrzeugs 84 gezeichnet sind. In der Realität sind diese Komponenten natürlich in das Schienenfahrzeug 84 eingebaut.

Die Fig. 23 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Schienenfahrzeugs 88 in Form eines Wendezugs, das dem in Fig. 22 dargestellten Schienenfahrzeug 84 sehr ähnlich ist. Im Unterschied dazu umfasst dieses aber zwei Drucksensoren 85 und 89, sowie einen Fahrtrichtungswähler 90. Dieser Fahrtrichtungswähler 90, mit dem der Lokführer die Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs 88 bestimmt, ist bei dieser Ausführungsform mit der Steuerung 86 angeschlossen. Je nach Fahrtrichtung wird nun das Signal des Drucksensors 85 oder des Drucksensors 89 für die Ansteuerung der Motoren 87 herangezogen. Selbstverständlich kann die Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs 88 auch auf andere Weise bestimmt werden als mit dem Fahrtrichtungswähler 90. Prinzipiell ist es auch möglich, einfach das zuerst in der Steuerung 86 einlangende Signal einer relevanten Druckschwankung für die Ansteuerung der Türantriebe 87 heranzuziehen. Die zu den Figuren 20 bis 22 vorgebrachten Erläuterungen gelten sinngemäß auch für das in der Fig. 23 dargestellte Schienenfahrzeug 88.

Generell sind ein Schwenkschiebetürmodul 107, 108 nach den Figuren 20 bis 21 beziehungsweise ein Schienenfahrzeug 84, 88 nach den Figuren 22 bis 23 nicht unbedingt an die Verwendung einer Übertotpunktverriegelung 3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74 gebunden. Das heißt, dass die oben erläuterte Ansteuerung eines Türantriebssystems bei Detektion einer auf ein Bauteil des Schwenkschiebetürmoduls 107, 108 einwirkenden Kraft und/oder einer durch diese Kraft hervorgerufene Bewegung auch bei anderen Systemen zur Bewegung eines Türflügels 2 eingesetzt werden kann.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten eines erfindungsgemäßen Schwenkschiebetürmoduls 100..108 sowie eines erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs 84, 88, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten desselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt. Es sind also auch sämtliche denkbaren Ausführungsvarianten, die durch Kombinationen einzelner Details der dargestellten und beschriebenen Ausführungsvariante möglich sind, vom Schutzzumfang mit umfasst.

Insbesondere wird festgehalten, dass die dargestellten Vorrichtungen in der Realität auch mehr Bestandteile als dargestellt umfassen können.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Schwenkschiebetürmodule 100..108 beziehungsweise der Schienenfahrzeuge 84, 88 diese bzw. deren Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Bezugszeichenliste

100..108	Schwenkschiebetürmodul
2	Türflügel
3	Übertotpunktverriegelung
4	Türhalterung
5	Türdichtung
6	Wand
7	Türfalz
8	Ausstellhebel
9	Verbindungshebel
10	Anschlag
11	Verbindungsplatte
12	Anregungsgabel
13	Stift in Anregungsgabel
14	Schlitz in Verbindungsplatte
15	Stift in Verbindungshebel
16	Schlitz in Verbindungsplatte
17	oberes Gestell
18	unteres Gestell
19	obere Türführung
20	untere Türführung
21	Ausstellrichtung
22	obere Linearführung
23	untere Linearführung
24	Schieberichtung
25	Motor
26	obere Übertotpunktverriegelung
27	untere Übertotpunktverriegelung
28	Welle
29	Lager
30	Stange
31	Zahnrad
32	oberer Motorhebel
33	Lagerplatte
34	zweites Zahnrad
35	Tragrolle

36	hintere Führungsrolle
37	vordere Führungsrolle
38	Tragschiene
39	Zahnstange
40	Hebel
41	Lager
42	Stange
43	unteres Türlager
44	Führungsrolle
45	Bohrung
46	unterer Motorhebel
47	Hebel
48	Anschlag
49	Anschlag
50	Träger
51	(obere) Übertotpunktverriegelung
52	(obere) Übertotpunktverriegelung
53	Stift
54	Kulisse
55	Zahnstange
56	Zahnstange
57	Zahnrad
58	Zahnrad
59	Drehsäule
60	Drehsäule
61	(untere) Übertotpunktverriegelung
62	(untere) Übertotpunktverriegelung
63	Lagerpunkt
64	Lagerpunkt
65	Feder-/Dämpfungselement
66	Feder-/Dämpfungselement
67	Übertragungshebel
68	Drehhebel
69	Bowdenzug
70	Lineardämpfer/Linearfeder
71	Drehpunkt
72	Hebel
73	(mittlere) Übertotpunktverriegelung
74	(mittlere) Übertotpunktverriegelung
75	Feder-/Dämpfungselement

76	Feder-/Dämpfungselement
77	Feder-/Dämpfungselement
78	Feder-/Dämpfungselement
79	Sensor (Drucksensor)
80	Türantriebssteuerung
81	Motor
82	Türrahmen
83	Sensor (Drucksensor)
84	Schienenfahrzeug
85	Drucksensor
86	zentrale Türantriebssteuerung
87	Motor
88	Schienenfahrzeug
89	Drucksensor
90	Fahrtrichtungswähler
A	Anregungsamplitude
f	Frequenz
fB	Betriebsgrenzfrequenz
fR1	erste Resonanzfrequenz
fR2	zweite Resonanzfrequenz
p	Druck
t	Zeit
TP	Totpunkt
ÜR1	erste Resonanzüberhöhung
ÜR2	zweite Resonanzüberhöhung
α	Auslenkung/Schwingungsamplitude
α_1	Auslenkung/Schwingungsamplitude erste Übertotpunktverriegelung
α_2	Auslenkung/Schwingungsamplitude zweite Übertotpunktverriegelung
α_{TP}	Übertotpunktswinkel
α_{TP1}	Übertotpunktswinkel erste Übertotpunktverriegelung
α_{TP2}	Übertotpunktswinkel zweite Übertotpunktverriegelung

Patentansprüche

1. Schwenkschiebetürmodul (100..108) für ein Schienenfahrzeug (84, 88) umfassend:
 - zumindest einen Türflügel (2),
 - ein mit dem Türflügel (2) gekoppeltes Türantriebssystem, welches eine Ausstellbewegung und eine Verschiebebewegung des Türflügels (2) bewirkt, wobei das Türantriebssystem zumindest eine erste in Ausstellrichtung (21) des Türflügels (2) wirkende Übertotpunktverriegelung (3, 26, 51, 52) umfasst, welche in der Schließstellung um einen Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel (α_{TP} , α_{TP1}) über einen Totpunkt (TP) bewegt wird, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Schwenkschiebetürmodul (100..108) hinsichtlich seines dynamischen Verhaltens derart abgestimmt ist, dass eine Auslenkung (α , α_1) der ersten Übertotpunktverriegelung (3, 26, 51, 52) bei dem an dem Schienenfahrzeug (84, 88) im Betrieb auftretenden dynamischen Belastungen stets kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel (α_{TP} , α_{TP1}).

2. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Schwenkschiebetürmodul (100..108) zumindest eine zweite in Ausstellrichtung (21) des Türflügels (2) wirkende Übertotpunktverriegelung (27, 61, 62, 73, 74) umfasst, welche in der Schließstellung um einen Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel (α_{TP2}) über einen Totpunkt (TP) bewegt wird,
 - eine Auslenkung (α_2) der zweiten Übertotpunktverriegelung (27, 61, 62, 73, 74) bei dem an dem Schienenfahrzeug im Betrieb auftretenden dynamischen Belastungen stets kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel (α_{TP2}) und
 - die zweite Übertotpunktverriegelung (27, 61, 62, 73, 74) ein anderes dynamisches Verhalten aufweist als die erste Übertotpunktverriegelung (3, 26, 51, 52).

3. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Übertotpunktverriegelung (3, 26, 51, 52) und die zweite Übertotpunktverriegelung (27, 61, 62, 73, 74) unterschiedliche Übertragungsfunktionen aufweisen.

4. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schwingungsamplitude (α , $\alpha 1$, $\alpha 2$) der ersten und/oder zweiten Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74) bei einer auf den Türflügel (2) wechselnden, sinusförmigen Druckbelastung in einem Frequenzbereich (f) von 1 bis 100 Hz und einer Amplitude (p) an der statischen Belastungsgrenze des Schwenkschiebetürmoduls (100..108) kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel (α_{TP} , α_{TP1} , α_{TP2}).

5. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schwingungsamplitude (α , $\alpha 1$, $\alpha 2$) der ersten und/oder zweiten Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74) bei einer auf den Türflügel (2) wechselnden, sinusförmigen Druckbelastung in einem Frequenzbereich (f) von 1 bis 100 Hz und einer Amplitude (p) von 2000 Pa kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel (α_{TP} , α_{TP1} , α_{TP2}).

6. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Auslenkung (α , $\alpha 1$, $\alpha 2$) der ersten und/oder zweiten Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74) bei einer auf den Türflügel (2) wechselnden, sinusförmigen Druckbelastung in einem Frequenzbereich (f) von 1 bis 100 Hz und einer Amplitude (p) von 2000 Pa und einer in Phase überlagerten einmaligen Druckspitze von zusätzlich 2000 Pa kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel (α_{TP} , α_{TP1} , α_{TP2}).

7. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die unterste Resonanzfrequenz (f_{R1} , f_{R2})

der Übertragungsfunktion der ersten und/oder zweiten Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74) über 100 Hz liegt/liegen.

8. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Differenz der untersten Resonanzfrequenz (f_{R1}) der Übertragungsfunktion der ersten Übertotpunktverriegelung (3, 26, 51, 52) und der untersten Resonanzfrequenz (f_{R2}) der Übertragungsfunktion der zweiten Übertotpunktverriegelung (27, 61, 62, 73, 74) zumindest 50 Hz beträgt.

9. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Resonanzüberhöhung ($\ddot{U}R1$, $\ddot{U}R2$) bei der untersten Resonanzfrequenz (f_{R1} , f_{R2}) der Übertragungsfunktion der ersten und/oder zweiten Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74) unterhalb von 5° liegt/liegen.

10. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Amplitude/Auslenkung (α , α_1 , α_2) der ersten und/oder zweiten Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74) bei einer Testanregung kleiner ist als der genannte Übertotpunktweg oder Übertotpunktwinkel (α_{TP} , α_{TP1} , α_{TP2}), wobei

- die die Anregungsamplitude (A) der Testanregung der Verschiebung des Türflügels (2) entspricht, welche bei einer Druckbelastung desselben von 2000 Pa, insbesondere bei 4000 Pa, auftritt, und
- die bei der Testanregung maximal auftretende Geschwindigkeit der genannten Anregungsamplitude (A) multipliziert mit 628 s^{-1} entspricht.

11. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die genannte Verschiebung auf einen Zustand bezogen ist, in dem eine Verbindung zwischen Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74) und Türflügel (2) aufgetrennt ist.

12. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die genannte Amplitude/Auslenkung (α , α_1 , α_2) auf einen Zustand bezogen ist, in dem die Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74) von den übrigen Teilen des Schwenkschiebetürmoduls (100..108) isoliert ist.

13. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74) in dem genannten Zustand mit auf die Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74) rückgerechneten Massen des Antriebs oder Teilen davon ausgestattet ist.

14. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74) in dem genannten Zustand mit einer auf die Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74) rückgerechneten Reibung des Antriebs oder Teilen davon beaufschlagt ist.

15. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach einem der Ansprüche 10 bis 14 dadurch gekennzeichnet, dass die Testanregung einen einer Viertel-Sinuswelle entsprechenden Bewegungsverlauf aufweist.

16. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, gekennzeichnet durch einen in Schieberichtung des Türflügels (2) längs ausgerichteten Träger (50), welcher quer zu seiner Längserstreckung in horizontaler Richtung verschiebbar gelagert ist, und eine Linearführung mit deren Hilfe der zumindest eine Türflügel (2) verschiebbar gelagert ist, wobei die erste Übertotpunktverriegelung (51, 52) für die Lagefixierung des Trägers (50) in Ausstellrichtung (21) vorgesehen ist.

17. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach einem der Ansprüche 2 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass

- die erste Übertotpunktverriegelung (26, 51, 52) im oberen Bereich des Türflügels (2) und die zweite Übertotpunktverriegelung (27, 61, 62, 73, 74) im unteren Bereich des Türflügels (2) angeordnet ist,
- die erste Übertotpunktverriegelung (26, 51, 52) und die zweite Übertotpunktverriegelung (27, 61, 62, 73, 74) direkt oder indirekt miteinander gekoppelt sind und
- in der Kopplung ein Dämpfungselement (65, 66, 70, 72, 75, 76, 77, 78) angeordnet ist.

18. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Kopplung zwischen der ersten Übertotpunktverriegelung (26, 51, 52) und der zweiten Übertotpunktverriegelung (27, 61, 62, 73, 74) eine Drehsäule (28, 59, 60) umfasst.

19. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach einem der Ansprüche 1 bis 18, gekennzeichnet durch

- zumindest einen Sensor (79, 83) zur Erfassung einer auf zumindest ein Bauteil des Schwenkschiebetürmodul (100..108) einwirkenden Kraft und/oder eines auf zumindest ein Bauteil des Schwenkschiebetürmodul (100..108) einwirkenden Drucks und/oder einer durch diese Kraft/diesen Druck hervorgerufene Bewegung des zumindest einen Bauteils, welche insbesondere durch eine auf den Türflügel (2) einwirkende Kraft in eine Ausstellrichtung (21) und/oder einen auf den Türflügel (2) einwirkenden Druck und/oder eine Bewegung des Türflügels (2) in die Ausstellrichtung (21) verursacht ist, und
- eine mit dem zumindest einen Sensor (79, 83) verbundene Türantriebssteuerung (80), welche dazu eingerichtet ist, das Türantriebssystem (81) bei Detektion der genannten Kraft und/oder des genannten Drucks und/oder der genannten Bewegung in Richtung der Schließstellung anzusteuern, sofern der Detektion als letzter die Schließstellung der Schiebetür (2) beeinflussender Steuerbefehl nicht ein Steuerbefehl zum Öffnen der Schiebetür (2) vorangegangen ist.

20. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Sensor (79, 83) durch einen Bewegungsbeziehungsweise Beschleunigungssensor gebildet ist und die Türantriebssteuerung (80) dazu eingerichtet ist, das Türantriebssystem bei Detektion einer unerwarteten Bewegung, welche insbesondere durch eine Bewegung des Türflügels (2) in die Ausstellrichtung (21) verursacht ist, in Richtung der Schließstellung anzusteuern.

21. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Sensor (79, 83) durch einen Kraftsensor gebildet ist und die Türantriebssteuerung (80) dazu eingerichtet ist, das Türantriebssystem bei Detektion einer unerwarteten Kraft und/oder eines unerwarteten Verlaufs derselben, welche(r) insbesondere durch eine auf den Türflügel (2) in Ausstellrichtung (21) wirkende Kraft verursacht ist, in Richtung der Schließstellung anzusteuern.

22. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das genannte Bauteil Teil einer Übertotpunktverriegelung (3, 26, 27, 51, 52, 61, 62, 73, 74) ist.

23. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach einem der Ansprüche 1 bis 22, gekennzeichnet durch eine Türantriebssteuerung mit einem Drucksensor (79, 83) und/oder einem einen Eingang für einen Drucksensor (79, 83), welche dazu eingerichtet ist, das Türantriebssystem bei Detektion eines erhöhten auf den Drucksensor (79, 83) einwirkenden oder über den Eingang erfassten Luftdrucks (p) in Richtung der Schließstellung anzusteuern, sofern der Detektion als letzter die Schließstellung der Schiebetür (2) beeinflussender Steuerbefehl nicht ein Steuerbefehl zum Öffnen der Schiebetür (2) vorangegangen ist.

24. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Sensor durch einen

Drucksensor (79, 83) zur Messung eines Luftdrucks (p) gebildet ist, welcher mit der Türantriebssteuerung (80) verbunden ist.

25. Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach Anspruch 24, gekennzeichnet durch zwei in Fahrtrichtung voneinander beabstandete Drucksensoren (79, 83) und eine Fahrtrichtungsdetektion, welche dazu eingerichtet ist, für die Ansteuerung der Schließstellung das Signal des jeweils in Fahrtrichtung zuerst kommenden Drucksensors (79, 83) heranzuziehen.

26. Schienenfahrzeug (84, 88) umfassend mehrere Schwenkschiebetürmodule (100..108) nach einem der Ansprüche 1 bis 25, gekennzeichnet durch

- zumindest einen Drucksensor (79, 83, 85, 89) zur Erfassung eines auf das Schienenfahrzeug (84, 88) einwirkenden Luftdrucks (p) und
- a) eine mit dem zumindest einen Drucksensor (79, 83, 85, 89) verbundene zentrale Steuerung (86), welche dazu eingerichtet ist, die Türantriebssysteme mehrerer Schwenkschiebetürmodule (100..108) bei Detektion eines erhöhten auf den Drucksensor (79, 83, 85, 89) einwirkenden Luftdrucks (p) in Richtung der Schließstellung anzusteuern, sofern der Detektion als letzter die Schließstellung der Schiebetür (2) beeinflussender Steuerbefehl nicht ein Steuerbefehl zum Öffnen der Schiebetür (2) vorangegangen ist, oder
- b) mehrere, jeweils einem Schwenkschiebetürmodul (100..108) zugeordnete und mit dem zumindest einen Sensor (79, 83, 85, 89) verbundene Türantriebssteuerungen (80), welche dazu eingerichtet sind, das Türantriebssystem des jeweiligen Schwenkschiebetürmoduls (100..108) bei Detektion eines erhöhten auf den Drucksensor (79, 83, 85, 89) einwirkenden Luftdrucks (p) in Richtung der Schließstellung anzusteuern, sofern der Detektion als letzter die Schließstellung der Schiebetür (2) beeinflussender Steuerbefehl nicht ein Steuerbefehl zum Öffnen der Schiebetür (2) vorangegangen ist.

27. Schienenfahrzeug (84, 88) nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass der Drucksensor (79, 83, 85, 89) in Fahrtrichtung des Schienenfahr-

zeugs (84, 88) vor den zugeordneten Schwenkschiebetürmodulen (100..108) angeordnet ist.

28. Schienenfahrzeug (84, 88) nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass der Drucksensor (79, 83, 85, 89) in an der Zugspitze angeordnet ist.

29. Schienenfahrzeug (84, 88) nach Anspruch 27 oder 28, gekennzeichnet durch zumindest zwei Drucksensoren (79, 83, 85, 89) und einer Fahrtrichtungsdetektion, welche dazu eingerichtet ist, für die Ansteuerung der Schließstellung das Signal des jeweils in Fahrtrichtung zuerst kommenden Drucksensors (79, 83, 85, 89) heranzuziehen.

30. Schienenfahrzeug (84, 88), umfassend ein Schwenkschiebetürmodul (100..108) nach einem der Ansprüche 1 bis 25.

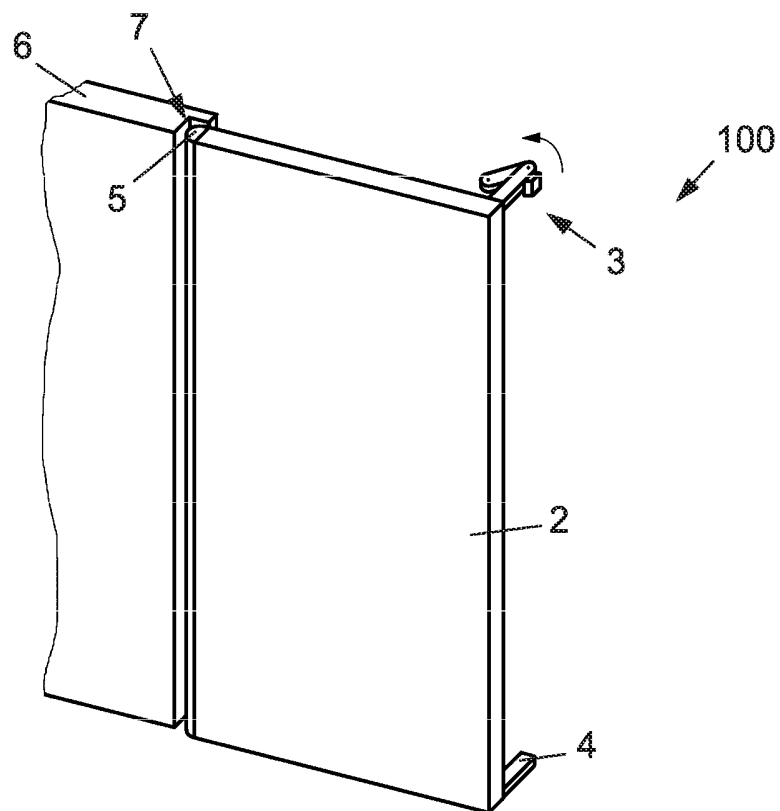


Fig. 1

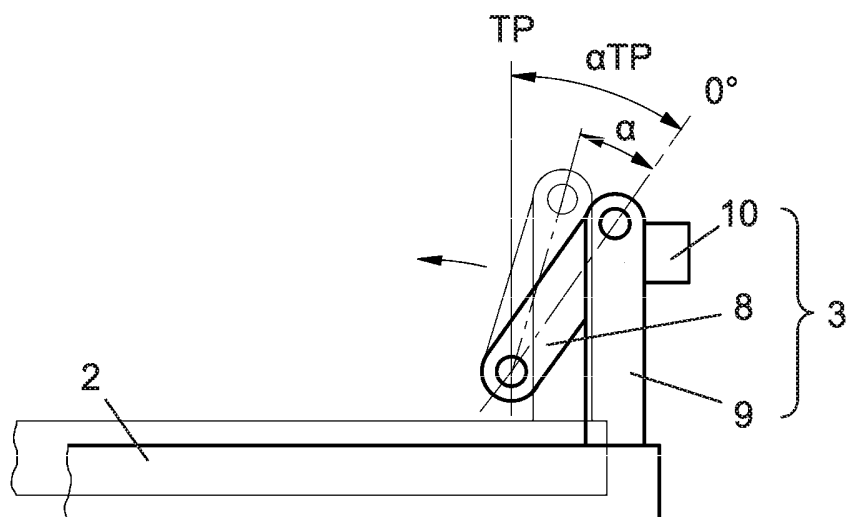


Fig. 2

Knorr-Bremse
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

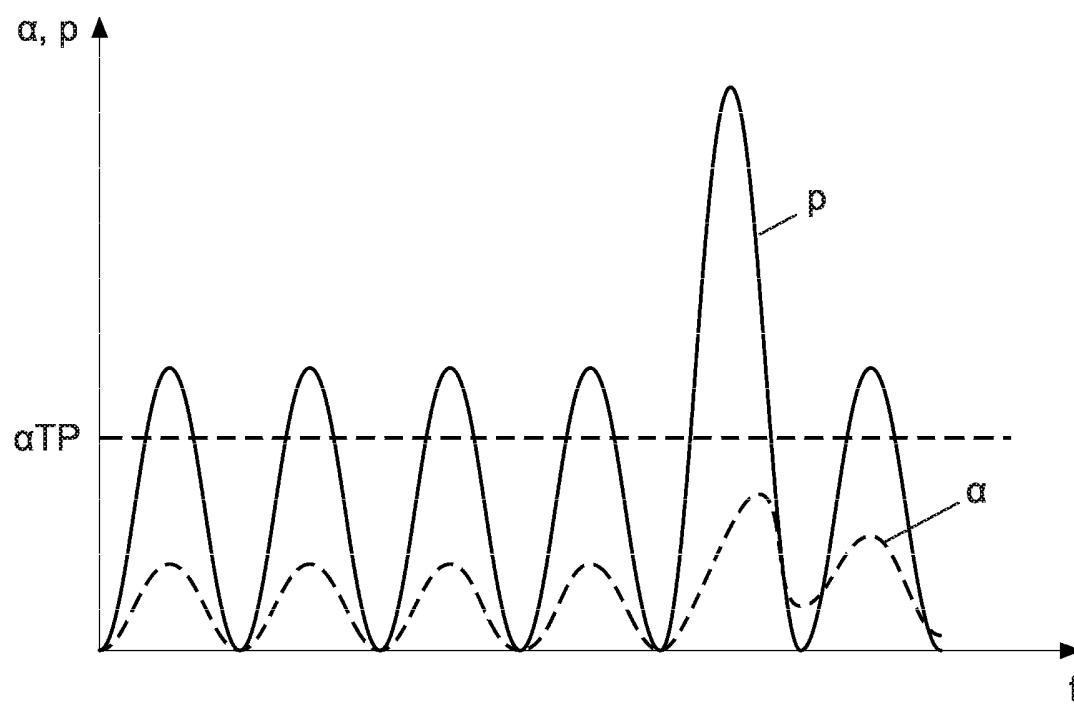


Fig. 3

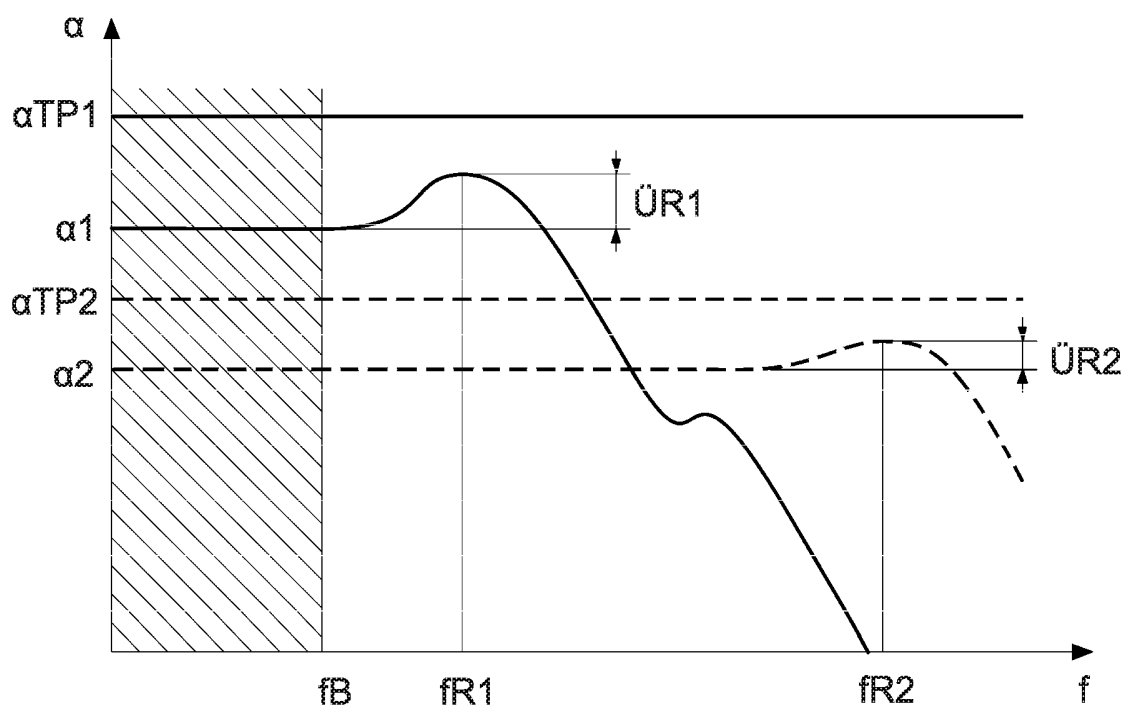


Fig. 4

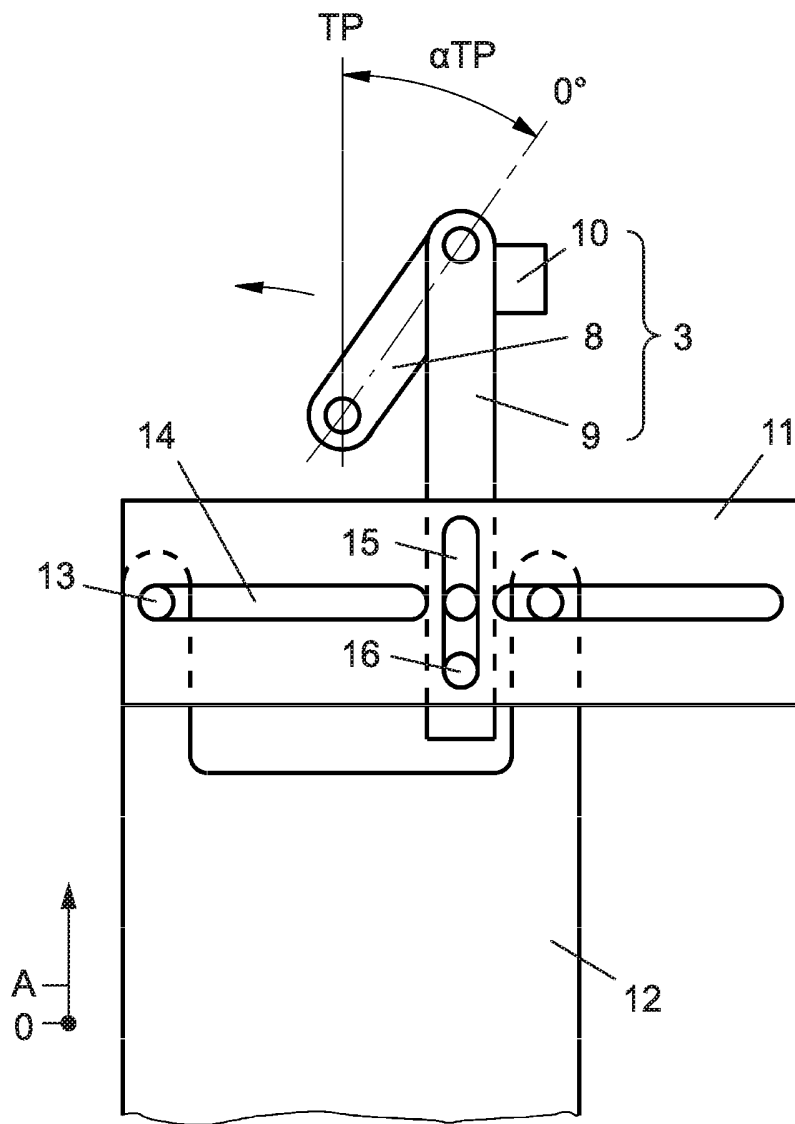


Fig. 5

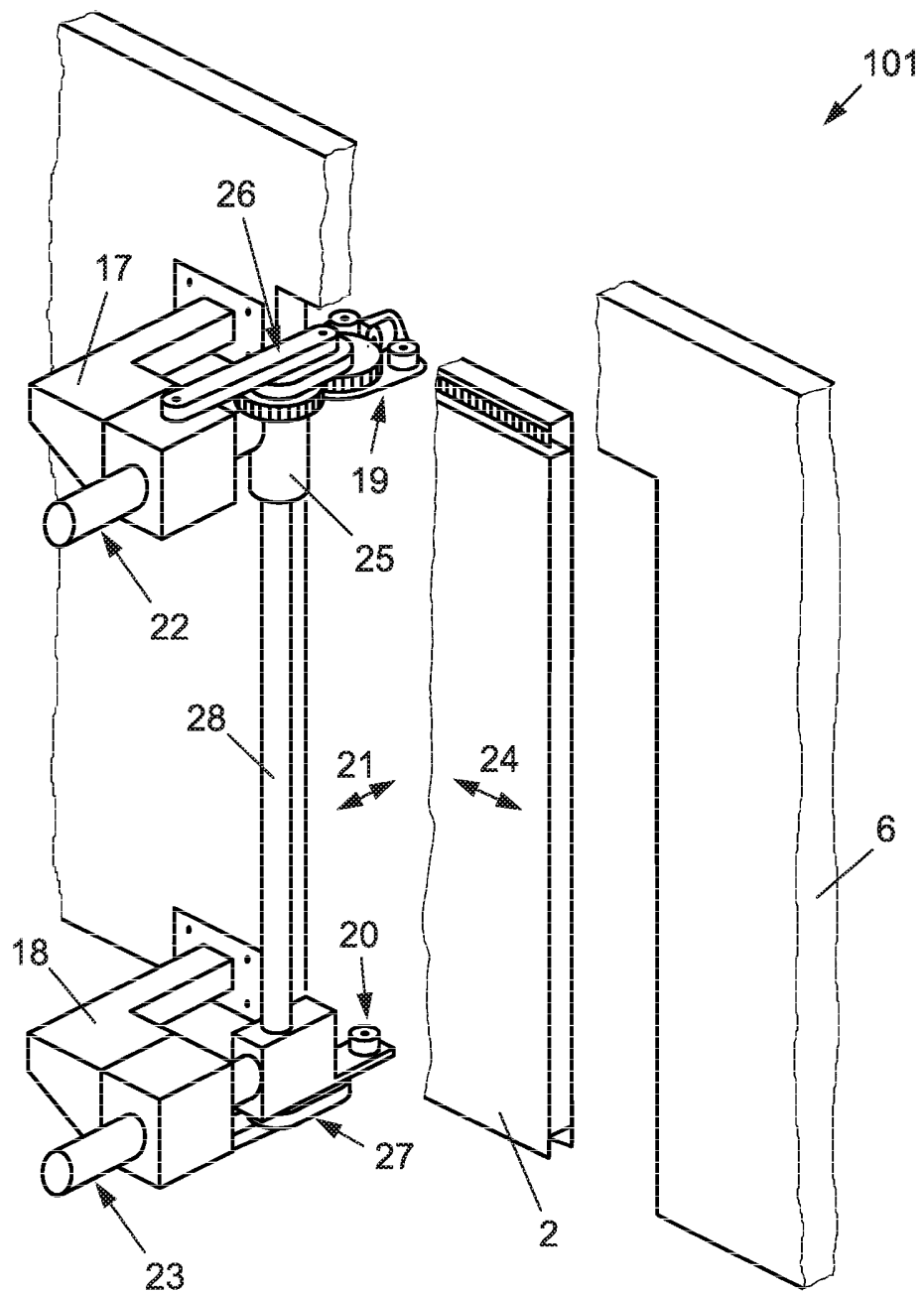


Fig. 6

Knorr-Bremse
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

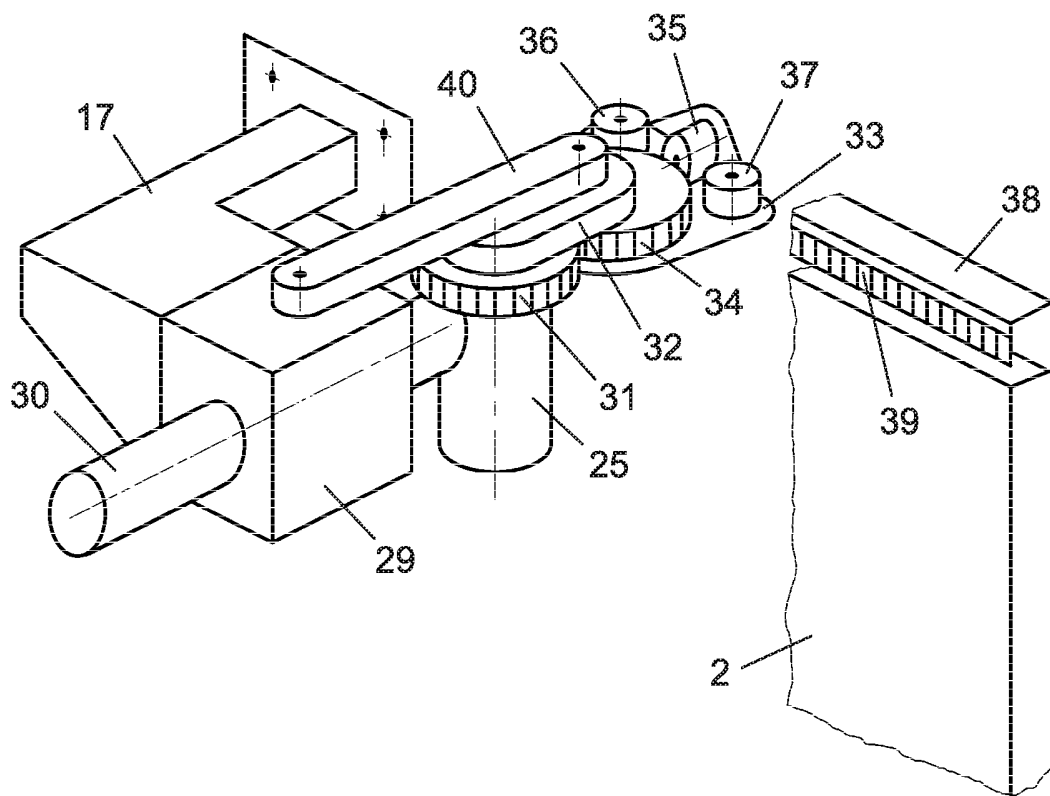


Fig. 7

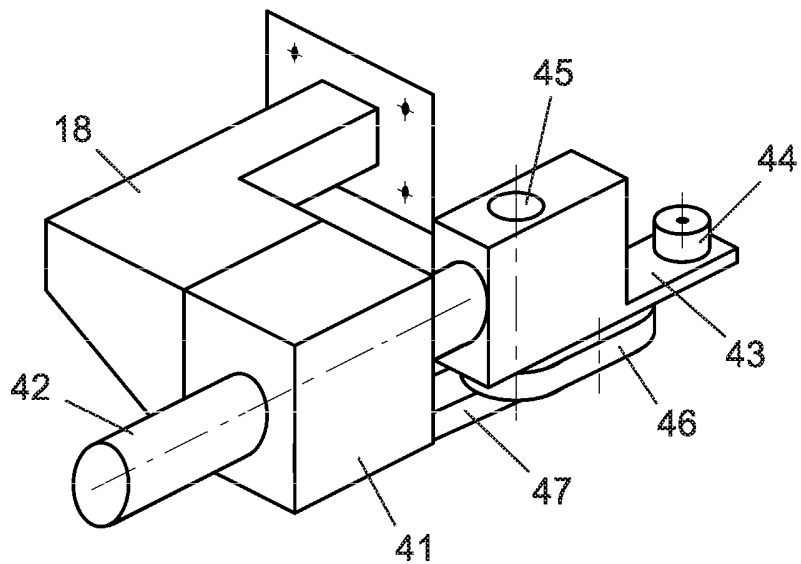


Fig. 8

Knorr-Bremse
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

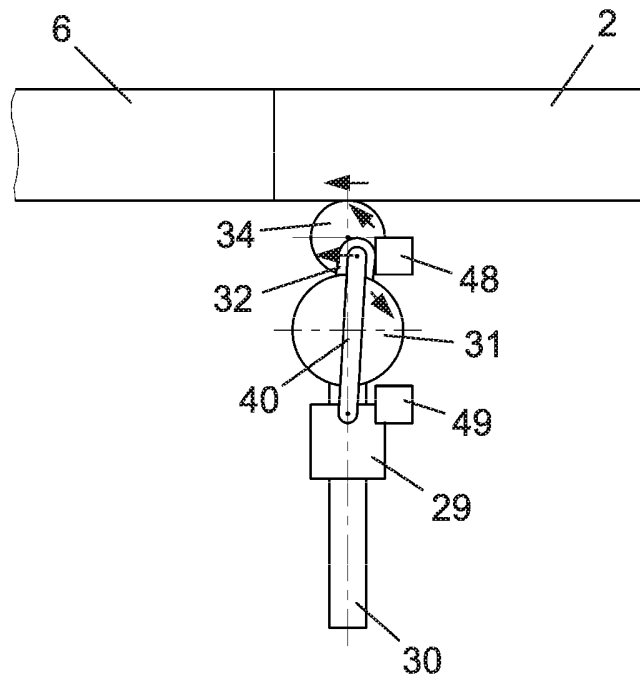


Fig. 9

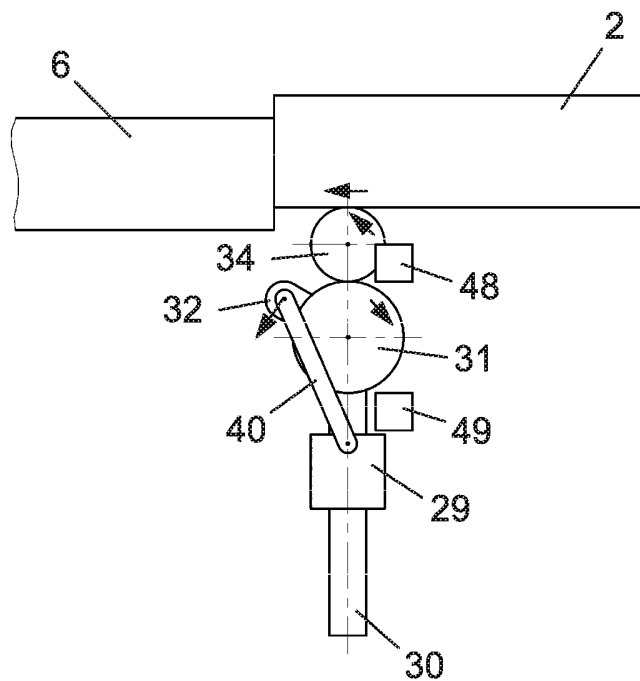


Fig. 10

Knorr-Bremse
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

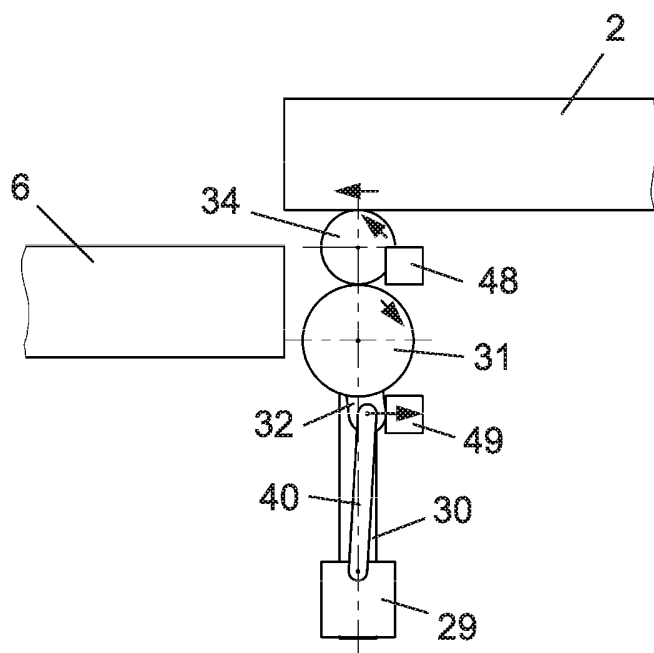


Fig. 11

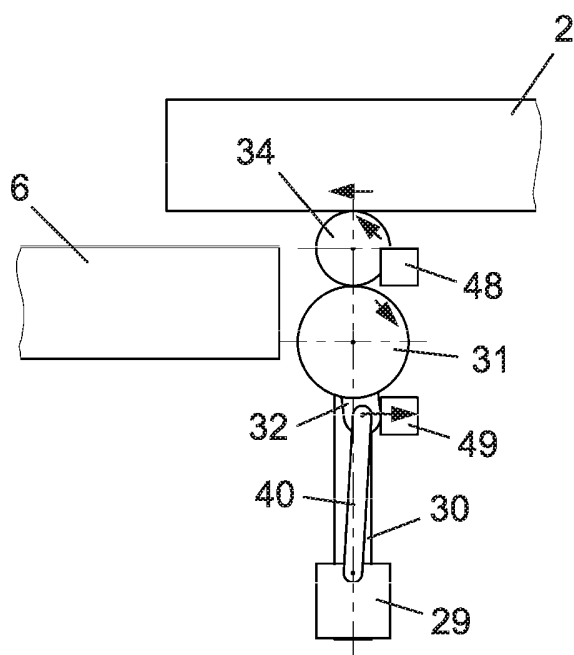


Fig. 12

Knorr-Bremse
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

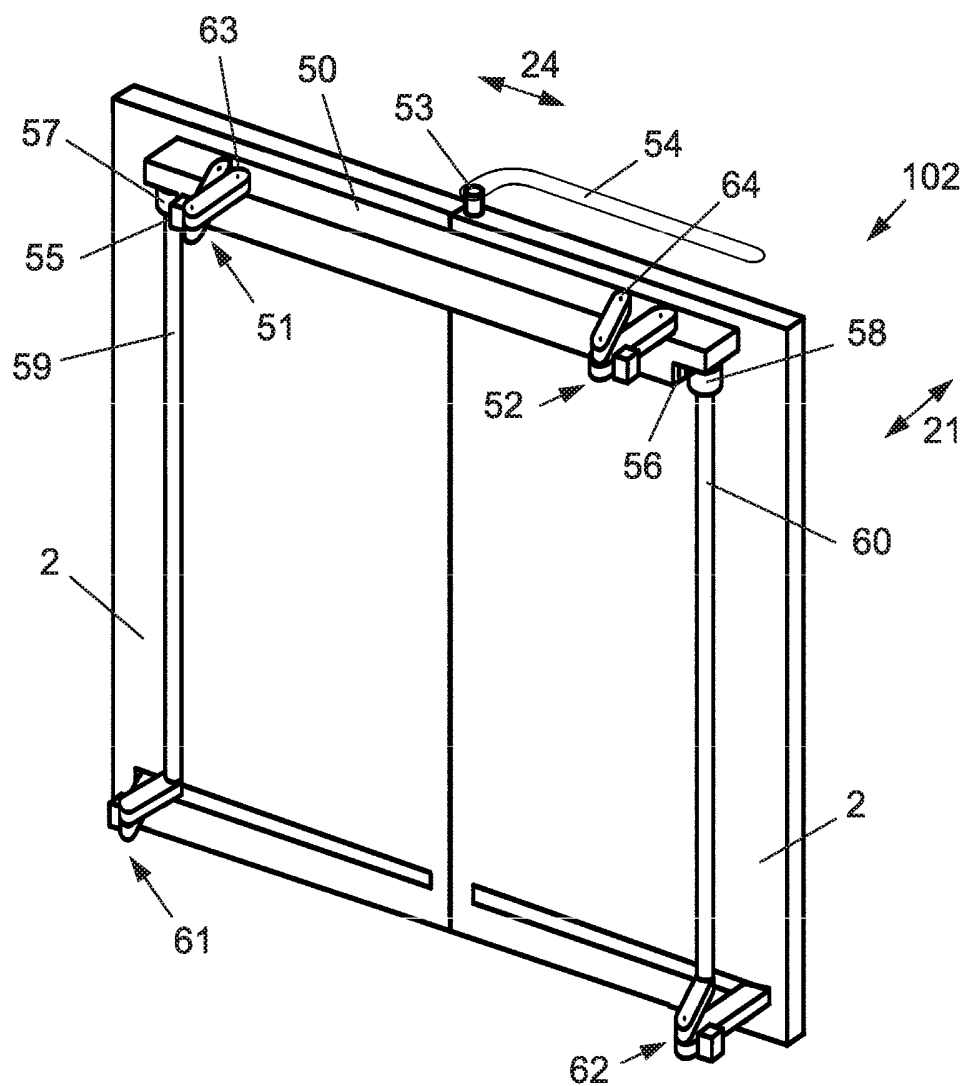


Fig. 13

Knorr-Bremse
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

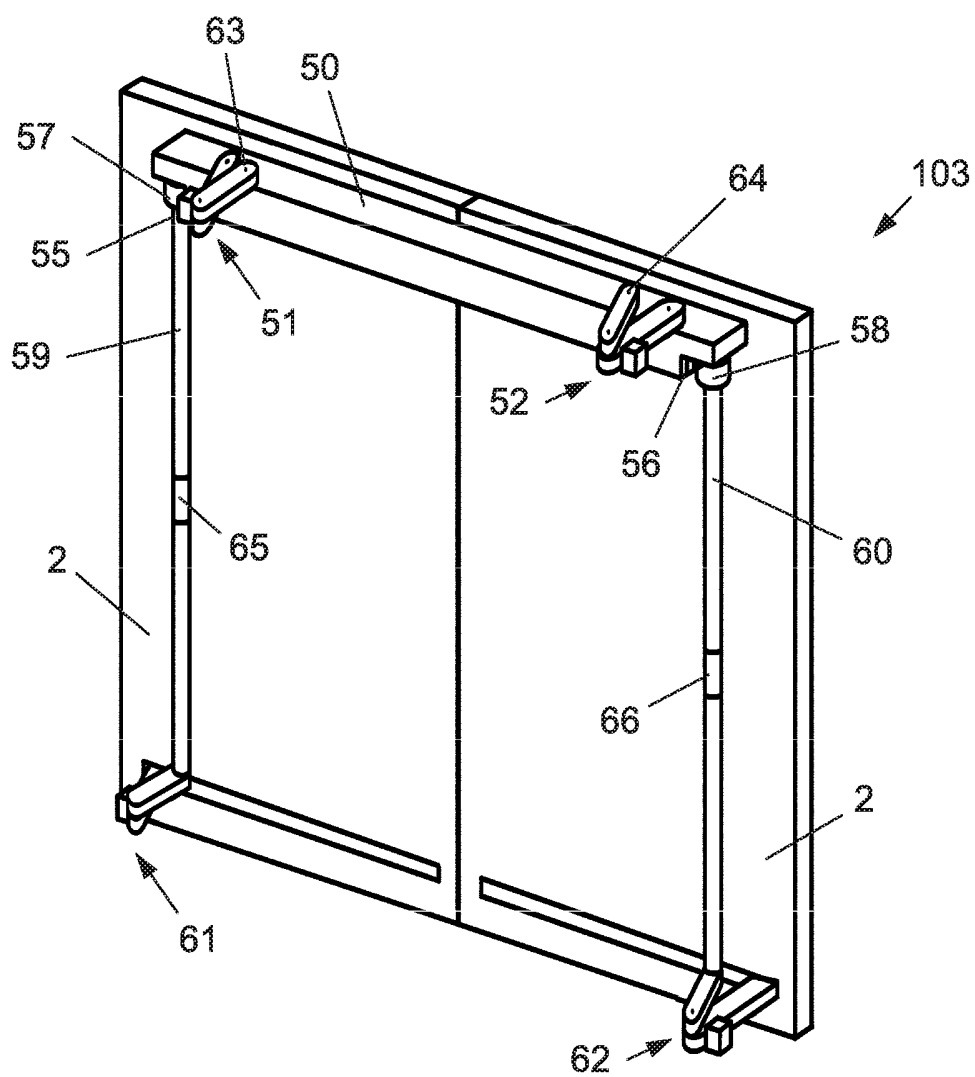


Fig. 14

Knorr-Bremse
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

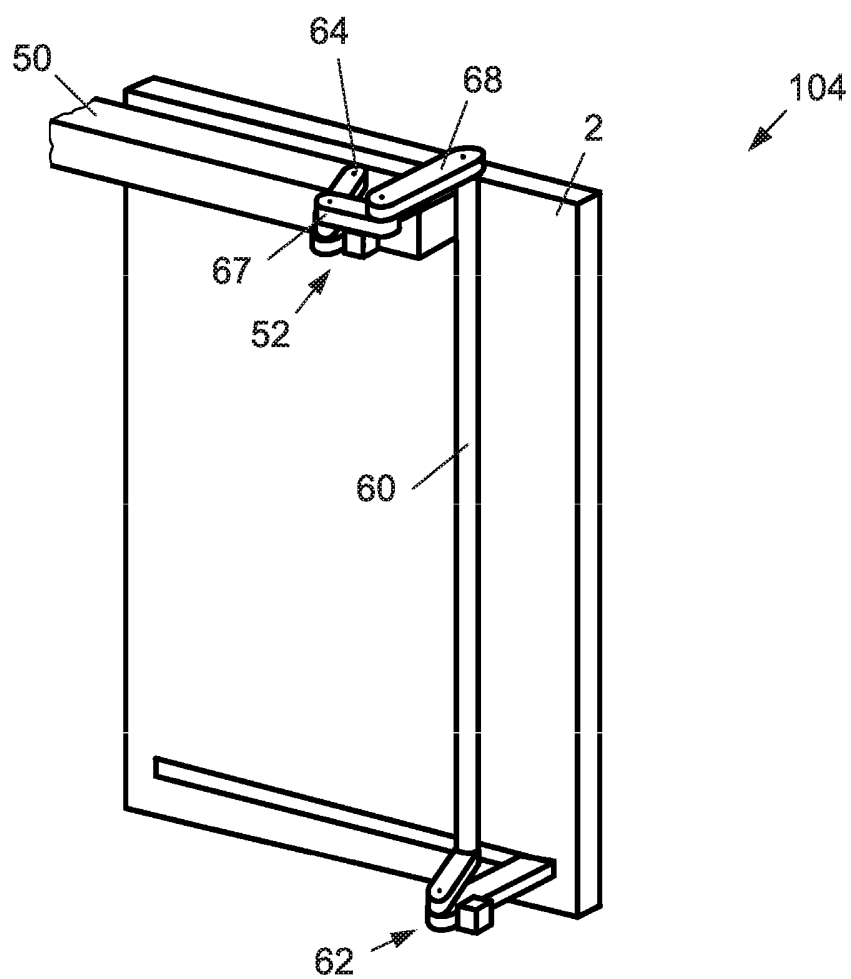


Fig. 15

Knorr-Bremse
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

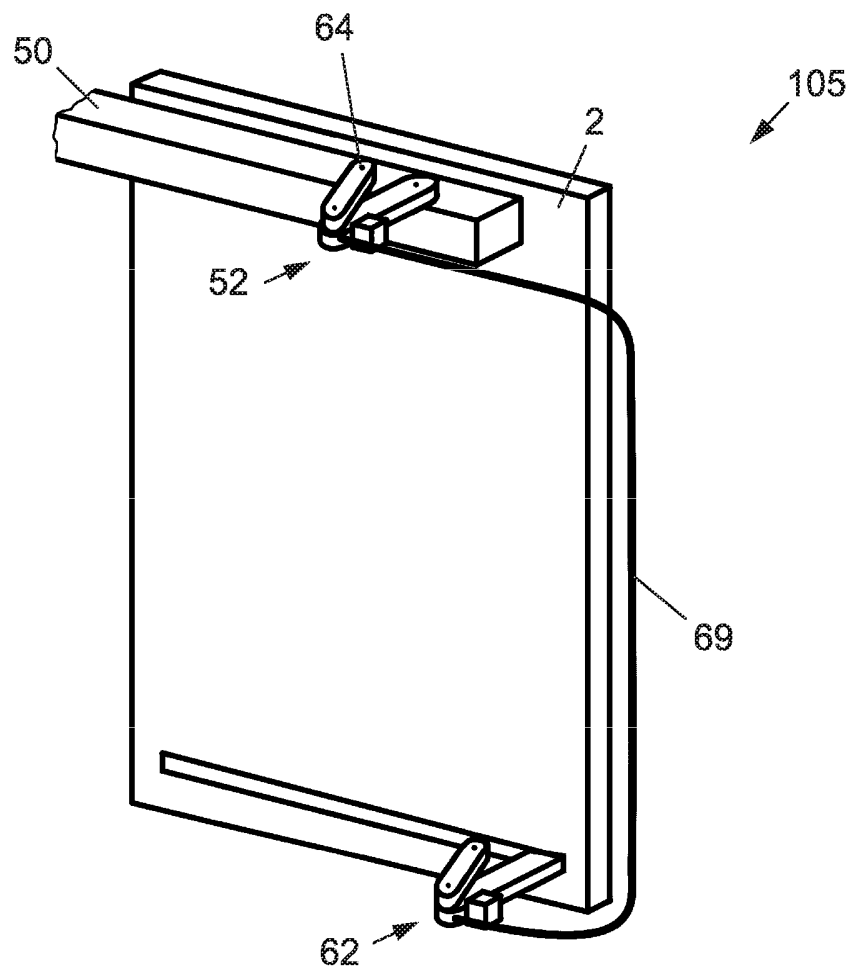


Fig. 16

Knorr-Bremse
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

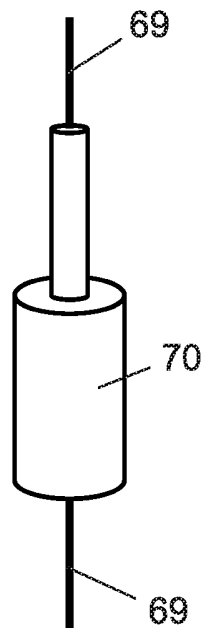


Fig. 17

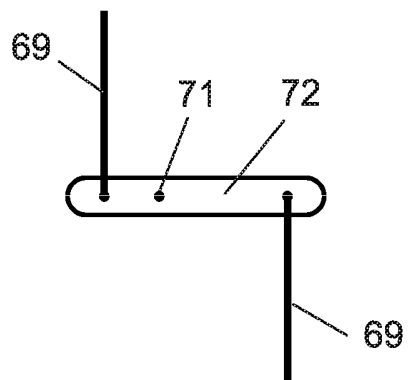


Fig. 18

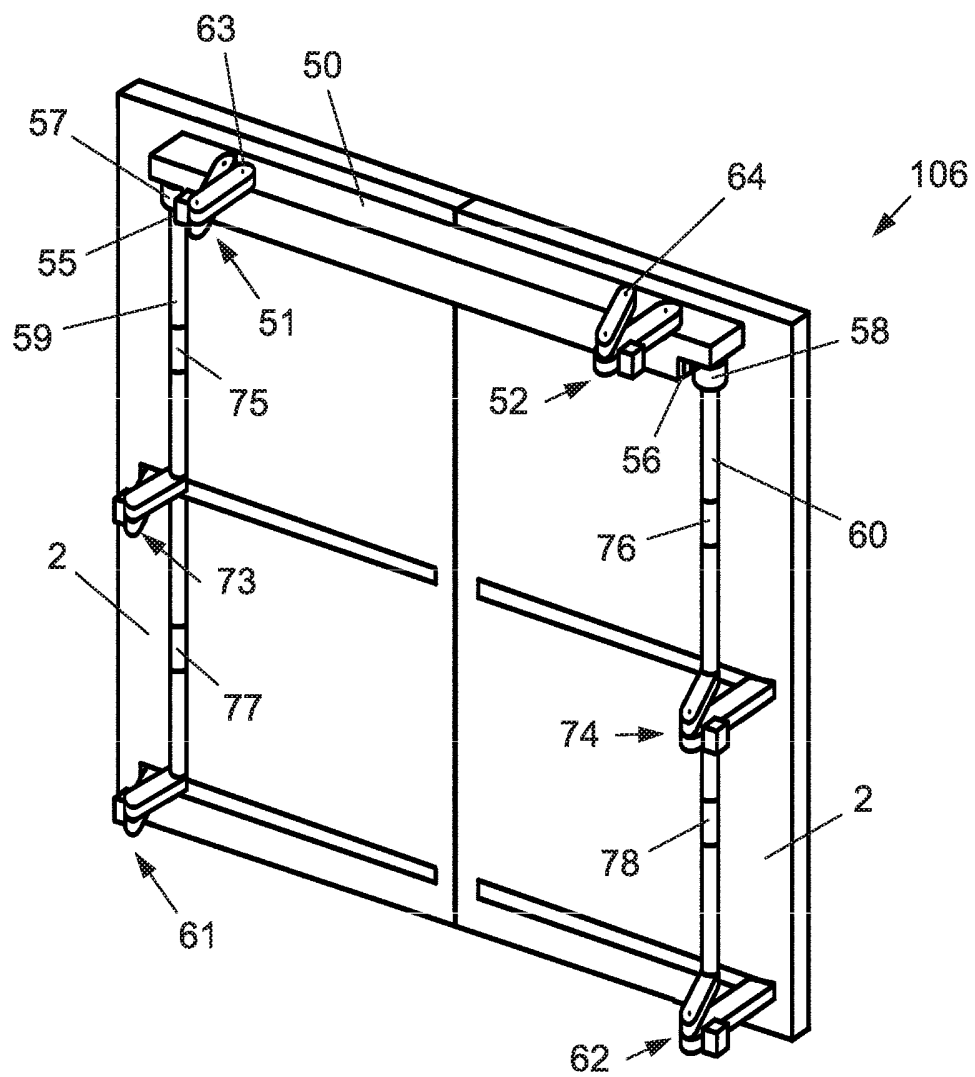


Fig. 19

Knorr-Bremse
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

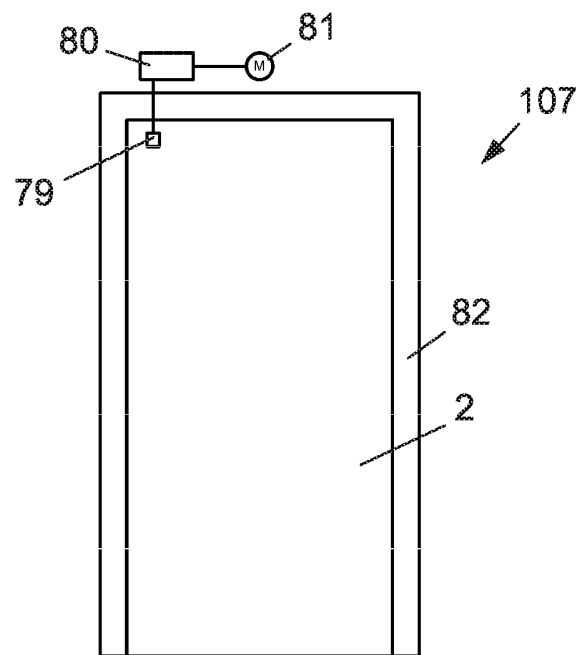


Fig. 20

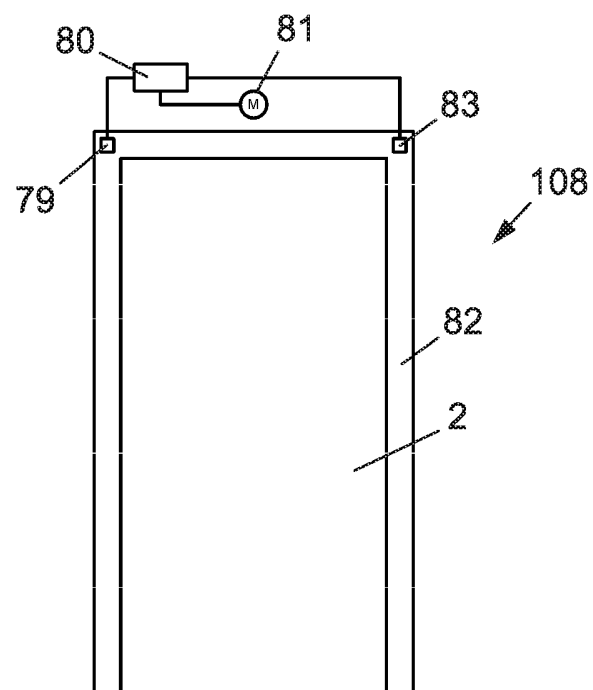


Fig. 21

Knorr-Bremse
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

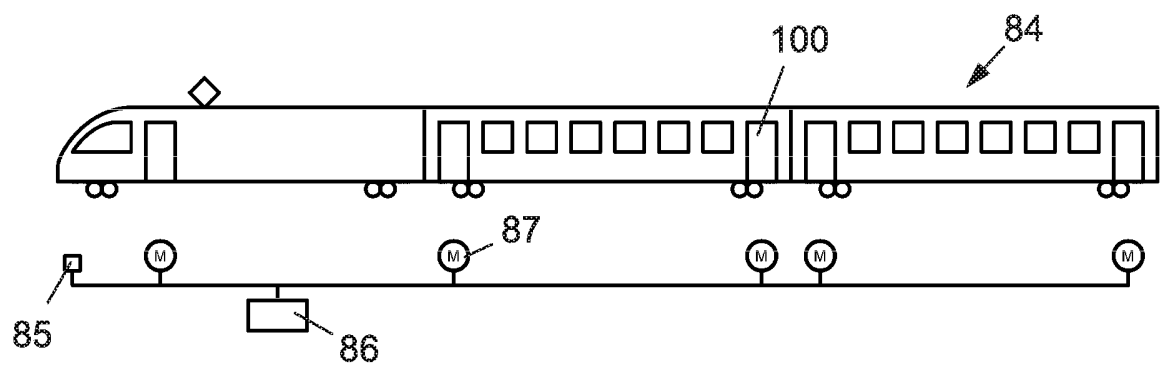


Fig. 22

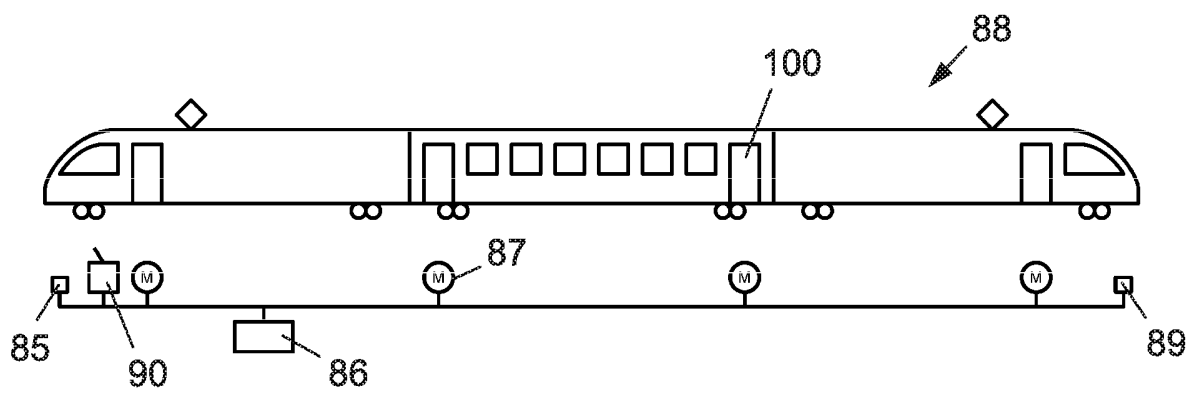


Fig. 23