



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.06.2005 Patentblatt 2005/26

(51) Int Cl.7: **B66B 7/04**

(21) Anmeldenummer: **04029144.5**

(22) Anmeldetag: **09.12.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(71) Anmelder: **INVENTIO AG**
6052 Hergiswil NW (CH)

(72) Erfinder:
• **Husmann, Josef**
6006 Luzern (CH)
• **Cortona, Elena**
8800 Thalwil (CH)

(30) Priorität: **22.12.2003 EP 03405918**

(54) **Einrichtung zur Schwingungsdämpfung an einer Aufzugskabine**

(57) Eine Einrichtung zur Reduktion von Schwingungen einer an Schienen (15) geführten Aufzugskabine (1) weist mehrere Führungselemente (5, 6, 7) zum Führen der Aufzugskabine (1) entlang der Schienen (15), einen Sensor (11, 12) zum Erfassen von Positionsänderungen der Aufzugskabine (1) und/oder von an der Aufzugskabine (1) auftretenden Beschleunigungen, einen zwischen der Aufzugskabine (1) und den Führungselementen (5, 6, 7) angeordneten Aktuator (1) sowie ei-

ne Regeleinrichtung (19) auf, welche auf Basis der von dem Sensor (11, 12) übermittelten Werte den Aktuator (10) zur Veränderung der Lage der Kabine (1) gegenüber den Schienen (15) ansteuert. Erfindungsgemäß weist die Regeleinrichtung (19) eine in Abhängigkeit von der Vertikalgeschwindigkeit (v) der Aufzugskabine (1) veränderbare Verstärkung auf. Ferner wird die Verstärkung der Regeleinrichtung (19) nach einem Aktivieren der Regeleinrichtung (19) kontinuierlich angehoben bzw. nach einem Ausschalten kontinuierlich abgesenkt.

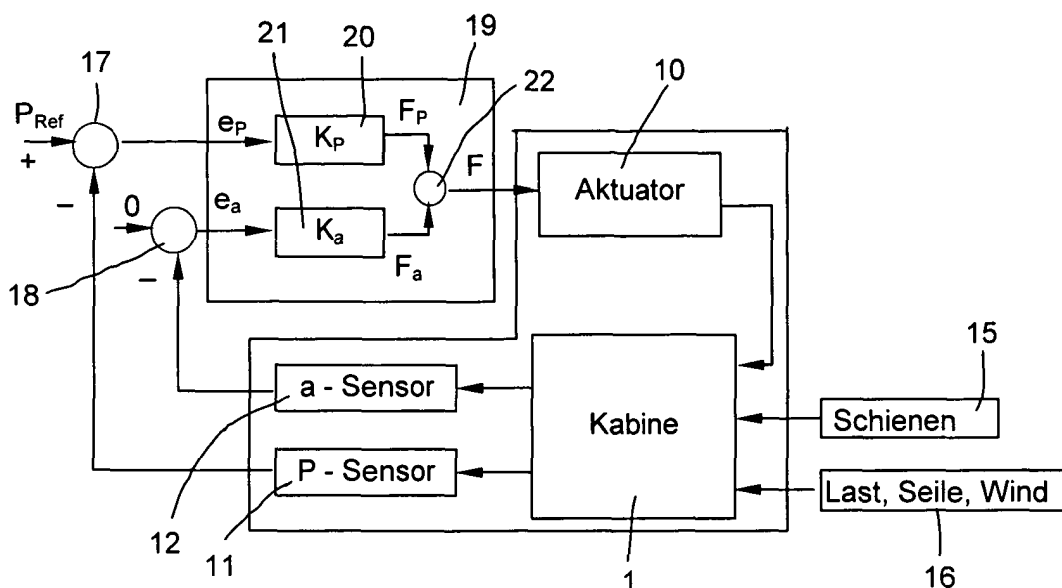


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Reduktion bzw. Dämpfung von Schwingungen einer an Schienen geführter Aufzugskabine sowie ein entsprechendes Verfahren zur Schwingungsdämpfung.

[0002] Während der Fahrt einer Aufzugskabine in einem Aufzugsschacht können verschiedene Kräfte auf die aus dem Kabinenkörper und einen den Kabinenkörper haltenden Kabinenrahmen bestehende Kabine einwirken und das System zu Schwingungen anregen. Ursache für die Schwingungen können dabei insbesondere Unebenheiten in den Führungsschienen sowie durch den Fahrtwind hervorgerufene Kräfte sein. Darüber hinaus können auch seitliche Zugkräfte, die durch die Zugseile übertragen werden, oder plötzliche Lageveränderungen der Last während der Fahrt Querschwingungen hervorrufen.

[0003] Um den Fahrkomfort für den Aufzug benutzende Personen zu erhöhen, werden Regelsysteme verwendet, welche dazu ausgelegt sind, die auf die Aufzugskabine wirkenden Kräfte auszugleichen. Aus der EP 0 731 051 B1 der Anmelderin ist beispielsweise ein System bekannt, welches mehrere zwischen zwei Endstellungen bewegbar mit der Aufzugskabine verbundene Führungselemente aufweist. Quer zur Fahrtrichtung auftretende Schwingungen oder Beschleunigungen werden von mehreren an der Kabine angebrachten Sensoren gemessen, deren Signale zur Steuerung mehrerer Aktuatoren verwendet werden, die zwischen der Kabine und den Führungselementen angeordnet sind. Die Aktuatoren werden dabei von einer mit den Sensoren verbundenen Regeleinrichtung derart angesteuert, dass sie entgegengesetzt zu den auftretenden Schwingungen arbeiten und diese damit möglichst effektiv unterdrücken.

[0004] Eine typische Eigenschaft des aus der EP 0 731 051 B1 bekannten Verfahrens sowie anderer Verfahren zur Schwingungsreduktion von Aufzugskabinen gemäß dem Stand der Technik ist, dass diese mit linearen und zeitlich unveränderlichen Reglern arbeiten. Der Grund hierfür liegt darin, dass beim Entwerfen der Regler nicht-lineare Vorgänge nur schwer berücksichtigt werden können und deshalb zur Vereinfachung der Konzipierung des Reglers davon ausgegangen wird, dass die auftretenden Störungen linear sind. Eine Folge hiervon ist allerdings, dass beim Einschalten des Reglers und bei Beginn bzw. Ende der Fahrt des Aufzugs ungewollte Vibrationen auftreten können. Die Ursache hierfür ist, dass es sich hierbei um nicht-lineare Zustandsänderungen des Systems handelt, welche durch das lineare und zeitinvariante Verhalten des Reglers nicht beherrscht werden können.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es dementsprechend, eine Möglichkeit anzugeben, Vibrationen oder sogar Stöße der Aufzugskabine beim Anfahren und Anhalten des Aufzugs sowie beim Be- und Entladen der Kabine zu vermeiden.

[0006] Die Aufgabe wird durch eine Einrichtung zur Reduktion von Schwingungen einer an Schienen geführten Aufzugskabine bzw. durch Verfahren gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst.

[0007] Kerngedanke der vorliegenden Erfindung ist, die Verstärkung der für die Schwingungsunterdrückung verantwortlichen Regeleinrichtung geschwindigkeitsund/oder zeitvariabel auszugestalten. Dabei ist gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung vorgesehen, die Verstärkung der Regeleinrichtung abhängig von der Vertikalgeschwindigkeit der Aufzugskabine auszugestalten, wodurch auf die nichtlinearen Vorgänge beim Anfahren und beim Abbremsen der Aufzugskabine besser reagiert werden kann. Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, die Verstärkung nach einem Einschalten der Regeleinrichtung kontinuierlich anzuheben bzw. nach einem Ausschalten kontinuierlich abzusinken.

[0008] Die erfindungsgemäßen Maßnahmen gestatten es, das Verhalten der grundsätzlich linear und zeitinvariant ausgelegten Regeleinrichtung an die oben genannten nichtlinearen Vorgänge anzupassen. Insbesondere können durch verhältnismäßig einfach durchzuführende Maßnahmen die beim Anfahren und Anhalten des Aufzugs, beim Be- und Entladen der Kabine sowie beim Ein- und Ausschalten der Regeleinrichtung auftretenden Vibrationen oder sogar Stöße, die auf eine ungeeignete Reaktion eines linearen Reglers auf nicht-lineare Systemveränderungen zurückzuführen sind, unterdrückt werden.

[0009] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird die geschwindigkeits- bzw. zeitvariable Verhaltensweise der Regeleinrichtung dadurch realisiert, dass die dem Regler zugeführten Fehlersignale bzw. Regelabweichungen und/oder die von dem Regler erzeugten Stellsignale für die Aktuatoren mit zeit- bzw. geschwindigkeitsabhängigen Parametern gewichtet werden. Hierzu können innerhalb der Regeleinrichtung mehrere Verstärkungsblöcke vorgesehen sein, mit deren Ausgangssignale die Fehler- bzw. die Stellsignale gewichtet werden. Ein Teil dieser Blöcke ist dabei für die Realisierung des geschwindigkeitsabhängigen Verhaltens der Regeleinrichtung verantwortlich, während hingegen sogenannte Zeitverzögerungsblöcke für die Reaktion auf das Ein- und Ausschalten der Regeleinrichtung verantwortlich sind. Diese Lösung zeichnet sich dadurch aus, dass sie verhältnismäßig einfach zu realisieren ist. Insbesondere ist es nicht erforderlich, auf den eigentlichen Regler, der die ihm zugeführten Fehlersignale in Stellsignale für die Aktuatoren umsetzt, Einfluß zu nehmen. Es kann also wie bislang ein linearer und zeitinvarianter Regler verwendet werden.

[0010] Gemäß einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist die Regeleinrichtung zwei interne Regler auf, nämlich einen Positionsregler und einen Beschleunigungsregler. Der Positionsregler ist dabei dafür verantwortlich, die Ein-

stellung der Führungselemente in Bezug auf die Führungsschienen so zu regeln, dass jederzeit ein ausreichend hoher Dämpfungsweg zur Verfügung steht. Dies bedeutet nichts anderes, als dass die Aufzugskabine bzw. der den Kabinenkörper haltende Rahmen den Führungsschienen, insbesondere auch den entsprechenden Unebenheiten der Schienen folgen soll. Die Aufgabe des Beschleunigungsreglers ist es hingegen, die an dem Kabinenrahmen auftretenden Schwingungen, die auch durch die Unebenheiten hervorgerufen werden können, zu unterdrücken. Die Sollwerte der Kräfte, die beide Regler von den Aktuatoren verlangen, werden dann entsprechend addiert und den Aktuatoren als ein gemeinsames Stellsignal zugeführt. Diese bereits aus der EP 0 731 051 B1 bekannte Lösung ermöglicht es, beide oben genannten Ziele, die eigentlich entgegengesetzt zueinander sind, möglichst optimal zu verfolgen.

[0011] Bei der Verwendung der beiden getrennten Regler ist vorzugsweise vorgesehen, dass nach einem Einschalten der Regeleinrichtung zunächst die Verstärkung des Positionsreglers linear angehoben wird, während hingegen der Beschleunigungsregler erst mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung - ebenfalls mit einem linearen Anstieg - aktiviert wird. Nach dem Ausschalten der Regeleinrichtung hingegen wird zunächst die Verstärkung des Beschleunigungsreglers linear auf Null abgesenkt und erst mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung auch der Positionsregler abgeschaltet.

[0012] Nachfolgend soll die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer an Schienen geführten Aufzugskabine;

Figur 2 ein Signalflussschema eines Systems zur aktiven Schwingungsdämpfung; und

Figur 3 das Signalflussschema der erfindungsgemäßen ausgestalteten Regeleinrichtung.

[0013] Bevor die erfindungsgemäße Regeleinrichtung näher erläutert wird, soll zunächst anhand von Figur 1 die Realisierung eines Gesamtsystems zur aktiven Dämpfung von Vibrationen bzw. Schwingungen einer Aufzugskabine erläutert werden.

[0014] Die in Figur 1 dargestellte und allgemein mit dem Bezugszeichen 1 versehene Kabine ist dabei in einen Kabinenkörper 2 sowie einen Kabinenrahmen 3 unterteilt. Der Kabinenkörper 2 ist in dem Rahmen 3 mit Hilfe mehrerer Gummifedern 4 gelagert, die zur Isolation von Körperschall vorgesehen sind. Diese Gummifedern 4 sind verhältnismäßig steif ausgelegt, um das Auftreten niederfrequenter Schwingungen zu unterdrücken.

[0015] Die Kabine 1 wird mit Hilfe von vier Rollenführungen 5 an den beiden Führungsschienen 15 geführt, die in einem (nicht gezeigten) Aufzugsschacht angeord-

net sind. Die vier Rollenführungen 5 sind üblicherweise identisch aufgebaut und seitlich unten und oben an dem Kabinenrahmen 3 angebracht. Sie weisen jeweils einen Ständer auf, an dem jeweils drei Führungsrollen 6 gelagert sind, zwei seitliche und eine mittlere Rolle. Die Führungsrollen 6 sind dabei jeweils mit Hilfe eines Hebels 7 beweglich gelagert und werden über eine Feder 8 auf die Führungsschienen 15 gedrückt. Die Hebel 7 der beiden seitlichen Führungsrollen 6 sind ferner über eine Zugstange 9 miteinander verbunden, so dass sie sich synchron miteinander bewegen.

[0016] Pro Rollenführung 5 sind zwei elektrische Aktuatoren 10 vorgesehen, die jeweils eine Kraft auf die Hebel 7 ausüben, die parallel zu den zugehörigen Federn 8 wirkt. Ein erster Aktuator 10 bewegt dabei den mittleren Hebel 7 mit der zugehörigen mittleren Führungsrolle 6, während hingegen der zweite Aktuator 10 die beiden seitlichen Hebel 7 mit den zugehörigen seitlichen Führungsrollen 6 bewegt. Über die Aktuatoren 10 wird somit die Stellung der Hebel 7 bzw. der Rollen 6 und damit die Position der Aufzugskabine 1 bezüglich der Führungsschienen 15 beeinflusst.

[0017] Die Kabinenschwingungen oder Vibrationen, die von der Einrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zu dämpfen sind, treten in den folgenden fünf Freiheitsgraden auf:

- Verschiebungen in X-Richtung
- Verschiebungen in Y-Richtung
- Drehungen um die X-Achse
- Drehungen um die Y-Achse
- Drehungen um die Z-Achse

[0018] Die verschiedenen Verschiebungen bzw. Drehungen in den fünf Freiheitsgraden sind dabei jeweils auf eine unterschiedliche Lagerung der Aufzugskabine 1 an den vier Rollenführungen 5 in X- und/oder in Y-Richtung zurückzuführen.

[0019] Um Schwingungen der Kabine 1 in allen fünf oben genannten Freiheitsgraden erfassen zu können, sind pro Rollenführung 5 zunächst zwei Positionssensoren 11 vorgesehen, ein erster Sensor zur Erfassung der Lage des mittleren Hebels 7 mit der zugehörigen Führungsrolle 6 und ein zweiter Sensor zum Erfassen der Lage der beiden seitlichen Hebel 7 mit den zugehörigen seitlichen Führungsrollen 6. Darüber hinaus ist jede Rollenführung 5 mit zwei horizontal ausgerichteten Beschleunigungssensoren 12 ausgestattet, von denen einer Beschleunigungen in Verschiebungsrichtung der mittleren Führungsrolle 6 und der zweite Beschleunigungen senkrecht dazu in Verschiebungsrichtung der beiden seitlichen Führungsrollen 6 erfasst. Die Messsignale der Sensoren 11 und 12 geben Auskunft über die aktuelle Lage der Aufzugskabine 1 in Bezug auf die beiden Führungsschienen 15 und informieren ferner darüber, ob der Kabinenkörper 1 aktuellen Beschleunigungen ausgesetzt ist, die zu Schwingungen führen können.

[0020] Ein auf der Decke des Kabinenkörpers 2 befestigtes Steuergerät 14 verarbeitet die von den Sensoren 11 und 12 übermittelten Signale und steuert nach Auswertung der Sensorsignale mit Hilfe eines Leistungsteils die elektrischen Aktuatoren 10 der vier Rollenführungen 5 an, um den Beschleunigungen und Vibrationen in geeigneter Weise entgegenzuwirken.

[0021] Bevor die Ausgestaltung des Steuergerätes 14, insbesondere der darin angeordneten Regeleinrichtung näher erläutert wird, ist noch darauf hinzuweisen, dass bei der in Figur 1 dargestellten Aufzugskabine ein besonderes Merkmal darin besteht, dass an einer Rollenführung 5 (hier bei der rechten oberen Rollenführung) ein Drehbewegungssensor 13 vorgesehen ist, der den Drehwinkel einer ihm zugeordneten Führungsrolle 6 misst. Die über diesen Drehbewegungssensor 13 erhaltenen Messwerte geben Auskunft über den Fahrweg der Kabine sowie über deren aktuelle Fahrgeschwindigkeit in vertikaler, also in Z-Richtung. Hierdurch wird die nachfolgend beschriebene geschwindigkeitsvariable Regelung gemäß der vorliegenden Erfindung ermöglicht.

[0022] Die Figuren 2 und 3 zeigen das Signalflussschema des erfindungsgemäßen Systems zur aktiven Schwingungsdämpfung. Der grundsätzliche Aufbau gemäß Figur 2 entspricht dabei dem Verfahren, wie es auch in der EP 0 731 051 B1 zum Einsatz kommt. Die dargestellten Signale sind dabei als Vektorsignale zu verstehen, welche mehrere Signale gleicher Art umfassen. Die Regeleinrichtung ist als sogenannter MIMO (Multi-Input Multi-Output) Regler ausgestaltet, der anhand von mehreren Eingangssignalen mehrere Stellsignale für die an den Rollenführungen befindlichen Aktuatoren ermittelt.

[0023] Bei dem in Figur 1 dargestellten System wirken auf die Kabine 1 äußere Störungen ein, welche sich aus indirekten Störkräften von den Schienen 15 sowie aus direkt an der Kabine 1 angreifenden Störkräften 16 in Form von Kabinenlast, Seil- und Windkräften zusammensetzen. Mit Hilfe der Positionssensoren 11 und der Beschleunigungssensoren 12 wird der aktuelle Zustand der Kabine ermittelt, wobei zunächst die von den Positionssensoren 11 gemessenen Positionen in einem Summationsblock 17 mit Referenzwerten verglichen werden, welche eine Referenzstellung der Kabine 1 in Bezug auf die Schienen 15 wiedergeben. Resultat der Summenbildung ist das Fehlersignal oder die Regelabweichung e_p , welche die Abweichungen der Positionen der Rollenführungen hinsichtlich der Referenzstellung beschreibt. Im Summationsblock 18 hingegen werden die Beschleunigungswerte der Beschleunigungssensoren 12 negiert, d.h. von dem Ideal- bzw. Referenzwert 0 (keine Beschleunigungen) abgezogen, wodurch das zweite Fehlersignal e_a erzeugt wird.

[0024] Die Regeleinrichtung 19 setzt sich wie bereits erwähnt aus zwei Reglern zusammen, einem Positionsregler (K_p) 20 sowie einem Beschleunigungsregler (K_a) 21. Der Grund für die Verwendung zweier getrennter

Regler besteht darin, dass ein Ziel der Regeleinrichtung 19 darin besteht, Kabinenschwingungen im hohen Frequenzbereich (zwischen 0,9 und 15 Hz, und vorzugsweise zwischen 0,9 und 5 Hz) zu unterdrücken, ohne dass der geregelte Aufzug außerhalb dieses Frequenzbereiches sich schlechter verhält als der ungeregelte. Auf der anderen Seite muss die Regeleinrichtung 19 dafür sorgen, dass die Einstellung des Kabinenrahmens 3 bezüglich der Führungsschienen 15 so geregelt wird, dass jederzeit ein ausreichender Dämpfungsweg an den Rollen zur Verfügung steht. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn die Kabine 1 asymmetrisch beladen wird.

[0025] Für den ersten Regelungszweck ist eine Beschleunigungs- oder Geschwindigkeitsrückführung mit Trägheitssensoren ausreichend, während hingegen für das zweite Regelungsziel eine Positionsrückführung erforderlich ist. Beide Rückführungen haben zwei widersprüchliche Ziele, welche durch die Verwendung der beiden getrennten Regler 20 und 21 verfolgt werden. Wie in Figur 2 dargestellt ist, berücksichtigt der Positionsregler 20 ausschließlich die Messwerte der Positionssensoren 11 und ist dementsprechend für die Aufrechterhaltung der Führungsspiele der Kabine 1 verantwortlich. Der Beschleunigungsregler 21 hingegen verarbeitet die Messwerte der Beschleunigungssensoren 12 und ist für die Unterdrückung der Schwingungen erforderlich. Die Soll- bzw. Stellwerte beider Regler 20 und 21 werden in dem Summationsblock 22 addiert und als ein gemeinsames Stellsignal den Aktuatoren 10 zugeführt.

[0026] Die Lösung zum Vermeiden des oben angesprochenen Konflikts zwischen den beiden Reglern 20 und 21 basiert auf dem Umstand, dass die für eine Schiefelage der Kabine 1 verantwortlichen Kräfte (eine nicht-symmetrische Beladung der Kabine, eine große seitliche Seilkraft und dergleichen) sich wesentlich langsamer ändern als die anderen Störquellen, welche die Kabinenschwingungen verursachen. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Schienenunebenheiten oder Luftstörkräfte. Die Verstärkungsänderungen im Frequenzbereich sind immer kontinuierlich, das heißt: es gibt keine festen Grenzen. Bei einer bestimmten Frequenz haben beide Regler 20 und 21 gleich viel Einfluss. Darüber wirkt der Beschleunigungsregler 21 stärker, darunter wirkt der Positionsregler 20 stärker.

[0027] Durch die Unterteilung der Regeleinrichtung 19 in einen Positions-Regelkreis sowie einen Beschleunigungs-Regelkreis können somit beide oben angesprochenen Regelziele verfolgt werden. Ein weiterer Vorteil der Unterteilung besteht ferner darin, dass die Regler 20 und 21 keine Nicht-Linearitäten enthalten. Anderenfalls wäre eine Stabilitätsanalyse und somit eine entsprechende Konfigurierung der beiden Regler nur schwer möglich.

[0028] Die Ausgestaltung des Positions- und des Beschleunigungsreglers 20, 21 als lineare Regler hat allerdings zur Folge, dass diese nicht in geeigneter Weise

auf nicht-lineare Vorgänge reagieren können, die beispielsweise beim Anfahren und beim Abbremsen der Aufzugskabine oder beim Ein- und Ausschalten der Regeleinrichtung entstehen. Um auch diese Vorgänge berücksichtigen zu können, wird das Verhalten der beiden Regler 20 und 21 nunmehr gemäß der vorliegenden Erfindung zeit- und geschwindigkeitsvariabel gestaltet, was nachfolgend anhand von Figur 3 erläutert werden soll.

[0029] Figur 3 zeigt dabei das erweiterte Signalflussschema des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei nur die erweiterte Regeleinrichtung 19 gezeigt ist, da die anderen Teile des Systems - Kabine, Aktuatoren und Sensoren - unverändert bleiben.

[0030] Die erfindungsgemäße zeit- und geschwindigkeitsvariable Ausgestaltung der Regeleinrichtung wird dadurch erzielt, dass die von dem Summationspunkt 17 gelieferten Fehlersignale e_p für den Positionsregler 20 zunächst mit bestimmten Faktoren gewichtet bzw. multipliziert werden, bevor sie dem Positionsregler 20 zugeführt werden. Das variable Verhalten der Beschleunigungs-Regelungsschleife hingegen wird dadurch realisiert, dass die von dem Beschleunigungsregler 21 anhand der ihm zugeführten Fehlersignale e_a ermittelten Stellsignale mit mehreren Verstärkungsfaktoren gewichtet werden. In beiden Fällen wird hierdurch letztendlich die Verstärkung des Reglers 20 bzw. 21 variiert, wobei dies im Hinblick auf den Zeitpunkt und die Vertikalgeschwindigkeit der Kabine erfolgt.

[0031] Das zeitvariable Verhalten der beiden Regler 20 und 21 wird durch zwei sog. Zeitverzögerungsböcke 23 und 24 bewirkt, die von einem gemeinsamen Ein- oder Aus-Signal mit dem Wert 1 oder 0 angesteuert werden. Nach einem Einschalten der Regeleinrichtung wird zuerst der Verstärkungsfaktor k_{pt} für den Positionsregler 20 kontinuierlich hochgefahren und zwar mit einem linearen Anstieg von 0 auf 1. Der Verstärkungsfaktor k_{at} für den Beschleunigungsregler 21 hingegen folgt mit einer gewissen Zeitverzögerung ebenfalls mit einem linearen Anstieg von 0 auf 1. Nach Ausschalten der Regeleinrichtung wird zuerst die Verstärkung k_{at} für den Beschleunigungsregler 21 linear von 1 auf 0 reduziert, während hingegen die Verstärkung k_{pt} für den Positionsregler 20 zeitverzögert abgesenkt wird. Die auf diese Weise erzielte gestaffelte Inbetriebnahme und Deaktivierung der beiden Regler 20, 21 gestattet es, besonders gut auf die Vorgänge beim Ein- und Ausschalten der Regeleinrichtung zu reagieren.

[0032] Die von den Zeitverzögerungsböcken 23 und 24 gelieferten Verstärkungsfaktoren k_{pt} und k_{at} werden in den Blöcken 27 und 28 darüber hinaus auch jeweils mit einem geschwindigkeitsabhängigen Faktor k_{pv} und k_{av} multipliziert, so dass sich die Verstärkungsfaktoren k_{pvt} für den Positionsregler 20 bzw. k_{avt} für den Beschleunigungsregler 21 ergeben. Die Geschwindigkeitsfaktoren k_{pv} und k_{av} werden von zwei Blöcken 25 und 26 erzeugt, die in Abhängigkeit von dem von dem Drehbewegungssensor 13 ermittelten Geschwindig-

keitswert v die beiden Gewichtungsfaktoren ermitteln, wobei die geschwindigkeitsabhängigen Verstärkungswerte in Tabellen abgelegt sind und linear interpoliert werden. Wichtig ist, dass die beiden vom absoluten Betrag der Geschwindigkeit v abhängigen Verstärkungsfaktoren k_{pv} und k_{av} selbst nie Null werden, wodurch sichergestellt ist, dass auch bei Stillstand der Kabine noch eine Regelung erfolgt.

[0033] Der in der soeben beschriebenen Weise gebildete Verstärkungsfaktor k_{avt} für den Beschleunigungsregler 21 wird dann in Block 29 mit dem Ausgangs- oder Stellsignal des Beschleunigungssensors 21 multipliziert. Der Verstärkungsfaktor k_{pvt} für den Positionsregler 20 hingegen wird in dem Multiplikationsblock 38 mit einem modifizierten Fehlersignal e_{piq} multipliziert und dem Positionsregler 20 zugeführt.

[0034] Das von dem Summationsblock 17 gelieferte Fehlersignal e_p unterliegt selbst noch einmal einer Modifikation, die berücksichtigt, dass bei relativ großen Abweichungen in der Position, wie sie im Stillstand der Kabine (beispielsweise beim Beladen) vorkommen können, eine schnelle Korrektur zur Verfügung stehen muss. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wird in Block 30 das Quadrat des Positionsfehlers e_p mit gleichem Vorzeichen gebildet, so dass zum einen der Positionsfehler e_p in linearer und zum anderen in quadratischer Form vorhanden ist. Bei relativ großen Abweichungen soll das quadrierte Fehlersignal verwendet werden, um eine genügend schnelle Positionskorrektur zu erzielen. Während der Fahrt der Kabine allerdings würde die große Verstärkung zu Vibrationen und sogar zu Instabilitäten führen, weshalb es notwendig ist, abhängig von der Fahrgeschwindigkeit vom quadratischen Positionsfehler auf den linearen Positionsfehler umzuschalten.

[0035] Die Umschaltung selbst darf allerdings wiederum nicht sprunghaft erfolgen, um keine weiteren Instabilitäten zu erzeugen. Der demzufolge angestrebte kontinuierliche Übergang wird mit Hilfe einer durch die Blöcke 30 bis 37 gebildeten Fehlersignal-Modifikationseinrichtung erzielt, wobei Block 31 zunächst ein Ausgangssignal von 0 auf 1 schaltet, wenn die (richtungsunabhängige) Fahrgeschwindigkeit v einen Schwellenwert v_{sw} überschreitet. Block 32 ist ein Tiefpassfilter und bewirkt eine zeitlich verzögerte kontinuierliche Änderung des Ausgangssignals bei sprunghafter Änderung des von Block 31 erhaltenen Eingangssignals. Der Ausgang des Tiefpassfilters wird mit dem linearen Positionsfehler in Block 35 multipliziert, während hingegen in dem Summationsblock 34 eine Differenz zwischen dem Referenzwert 1 und dem von dem Tiefpassfilter 32 gelieferten Ausgangswert erzeugt wird. Die Summe der dem Multiplikationsblock 35 für den linearen Fehler einerseits und dem Multiplikationsblock 36 für den quadratischen Fehler andererseits zugeführten Verstärkungswerte ist somit immer 1, d.h., der Anteil des quadratischen Fehlers nimmt nach Überschreiten der Grenzhgeschwindigkeit v_{sw} kontinuierlich ab während hingegen

der Anteil des linearen Fehlers zunimmt. In dem Summationsblock 37 werden die auf diese Weise gewichteten linearen und quadratischen Positionsfehler überlagert und schließlich mit dem zeit- und geschwindigkeitsabhängigen Verstärkungsfaktor k_{Pvt} in dem Block 38 multipliziert. Die auf diese Weise gewichteten Werte werden letztendlich dem Positionsregler 20 als Eingangssignale zugeführt.

[0036] Die auf diese Weise realisierte Gewichtung und Verstärkung der Positions- und Beschleunigungs-Regelschleifen ermöglicht die Anpassung des Verhaltens der Regeleinrichtung an nicht-lineare Vorgänge, die beim Ein- und Ausschalten der Regler bzw. beim Anfahren und Abbremsen der Aufzugskabine entstehen. Ein entscheidender Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, dass die Positions- und Beschleunigungs-Regler nach wie vor linear und zeitinvariant ausgelegt werden können und sich somit der Aufwand zum Konfigurieren der Regeleinrichtung insgesamt nur geringfügig erhöht. Die Berücksichtigung der zeitund geschwindigkeitsabhängigen Faktoren kann dabei ohne größeren Aufwand erfolgen, so dass das gesamte Regelverhalten der erfindungsgemäßen Einrichtung auf einfache Weise signifikant verbessert werden kann. Das Umschalten zwischen dem linearen und dem quadratischen Fehlersignal für die Position der Führungselemente gestattet es darüber hinaus auch, im Stillstand der Aufzugskabine eine möglichst schnelle Regelung im Hinblick auf Positionsänderungen zu erzielen.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Reduktion von Schwingungen einer an Schienen (15) geführten Aufzugskabine (1), aufweisend:
 - mehrere Führungselemente (5, 6, 7) zum Führen der Aufzugskabine (1) entlang der Schienen (15),
 - einen Sensor (11, 12) zum Erfassen von Positionsänderungen der Aufzugskabine (1) und/oder von an der Aufzugskabine (1) auftretenden Beschleunigungen,
 - einen zwischen der Aufzugskabine (1) und den Führungselementen (5, 6, 7) angeordneten Aktuator (10) sowie
 - eine Regeleinrichtung (19), welche auf Basis der von dem Sensor (11, 12) übermittelten Werte den Aktuator (10) zur Veränderung der Lage der Kabine (1) gegenüber den Schienen (15) ansteuert,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Regeleinrichtung (19) eine in Abhängigkeit von der Vertikalgeschwindigkeit (v) der Aufzugskabine (1) veränderbare Verstärkung aufweist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Regeleinrichtung (19) eine Zeitverzögerungseinrichtung (23, 24) aufweist, welche die Verstärkung der Regeleinrichtung (19) nach einem Aktivieren der Regeleinrichtung (19) kontinuierlich anhebt bzw. nach einem Ausschalten kontinuierlich absenkt.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Signal, das die Vertikalgeschwindigkeit darstellt, ist an einem Aufzugsantrieb erfassenden und zur Regeleinrichtung (19) über ein Hängekabel übertragen.
4. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Aufzugskabine (1) einen die Vertikalgeschwindigkeit erfassenden Geschwindigkeitssensor (13) aufweist, dessen Messwert von der Regeleinrichtung (19) in einen geschwindigkeitsabhängigen Verstärkungsfaktor (k_{Pv} , k_{av}) umgesetzt wird, der mit einem Eingangssignal für einen Regler (20, 21) und/oder einem von dem Regler (20, 21) ermittelten Stellsignal zur Ansteuerung des Aktuators (10) multipliziert wird.
5. Einrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Regeleinrichtung (19) eine Fehlersignal-Modifikationseinrichtung (31-37) aufweist, über welche das von an der Aufzugskabine (1) angeordneten Positionssensoren (11) ermittelte Fehlersignal (e_p)
 - unterhalb einer vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit (v_{sw}) der Kabine (1) in quadratischer Form und
 - oberhalb der Grenzgeschwindigkeit (v_{sw}) der Kabine (1) in linearer Form als modifiziertes Fehlersignal einem Positionsregler (20) zugeführt wird.
6. Einrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wechsel von dem quadratischen zu dem linearen Fehlersignal und umgekehrt bei einem Über- oder Unterschreiten der Grenzgeschwindigkeit (v_{sw}) kontinuierlich erfolgt.
7. Einrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Regeleinrichtung (19) eine Zeitverzögerungseinrichtung (23, 24) aufweist, welche die Verstärkung der Regeleinrichtung (19) nach einem Aktivieren der Regeleinrichtung (19) kontinuierlich anhebt bzw. nach einem Ausschalten kontinuierlich

absenkt.

faktors (k_{pt}) für den Positionsregler (20) zeitverzögert erfolgt.

8. Einrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung aufweist

5

- einen Positionsregler (20), welcher den Aktuator (10) in Abhängigkeit von Signalen von an der Aufzugskabine (1) angeordneten Positionssensoren (11) derart ansteuert, dass die Führungselemente (5, 6, 7) eine vorgegebene Position einnehmen, sowie
- einen Beschleunigungsregler (21), welcher den Aktuator (10) in Abhängigkeit von Signalen von an der Aufzugskabine (1) angeordneten Beschleunigungssensoren (12) derart ansteuert, dass an der Aufzugskabine (1) auftretenden Schwingungen unterdrückt werden,

10

15

wobei die Stellsignale des Positionsreglers (20) und des Beschleunigungsreglers (21) addiert und dem Aktuator (10) als Summensignal zugeführt werden.

20

9. Einrichtung nach Anspruch 7 und Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein von einem ersten Zeitverzögerungsblock (23) gebildeter Verstärkungsfaktor (k_{pt}) für den Positionsregler (20) nach einem Aktivieren der Regeleinrichtung (19) linear ansteigt und nach einem Abschalten der Regeleinrichtung (19) linear auf 0 abfällt.

25

30

10. Einrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abfall des Verstärkungsfaktor (k_{pt}) für den Positionsregler (20) nach dem Abschalten der Regeleinrichtung (19) zeitlich verzögert erfolgt.

35

11. Einrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein von einem zweiten Zeitverzögerungsblock (24) gebildeter Verstärkungsfaktor (k_{at}) für den Beschleunigungsregler (21) nach einem Aktivieren der Regeleinrichtung (19) zeitverzögert linear ansteigt und nach einem Abschalten der Regeleinrichtung (19) linear auf 0 abfällt.

40

45

12. Einrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verstärkungsfaktor (k_{at}) für den Beschleunigungsregler (21) nach einem Aktivieren der Regeleinrichtung (19) im Vergleich zu dem Verstärkungsfaktor (k_{pt}) für den Positionsregler (20) zeitverzögert ansteigt, und

50

dass die Absenkung des Verstärkungsfaktors (k_{at}) für den Beschleunigungsregler (21) nach einem Abschalten der Regeleinrichtung (19) unmittelbar beginnt, während die Absenkung des Verstärkungs-

55

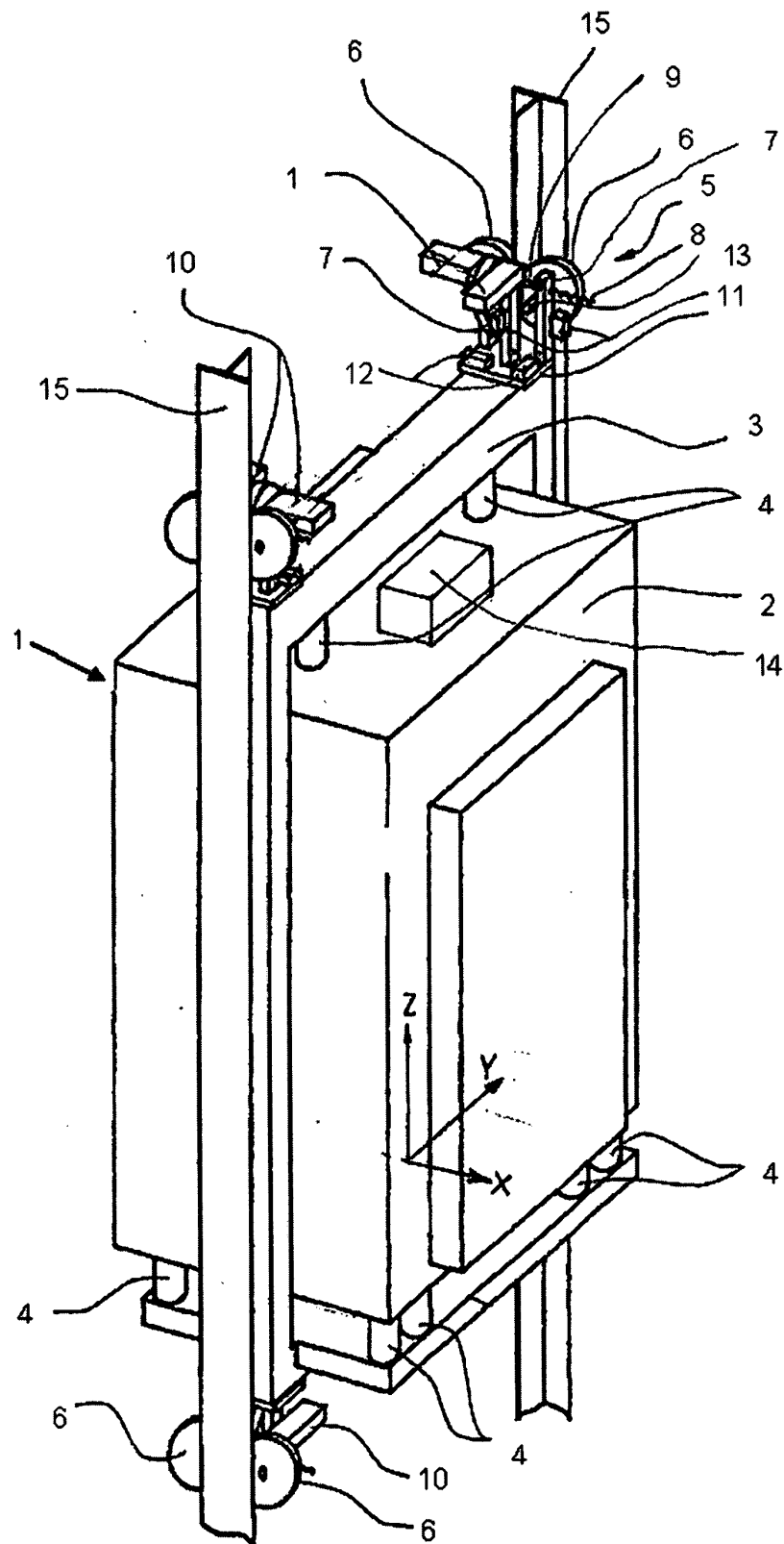


Fig. 1

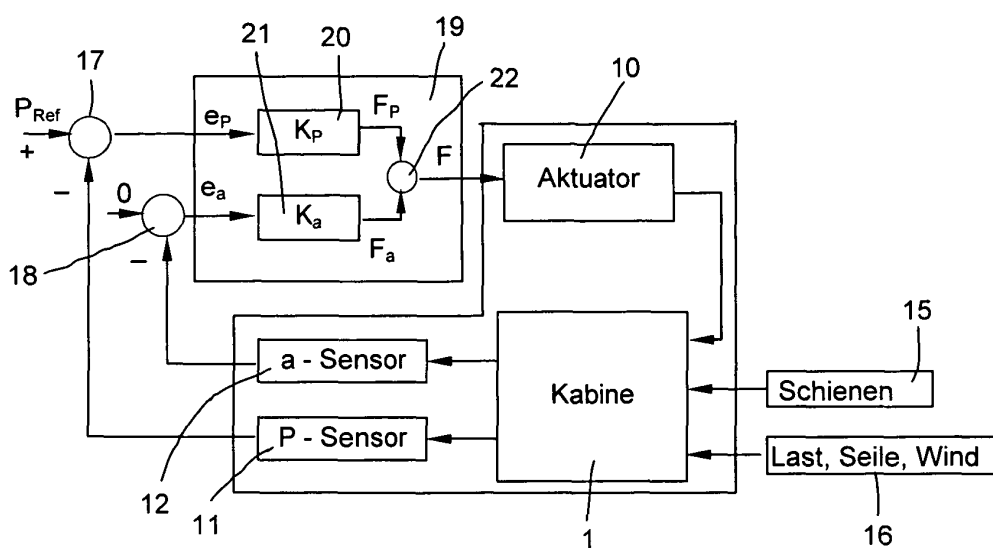


Fig. 2

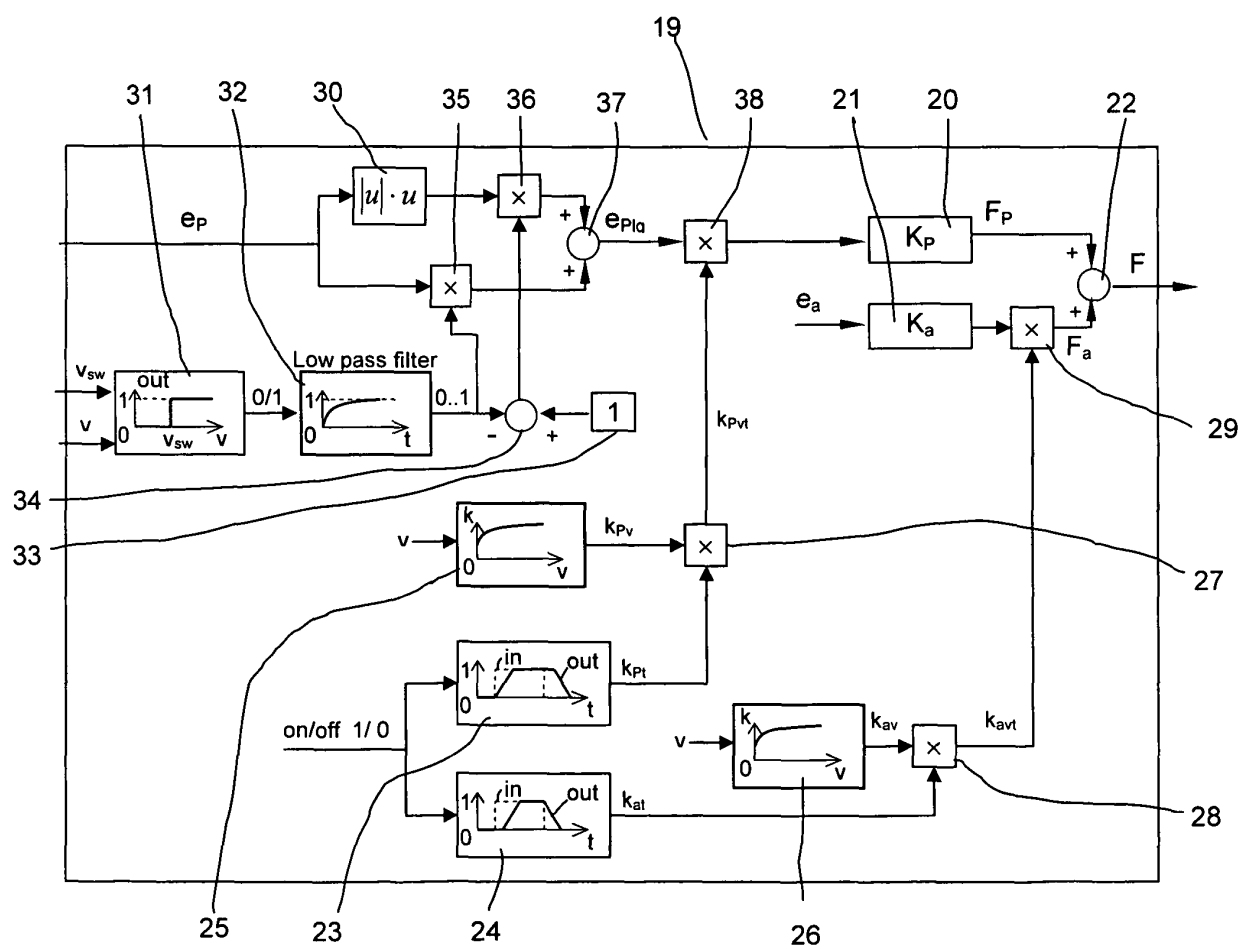


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 02 9144

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 641 735 A (OTIS ELEVATOR CO) 8. März 1995 (1995-03-08) * Abbildung 10 *	1,4	B66B7/04
X	US 5 304 751 A (SKALSKI CLEMENT A ET AL) 19. April 1994 (1994-04-19) * Abbildung 10 *	1,4	
X	US 2003/192745 A1 (OKAMOTO KENICHI ET AL) 16. Oktober 2003 (2003-10-16) * das ganze Dokument *	1,4	
P	US 2004/020725 A1 (OKAMOTO KENICHI ET AL) 5. Februar 2004 (2004-02-05) * Seite 2 *	1	
A,D	US 5 896 949 A (HAMDY AYMAN ET AL) 27. April 1999 (1999-04-27) * das ganze Dokument *	1	
A	EP 0 673 873 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 27. September 1995 (1995-09-27) * das ganze Dokument *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B66B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. April 2005	Prüfer Trimarchi, R
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 02 9144

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-04-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0641735 A	08-03-1995	EP 0641735 A1	08-03-1995
		AU 689211 B2	26-03-1998
		AU 1632295 A	15-06-1995
		AU 656784 B2	16-02-1995
		AU 1965892 A	21-01-1993
		CA 2072240 A1	17-01-1993
		DE 69127786 D1	06-11-1997
		DE 69127786 T2	15-01-1998
		DE 69205744 D1	07-12-1995
		DE 69205744 T2	28-03-1996
		DE 69230071 D1	04-11-1999
		DE 69230071 T2	25-05-2000
		EP 0467673 A2	22-01-1992
		EP 0523971 A1	20-01-1993
		HK 63896 A	19-04-1996
		HK 1004914 A1	11-12-1998
		HK 1006113 A1	02-03-2001
		JP 3179193 B2	25-06-2001
		JP 5201621 A	10-08-1993
		KR 232342 B1	01-12-1999
		KR 258282 B1	15-05-2000
		SG 92600 A1	19-11-2002
		SG 93783 A1	21-01-2003
		US 5304751 A	19-04-1994
US 5304751 A	19-04-1994	AU 689211 B2	26-03-1998
		AU 1632295 A	15-06-1995
		AU 656784 B2	16-02-1995
		AU 1965892 A	21-01-1993
		CA 2072240 A1	17-01-1993
		DE 69127786 D1	06-11-1997
		DE 69127786 T2	15-01-1998
		DE 69205744 D1	07-12-1995
		DE 69205744 T2	28-03-1996
		DE 69230071 D1	04-11-1999
		DE 69230071 T2	25-05-2000
		EP 0467673 A2	22-01-1992
		EP 0523971 A1	20-01-1993
		EP 0641735 A1	08-03-1995
		HK 63896 A	19-04-1996
		HK 1004914 A1	11-12-1998
		HK 1006113 A1	02-03-2001
		JP 3179193 B2	25-06-2001
		JP 5201621 A	10-08-1993
		KR 232342 B1	01-12-1999
		KR 258282 B1	15-05-2000

EPO FORM P0461

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

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

EP 04 02 9144

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-04-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5304751 A		SG 92600 A1	19-11-2002
		SG 93783 A1	21-01-2003
US 2003192745 A1	16-10-2003	WO 02083541 A1	24-10-2002
		TW 546244 B	11-08-2003
US 2004020725 A1	05-02-2004	JP 2004059232 A	26-02-2004
		CN 1478716 A	03-03-2004
		DE 10334561 A1	26-02-2004
US 5896949 A	27-04-1999	AT 201380 T	15-06-2001
		AU 702382 B2	18-02-1999
		AU 4791996 A	19-09-1996
		CA 2171376 A1	11-09-1996
		CN 1134392 A ,C	30-10-1996
		DE 59606928 D1	28-06-2001
		EP 0731051 A1	11-09-1996
		HK 1011340 A1	15-02-2002
		JP 8245117 A	24-09-1996
		SG 54248 A1	16-11-1998
EP 0673873 A	27-09-1995	WO 9509801 A1	13-04-1995
		DE 69328036 D1	13-04-2000
		DE 69328036 T2	31-08-2000
		EP 0673873 A1	27-09-1995
		HK 1013060 A1	08-09-2000
		KR 182335 B1	15-04-1999
		US 5811743 A	22-09-1998

EPO FORM P0461

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