



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**30.05.2007 Patentblatt 2007/22**

(51) Int Cl.:  
**B63B 39/06 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **06023343.4**

(22) Anmeldetag: **09.11.2006**

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

(30) Priorität: **26.11.2005 DE 102005056469**

(71) Anmelder: **Voith Turbo Marine GmbH & Co. KG**  
**89522 Heidenheim (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Gross, Harald**  
**89542 Bolheim (DE)**  
• **Jürgens, Dirk, Dr.**  
**89518 Heidenheim (DE)**

(74) Vertreter: **Weitzel, Wolfgang**  
**Dr. Weitzel & Partner**  
**Patentanwälte**  
**Friedenstrasse 10**  
**89522 Heidenheim (DE)**

(54) **Verfahren zur Dämpfung der Rollbewegung eines Wasserfahrzeuges**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Dämpfung der Rollbewegung eines Wasserfahrzeuges, insbesondere Rollstabilisierung eines Schiffes mit mindestens einem Propeller, umfassend einen rotierenden Radkörper, welcher am Außenumfang achsparallele Flügel trägt, die drehbar um ihre Längsachse gelagert sind;  
- bei welchen in Abhängigkeit wenigstens einer, die Rollbewegung des Wasserfahrzeuges wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe durch Änderung der Steigung ein Schub erzeugt wird, der der Rollbewegung entgegenwirkt;  
gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:  
- die Änderung der Steigung zur Erzeugung eines Gegenschubes erfolgt wahlweise bei Erfassung einer die Rollbewegung des Schiffes charakterisierenden Größe oder einem Signal zur Aktivierung der Rollstabilisierung;  
- bei welchen in Abhängigkeit eines als Ist-Wert fungierenden Vorgabewertes der aktuellen an den Flügeln eingestellten Quersteigung eine Änderung der Quersteigung erfolgt.

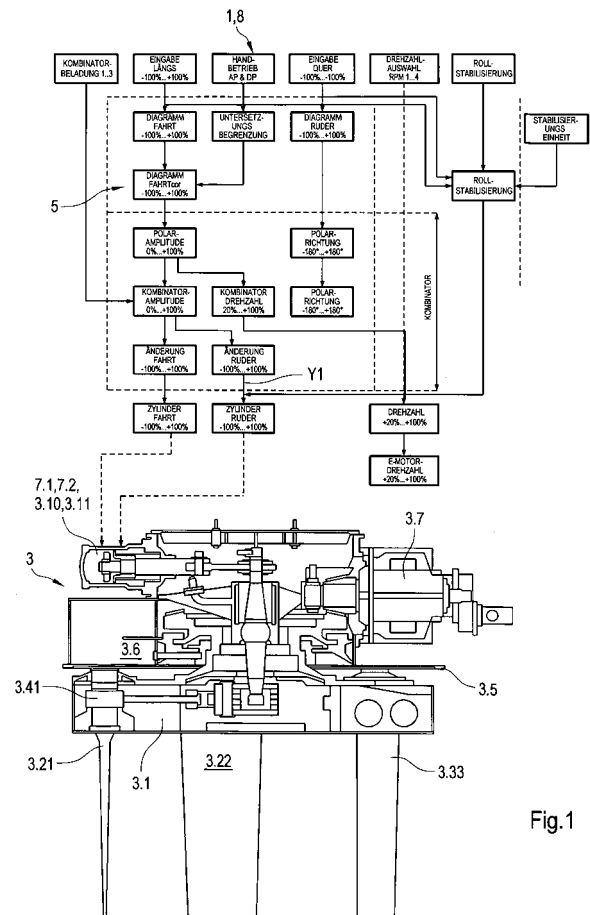


Fig.1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Dämpfung der Rollbewegung eines Wasserfahrzeuges, insbesondere zur Rollstabilisierung von Schiffen, im einzelnen mit den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Wasserfahrzeuge, insbesondere Schiffe, sind in ihrem Einsatzbereich der Änderung der Umgebungsbedingungen ausgesetzt. So bewirkt starker Wellengang eine als unkomfortabel empfundene Rollbewegung des Schiffes, je nach Ausrichtung der Wellen gegenüber dem Schiffskörper, insbesondere der Längsachse. Dabei treten sowohl Rollbewegungen in Längsrichtung des Schiffes als auch quer zu dieser oder in überlagerter Form aus Rollbewegungen in Längs- und Querrichtung in einem Winkel zur Längsrichtung auf. Um diese zu kompensieren beziehungsweise zu unterbinden sind aus dem Stand der Technik Ausführungen bekannt, welche einen sogenannten Schneiderpropeller zur Rollstabilisierung nutzen. Bei dieser Ausführung handelt es sich um einen Propeller, welcher einen rotierenden Radkörper umfasst, der mehrere, vorzugsweise vier oder fünf achsparallele Flügel im Bereich seines Außenumfanges trägt. Die Flügel sind durch parallel zur Rotationsachse angeordnete Lagerachsen charakterisiert, wobei diese zusätzlich um ihre eigenen Lagerachsen schwenkbar sind. Die Flügelschäfte sind in Gleitlagern oder Spezialwälzlagern gelagert und vorzugsweise durch doppelwirkende Dichtringe gegen Seewassereintritt und Ölaustritt abgedichtet. Der Radkörper wird in axialer Richtung durch eine Spurplatte geführt und ist in radialer Richtung durch ein Lager, vorzugsweise Rollenlager, zentriert. Die Spurplatte nimmt dabei das Eigengewicht der umlaufenden Teile und die aus dem Propellerschub resultierenden Kippkräfte und Momente auf, während die Lageranordnung den Propellerschub über das Propellergehäuse auf das Schiff überträgt. Der Antrieb des Radkörpers erfolgt über ein am Propellergehäuse angeflanshtes Übersetzungsgetriebe und ein vorzugsweise im Propeller angeordnetes Kegelradgetriebe mit Zyκλο-Paloidspiralverzahnung. Das Tellerrad ist über die Spurplatte und die Antriebsstummel mit dem Radkörper verbunden. Die Steuerung der Kinematik erfolgt über einen Steuerknüppel, der durch zwei um 90° versetzte Drucköl-Servomotoren - einen ersten Servomotor und einen zweiten Servomotor - betätigt wird. Der erste Servomotor fungiert dabei als sogenannter Fahrtsservomotor und verstellt die Steigung für den Längsschub, d. h. Voraus- und Zurückfahrt des Schiffes. Der zweite Servomotor dient der Einstellung des Querschubes, d. h. bewirkt eine Bewegung nach Backbord und Steuerbord, d. h. quer zur Längsrichtung des Schiffskörpers. Bezüglich der konkreten Ausgestaltung dieses Propellers bestehen im Detail eine Mehrzahl von Möglichkeiten. Entscheidend ist, dass diese durch Verstellung ihrer Flügel einen Schub in der jeweils gewünschten Richtung erzeugen können, um einer Rollbewegung entgegen zu wirken. Der Einsatz derartiger Propeller zur Dämpfung von Rollbewegung ist beispielsweise aus den nachfolgenden Druckschriften vorbekannt:

1. US 2,155,892 2. US 2,155,456

**[0003]** Aus der Druckschrift US 2,155,892 ist die Verwendung eines Schneiderpropellers zur Rollstabilisierung vorbekannt, bei welcher die Flügelstellung zur Variation des Schubes in der jeweils gewünschten Richtung variiert wird. Diese Druckschrift beschreibt verschiedene Anordnungsmöglichkeiten für einen derartigen Propeller. Gemäß einer ersten Ausführung wird ein entsprechender Propeller unterhalb des Schwerpunktes des Schiffes am Schiffskörper befestigt, gemäß einer zweiten Ausführung erfolgt die Anbindung am Schiffskörper in horizontaler Richtung versetzt zum Schwerpunkt des Schiffes um weniger als ein Viertel der Schiffslänge. Die Änderung der Flügelstellung erfolgt dabei im einzelnen über die Ansteuerung der Servomotoren bei Vorliegen einer Rollbewegung. Dazu ist eine entsprechende Einrichtung zur Erfassung einer die Rollbewegung des Schiffes wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe vorgesehen, im einfachsten Fall in Form eines Pendels, wobei bei einem eine Rollbewegung anzeigenden Ausschlag des Pendels diese Ausschlagbewegung direkt in ein Signal zur Ansteuerung der einzelnen Servomotoren umgesetzt wird. Dabei bezieht sich die Druckschrift US 2,155,892 hauptsächlich auf das Vorliegen einer Rollbewegung quer zur Längsrichtung des Schiffes, während aus der Druckschrift US 2,155,456 die Verwendung eines Propellers der eingangs genannten Art zur Rollstabilisierung in Längsrichtung eingesetzt wird. Im letzten Fall wird jedoch der Propeller selbst um eine horizontale Achse verschwenkt, was hinsichtlich der konstruktiven Ausführung sehr aufwendig ist und dementsprechend hinsichtlich der Ansprechbarkeit nur unbefriedigende Ergebnisse zulässt. Aufgrund der generell vorliegenden direkten Kopplung zwischen der Einrichtung der zur Erfassung wenigstens einer die Rollbewegung wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe in Form einer mechanischen Erfassungseinrichtung, insbesondere in Form eines Pendels, welches direkt auf die Rollbewegung reagiert und diese somit durch Verstellung nachbildet, ist bereits eine zeitliche Verzögerung im Hinblick auf das Vorliegen des IST-Wertes einer die Rollbewegung wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe zu beobachten, wodurch die Ansprechbarkeit eines derartigen Systems für die heutigen Komfortanforderungen in keinsten Weise befriedigen können. Dies gilt auch für die Umsetzung beziehungsweise Zuordnung der die Rollbewegung wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe in das Verstellsignal, was aufgrund der Kopplung mit der Erfassungseinrichtung sehr aufwendig ist.

**[0004]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Dämpfung von Rollbewegungen von Wasserfahrzeugen, insbesondere zur Rollstabilisierung von Schiffen derart weiterzuentwickeln, dass die genannten Nachteile vermieden werden, insbesondere da das System durch den Einsatz in Schiffen einen hohen Fahrkomfort ermöglicht, der sich darin äußert, dass Rollbewegung stark reduziert wird, wobei das System durch eine sehr kurze Ansprechzeit und einen geringen konstruktiven sowie steuerungstechnischen Aufwand charakterisiert sein soll.

**[0005]** Die erfindungsgemäße Lösung ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 charakterisiert. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

**[0006]** Für die nachfolgenden Erläuterungen werden folgende Begriffe definiert:

- |    |               |   |
|----|---------------|---|
| 5  | Längssteigung | entspricht der Steigung, welche den Schub in Längsrichtung des Schiffes beziehungsweise Vortriebsrichtung erzeugt, wobei unter Steigung die Steigung der Flügel verstanden wird |
|    | Quersteigung  | entspricht der Steigung, die eine Schubbewegung bei stehendem Schiff in Querrichtung ermöglicht und wird auch als Rudersteigung bezeichnet                                      |
| 10 | Längsrichtung | Richtung in oder parallel zur Längsachse des Schiffes (entspricht der Richtung für Geradeausfahrt)  |
|    | Querrichtung  | Back- oder Steuerbord, senkrecht oder im Winkel zur Längsrichtung   |

**[0007]** Istwerte für Längs- und/oder Quersteigung sind Vorgabewerte, d. h. Sollwerte, die durch Eingabe in übergeordnetem System vorgegeben sind Erfindungsgemäß wird zur Dämpfung der Rollbewegung eines Wasserfahrzeuges, insbesondere zur Rollstabilisierung von Schiffen, die mit einem Propeller in Form eines Schneider-Propellers angeführt sind, umfassend einen rotierenden Radkörper mit im Bereich des Außenumfanges angeordneten drehbar gelagerten achsparallelen Flügeln der Schub in Querrichtung durch Änderung der Quersteigung in Abhängigkeit eines IST-Wertes der aktuell eingestellten Quersteigung, d. h. Rudersteigung, wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe geändert, um einer Rollbewegung entgegen zu wirken. Dadurch wird ein Schub in einem Winkel zur Längsrichtung beziehungsweise Längsachse des Schiffes erzeugt. Dadurch wird es möglich, auf einfache Art und Weise allein aufgrund der Änderung der Flügelstellung, insbesondere der Quersteigung der Flügel des Propellers eine entsprechende Ansteuerbarkeit zu gewährleisten. Die Einstellung beziehungsweise Änderung der Quersteigung in Abhängigkeit der aktuell eingestellten Quersteigung erfolgt entsprechend eines vorgebbaren beziehungsweise vordefinierten Kennfeldes. Das Kennfeld wird durch die Grenzkennlinien begrenzt, welche die maximale Verstellbarkeit bei einer bestimmten eingestellten Quersteigung in einem sogenannten Quersteigungs/Quersteigungsänderungskornmando-Diagramm wiedergeben. Der Stellbereich charakterisiert dabei die Verstellung in beide Richtungen, d. h. sowohl in positiver als auch negativer Richtung bezogen auf die Neutralstellung eines Flügels. Die Quersteigung ist dabei durch den Winkel zwischen der Längsachse eines Flügels und der Parallelen zur Längsrichtung des Schiffes beziehungsweise zur Vortriebsrichtung charakterisiert. Innerhalb des genannten Kennfeldes ist in Abhängigkeit einer bereits voreingestellten Quersteigung, d. h. Rudersteigung, jeder Betriebspunkt zwischen diesen beiden Grenzkennlinien ansteuerbar. Die Ansteuerung erfolgt dabei vorzugsweise in Abhängigkeit des Vorliegens einer die Rollbewegung des Schiffes wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe. Unter diesen wird dabei wenigstens eine der nachfolgend genannten Größen verstanden:

- |    |  |
|----|--|
| 35 | - Rollwinkel   |
|    | - Rollwinkelgeschwindigkeit  |
|    | - Rollwinkelbeschleunigung   |
| 40 | - Bei möglicher vorausschauender Betrachtung wären auch die Rollbeschleunigung eine den Wellengang wenigstens mittelbar charakterisierende Größe wie Frequenz, Amplitude denkbar |

**[0008]** In der Regel wird dazu immer eine Änderung der Quersteigung vorgenommen und somit der Rollbewegung entgegengewirkt. Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführung wird zusätzlich die Größe der eingestellten Längssteigung mit berücksichtigt. Diese minimiert den möglichen Verstellbereich in Abhängigkeit ihrer Größe. Dadurch werden unerwünschte Überlagerungen und Gegenbewegung auch in anderer Richtung vermieden.

**[0009]** Im Kennfeld sind dazu jeder Längssteigung jeweils die beiden Grenzkennlinien für die maximale Verstellbarkeit bei eingestellter Quersteigung zugeordnet, d. h. jede eingestellte Längssteigung ist durch einen eigenen Verstellbereich für die Quersteigung charakterisiert. Dabei wird der theoretisch mögliche Verstellbereich mit zunehmender eingestellter Fahrtsteigung reduziert.

**[0010]** Die Änderung der Quersteigung erfolgt zumindest in Abhängigkeit der eingestellten Quersteigung und der Stärke der Rollbewegung, d. h. der Größe einer die Rollbewegung des Schiffes wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe. Aus diesen Größen wird im Kennfeld die erforderliche Änderung der Quersteigung ermittelt, aus welcher eine Stellgröße zur Ansteuerung der Stelleinrichtung, insbesondere des Ruderservomotors, gebildet wird.

**[0011]** Gemäß einer weiteren Weiterentwicklung ist es vorgesehen, die Geschwindigkeitsreduzierung in Längsrichtung aufgrund einer Änderung der Steigung in Querrichtung durch entsprechende Ansteuerung in Vortriebsrichtung zu kompensieren. Dies kann beispielsweise in Form einer Regelung auf konstante Geschwindigkeit erfolgen. In diesem Fall wird die Vortriebsbewegung beziehungsweise die eingestellte Geschwindigkeit in Vortriebsrichtung als SOLL-Wert für einen konstant zu haltenden Geschwindigkeitswert für die Fortbewegung des Schiffes gesetzt und während der gesamten

Phase der Rollstabilisierung mit einer aktuell ermittelten Geschwindigkeit verglichen und in Abhängigkeit der Abweichung durch Änderung der Fahrsteigung kompensiert. Dies bedeutet, dass hier eine Regelung auf konstante Geschwindigkeit der Rollstabilisierung zusätzlich überlagert wird. Die Überlagerung ermöglicht dabei eine Kompensation der Rollbewegung bei gleichzeitig konstanter, d. h. unveränderter Reisegeschwindigkeit.

**[0012]** Die erfindungsgemäße Lösung zur Rollstabilisierung ist dabei als ein Feature in einer Steuerung zur Ansteuerung eingangs genannter aufgebauter Propeller in einem Wasserfahrzeug, insbesondere Schiff, einsetzbar. Dieses Feature kann dabei je nach Bedarf zuschaltbar oder aber automatisch zuschaltbar ausgeführt sein. Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführung ist dieses Feature immer der eigentlichen Fahrsteuerung untergeordnet, d. h. je nachdem, in welchem Betriebsmodus das Schiff betrieben wird, ist die Rollstabilisierung lediglich als Zusatz einsetzbar und hinsichtlich der Priorität ihrer Betätigung dem eigentlich eingestellten Betriebsmodus untergeordnet. Als Fahrmodi werden nachfolgende unterschieden:

1.) Manuelle Vorwahl des Fahrtsignals, d. h. des Schubes in Längsrichtung und Steuerung des Schubes in Querrichtung über einen Kompass

2.) Autopilot - über Steuerung vorgebbare Einstellung des Schubes in Längsrichtung und manuelle Steuerung des Schubes in Querrichtung über Kompass

3.) Dynamic Positioning - Halten einer vorgegebenen Position auf See

**[0013]** Unter dem Autopiloten wird dabei die elektronische Vorgabe eines Fahrtsignals in Querrichtung verstanden, während Änderung der Längssteigung noch von Hand steuerbar ist. Unter Dynamic Positioning wird die automatisierte Steuerung sowohl in Längs- als auch Querrichtung verstanden, wie dies insbesondere für das Halten einer vorgegebenen Position des Schiffes auf See von Vorteil ist. In all diesen Fahrmodi ist die Rollstabilisierung zuschaltbar und die mit dieser einstellbaren Größen für Fahrsteigung und Quersteigung dürfen hinsichtlich des daraus resultierenden Schubes in Längs- oder Querrichtung nicht die Vorgaben aus den übergeordneten Fahrmodi überspielen.

**[0014]** Die erfindungsgemäße Lösung wird nachfolgend anhand von Figuren erläutert. Darin ist im einzelnen folgendes dargestellt:

Figur 1 verdeutlicht in schematisiert stark vereinfachter Darstellung das Anwendungsgebiet der erfindungsgemäßen Lösung;

Figuren 2a und 2b verdeutlichen anhand von Blockschaltbildern und eines Diagramms eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung;

Figuren 3a und 3b verdeutlichen anhand eines Blockschaltbildes und eines Diagramms eine Weiterentwicklung gemäß Figur 2;

Figur 4 verdeutlicht in schematisch vereinfachter Darstellung anhand eines Blockschaltbildes eine Weiterentwicklung gemäß einer Ausführung in Figur 3.

Figur 5 verdeutlicht eine Möglichkeit der Direktansteuerung der Ventile der Servomotoren.

**[0015]** Figur 1 verdeutlicht in schematisch vereinfachter Darstellung den Grundaufbau eines erfindungsgemäß ausgeführten Steuer- und Regelsystems 1 für Wasserfahrzeuge 2, insbesondere in Form von Schiffen, umfassend zumindest einen sogenannten Schneiderpropeller 3. Bei diesem handelt es sich um ein Antriebselement, umfassend einen rotierenden Radkörper 3.1, der achsparallele Flügel 3.21 bis 3.24 am Außenumfang 3.3 trägt. Die Flügelschäfte 3.41 bis 3.4n sind dabei in Gleitlagern oder in Spezialwälzlagern drehbar gelagert und durch doppelwirkende Dichtringe gegen Seewassereintritt und Ölaustritt abgedichtet.

**[0016]** Der Radkörper 3.1 wird axial durch eine Spurplatte 3.5 geführt und radial durch ein Rollenlager zentriert. Während das Rollenlager den Propellerschub über das Propellergehäuse 3.6 auf das Schiff 2 überträgt, nimmt das Spurlager das Eigengewicht der umlaufenden Teile und die aus Propellerschub und Druck resultierenden Kippkräfte und Momente auf. Der Radkörper 3.1 selbst wird über ein am Propellergehäuse 3.6 angeflanshtes Untersetzungsgetriebe 3.7 und ein im Propeller angeordnetes Kegelradgetriebe angetrieben. Das Tellerrad des Kegelradgetriebes ist über die Spurplatte 3.5 und die Antriebstrommeln mit dem Radkörper 3.1 verbunden. Die Steuerung der Kinematik geschieht über den Steuerknüppel, der durch zwei um 90 Grad versetzte Servomotoren 3.10 und 3.11 als Stellglieder betätigt wird. Diese beiden Servomotoren 3.10 und 3.11 dienen dabei der Einstellung der sogenannten Längs- und auch Quersteigung und fungieren somit als Stelleinrichtungen 7.1 und 7.2 zur Einstellung der Quer- und/oder Längssteigung.

Der erste Servomotor 3.10 verstellt die Steigung für den Längsschub, d. h. Voraus- und Rückwärtsfahrt des Schiffes 2, der zweite Servomotor 3.11, welcher auch als Ruderservomotor bezeichnet wird, dient der Beeinflussung des Querschubes, d. h. Bewegungen nach Backbord und Steuerbord. Figur 1 verdeutlicht dabei beispielhaft den Grundaufbau eines derartigen Propellers. Auf diesen wird im Detail nicht eingegangen, da dieser aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt ist. Entscheidend ist lediglich die Kinematik und die entsprechenden Servomotoren, hier mit 3.10 und 3.11 bezeichnet, die eine Verstellbarkeit der Flügel 3.21 bis 3.24 ermöglichen. Dabei fungiert der Servomotor 3.10 als sogenannter Fahrervomotor und 3.11 als sogenannter Ruderservomotor. Die Ansteuerung bei Betrieb kann unterschiedlich erfolgen. Im wesentlichen werden zur Steuerung derartiger Systeme drei grundsätzliche Steuervarianten unterschieden, die Betriebsmodi charakterisieren - die manuelle Ansteuerung, der sogenannte Autopilot und als dritte weitere Möglichkeit Dynamic Positioning. Diesen Grundbetriebsmodi kann bei Rollen des Schiffes 2 eine sogenannte Rollstabilisierung 8 in Form des Steuer- und/oder Regelsystems 1 zugeschaltet werden. Erfindungsgemäß kann dabei die Rollstabilisierung auf unterschiedliche Art und Weise ausgeführt werden. Gemäß einer ersten Ausführung wird in Abhängigkeit einer auf einer Rollbewegung des Schiffes wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe die Rollstabilisierung aktiviert. Die Aktivierung kann dabei je nach Bedarf, d. h. manuell oder aber auch automatisch erfolgen, wobei diese den einzelnen Fahrsteuerungen, manuell, Autopilot oder Dynamic Positioning untergeordnet ist. Dazu ist eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung 5 vorgesehen, in welcher die Stellgrößen  $Y_1$ ,  $Y_2$  für die Rollstabilisierung ermittelt werden. Eingangsgröße ist dabei wenigstens eine, die Rollbewegung des Schiffes 2 wenigstens mittelbar charakterisierende Größe, vorzugsweise der Istwert der Quersteigung direkt. Aus diesen wird je nach Strategie, wie noch in den Figuren 2 bis 4 beschrieben, die Stellgrößen, insbesondere die Stellgröße  $Y_1$  zur Ansteuerung der Stelleinrichtung 7.2 in Form des Servomotors 3.11 zur Änderung der Quersteigung ermittelt und ausgegeben.

**[0017]** Gemäß einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung erfolgt eine Rollstabilisierung durch Vorgabe der Quersteigung. Unter Quersteigung wird dabei die Steigung verstanden, die die Schubbewegung bei stehendem Schiff in Querrichtung beschreibt. Dieses Verfahren ist beispielhaft anhand eines Blockschaltbildes in Figur 2a wiedergegeben. Die Rollstabilisierung wird dabei bei Vorliegen eines auf ein Rollen des Schiffes hinweisendes oder die Betätigung der Rollstabilisierung wenigstens mittelbar charakterisierende Größe A aktiviert. Dazu wird eine Stellung des Ruders, d. h. eine die aktuelle Quersteigung  $Q_{ist}$  wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe erfasst und der Steuereinrichtung 5 zugeführt. Bei dieser kann es sich um die Steuer- und/oder Regeleinrichtung des Steuer- und/oder Regelsystems 1 handeln. In der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 5 ist dabei eine Zuordnungseinrichtung 6 integriert, die in Abhängigkeit der aktuellen Stellung des Ruders, d. h. der aktuellen Quersteigung  $Q_{ist}$ , eine Zuordnung über den maximalen Bereich der Verstellbarkeit des Ruders, insbesondere der Änderung der Quersteigung ermöglicht. Im einfachsten Fall erfolgt die entsprechende Zuordnung über ein vordefiniertes beziehungsweise abgespeichertes Kennfeld, aus welchem anhand der aktuellen ermittelten Rudersteigung der mögliche Stellbereich  $\Delta Y$  ermittelt wird und eine Stellgröße  $Y_1$  in Abhängigkeit der die Rollbewegung charakterisierende Größe X zur Erzielung der Rollstabilisierung eingestellt werden kann.

**[0018]** Figur 2b verdeutlicht dabei, aufgetragen über das theoretisch mögliche nutzbare Quersteigungskommando, den Stellbereich für die Rollstabilisierung. Das Kennfeld ist durch zwei Grenzzustände charakterisiert, die jeweils den maximalen Verstellbereich bei eingestellter Quersteigung charakterisieren. Die Gerade I verdeutlicht dabei den Zustand in Bezug auf den möglichen Verstellweg der Quersteigung, d. h. des Ruders in beide Richtungen bei voller Fahrt, d. h. 100 Prozent in Vorschubrichtung. Die beiden Geraden II und III begrenzen dabei den möglichen Stellbereich in Abhängigkeit der einzelnen Fahrzustände in Vorschubrichtung, wobei die Geraden II und III den Grenzzustand, d. h. die maximal mögliche Verstellbarkeit bei eingestellter Quersteigung, beschreiben. Die Gerade IV und V beschreibt diesen analogerweise, jedoch für die entgegengesetzte Verstellrichtung, hier zweite Verstellrichtung. Daraus ersichtlich wird der Bereich für die Rollstabilisierung. Diese ist bei eingestellter Quersteigung Null, d. h. eine Exzentrizität am größten, während sich je nach voreingestellter Quersteigung, d. h. vorliegendem Istwert  $Q_{ist}$  von ungleich Null für die Quersteigung, dieser Bereich verringert. Aus diesem Kennfeld kann dann entweder die gewünschte Stellgröße zur Ansteuerung der Stelleinrichtung 7 zur Änderung der Quersteigung ermittelt werden oder aber auch abgelesen werden. Im einfachsten Fall wird dabei in Abhängigkeit der vorliegenden Exzentrizität, d. h. des Istwertes der aktuellen Quersteigung, der maximal mögliche Stellbereich ausgeschöpft. Entsprechend wird die entsprechende Stellgröße  $Y_1$  am Ausgang der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 5 ausgegeben und der Stelleinrichtung für die Änderung des Rudersignals, insbesondere der Quersteigung am Servomotor 3.11 ausgegeben. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, in Abhängigkeit der die Rollbewegung charakterisierenden Größen, eine Stellgröße  $Y_1$  zu berechnen oder zuzuordnen, die zu einer Einstellung einen Betriebspunkt im Stellbereich führt, d. h. der Stellbereich wird nicht ausgeschöpft, und die Stellgröße  $Y_1$  wird als Funktion des aktuellen Istwertes der Quersteigung, eines Istwertes der die Rollbewegung charakterisierenden Größe eingestellt.

**[0019]** Verdeutlichen die Figuren 2a und 2b eine erste Grundaufführung der erfindungsgemäßen Lösung zur Stabilisierung, verdeutlichen die Figur 3a und die Figur 3b eine Weiterentwicklung gemäß Figur 2a, bei welcher zusätzlich die Längssteigung, d. h. die Steigung, die den Schub in Längsrichtung beziehungsweise in Vortriebsrichtung bewirkt, berücksichtigt wird. Auch bei dieser werden die entsprechenden Eingangsgrößen gemäß Figur 2a berücksichtigt, wobei

hier jedoch Zuordnungseinrichtung 6 beispielhaft ein Kennfeld gemäß Figur 3b beinhaltet, welche den möglichen Rollstabilisierungsbereich in Abhängigkeit der aktuell eingestellten Fahrtsteigung eingrenzt. Dies bedeutet, dass als weitere Ist-Größe eine die aktuelle Fahrt- bzw. Längssteigung  $L_{ist}$  wenigstens mittelbar charakterisierende Größe der Steuer- und/oder Regeleinrichtung zuführbar ist, wobei in Abhängigkeit dieser aus der Zuordnungseinrichtung 6 der mögliche Änderungsbereich zur Realisierung der Rollstabilisierung abgeleitet werden kann. Im einzelnen ist das Kennfeld analog wie in Figur 2b aufgebaut, jedoch sind für die einzelnen Längssteigungen weitere Kennlinien eingefügt. Diese sind jeweils mit I bis  $V_x$  bezeichnet, wobei x in diesem Fall die Steigung in Längsrichtung in Prozent wiedergibt. Daraus ist erkennbar, dass bei Fahrtsteigung Null, d. h. im Stillstand, die Möglichkeit der Änderung der Quersteigung am größten ist, während bei voller Fahrt, d. h. Fahrtsteigung 100%, in Längsrichtung der Verstellbereich nahezu Null beträgt. In Abhängigkeit der tatsächlich aktuellen Fahrtsteigung wird dann in diesem Kennfeld unter Berücksichtigung der aktuellen Quersteigung der theoretisch mögliche Stellbereich gegenüber dem Stillstandszustand eingestellt. Dazu wird aus dem jeweils ermittelten Betriebspunkt eine Stellgröße Y ermittelt und mit dieser der Servomotor 3.11 angesteuert.

**[0020]** Gemäß einer Weiterentwicklung der Ausführung gemäß Figur 2 und 3 kann zusätzlich die Längssteigung zum Ausgleich der durch die Änderung der Quersteigung auftretenden Geschwindigkeitsverluste vorgenommen werden. Dies bedeutet, dass gemäß Figur 4 in Abhängigkeit der dann eingestellten Änderung der Quersteigung durch Ansteuerung der Stelleinrichtungen 7.1 und 7.2 gleichzeitig die Längssteigung geändert wird, insbesondere vergrößert um hier einen Ausgleich der Geschwindigkeitsverluste zu erzielen. Dies kann beispielsweise in Form einer Regelung zur Einstellung einer bestimmten Geschwindigkeit erfolgen, wobei ein Ist-Wert der aktuellen Geschwindigkeit  $V_{ist}$  vor Aktivierung oder bei Beginn der Aktivierung der Rollstabilisierung ermittelt wird und als Sollwert  $V_{soll}$  für die einzuhaltende Geschwindigkeit gesetzt wird beziehungsweise eine nicht zu unterschreitende Geschwindigkeit und nach Durchlaufen beziehungsweise Änderung der Quersteigung gemäß den in den Figuren 2 und 3 dargestellten Verfahren zusätzlich eine Stellgröße  $Y_{2neu}$  zur Änderung der Längssteigung gesetzt wird. Die Stellgröße  $Y_{2neu}$  dient dabei in der Regel der Vergrößerung der Längssteigung, um hier eine höhere Geschwindigkeit beziehungsweise den Geschwindigkeitsverlust zu reduzieren. Auch hier wird zuerst bei Vorliegen einer den Einsatz der Rollstabilisierung wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe zumindest die aktuelle Quersteigung ermittelt und diese einer Steuereinrichtung zugeführt. Ferner wird die aktuell vorliegende Geschwindigkeit  $V_{ist}$  als Sollgröße für die einzuhaltende Geschwindigkeit  $V_{soll}$  gesetzt oder aber eine bestimmte Geschwindigkeit, die wählbar ist. Dabei wird gemäß Figur 2 oder Figur 3 in Abhängigkeit der die Rollbewegung wenigstens mittelbar charakterisierenden Größen und des gewünschten Effektes, d. h. der Dämpfung dieser die entsprechende Stellgröße zur Änderung zumindest der Quersteigung gebildet und die sich dabei einstellende Geschwindigkeit  $V_{ist}$  ermittelt und mit der Sollgröße  $V_{soll}$  verglichen. Bei Abweichung wird dann eine Anpassung dahingehend vorgenommen, dass die Sollgeschwindigkeit  $V_{soll}$  vorzugsweise angeregt wird. Dies erfolgt durch Änderung der Längssteigung. Dazu wird die Längssteigung ermittelt und ebenfalls in der Steuer- und Regeleinrichtung 5 bearbeitet und eine Stellgröße zur Änderung der Längssteigung gebildet. Die Ermittlung der Stellgröße kann dabei rein rechnerisch, über Diagramme oder Tabellen erfolgen. Diese wird dann in einem Ausgang der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 5 ausgegeben und der jeweiligen Stelleinrichtung, insbesondere dem Servomotor 3.10 zur Änderung der Steigung in Längsrichtung zugeführt. Die Rollstabilisierung, insbesondere Abregelung der Rollbewegung, dabei in einer Regelung auf Einleitung einer konstanten Geschwindigkeit eingebettet.

**[0021]** Als Parameter für das Vorliegen einer Rollbewegung können dabei folgende Größen angesehen werden, mindestens eine der nachfolgenden Größen: Rollwinkel, Rollwinkelgeschwindigkeit, Rollwinkelbeschleunigung und/oder aber die bzw. die Rollbewegung auslösenden Wellen beschreibenden Größen, wie Frequenz, Amplitude.

Erfolgt zumindest in Ausführungen in den Figuren 1 bis 4 die Ermittlung der Stellgröße zur Ansteuerung der einzelnen Stelleinrichtungen über weitere Verfahren, erfolgt gemäß Figur 5 bei gewünschter Rollstabilisierung die direkte Ansteuerung der einzelnen Servomotoren 3.10 und 3.11. In diesem Fall ist zumindest eine, die Rollbewegung wenigstens mittelbar charakterisierende Größe erfassende Erfassungseinrichtung 9 vorgesehen, die diese Größe einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung 5 zuführt, wobei in Abhängigkeit des vorliegenden Steuersignales für Längs- und/oder Quersteigung aus dieser direkt der Verstellwinkel abgeleitet wird. Die Erfassungseinrichtung umfasst dazu wenigstens zwei Sensoren 10.1, 10.2 für die Querbeschleunigung, wobei diese aus der Differenz die Steigung ermittelt und aus der Steigung wiederum die Stellgröße Y zur Ansteuerung der einzelnen Servomotoren 3.10, 3.11, insbesondere der Ventileinrichtungen vornimmt.

Bezugszeichenliste

**[0022]**

1	Steuer- und/oder Regelsystem
2	Wasserfahrzeug
3	Schneiderpropeller
3.1	Radkörper

3.21 - 3.24	achsparallele Flügel
3.41 - 3.4n	Flügelschäfte
3.5	Spurplatte
3.6	Propellergehäuse
5 3.7	Übersetzungsgetriebe
3.10, 3.11	Servomotor
5	Steuer- und/oder Regeleinrichtung
6	Zuordnungseinrichtung
7	Stelleinrichtung
10 8	Rollstabilisierung
9	Empfangseinrichtung
10.1, 10.2	Sensoren

## 15 Patentansprüche

1. Verfahren zur Dämpfung der Rollbewegung eines Wasserfahrzeuges, insbesondere Rollstabilisierung eines Schiffes (2) mit mindestens einem Propeller, umfassend einen rotierenden Radkörper (3), welcher am Außenumfang achs-  
 20 parallele (3.21, 3.2n) Flügel trägt, die drehbar um ihre Längsachse gelagert sind;  
 1.1 bei welchen in Abhängigkeit wenigstens einer, die Rollbewegung des Wasserfahrzeuges (2) wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe durch Änderung der Steigung ein Schub erzeugt wird, der der Rollbewegung entgegenwirkt;  
**gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:  
 1.2 die Änderung der Steigung zur Erzeugung eines Gegenschubes erfolgt wahlweise bei Erfassung einer die Rollbewegung des Schiffes charakterisierende Größe oder einem Signal zur Aktivierung der Rollstabilisierung;  
 1.3 bei welchen in Abhängigkeit eines als Ist-Wert fungierenden Vorgabewertes der aktuellen an den Flügeln eingestellten Quersteigung eine Änderung der Quersteigung vorgenommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Quersteigung reduziert wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erforderliche Änderung der Quersteigung aus einem vordefinierten oder vorseicherbaren Kennfeld abgeleitet wird, welches durch zwei Grenz-  
 35 linien begrenzt ist, wobei die Grenzlinien die maximal mögliche Verstellbarkeit bei einem bestimmten voreingestellten Wert der Quersteigung beschreiben und wobei sich für jeden eingestellten Wert der Quersteigung im Kennfeld ein Stellbereich zwischen minimaler und maximaler Verstellbarkeit ergibt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe der Stellgröße ( $Y_1$ ) zur Änderung der Quersteigung als Funktion wenigstens einer die Rollbewegung des Schiffes (2) wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe ermittelt wird.  
 40
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** als die die Rollbewegung des Schiffes (2) wenigstens mittelbar charakterisierenden Größen wenigstens eine der nachfolgend genannten Größen erfasst werden:  
 45
  - die den Rollwinkel wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe
  - eine die Rollgeschwindigkeit wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe
  - Rollbeschleunigung
  - eine den die Rollbewegung auslösenden Wellengang wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe, wie Amplitude und/oder Frequenz
 50
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jeden eingestellten Ist-Wert einer den Vorschub in Vortriebsrichtung wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe, insbesondere der Längs-  
 55 bzw. Fahrtsteigung der maximale Stellbereich für die aktuell eingestellte Quersteigung zur Änderung der Quersteigung begrenzt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**

7.1 ein als Ist-Wert der aktuell eingestellten Fahrtsteigung fungierender Vorgabewert für die Fahrtsteigung und

der als Ist-Wert fungierende Vorgabewert für die eingestellte aktuelle Quersteigung erfasst wird;  
7.2 in Abhängigkeit der Vorgabewerte für die Quersteigung und Längssteigung und die die Rollbewegung  
wenigstens mittelbar charakterisierenden Größen eine Stellgröße zur Änderung der Quersteigung ermittelt wird,  
wobei in Abhängigkeit der Vorgabewerte sowie der die Rollbewegung wenigstens mittelbar charakterisierenden  
Größe eine Stellgröße zur Ansteuerung einer Stelleinrichtung (7.1; 7.2) für die Steigung (3.21, 3.2n) ausgegeben  
wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine, durch Erzeugung eines Quer-  
schubes hervorgerufene Geschwindigkeitsreduzierung durch Änderung der Längssteigung und damit der Fahrtstei-  
gung in Vortriebsrichtung ausgeglichen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zur Aktivierung der Änderung der Quersteigung  
vorliegende Geschwindigkeit in Vortriebsrichtung ermittelt wird und der Ist-Wert als Soll-Wert für eine konstant zu  
haltende Fahrgeschwindigkeit gesetzt wird oder eine konstant zu haltende Fahrgeschwindigkeit als solche vorge-  
geben wird und bei welchen bei Änderung der Quersteigung die aktuellen Ist-Werte der Fahrgeschwindigkeit ermittelt  
werden und mit dem gesetzten Soll-Wert verglichen wird, wobei bei Abweichung eine Änderung der Fahrtsteigung  
derart erfolgt, dass der Ist-Wert an den Soll-Wert herangeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses einem Verfahren zur Steue-  
rung eines Wasserfahrzeuges untergeordnet ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses einem der nachgenannten Verfahren unter-  
geordnet ist:

- der manuellen Einstellung der Längssteigung
- der automatischen Einstellung beziehungsweise Regelung einer konstant eingestellten Schiffskurses oder
- der automatischen Einstellung oder Regelung einer konstant zu haltenden Schiffsposition.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses Bestandteil einer Regelung  
auf konstante Geschwindigkeit ist.



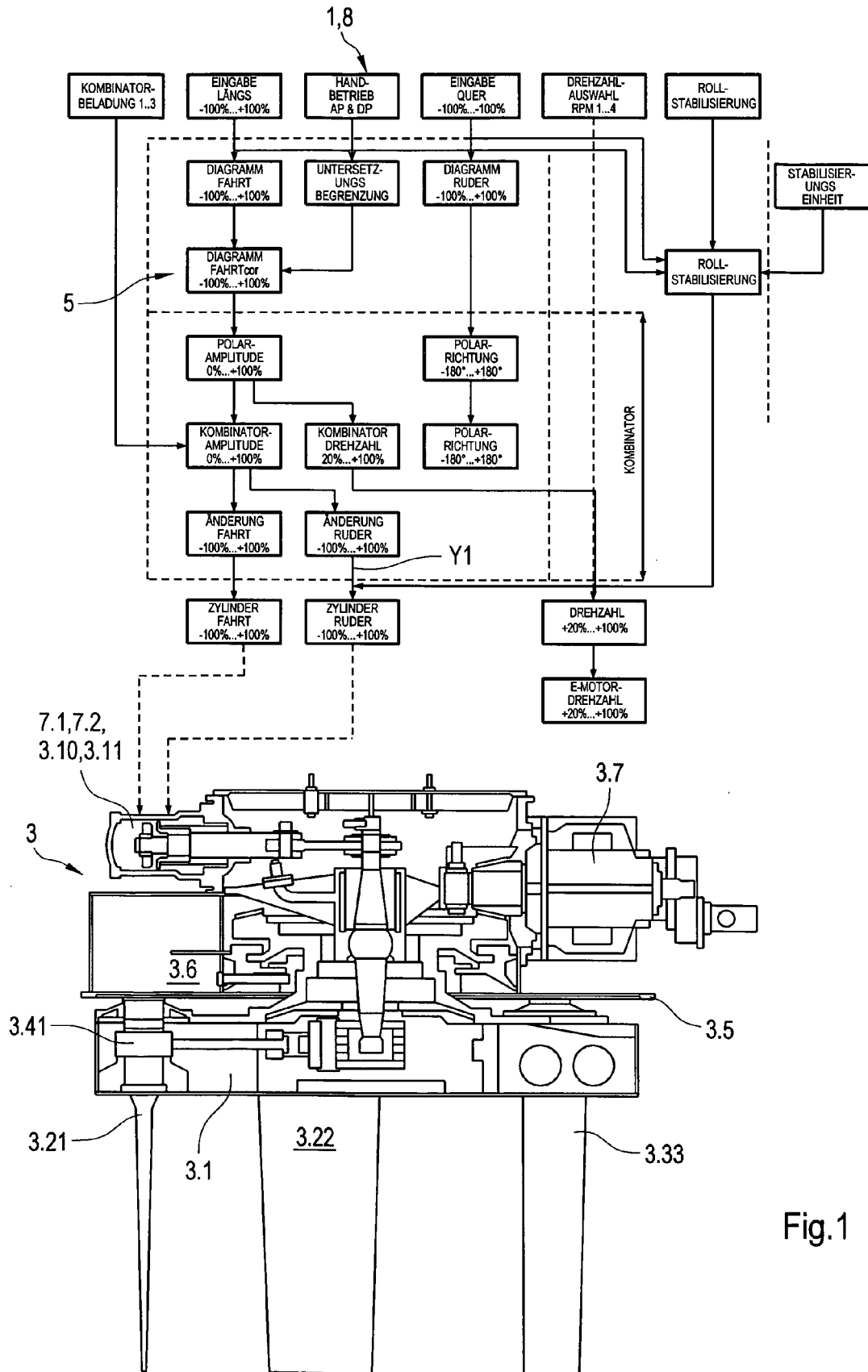


Fig.1

Fig.2b

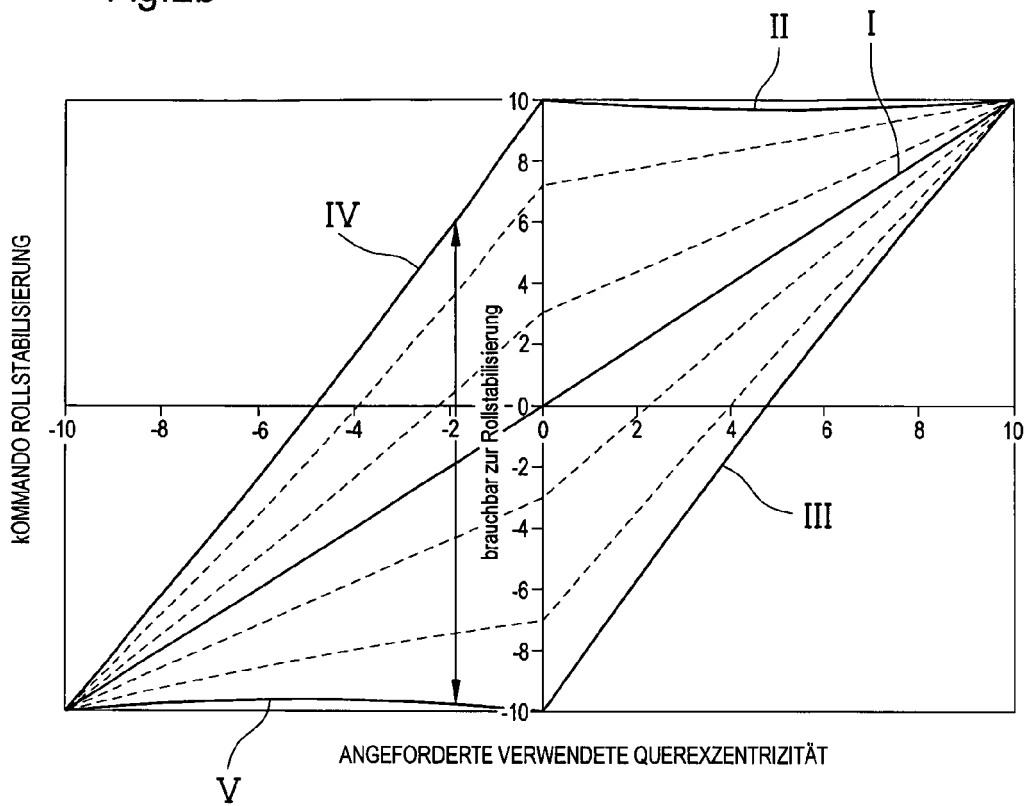


Fig.2a

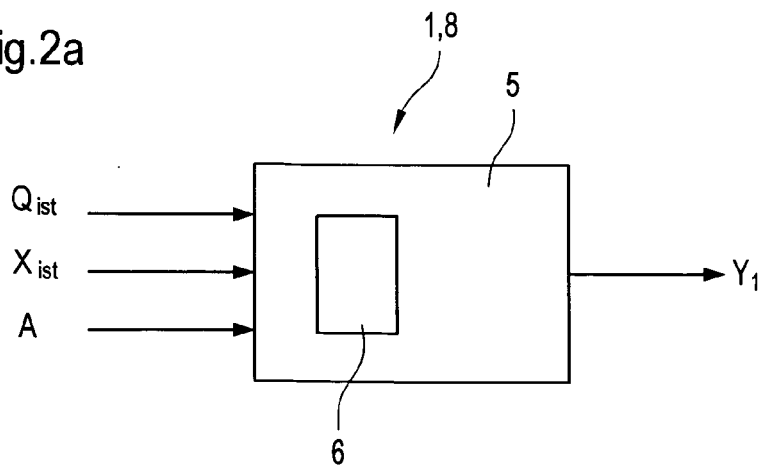


Fig.3a

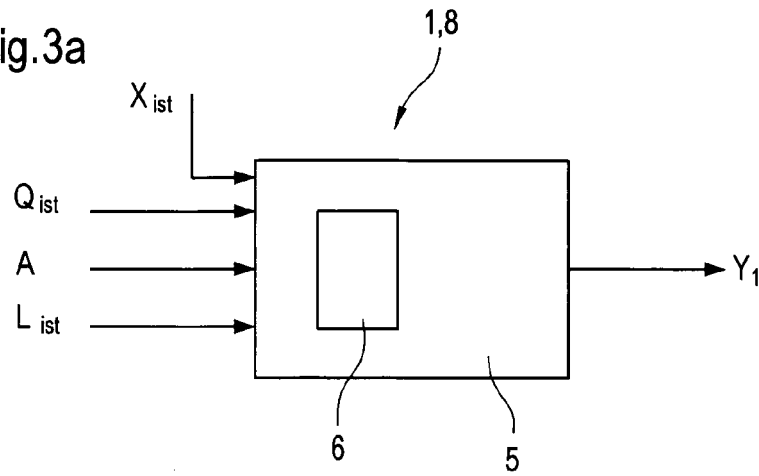


Fig.3b

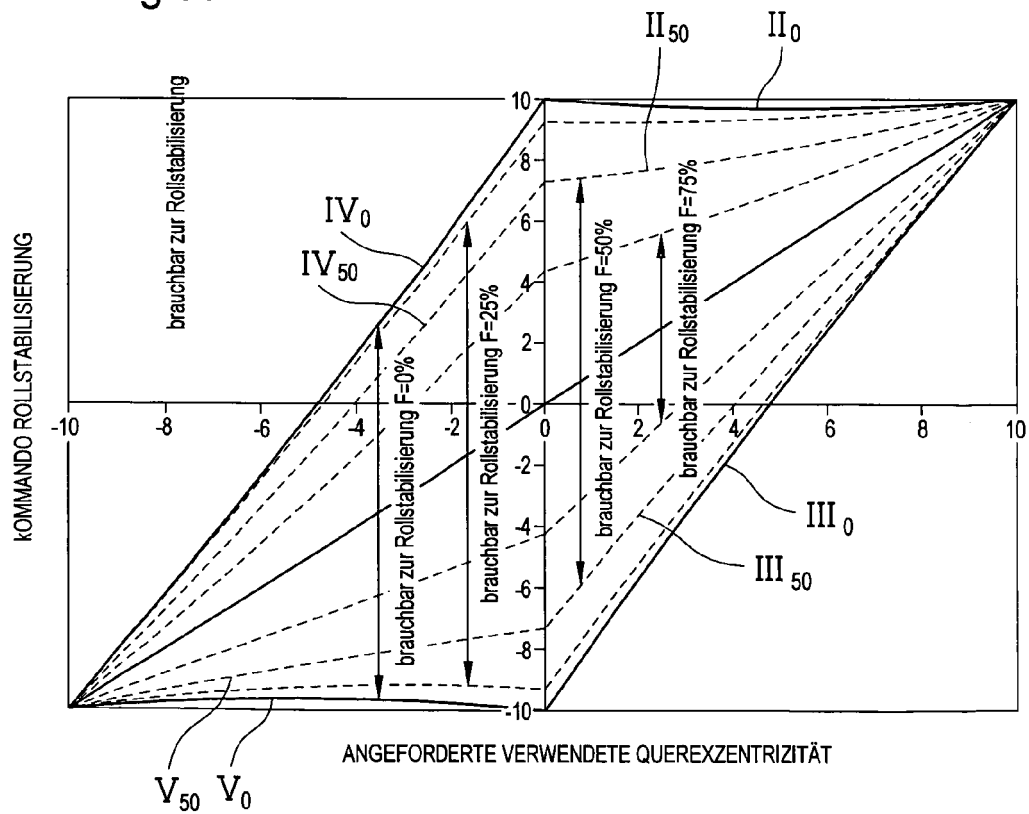


Fig.4

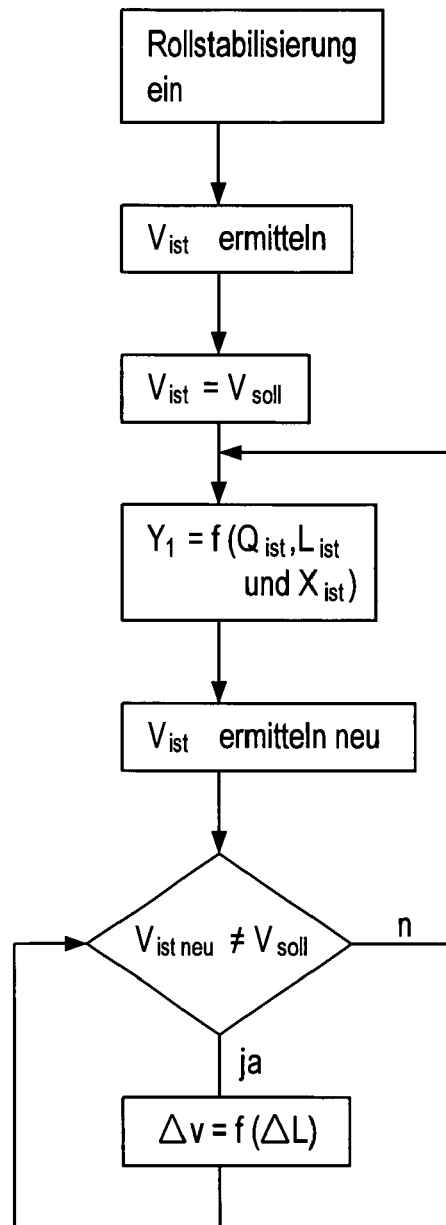
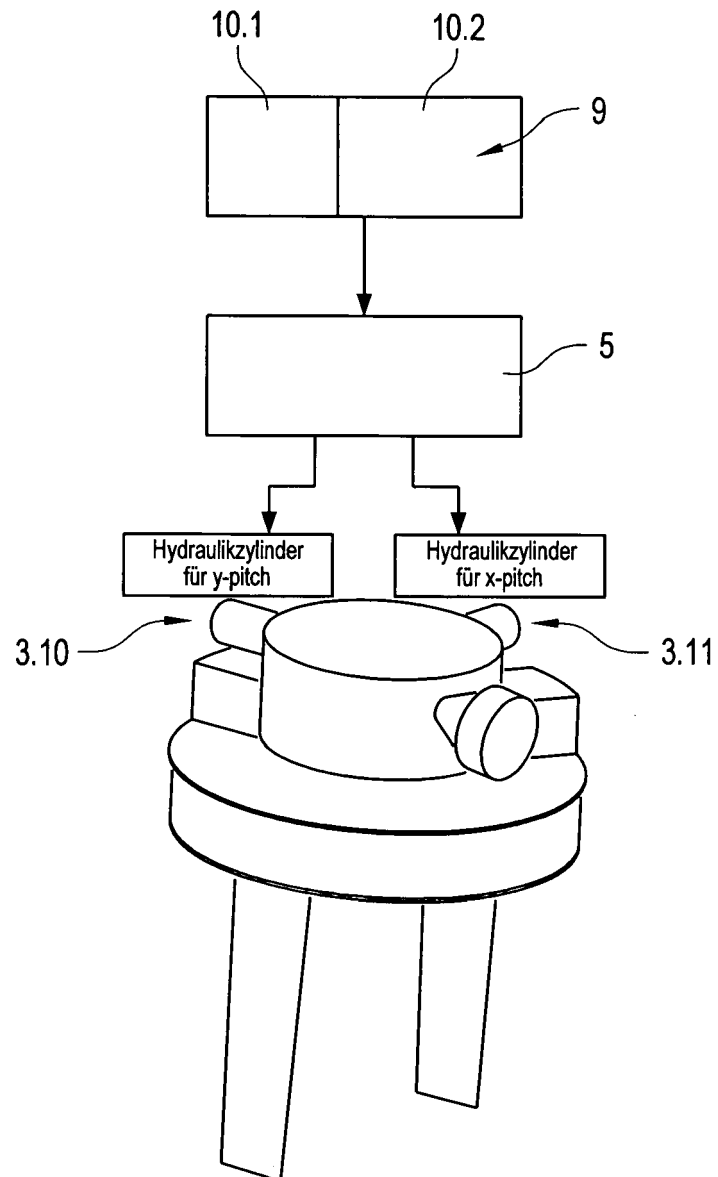


Fig.5





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 06 02 3343

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	GB 232 175 A (KURT FRIEDRICH JOHANNES KIRSTE) 8. April 1926 (1926-04-08) * Seite 7, Zeilen 30-55 *	1	INV. B63B39/06
A	EP 0 221 491 A1 (SIEMENS AG [DE]; VOITH GMBH J M [DE]) 13. Mai 1987 (1987-05-13) * Spalte 1, Zeile 40 - Spalte 2, Zeile 11 *	1	
A	US 3 371 635 A (SEELEY LEONARD W) 5. März 1968 (1968-03-05)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B63B B63H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
München		9. März 2007	
		Prüfer	
		Brumer, Alexandre	
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 Patentdokument, 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			

2  
EPO FORM 1503 03.82 (P4C03)

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

EP 06 02 3343

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.

09-03-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 232175	A	08-04-1926	KEINE
-----			
EP 0221491	A1	13-05-1987	DE 3539617 A1 14-05-1987
			JP 2108257 C 06-11-1996
			JP 8009357 B 31-01-1996
			JP 62163893 A 20-07-1987
			US 4752258 A 21-06-1988
-----			
US 3371635	A	05-03-1968	DE 1506731 A1 15-01-1970
			GB 1164896 A 24-09-1969
-----			

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 21558922 B [0002]
- US 2155456 A [0002] [0003]
- US 2155892 A [0003] [0003]