



(11) **EP 4 257 476 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**11.10.2023 Patentblatt 2023/41**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B63H 3/10 (2006.01) B63H 21/21 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **23164586.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B63H 3/10; B63H 21/21**

(22) Anmeldetag: **28.03.2023**

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

• **thyssenkrupp AG**  
**45143 Essen (DE)**

(72) Erfinder: **Druckenbrod, Markus**  
**22081 Hamburg (DE)**

(74) Vertreter: **thyssenkrupp Intellectual Property GmbH**  
**ThyssenKrupp Allee 1**  
**45143 Essen (DE)**

(30) Priorität: **04.04.2022 DE 102022203332**

(71) Anmelder:  
• **thyssenkrupp Marine Systems GmbH**  
**24143 Kiel (DE)**

(54) **STEUERVERFAHREN FÜR EIN SCHIFF MIT EINEM VERSTELLPROPELLER**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Schiffes 10 mit einem Fahrmotor 20, einem Verstellpropeller 30, einem Schiffsleitstand 40 und einem Leitsystem 50, wobei über den Schiffsleitstand 40 eine Geschwindigkeitsvorgabe vorgegeben und an das Leitsystem 50 übergeben wird, wobei das Leitsystem 50 die Drehzahl des Fahrmotors 20 und das Steigungsverhältnis des Verstellpropellers 30 ermittelt und ansteuert, dadurch gekennzeichnet, dass das Leitsystem 50 wenigstens eine erste Fahrkurve 61, 120 und eine zweite Fahrkurve 62, 120 aufweist, wobei die erste

Fahrkurve 61, 120 optimiert ist auf eines der Anforderungen ausgewählt aus der Liste umfassend Effizienz 140, Leistungsreserve 130, akustische Signatur, wobei die zweite Fahrkurve 62, 120 optimiert ist auf eine sich von der ersten Fahrkurve 61, 120 unterscheidenden Anforderungen ausgewählt aus der Liste umfassend Effizienz 140, Leistungsreserve 130, akustische Signatur, wobei zusätzlich eine Missionsanforderung vorgegeben wird ausgewählt aus der Liste umfassend Effizienz 140, Leistungsreserve 130, akustische Signatur.

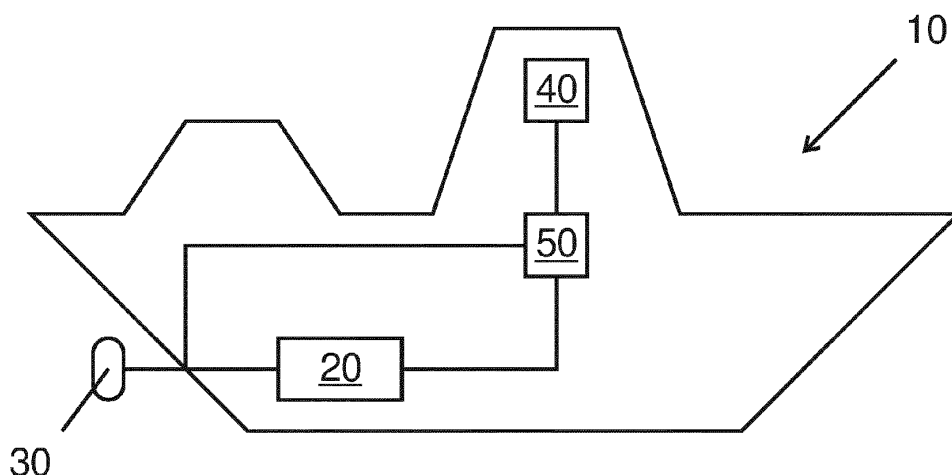


Fig. 1

**EP 4 257 476 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Schiffes mit einem Verstellpropeller, also einem Propeller, bei dem die Blätter des Propellers gedreht werden können.

**[0002]** Ein Verstellpropeller ist ein Propeller, bei dem die einzelnen Blätter des Propellers drehbar an der Nabe angeordnet sind. Hierdurch kann die Steigung der Flügel verändert werden. Hierdurch können beispielsweise sehr unterschiedliche Dauergeschwindigkeiten erzielt werden. Ebenso kann die Manövrierfähigkeit gesteigert werden. Dafür sind Verstellpropeller natürlich aufwändiger als Festpropeller, die üblicherweise aus einem Stück gefertigt sind. Das Steigungsverhältnis gibt somit an, in welchem "Winkel" die Flügel zu einer durch die Achse gehenden Fläche stehen, wobei der Winkel oftmals vom Abstand von der Achse abhängig ist, da Propeller oftmals eine Steigung aufweisen, beispielsweise um Kavitation zu minimieren.

**[0003]** Während es bei einem Festpropeller immer nur eine Motordrehzahl gibt, die im eingeschwungenem Zustand (beschleunigungsfreie Fahrt) zu einer Geschwindigkeit führt, kann bei einem Schiff mit einem Verstellpropeller insbesondere im mittleren Geschwindigkeitsbereich die gleiche Geschwindigkeit über verschiedene Kombinationen von Drehzahl des Motors und Steigung des Verstellpropellers erzielt werden. Um dieses zu regeln wird im Leitsystem des Schiffes ein Fahrkurve hinterlegt, welche der jeweiligen aktuellen Fahrhebelstufe ein Wertepaar aus Drehzahl des Fahrmotors und Steigung des Verstellpropellers zuordnet. Diese Fahrkurve ist entsprechend der typischen Anforderungen in den verschiedenen Geschwindigkeitsbereichen optimiert. Bei voller Fahrt, also der höchsten Fahrhebelstufe, ist eine Optimierung auf die Geschwindigkeit gegeben. Für geringe Geschwindigkeiten, beispielsweise um 10 % der Höchstgeschwindigkeit, und der sich daraus ergeben Fahrhebelstufe ist eher davon auszugehen, dass eine Optimierung auf die Geräuschentwicklung vorgenommen wird, da derartige langsame Fahren im Allgemeinen im Einsatz erfolgen und eine Reduzierung der akustischen Signatur dann hilfreich sein kann.

**[0004]** Es hat sich jedoch herausgestellt, dass diese Optimierungen der Fahrkurve zwar im Regelfall zu einem guten Ergebnis führen, in einzelnen Situationen jedoch Schwächen aufweisen können. Beispielsweise kann es in einer Situation erforderlich sein, zwar langsam und leise zu sein, dennoch eine möglichst hohe Leistungsreserve zu haben, um beispielsweise schnell ein Ausweichmanöver vornehmen zu können.

**[0005]** Die JP S60- 25 883 A betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Verstellpropellers, bei dem der Blattwinkel (Pinch) durch Drehen der Propellerblätter um die Propellerachse verändert werden kann

**[0006]** Als weitere Stand der Technik sind VAN BEEK, Teus. Technology guidelines for efficient design and operation of ship propulsors. Marine News, Wärtsilä Pro-

pulsion Netherlands BV, 1-2004, S. 14-19 und 2021 Guidelines on the shaft / engine power limitation system to comply with the EEXI requirements and use of a power reserve, MEPC 76/15/Add.2, Annex 9 bekannt.

5 **[0007]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Steuerung bereitzustellen, die flexibler auf die konkreten Missionsanforderungen eingehen kann.

**[0008]** Gelöst wird diese Aufgabe durch das Verfahren mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen. Vorteil-  
10 hafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den Zeichnungen.

**[0009]** Das erfindungsgemäße Verfahren dient zum Betreiben eines Schiffes mit einem Fahrmotor, einem  
15 Verstellpropeller, einem Schiffsleitstand und einem Leitsystem. Besonders bevorzugt handelt es sich bei dem Schiff um ein militärisches Schiff, beispielsweise eine Korvette, eine Fregatte, einen Zerstörer, einen Kreuzer, einen Versorger, ein Minensuchboot, ein Minenjagdboot,  
20 ein Torpedoboot, einen Träger, beispielsweise einen Flugzeugträger oder einen Hubschrauberträger, ein Landungsschiff, ein Unterseeboot oder dergleichen. Während bei zivilen Schiffen meist nur eine Anforderung konstant im Vordergrund steht (Effizienz bei Frachtschiffen,  
25 Leistung bei Sportbooten, ...) ist bei militärischen Schiffen oft eine breite Bandbreite an Anforderungen zu finden, ja nach derzeit ausgeführter Mission. Daher kann die Erfindung bei militärischen Schiffen einen größeren Effekt erzielen. Über den Schiffsleitstand wird eine Geschwindigkeitsvorgabe vorgegeben und an das Leitsystem übergeben. Der Schiffsleitstand ist die Eingabestation, an der ein Benutzer die Steuerung des Schiffes vor-  
30 nimmt, also beispielsweise und insbesondere Geschwindigkeit, Fahrrichtung (gegebenenfalls über Ruderlage) und optional Tauchtiefe (ebenfalls gegebenenfalls über Ruderlage) vorgibt. Der Schiffsleitstand kann daher insbesondere in Form einer Computerkonsole mit geeigneten Eingabemitteln ausgebildet sein. Beispielsweise wird die Geschwindigkeitsvorgabe über einen Fahrhebel  
35 durch einen Bediener vorgegeben. Das Leitsystem ist ein EDV-System, welches die an dem Schiffsleitstand eingegebenen Befehle aufnimmt und die Ansteuerung der entsprechenden Schiffssysteme vornimmt, beispielsweise des Fahrmotors für die Geschwindigkeit  
40 oder eines Steuermotors zur Verstellung der Lage eines Ruders. Das Leitsystem kann, auch teilweise, in den Schiffsleitstand integriert sein. Das Leitsystem ermittelt die Drehzahl des Fahrmotors und das Steigungsverhältnis des Verstellpropellers und steuert den Fahrmotor und den Verstellpropeller mit den ermittelten Werten an. Rein  
45 praktisch wird das Steigungsverhältnis des Verstellpropellers durch die Drehung der Flügel eingestellt. Die Drehung zur Einstellung des durch das Leitsystem vorgegebenen Winkels entsprechend dem Steigungsverhältnis  
50 kann bevorzugt hydraulisch oder elektrisch erfolgen. Dieses geschieht herkömmlich mit Hilfe der im Leitsystem hinterlegten Fahrkurve. Aus Drehzahl und Steigungsverhältnis ergibt sich die im stationären Zustand erreichbare

Geschwindigkeit, wobei das Schiff zunächst schneller oder langsamer sein kann, sich dann die Geschwindigkeit erst wieder in einem neuen stationären Zustand einstellt. Für jedes Schiff ist die sich aus Drehzahl und Steigungsverhältnis ergebende Geschwindigkeit im stationären Zustand individuell und bekannt. Hierbei kann die Geschwindigkeitsvorgabe entweder in einer konkreten Vorgabe bestehen oder wie historisch relativ erfolgen (Beispielsweise "halbe Fahrt voraus" und "volle Fahrt voraus"). Weiter ist zu berücksichtigen, dass eine Drehzahl nur erreichbar sein kann, wenn der Motor ausreichend Leistung dafür erzeugen und damit bereitstellen kann. Die Leistung eines Motors ist jedoch zumeist, insbesondere bei Verbrennungsmotoren, von dem Drehmoment abhängig.

**[0010]** Erfindungsgemäß weist das Leitsystem wenigstens eine erste Fahrkurve und eine zweite Fahrkurve auf. Eine Fahrkurve ist der Zusammenhang zwischen Drehzahl und Leistung.

**[0011]** Für einen Festpropeller ist dies für einen eingeschwungenen Zustand eine einfache, direkte Beziehung, es ergibt sich eine Linie. Soll nun abweichend vom eingeschwungenen Zustand eine Veränderung vorgenommen werden, so kann beispielsweise durch den Motor die Leistungsreserve verwendet werden (Bereich oberhalb der Fahrkurve bis zur Leistungsgrenze des Systems) und dadurch dann in Folge die Drehzahl und damit auch die Geschwindigkeit gesteigert werden. Das obere Ende der Fahrkurve ist der Punkt höchster Leistung und damit die höchste konstant erreichbare Geschwindigkeit. Bei einem Verstellpropeller kommt als zusätzliche Variable die Neigung der Flügel dazu. Durch die Drehung der Flügel an der Nabe wird das Steigungsverhältnis des Propellers und damit die Fahrkurve gezielt beeinflusst, sodass bei herkömmlicher Fahrweise jeder Drehzahl genau ein bestimmtes Steigungsverhältnis des Verstellpropellers festgelegt ist, sodass nach dem Stand der Technik eben genau eine Fahrkurve vorgegeben ist. Somit weist das Leitsystem erfindungsgemäß wenigstens eine Fahrkurve mehr auf als nach dem Stand der Technik üblich. Die erste Fahrkurve ist optimiert auf eines der Anforderungen ausgewählt aus der Liste umfassend Effizienz, Leistungsreserve, akustische Signatur. Die zweite Fahrkurve ist optimiert auf eine sich von der ersten Fahrkurve unterscheidenden Anforderungen ausgewählt aus der Liste umfassend Effizienz, Leistungsreserve, akustische Signatur. Zusätzlich wird eine Missionsanforderung vorgegeben, welche ausgewählt ist aus der Liste umfassend Effizienz, Leistungsreserve, akustische Signatur. Dieses unterscheidet sich vom Stand der Technik, bei dem beispielsweise der Bereich für langsame Fahrt (niedrige Drehzahl) auf die akustische Signatur, der mittlere Bereich auf Effizienz und der Bereich für hohe Geschwindigkeit (hohe Drehzahl) auf Leistung optimiert ist. Die Missionsanforderung stellt also somit die Auswahl der zu verwendenden Fahrkurve anhand der Eigenschaften dar, auf welche die entsprechende Fahrkurve optimiert wurde. Ist also beispielsweise die Mission eine

Aufklärungsfahrt, so ist primär eine Entdeckung zu vermeiden. Daher wäre die Missionsanforderung auf einer solchen Mission die akustische Signatur, um Geräuschemissionen so weit wie möglich zu vermeiden und dadurch die eigene Entdeckung weitmöglichst zu vermeiden. Daher wird durch die Vorgabe der Missionsanforderung akustische Signatur die auf die akustische Signatur optimierte Fahrkurve verwendet. Wäre in einem anderen Beispiel die Mission eine Transferfahrt, so wäre die sich daraus ergebende Missionsanforderung die Effizienz, also eine möglichst sparsame Fahrweise. Durch die Vorgabe dieser Missionsanforderung wird also die auf die Effizienz optimierte Fahrkurve ausgewählt. Die Vorgabe der Missionsanforderung kann beispielsweise durch eine Eingabe in das System erfolgen. Alternativ kann eine Mission dem System vorgegeben werden, wobei im System zu den verschiedenen Missionen gehörenden Missionsanforderungen (wie in den beiden oben genannten Beispielen gezeigt) hinterlegt sind.

**[0012]** Beispielsweise ist die erste Fahrkurve auf die akustische Signatur optimiert. Entsprechend werden die dieser ersten Fahrkurve entnommenen Wertepaare aus Drehzahl und Steigungsverhältnis des Verstellpropellers zu einer besonders geringen akustischen Signatur führen. Damit ist es also möglich, besonders leise zu fahren, somit wird das Risiko mittels Sonar geortet zu werden, minimiert. Weiter beispielsweise ist die zweite Fahrkurve auf Leistungsreserve optimiert. Während eines normalen Missionseinsatzes würde dann vermutlich als Missionsanforderung während der Schleichfahrt die akustische Signatur vorgegeben werden und entsprechend wird das Leitsystem entsprechend der ersten Fahrkurve regeln. Verschlechtert sich aber beispielsweise das Wetter dramatisch, so kann es bei weiterhin gleicher geringer Geschwindigkeit aber sinnvoll sein, die Missionsanforderung auf Leistungsreserve umzustellen, um beispielsweise bei schwerer See ausreichend Leistungsreserve zur Verfügung zu haben. Eine Verschlechterung der akustischen Signatur wird durch die Auswahl der geänderten Missionsanforderung entsprechend in Kauf genommen, was bei schwerer See auch nicht mehr relevant ist.

**[0013]** Üblicherweise weist ein Schiff eben nur eine einzige Fahrkurve auf. Bei einem Frachtschiff wird diese vollständig auf Effizienz optimiert sein. Bei einem Unterseeboot kann diese vollständig auf die akustische Signatur optimiert sein. Es gibt aber auch Fahrkurven, die nicht nur auf eine einzige Vorgabe optimiert sind, sondern den Geschwindigkeits- oder Leistungsbereich in mehrere Abschnitte unterteilen, welche dann nach verschiedenen Kriterien optimiert werden. Es wird also eine Fahrkurve erstellt, welche beispielsweise bei langsamer Fahrt auf die akustische Signatur optimiert ist, bei mittleren Geschwindigkeiten auf Effizienz und bei hohen Geschwindigkeiten auf Leistungsreserve, was in erster Näherung verschiedenen Einsatzszenarien entspricht (Schleichfahrt, Transferfahrt, Gefechtsfahrt). Dieses beschränkt aber die für gewisse Missionen wählbare Geschwindigkeit auf die vordefinierten Fenster. Erst durch

die erfindungsgemäße Verwendung von zwei Fahrkuren auf einem Schiff und somit die gezielte Auswählbarkeit der geeigneten Fahrkurve kann diese Beschränkung aufgehoben werden. Es ist somit erfindungswesentlich, dass eben auf einem Schiff eben nicht nur eine, sondern eben erfindungsgemäß wenigstens zwei Fahrkurven vorgehalten werden, was bisher nicht der Fall war. Ausschließlich durch das Vorhandensein von zwei verschiedenen Fahrkurven ist es möglich, die Geschwindigkeit unabhängig von der Missionsanforderung zu wählen. Es ergibt sich somit eine größere Breite von Fahrweisen für das Schiff.

**[0014]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Leitsystem eine dritte Fahrkurve auf. Die dritte Fahrkurve ist optimiert auf eine sich von der ersten Fahrkurve und der zweiten Fahrkurve unterscheidenden Anforderungen ausgewählt aus der Liste umfassend Effizienz, Leistungsreserve, akustische Signatur.

**[0015]** Zur Ergänzung des oben beschriebenen Beispiels kann die dritte Fahrkurve beispielsweise auf Effizienz optimiert sein. Befindet sich das Schiff nun auf einer Mission ebenfalls bei geringer Fahrt, bei der die akustische Signatur oder die Leistungsreserve nicht so relevant sind, beispielsweise bei einer Kontrollfahrt, so kann hier als Missionsanforderung die Effizienz und damit über den Verbrauch die Standzeit auf See vorgegeben werden. Da die Anwesenheit eines solchen Schiffes meist ohnehin bekannt ist und auch bekannt sein sollte, ist die akustische Signatur in diesem Fall beispielsweise unbeachtlich.

**[0016]** Somit kann durch die neuartige Vorgabe einer Missionsanforderung bei sehr unterschiedlichen Missionen aber bei ansonsten gleicher Geschwindigkeit eine viel bessere Optimierung der Fahrkurve auf die Missionsanforderung erfolgen.

**[0017]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird die Missionsanforderung in Form einer Mission vorgegeben. Die Mission umfasst dabei eine zeitlich und örtlich beschriebene Aufgabe, die das Schiff und seine Mannschaft zu erledigen hat. Aus der Mission werden technische Missionsanforderungen an das Schiff ermittelt, welche wiederum eine Auswahl an Anforderungen für das Leitsystem stellen. Dieses kann automatisch erfolgen indem eine Mission oder Missionsanforderungen in den Schiffsleitstand eingegeben werden und der Schiffsleitstand eine passende Anforderung an den Leitstand weitergibt. Das Leitsystem stellt dann eine Fahrkurve entsprechend der Anforderung ein. Insbesondere kann eine Mission auch zeitlich oder örtlich nacheinander liegende Teile aufweisen, welche jeweils unterschiedliche Missionsanforderungen aufweisen. Es kann auch vorgesehen sein, dass der Schiffsleitstand zu einer bestimmten Zeit oder bei Erreichen eines bestimmten Ortes automatisch Anforderungen an das Leitsystem weitergibt oder diese ändert. Beispielsweise kann von einer Person als Mission beispielsweise Transitfahrt vorgegeben werden. Das Leitsystem verbindet dann die Vorgabe Transitfahrt direkt mit der Missionsanforderung Effizienz.

Hierbei geht es vor allem um die Einsparung von Treibstoff und wählt die passende Fahrkurve aus. In einem weiteren Fall kann beispielsweise die Person die Unterseebootjagd als Mission vorgeben. Das Leitsystem verbindet dann automatisch die Unterseebootjagd mit der Missionsanforderung der Optimierung der akustischen Signatur und wählt die passende Fahrkurve aus. Durch die Verringerung der eigenen Schallemissionen wird die Wahrscheinlichkeit der Entdeckung von Unterseebooten erhöht. Weiter beispielsweise kann als Mission Gefecht vorgegeben werden. Das Leitsystem verbindet dann mit der Vorgabe Gefecht direkt die Missionsanforderung Leistungsreserve und wählt die passende Fahrkurve aus. Hierzu kann dem Leitsystem entweder eine vorgegebene Liste aufweisen, welche Missionen oder Missionsteilen Missionsanforderungen zuordnet, wobei auch eine Gewichtung von Missionsanforderungen vorgegeben werden kann (beispielsweise 80 % Effizienz und 20 % Leistungsreserve). Die Gewichtung von Missionsanforderungen führt dazu, dass zwischen zwei Fahrkurven ein zwischen den Fahrkurven liegender Arbeitspunkt interpoliert wird. Die relative Missionsanforderung kann insbesondere beim Übergang von einer Missionsanforderung auf eine zweite, andere Missionsanforderung sinnvoll sein, um dadurch einen harmonischen Übergang zu ermöglichen und gleichzeitig eine Überleitung von einer Fahrkurve in die andere durchzuführen. Alternativ kann das Leitsystem mit einem selbstlernenden Programm ausgestattet sein, welches aus den Zuordnungen der Vergangenheit durch die Besatzung getroffen wurde. Es ist damit also möglich automatisch über ein vorgebares Profil von Missionsanforderungen örtlich oder zeitlich zwischen Fahrkurven des Schiffs umzuschalten.

**[0018]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird eine relative Missionsanforderung vorgegeben. Gegenüber den bisherigen absoluten Vorgaben, dass ausschließlich nach einer Missionsanforderung optimiert wird, kann auch beispielsweise eine relative Vorgabe erfolgen, also beispielsweise 70 % optimiert auf akustische Signatur und 30 % auf Leistungsreserve. Hierdurch kann eine noch ausbalanciertere Fahrweise erfolgen. Hierbei wird beispielsweise entsprechend der beiden betreffenden Fahrkurven getrennt optimiert und dann entsprechend der Gewichtung zwischen den beiden aus den getrennten Fahrkurven entnommenen Werten gewichtet, sodass ein neuer, keiner konkreten Fahrkurve zu entnehmender Betriebspunkt angesteuert wird.

**[0019]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Leitsystem selbstlernend ausgebildet. Dieses führt dazu, dass das Leitsystem selbstständig die Missionsanforderung vorgegeben kann. Hierzu kann das Leitsystem bevorzugt auf weitere Schiffssysteme zugreifen, um weitere Informationen zu erhalten. Beispielsweise kann das Leitsystem so ein ausgebrachtes Schleppsonar feststellen und dann die Missionsanforderung akustische Signatur vorgeben, da das Schiff sich erkennbar auf Unterseebootjagd befindet. Insbesondere ist die selbstlernende Ausführungsform zur Vorgabe einer re-

lativen Missionsanforderung bevorzugt. Beispielsweise kann aus entsprechenden Wettervorhersagen die Gewichtung zwischen akustischer Signatur und Leistungsreserve angepasst werden. Insbesondere kann das Leitsystem nachträglich feststellen, ob die so bereit gestellte Leistungsreserve benötigt wurde, zu klein war oder zu hoch war, was wiederum bedeutet, dass die akustische Signatur nicht optimal war. Somit kann die selbstlernende Ausführung aus Fehlern der Vergangenheit lernen. Die selbstlernende Ausführung kann aber auch oder alternativ beispielsweise über die während vorhergehenden Missionen die Zuordnung der Missionsanforderungen durch die Besatzung lernen.

**[0020]** Bevorzugt wird zunächst dem Leitsystem eine Liste vorgegeben werden, welche verschiedenen Missionen oder Missionsteilen Missionsanforderungen vorgibt. Weiter wird dem Leitsystem über die Fahrkurven vorgegeben, wie bei einer konkreten Missionsanforderung der Zusammenhang zwischen Drehzahl und Steigung der Propellerflügel ist. Von diesem Punkt ausgehend kann das Leitsystem beispielsweise dann Variationen vornehmen, beispielsweise eine Drehung der Propellerflügel das Steigungsverhältnis variieren und dann über die Schiffssensoren, beispielsweise die Sonarsensoren feststellen, ob und wie sich das beispielsweise auf die akustische Signatur auswirkt. Analog kann dieses beispielsweise bei der Missionsanforderung Effizienz erfolgen, was besonders einfach bei einem elektrischen Fahrmotor möglich ist, da hier die Leistungsaufnahme einfach und präzise bestimmbar ist.

**[0021]** Nachfolgend ist das erfindungsgemäße Schiff anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

- Fig. 1 Schiff
- Fig. 2 Ablauf
- Fig. 3 Fahrkurve Teil 1
- Fig. 4 Fahrkurve Teil 2

**[0022]** In Fig. 1 ist ein Schiff 10 dargestellt. Dieses weist einen Fahrmotor 20 und einen mit dem Fahrmotor 20 über eine Welle verbundenen Verstellpropeller 30. Der Fahrmotor kann entweder ein Verbrennungsmotor, beispielsweise ein Dieselmotor oder eine Gasturbine sein, oder ein Elektromotor sein, welcher beispielsweise durch einen Dieselgenerator und/oder eine Batterie gespeist wird. Weiter weist das Schiff 10 einen Schiffsleitstand 40 auf. Über den Schiffsleitstand 40 gibt die Besatzung eine Geschwindigkeitsvorgabe vor, beispielsweise volle Fahrt oder Schleichfahrt. Diese Geschwindigkeitsvorgabe wird an das Leitsystem 50 übergeben, welches dann aus den wenigstens zwei Fahrkurven 120 die Vorgabe für die Drehzahl  $f$  des Fahrmotors 20 und das Steigungsverhältnis des Verstellpropellers 30 ermittelt und diese entsprechend ansteuert, so dass die Geschwindigkeit entsprechend einer Variation der Parameter entlang der Fahrkurve erreicht wird. Hierzu gibt es zwei Optionen. Wird eine Missionsanforderung vorgegeben, bei-

spielsweise Effizienz, so wird aus der Fahrkurve für Effizienz verwendet und aus dieser die Drehzahl und das Steigungsverhältnis ermittelt. Die Beschleunigung des Schiffes erfolgt dann besonders Effizient gemäß der Fahrkurve bis der vorgegebene Betriebspunkt erreicht ist. Dieses wäre zum Beispiel für eine Transitfahrt (Mission Transit) mit der Missionsanforderung Effizienz der Fall.

**[0023]** Im Leitsystem 50 wird aber auch eine zweite Missionsanforderung hinterlegt, die eine zweite Fahrkurve zur Ermittlung der Vorgabe der Drehzahl  $f$  des Fahrmotors und des Steigungsverhältnisses des Verstellpropellers 30 ermittelt. Ist die zweite Missionsanforderung ausgewählt, so wird bei der gleichen Geschwindigkeitsvorgabe der Betriebspunkt gemäß der zweiten Fahrkurve ermittelt und angesteuert. Ist diese zweite Missionsanforderung zum Beispiel akustische Signatur, so erfolgt die Beschleunigung entlang der entsprechenden Fahrkurve, beispielsweise langsamer als bei der Missionsanforderung Effizienz. Möglicherweise ist bei einer relativen Vorgabe, wie "volle Fahrt" die damit vorgebbare Höchstgeschwindigkeit auch eine andere als bei "Effizienz".

**[0024]** Die im Leitsystem 50 vorgegebenen Missionsanforderungen können auch örtlich und zeitlich hinterlegt sein, sodass bei Erreichen eines vorgegebenen Ortes oder Ablauf einer vorgegebenen Zeit, die Missionsanforderungen automatisch geändert werden, sodass eine manuelle Auswahl der Missionsanforderungen nicht notwendig ist.

**[0025]** Es kann aber auch eine Missionsanforderung bestehen, welche zum Beispiel zu 80 % die akustische Signatur gewichtet und zu 20 % die Leistungsreserve, beispielsweise, wenn bei einer Unterseebootjagd das Wetter davorsteht, sich dramatisch zu verschlechtern. In diesem Fall würde aus der Fahrkurve für die akustische Signatur ein erstes Wertepaar aus Drehzahl und Steigungsverhältnis ermittelt und ebenso aus dem der Fahrkurve für die Leistungsreserve ein zweites Wertepaar aus Drehzahl und Steigungsverhältnis. Das erste Wertepaar wird nun mit einer Gewichtung von 80 % und das zweite Wertepaar mit einer Gewichtung von 20 % berücksichtigt und so der optimale Fahrpunkt für die aktuellen Anforderungen ermittelt und angesteuert.

**[0026]** Der Ablauf ist in Fig. 2 dargestellt. Der Schiffsleitstand 40 verfügt über zwei Eingabemöglichkeiten. Zum einen wird über Geschwindigkeitsvorgabe 41 beispielsweise eine Geschwindigkeit wie 2 kn, 12 kn oder "volle Fahrt" vorgegeben. Zusätzlich weist der Schiffsleitstand 40 eine Missionsanforderungsvorgabe 42 auf. Beispielsweise wird zusammen mit der Vorgabe 2 kn "Akustische Signatur" als Missionsanforderung vorgegeben, bei 12 kn "Effizienz" als Missionsanforderung vorgegeben und bei "volle Fahrt" "Leistungsreserve" als Missionsanforderung vorgegeben. Es wird nun bei der Missionsvorgabe akustische Signatur eine erste Fahrkurve 61 ausgewählt, welche auf die akustische Signatur optimiert ist, bei der Missionsvorgabe Effizienz eine zweite Fahrkurve 62 ausgewählt, welche auf Effizienz opti-

mirt ist, und bei der Missionsvorgabe Leistungsreserve die dritte Fahrkurve 63 ausgewählt, die auf Effizienz optimiert ist. Entsprechend der ausgewählten Fahrkurve 61, 62, 63 wird dann der Fahrmotor 20 angesteuert.

[0027] Um nun mehr Flexibilität zu erhalten, weist das gezeigte System ein Anpassungselement 70 auf. Die Missionsanforderung wird in diesem Fall nicht einfach ausgewählt, sondern relativ gewichtet zwischen den Möglichkeiten ausgewählt und über die Missionsanforderungsvorgabe 42 vorgegeben. Beispielsweise soll während einer Überwachung bei Schleichfahrt die Möglichkeit einer schnellen Flucht gegeben sein, weil beispielsweise eine höhere Wahrscheinlichkeit der Entdeckung vermutet wird. In diesem Fall kann zum Beispiel eine Geschwindigkeit von 3 kn über die Geschwindigkeitsvorgabe 41 vorgegeben und eine Gewichtung von 70 % akustische Signatur und 30 % Leistungsreserve. Aus der ersten Fahrkurve 61 (akustische Signatur) und aus der dritten Fahrkurve 63 (Leistungsreserve) können nun die Betriebspunkte für 3 kn ermittelt werden. In dem Anpassungselement 70 wird nun der Betriebspunkt der ersten Fahrkurve 61 mit 70 % gewichtet und der Betriebspunkt der dritten Fahrkurve 63 mit 30 % und so ein neuer gemittelter Betriebspunkt bestehend aus Drehzahl D und Steigungsverhältnis S ermittelt und diese an den Fahrmotor 20 übergeben.

[0028] Fig. 3 und Fig. 4 zeigen eine rein schematische Darstellung einer Fahrkurve 120, zur Vereinfachung als zwei zweidimensionale Kurven. Faktisch handelt es sich um eine Kurve im dreidimensionalen Raum, sodass in Fig. 3 und Fig. 4 jeweils die Abbildung diese Kurve auf eine zweidimensionale Fläche dargestellt ist. Auf der Abszisse ist die Stellung der Fahrhebels  $f$  ( $f = 0$  Stillstand,  $f_{\text{Max}}$  = volle Fahrt) eingetragen. Auf der Ordinate ist in Fig. 3 die Drehzahl D angegeben, in Fig. 4 das Steigungsverhältnis S. Durch das Steigungsverhältnis S des Verstellpropellers 30 (dargestellt in Fig. 4 kann nun die Fahrkurve 120 in Fig. 3 verschoben werden, beide Fahrkurven 120 gehören direkt zusammen und beeinflussen sich gegenseitig. Jede Stellung des Fahrhebels  $f$  ist mit einem Wert für die Drehzahl D (gemäß Fig. 3) und einem Steigungsverhältnis S (gemäß Fig. 4) verbunden. Für jede Anforderung wird somit eine Fahrkurve 120 erstellt, wobei jede Fahrkurve für jede Stellung der Fahrhebels  $f$  (x-Wert) mit zwei Werten Drehzahl D und Steigungsverhältnis S (y-Werte) verbunden ist. Eine absolute Grenze stellt die maximale Last 110 dar. Links und oberhalb dieser Linie ist kein Betrieb möglich, dieses stellt die maximale Leistung P dar, die der Fahrmotor in Abhängigkeit von der Drehzahl  $f$  zu leisten in der Lage ist. Folglich ist der Bereich oberhalb der Fahrkurve 120 bis zur maximalen Last 110 die Leistungsreserve 130, also die Leistung P, welche zum Beispiel für eine Beschleunigung des Schiffes noch zur Verfügung steht. Gleichzeitig ist der Verbrauch zu berücksichtigen, welcher bei sehr geringer Last und hoher Drehzahl (hier unten rechts) maximal wird. Sehr grob vereinfacht verläuft die Effizienz 140 somit in der angezeigten Richtung, die Effizienz 140 nimmt

somit mit einer Annäherung zur maximalen Last 110 zu, wobei es kurz vor dem Erreichen der maximalen Last 110 üblicherweise wieder zu einem Anstieg kommt. Zu berücksichtigen ist, dass auch der Propeller eine Effizienz in Abhängigkeit der Steigung aufweist. Daher ist grob erkennbar, wie die Fahrkurve 120 jeweils bezüglich Effizienz 140, Leistungsreserve 130 oder akustische Signatur optimiert werden kann. Man kann die Fahrkurve 120 somit auch in einem Diagramm mit drei orthogonalen Achsen als eine Linie im Raum darstellen, wovon die dargestellte Fig. 3 und Fig. 4 jeweils die Projektion dieser Linie im Raum auf eine zweidimensionale Darstellung zeigen.

15 Bezugszeichen

#### [0029]

10	Schiff
20	Fahrmotor
30	Verstellpropeller
40	Schiffsleitstand
41	Geschwindigkeitsvorgabe
42	Missionsanforderungsvorgabe
25	Leitsystem
61	erste Fahrkurve
62	zweite Fahrkurve
63	dritte Fahrkurve
70	Anpassungselement
30	maximale Geschwindigkeit
110	maximale Last
120	Fahrkurve
130	Leistungsreserve
140	Effizienz

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Schiffes (10) mit einem Fahrmotor (20), einem Verstellpropeller (30), einem Schiffsleitstand (40) und einem Leitsystem (50), wobei über den Schiffsleitstand (40) eine Geschwindigkeitsvorgabe vorgegeben und an das Leitsystem (50) übergeben wird, wobei das Leitsystem (50) die Drehzahl des Fahrmotors (20) und das Steigungsverhältnis des Verstellpropellers (30) ermittelt und ansteuert, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Leitsystem (50) wenigstens eine erste Fahrkurve (61, 120) und eine zweite Fahrkurve (62, 120) aufweist, wobei die erste Fahrkurve (61, 120) optimiert ist auf eines der Anforderungen ausgewählt aus der Liste umfassend Effizienz (140), Leistungsreserve (130), akustische Signatur, wobei die zweite Fahrkurve (62, 120) optimiert ist auf eine sich von der ersten Fahrkurve (61, 120) unterscheidenden Anforderungen ausgewählt aus der Liste umfassend Effizienz (140), Leistungsreserve (130), akustische Signatur, wobei zusätzlich eine Missionsanforderung

vorgegeben wird ausgewählt aus der Liste umfassend Effizienz (140), Leistungsreserve (130), akustische Signatur.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Leitsystem (50) eine dritte Fahrkurve (63, 120) aufweist, wobei die dritte Fahrkurve (63, 120) optimiert ist auf eine sich von der ersten Fahrkurve (61, 120) und der zweiten Fahrkurve (62, 120) unterscheidenden Anforderungen ausgewählt aus der Liste umfassend Effizienz (140), Leistungsreserve (130), akustische Signatur. 5  
10
3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Missionsanforderung in Form einer Mission vorgegeben wird. 15
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine relative Missionsanforderung vorgegeben wird. 20

25

30

35

40

45

50

55

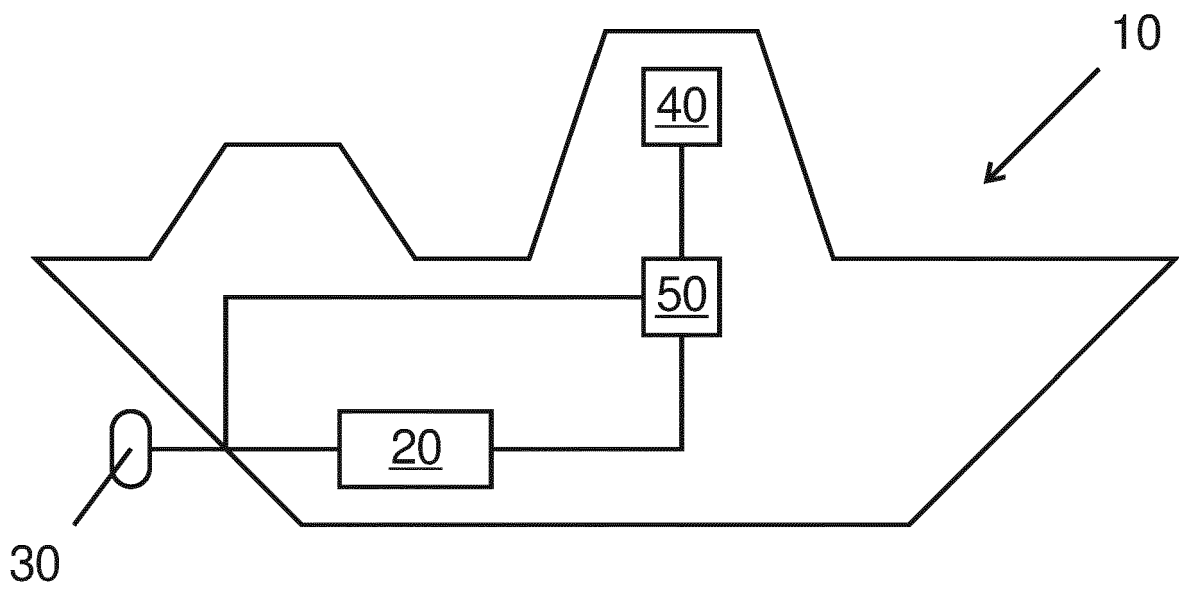


Fig. 1

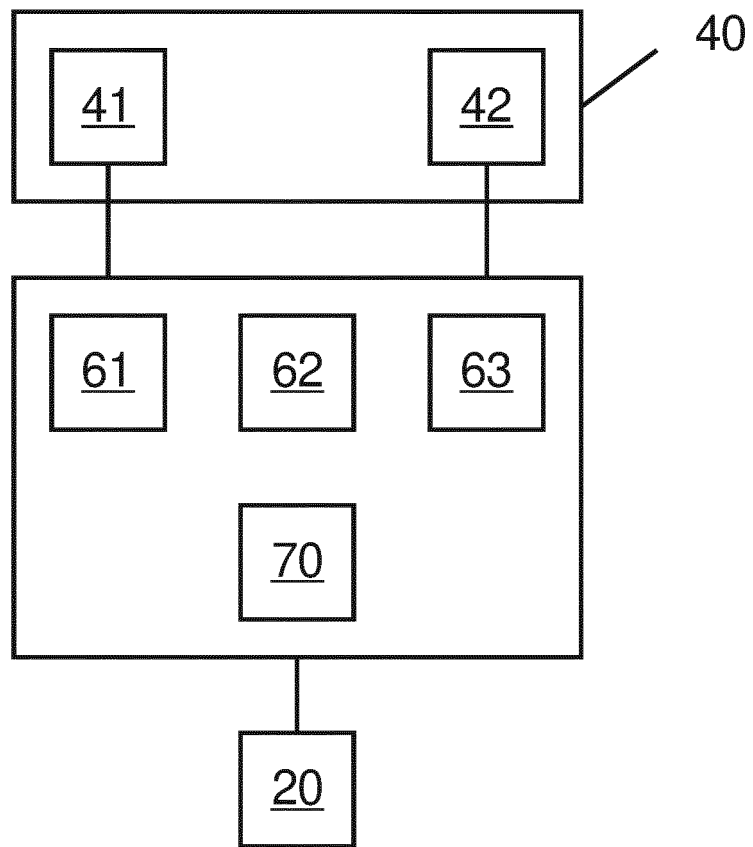


Fig. 2



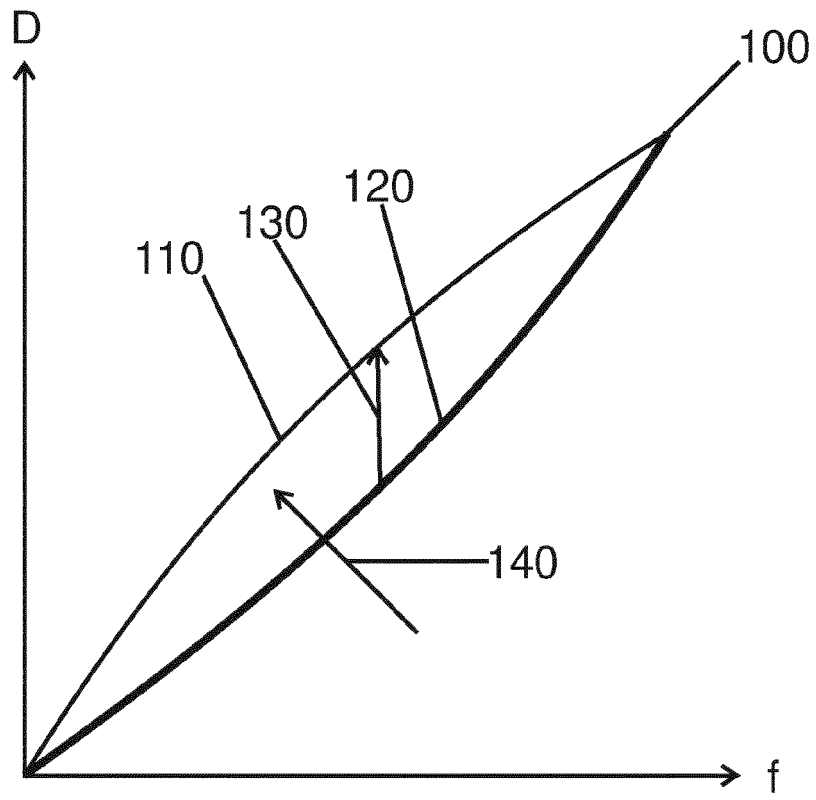


Fig. 3

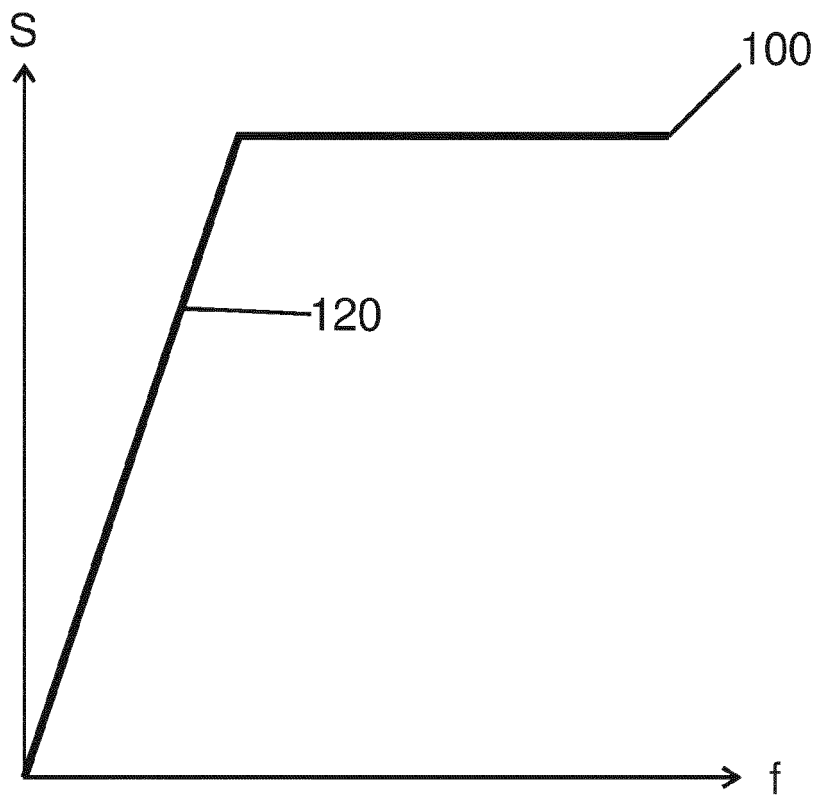


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 16 4586

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2020/025745 A1 (KONGSBERG MARITIME CM AS [NO]) 6. Februar 2020 (2020-02-06) * Seite 1, Zeile 3 - Seite 5, Absatz 15; Anspruch 6; Abbildungen 1-5 * -----	1-4	INV. B63H3/10 B63H21/21
X	US 2007/134092 A1 (ROSENKRANZ HANS-GUNTHER [AU] ET AL) 14. Juni 2007 (2007-06-14) * Absätze [0005], [0138] - Absatz [0141]; Abbildung 1a * -----	1-4	
A	JP S60 25883 A (MITSUI SHIPBUILDING ENG) 8. Februar 1985 (1985-02-08) * das ganze Dokument * -----	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B63H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>21. August 2023</b>	Prüfer <b>Harder, Sebastian</b>
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	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 23 16 4586

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten  
 Patentedokumente 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.

21-08-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
<b>WO 2020025745 A1</b>	<b>06-02-2020</b>	<b>KEINE</b>	
-----			
<b>US 2007134092 A1</b>	<b>14-06-2007</b>	<b>AU 2004287508 A1</b>	<b>19-05-2005</b>
		<b>CA 2543269 A1</b>	<b>19-05-2005</b>
		<b>CN 1874929 A</b>	<b>06-12-2006</b>
		<b>CN 101332869 A</b>	<b>31-12-2008</b>
		<b>CN 101445152 A</b>	<b>03-06-2009</b>
		<b>EP 1680319 A1</b>	<b>19-07-2006</b>
		<b>JP 2007509792 A</b>	<b>19-04-2007</b>
		<b>US 2007134092 A1</b>	<b>14-06-2007</b>
		<b>WO 2005044659 A1</b>	<b>19-05-2005</b>
-----			
<b>JP S6025883 A</b>	<b>08-02-1985</b>	<b>KEINE</b>	
-----			

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**

- JP S6025883 A [0005]

**In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur**

- **VAN BEEK, TEUS.** Technology guidelines for efficient design and operation of ship propulsors. *Marine News, Wärtsilä Propulsion Netherlands BV*, Januar 2004, 14-19, 2021 [0006]