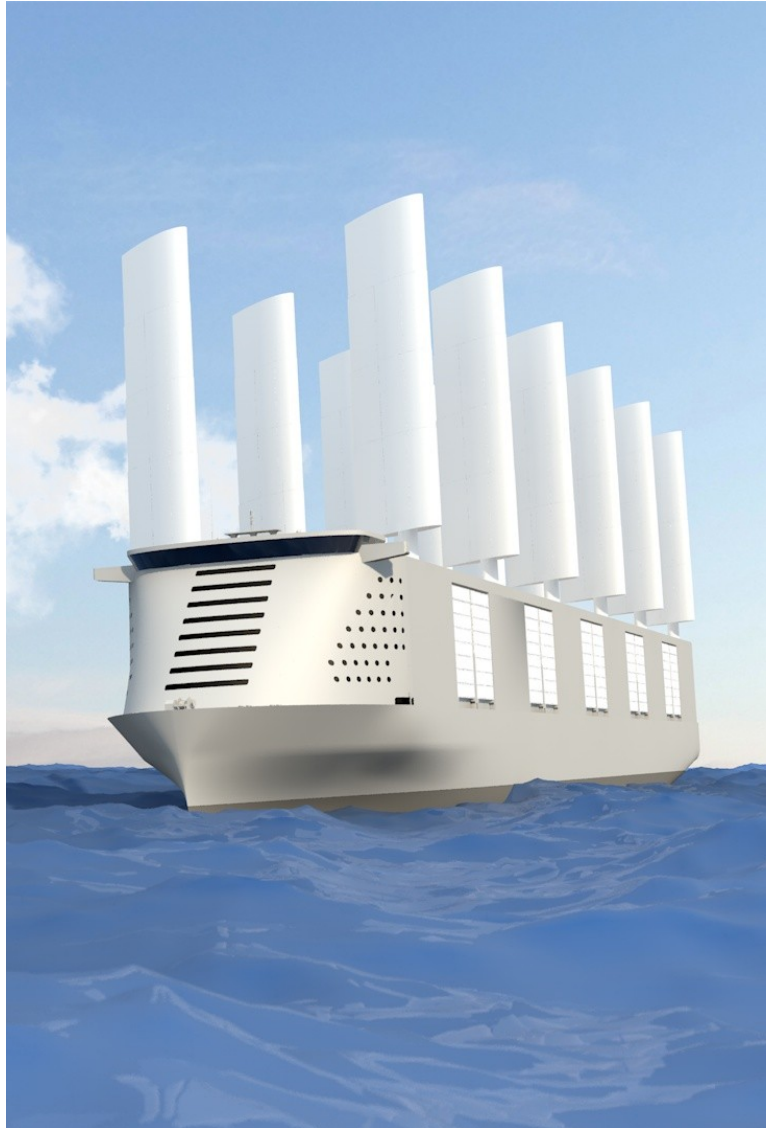


INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG

SCHIFF MIT EINER SEGELVORRICHTUNG



PCT-Anmeldung vom 19. August 2025
Aktenzeichen PCT/EP2025/073707

RES - INSTITUTE
Renewable Energy Systems
Prof. Dipl.-Ing. Friedrich Grimm
Züricher Strasse 18
D-70376 Stuttgart
Tel. +49-(0)711-257 17 19
friedrich.grimm@t-online.de
www.res-institute.com

Empfangsbescheinigung

Hiermit wird bestätigt, dass Ihr im folgenden bezeichneter Antrag auf Bearbeitung einer internationalen Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT) bei uns eingegangen ist:

Eingangsnummer	14572407	
PCT-Aktenzeichen	PCT/EP2025/073707	
Eingangsdatum	19. August 2025	
Anmeldeamt	Europäisches Patentamt, Den Haag	
Ihr Zeichen	G71-023P-WO	
Anmelder	GRIMM, Friedrich	
Anzahl der Anmelder	1	
Land	DE	
Titel	SCHIFF MIT EINER SEGELVORRICHTUNG	
Eingereichte Dokumente	G71023PWO-pkda.xml G71023PWO-appb.xml G71023PWO-appb-000001.pdf (42 p.) G71023PWO-appb-000003.pdf (1 p.) G71023PWO-vlog.xml Pct101.PDF (4 p.)	G71023PWO-requ.xml G71023PWO-fees.xml G71023PWO-appb-000002.pdf (7 p.) G71023PWO-appb-000005.pdf (25 p.) G71023PWO-pkgh.xml abstract.txt
Eingereicht von	CN=secure.epoline.org	
Art der Einreichung	Online	
Tag und Zeit der Erstellung dieser Bescheinigung	19 August 2025, 17:07 (MESZ)	

Komprimat der Nachricht

3D:90:AC:E3:FC:9E:5F:B3:3F:12:1B:E6:BD:63:C1:04:10:BE:5F:A8

/Europäisches Patentamt/

DAS-Zugangscode

Der für die genannte Anmeldung generierte Zugangscode für den Abruf des Prioritätsbelegs über den digitalen Zugangsservice (DAS) der WIPO ist dem Dokument zu entnehmen, das dieser Empfangsbestätigung beigelegt ist. Dieses Dokument ist nicht öffentlich und wird nicht veröffentlicht.

/Europäisches Patentamt/

DAS-Zugangscode

Für den Abruf des Prioritätsbelegs betreffend

Anmeldenummer

PCT/EP2025/073707

Anmelder

GRIMM, Friedrich

über den digitalen Zugangsservice (DAS) der WIPO hat das Europäische Patentamt den nachstehenden Code generiert:

DAS-Zugangscode

D255

Nähere Informationen sind in ABI. EPA 03/2019 zu finden.

Datum und Uhrzeit
der Erstellung der
Empfangsbestätigung

19 August 2025, 17:07 (MESZ)

Mit diesem speziellen Code kann der Anmelder teilnehmenden Patentämtern die Befugnis erteilen, über WIPO DAS eine beglaubigte Abschrift der vorliegenden Anmeldung (als Prioritätsbeleg) abzurufen. Der Code ist nur gültig, wenn die Erfordernisse für die Zuerkennung eines Anmeldetags erfüllt sind (siehe ABI. EPA 03/2019).

Zusammenfassung

Ein Schiff (1) mit einem Rumpf (2), umfassend ein Stabilisierungssystem und mindestens eine Luftkammer (c1-cn) mit einem in der Luftkammer (c1-cn) zumindest abschnittsweise aufgenommenen Teleskopmast (4) mit einer Teleskopachse (t), wobei der Rumpf (2) mindestens ein oberes Deck (p1-pn) aufweist, wobei das mindestens eine obere Deck (p1-pn) ein oberstes Deck (pn) und ein Hauptdeck (13) umfasst,

wobei das Unterwasserschiff (10) mindestens ein unteres Schottendeck (q1-qn) aufweist, wobei das mindestens eine untere Schottendeck (q1-qn) ein unterstes Schottendeck (q1) umfasst,

wobei der Rumpf (2) Schottwände (b,b') aufweist, welche die mindestens eine Luftkammer (c1-cn) seitlich definieren,

wobei das Stabilisierungssystem mindestens ein Paar steuer- und backbordseitig angeordnete hydrodynamisch wirksame Außenbordflügel (5,5') aufweist.

(hierzu Fig. 1)

Schiff mit einer Segelvorrichtung

Die Erfindung betrifft ein Schiff mit einer Segelvorrichtung.

Stand der Technik

Der Schiffsverkehr auf den Weltmeeren ist bereits heute für rund 3% der weltweiten klimaschädlichen CO₂-Emissionen verantwortlich. Für das Jahr 2015 bedeutet dies einen Eintrag von 932 Millionen Tonnen des schädlichen Klimagases CO₂. (ICCT Report 2017, S. 14). Ausgehend davon lässt sich ableiten, dass Containerschiffe, Fähren und Kreuzfahrtschiffe in Europa insgesamt 139 Millionen Tonnen CO₂ emittieren. Die Emissionen der Schiffe, die Konsumgüter geladen hatten, betrugen 59 Millionen Tonnen, während der Passagierverkehr für 20 Millionen Tonnen und der Transport von Schuttgütern für 53 Millionen Tonnen verantwortlich war. Es ist zu beachten, dass nicht nur die Konsumgüter aus Fernost, die mit dem Schiff nach Europa kommen, das Klima belasten. Ein Fünftel aller Containerschiffe transportierte laut der Studie Kohle, Öl und Flüssiggas in europäische Häfen. Als Treibstoff verwenden diese Schiffe billiges Schweröl, englisch "bunker" das pro Tonne etwa 300 US-Dollar kostet. Das Tankvolumen eines Kreuzfahrtschiffs beträgt z.B. 3550 Kubikmeter, aus dem sich tägliche Treibstoffkosten von 230.000 US-Dollar errechnen lassen. Angesichts der scheinbar unaufhaltsamen Erwärmung des Klimas ist in allen Sektoren des Verkehrs, der insgesamt 21,6 Prozent zum weltweiten CO₂- Ausstoß beiträgt, dringender Handlungsbedarf geboten. Sowohl bei Kreuzfahrtschiffen als auch bei großen Containerschiffen scheint ein Segelbetrieb unmöglich, da ein fest installiertes Rigg über dem Hauptdeck den zur Verfügung stehenden Frachtraum bzw. den für die Anordnung von Kabinen zur Verfügung stehenden Raum drastisch einschränkt. Unter dem Oberbegriff "Segelvorrichtung" sind unterschiedliche Techniken des Segelns zusammengefasst. An erster Stelle wäre hier ein klassisches Rigg mit Masten, Segeln und durch Seile betätigte Querausleger zu nennen. Bei modernen Riggs erfolgt das Setzen der Segel teilweise automatisiert, wobei auch in sich starre, vollautomatisch betätigte Flügel als Segel genutzt werden können. Der Flettner-Rotor besteht aus einem rotierenden Zylinder, der der Windströmung ausgesetzt ist. Das Verhalten des Rotors ähnelt dem eines Segels, das aufgrund des Magnus-Effekts eine Kraft senkrecht zur Strömung erzeugt. Das System wurde nach Anton Flettner benannt, der es 1925 als Schiffsantriebssystem patentierte. Lösungen mit Flettnerrotoren, die entweder in die

Horizontale verschwenkbar sind, oder teilweise in den Rumpf versenkbar sind, sowie teleskopierbare Segelflächen sind bekannt. Kreuzfahrtschiffe gelten inzwischen als "Giganten der Meere" und haben, Passagiere und Besatzung zusammengerechnet, bis zu 10.000 Menschen an Bord. Im Fall einer Havarie eines derartigen Schiffs ist es fast unmöglich, diese Anzahl von Personen von dem Schiff zu evakuieren. Gemäß der Definition der zuständigen Behörden und Klassifikationsgesellschaften wird als "Hauptdeck" das oberste, auf ganzer Länge durchlaufende Deck eines Schiffes bezeichnet, sofern es zugleich das "Freiborddeck" ist. Bei Volldeckschiffen ist dies der Fall, da das Hauptdeck zugleich das Schottendeck bildet. In derartigen Fällen ist darauf zu achten, dass alle wasserdichten Schotten bis zu dem Hauptdeck hinaufreichen. Bei Schiffen, die über dem Freiborddeck weitere auf ganzer Länge durchlaufende Decks aufweisen, wie es früher bei sogenannten Schutzdeckern der Fall war und wie es heute bei Kreuzfahrtschiffen üblich ist, besteht die Möglichkeit, das jeweils oberste Deck als ein Hauptdeck auszubilden. Aus der Perspektive der Schiffbauingenieure stellt das Hauptdeck das Deck dar, in dem sich die oberen, auf ganzer Länge durchlaufenden Festigkeitsverbände des Schiffsrumpfs befinden. Die Lösung mit steuer- und backbordseitigen Rettungsbooten auf einem von dem Freibord gebildeten Hauptdeck stößt an Grenzen, vor allem dann, wenn wie im Fall der Costa Concordia geschehen, ein leckgeschlagenes Schiff Schlagseite bekommt. Der Untergang der Titanic hat gezeigt dass die Ausbildung des obersten Decks als ein Hauptdeck eine sinnvolle Alternative sein könnte. Nach der Kollision mit dem Eisberg konnte sich die Titanic 1912 noch zwei Stunden über Wasser halten. Allerdings waren zu wenige Rettungsboote auf dem obersten Deck vorhanden weshalb nur die Hälfte der Passagiere in Rettungsboote gelangen konnte. Der Begriff „Schott“ bezeichnet im Schiffbau einen durch wasserdichte Längs- und Querwände begrenzten Raum. Auch Lukendeckel und verschließbare Durchgänge fallen unter den Oberbegriff Schott und dienen dazu, das Eindringen von Wasser in den Schiffskörper zu verhindern. Seit 1929 ist der Einbau von sogenannten Kollisionsschotten auf Handelsschiffen vorgeschrieben. Durchgehende Wände, welche das Innere eines Schiffes in wasserdichte oder auch gasdichte Abteilungen unterteilen, werden ebenfalls als Schotte bezeichnet. Im modernen Schiffbau werden derartige Schotts in Längsmittel- und Querrichtung verwendet, um die Schwimmfähigkeit des Schiffs im Fall einer Havarie zu erhalten. Dazu wird sichergestellt, dass Wasser nur in leckgeschlagene Abteilungen eindringen kann. Den oberen Abschluss der so hergestellten, wasserdichten Abteilungen bezeichnet man als

Schottendeck. Da die Abteilungen in der Regel auf den unteren Teil des Schiffsrumpfs begrenzt sind, sind zahlreiche Schiffe, die als unsinkbar galten, dennoch gesunken. Das prominenteste Beispiel dafür ist die Titanic. Dies kann auf eine Vielzahl von Gründen zurückgeführt werden, beispielsweise auf eine zu hohe Anzahl betroffener Abteilungen oder auf eine zu hohe Wassermenge, die auf einer Seite in den Rumpf eindringt. Im Falle des Kreuzfahrtschiffs Costa Concordia führte dies zu einer starken Schlagseite, sodass die Schwimmfähigkeit des Rumpfs nicht mehr aufrechterhalten werden konnte. Aufgrund der Gefährdung von Schiffen durch Brände kommt der Installation von Brandschotts eine hohe Bedeutung zu, um die Ausbreitung eines Brands auf das ganze Schiff zu verhindern.

Unter Niveauregulierung wird in der Fahrzeugtechnik ein System zur Anhebung oder Absenkung der Höhe einer Fahrgastzelle über dem Boden verstanden, um während der Fahrt ein konstantes Fahrzeugniveau sowie eine Gleichförmigkeit der dynamischen Radwege bei verschiedenen Beladungszuständen zu erzielen. Fahrzeuge mit einer Niveauregulierung zeichnen sich aufgrund einer optimierten Fahrzeugfederung und einer erhöhten Fahrstabilität durch einen höheren Fahrkomfort aus und gewährleisten bei wechselnden Beladungs- und Belastungszuständen eine optimale Bodenfreiheit und waagerechte Lage des Kraftfahrzeugs. Aus dem Sonderfahrzeugbau ist ein automatisches Nivelliersystem bekannt, welches eine Ladefläche eines stehenden Fahrzeugs in unebenem Gelände waagrecht ausrichtet. Sensoren sorgen dafür, dass die Ladefläche des Fahrzeugs mittels hydraulischer Stützen schnell und variabel an die unterschiedlichsten Geländebedingungen angepasst wird.

In der Schifffahrt spricht man von einem Stabilisierungssystem. Dieses soll einer Drehbewegung des Schiffs um die Längsachse entgegenwirken, wie sie beispielsweise bei einem Segelboot beim Krängen auftritt. Es ist grundsätzlich auch möglich, einer Drehung um die Querachse entgegenzuwirken. Dies ist jedoch in der Schifffahrt weniger von Bedeutung.

Aus der EP 1 465 802 B1 geht ein Schiff in Kompositbauweise hervor, bei dem das Tragwerk des Schiffsrumpfs als ein räumlicher Fachwerkträger mit einem oberen Gurt, einem unteren Gurt und Füllstäben, die dazu ausgebildet sind die Gurte auf Abstand halten und biege-, schub- und torsionssteif miteinander zu verbinden, wobei der

Schiffsausbau mit Längswänden, Querwänden, Bordwänden und Decks von der globalen Tragfunktion befreit ist.

Aus der DE 101 51 085 C1 geht ein Schiff, Boot oder Unterseeboot mit einer Rumpfkonstruktion hervor, die als in sich vollständiges Tragwerk in Skelettbauweise ausgebildet ist, das aus einer Rahmenkonstruktion mit Rahmenträgern in Längsmittel- und Querrichtung und/oder aus einer Fachwerkkonstruktion mit Fachwerkträgern in Längsmittel- und Querrichtung besteht.

Aus der DE 10 2008 035 071 B4 geht eine Segeleinrichtung für hochseegängige Frachtschiffe, Yachten oder dergleichen hervor, bei der wenigstens ein Mast zum Halten und Setzen der Segelflächen an seinem oberen Ende eine obere Halterung und an seinem unteren mit dem Schiff verbundenen Ende eine untere Halterung aufweist, wobei die Segelflächen in den Halterungen in Längsmittel- und Querrichtung des Schiffs verstellbar geführt sind.

Aus der EP 4 169 828 A1 geht ein von wenigstens einem Mast gebildetes Antriebssystem für ein Schiff hervor, bei dem eine Sogseite dazu ausgebildet ist, einen Antrieb für die Ausrichtung des Masts anzutreiben und mit einer Saugseite einen Segelbetrieb für das Schiff zu ermöglichen.

Aus der US 11 325 686 B2 geht eine von einer Mehrzahl jeweils steuer- und backbordseitig angeordneter Segel hervor, die dazu ausgebildet sind, durch einen Segelbetrieb einen Hilfsantrieb für ein Schiff zu bilden.

Aufgabenstellung

Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein neues Schiff bereitzustellen.

Die genannte Aufgabe wird mit den im Hauptanspruch genannten Merkmalen erfüllt.

Ein Schiff mit einer Längs-, Quer-, und Hochachse und mit einem Rumpf, der ein Auftriebszentrum, ein Gewichtszentrum, und ein Metazentrum hat, und sich mit einem Unterwasserschiff mit einem Kiel von einem Vorschiff bis zu einem Achterschiff erstreckt, umfasst ein Stabilisierungssystem und mindestens eine Luftkammer mit einem in der Luftkammer zumindest abschnittsweise aufgenommenen Teleskopmast mit einer Teleskopachse, wobei der Rumpf mindestens ein oberes Deck aufweist, wobei das mindestens eine obere Deck ein oberstes Deck und ein Hauptdeck umfasst, wobei

das Unterwasserschiff mindestens ein unteres Schottendeck aufweist, wobei das mindestens eine untere Schottendeck ein unterstes Schottendeck umfasst, wobei der Rumpf Schottwände aufweist, welche die mindestens eine Luftkammer seitlich definieren, wobei der Teleskopmast mit einer zugeordneten Segelvorrichtung verbunden ist und von einem eingefahrenen Zustand bis zu einem ausgefahrenen Zustand ausfahrbar und wieder einfahrbar ist, um im ausgefahrenen Zustand einen Segelbetrieb des Schiffs zu ermöglichen, wobei die Segelvorrichtung im ausgefahrenen Zustand zumindest abschnittsweise oberhalb des obersten Decks angeordnet ist, wobei das Unterwasserschiff einen unteren Gurt und das Hauptdeck einen oberen Gurt eines Tragsystems des Rumpfs ausbilden, und wobei die Schottwände der mindestens einen Luftkammer den unteren Gurt und den oberen Gurt verbinden, wobei der mindestens einen Luftkammer ein Lukendeckel zugeordnet ist, über welchen die Luftkammer wasserdicht verschließbar ist, um als Rettungssystem zu wirken, wobei das Schiff Rettungsräume mit Schottendecks für Passagiere oder die Besatzung des Schiffs aufweist, wobei sich die Rettungsräume senkrecht zwischen mindestens einem unteren Schottendeck und mindestens einem oberen Deck erstrecken, wobei das Stabilisierungssystem mindestens ein Paar steuer- und backbordseitig angeordnete hydrodynamisch wirksame Außenbordflügel mit einem mindestens dreiteiligen variablen Flügelprofil aufweist, wobei das Stabilisierungssystem dazu ausgebildet ist, durch Betätigung der Außenbordflügel einer Krängung des Rumpfs entgegenzuwirken. Hierbei sind das oberste Deck und das Hauptdeck entweder dasselbe obere Deck oder unterschiedliche obere Decks. Bei nur einem unteren Schottendeck ist dieses auch das unterste Schottendeck.

Bezogen auf das jeweilige Fahrmanöver und den jeweiligen Beladungszustand des Schiffs nehmen das Auftriebs-, das Gewichtszentrum, und das Metazentrum auf der lotrecht ausrichtbaren Hochachse jeweils eine unterschiedliche Höhenlage ein, wobei bei einer Leerfahrt eines Frachtschiffs mit dem Wasserballast gewährleistet werden kann, dass das Auftriebszentrum innerhalb des Rumpfs liegt. Im Fall eines Kreuzfahrtschiffs liegt das Auftriebszentrum oberhalb des doppelten Schiffbodens, während das Gewichtszentrum oberhalb des Unterwasserschiffs liegt.

Im Fall einer Havarie wird die Schwimmfähigkeit des Schiffs jeweils durch die Luftkammern und durch angrenzende Rettungsräume für die Passagiere und die Besatzung des Schiffs sichergestellt, wobei die Rettungsräume bevorzugt mit

Schleusen von jedem Deck aus zugänglich sind und mit internen Sicherheitstrepfen eine direkte Verbindung zu dem Hauptdeck haben.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mindestens eine Lukendeckel auf Höhe des Hauptdecks oder darüber angeordnet. Dies ergibt eine Abdichtung im oberen Bereich.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Schiff einen Freibord auf, wobei das Hauptdeck entweder auf Höhe des Freibords ausgebildet ist oder von dem obersten, sich vom Vorschiff bis zum Achterschiff erstreckenden Deck gebildet ist, wobei sich die mindestens eine Luftkammer bevorzugt nach oben mindestens bis zum Hauptdeck erstreckt. Dies erleichtert die Rettung.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die mindestens eine Luftkammer zumindest abschnittsweise einen ersten Querschnitt auf aus einer Querschnittsgruppe bestehend aus:

- rechteckige Querschnitt,
- polygonaler Querschnitt,
- runder Querschnitt,
- ovaler Querschnitt, und
- kreuzförmiger Querschnitt.

Dies ist vorteilhaft für die Anbringung des Teleskopmasten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der mindestens eine Teleskopmast mindestens ein erstes Bauteil auf aus einer Bauteilgruppe bestehend aus:

- Hohlprofile,
- geschlossene Hohlprofile,
- Fachwerkträger, und
- mehrgurtige Fachwerkträger.

Diese Bauteile ermöglichen einen leichten und stabilen Aufbau.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Teleskopmast eine Mehrzahl konzentrisch zur Teleskopachse angeordnete Hohlprofile auf.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weisen die Hohlprofile zumindest abschnittsweise einen kreisrunden oder quadratischen Querschnitt mit gerundeten Ecken auf. Dies ist vorteilhaft für den Teleskopmasten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform steht der Teleskopmast mit einem Fußpunkt auf einem Schottendeck auf. Dies führt zu einer stabilen Befestigung in der Vertikalen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist dem mindestens einen Teleskopmast ein Hydraulikzylinder oder eine Seilzugmechanik zugeordnet, um das Ausfahren vom eingefahrenen Zustand zum ausgefahrenen Zustand zu ermöglichen. Dies sind platzsparende Lösungen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind dem mindestens einen Teleskopmast Rasten zugeordnet, welche dazu ausgebildet sind, den Teleskopmast in unterschiedlichen Stellungen festzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Rasten obere Rasten, welche dazu ausgebildet sind, den Teleskopmast mit dem oberen Deck oder mit mindestens einem der oberen Decks zu verbinden. Dies erhöht die Stabilität und verbessert die Krafteinleitung im System.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Teleskopmast einen Grundmast auf, der sich bis oberhalb des Hauptdecks erstreckt und ortsfest zum Rumpf befestigt ist. Die Stabilität wird hierdurch erhöht.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Teleskopmast zwei mit einem vertikalen Abstand zueinander angeordnete Azimutlager für die Einspannung der zugeordneten Segelvorrichtung an dem Teleskopmast auf, um eine Drehung der Segelvorrichtung um die Teleskopachse zu ermöglichen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Segelvorrichtung ein erstes Flügelprofil auf, das aus einer Mehrzahl von Teleskopsegmenten aufgebaut ist, wobei die Segelvorrichtung bei voll ausgefahrenen Teleskopsegmenten eine maximale Segelfläche aufweist. Die Segelfläche ist hierdurch einfach beeinflussbar.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das erste Flügelprofil der Segelvorrichtung eine konkave und eine konvexe Seite auf. Die Flügelwirkung wird hierdurch erhöht.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das erste Flügelprofil symmetrisch ausgebildet. Es kann hierdurch mit wechselnden Vorderkanten genutzt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Segelvorrichtung ein mehrteiliges Flügelprofil auf, das von einer Mehrzahl von Teleskopsegmenten gebildet ist, wobei jeweils an einem von einem tragenden Hohlkastenprofil gebildeten mittleren Flügelsegment ein mindestens einteiliges Nasensegment und ein mindestens einteiliges Hinterkantensegment jeweils mittels eines Getriebes angelenkt sind, wobei in einer Übergangsstellung das mehrteilige Flügelprofil ein symmetrisches Flügelprofil mit einer mittigen Profilsehne aufweist und wobei in einer Arbeitsstellung das Flügelprofil

asymmetrisch ausgebildet ist und eine Profilverse mit einem positiven Anstellwinkel zu einer resultierenden Anströmung aufweist und wobei das mittlere Flügelsegment mittels eines unteren und eines oberen Azimutlagers drehbar und in unterschiedlichen Segelstellungen feststellbar mit dem Teleskopmast verbunden ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind dem Azimutlager ein Elektroantrieb und ein Schrittrastgetriebe zugeordnet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Segelvorrichtung von mindestens einer, mit einem radialen Abstand um die Teleskopachse des Teleskopmasts rotierende Windturbine gebildet, wobei eine koaxial zu der Teleskopachse des Teleskopmasts angeordnete Hohlwelle ein unteres und ein oberes Azimutlager des Teleskopmasts mit einem Motorgenerator der Windturbine verbindet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Segelvorrichtung ein mehrteiliges Flügelprofil mit einem mittleren Flügelsegment, einem Nasensegment und einem Hinterkantensegment auf, wobei das mehrteilige Flügelprofil zwischen einem symmetrischen und einem asymmetrischen Flügelprofil wechselt, um als Windturbine zu wirken.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Segelvorrichtung Querausleger auf, wobei die Querausleger schwenkbar an den Teleskopmast angelenkt sind, um ein Einklappen der Querausleger und der Rotorblätter zum Teleskopmast hin zu ermöglichen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Segelvorrichtung mindestens einen Flettnerrotor auf.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Segelvorrichtung ein faltbares Rigg für eine Mehrzahl von textilen Segeln auf, die an einen mittels von Salingen seilverspannten Teleskopmast anschlagbar sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Hauptdeck wasserdicht verschließbar ausgebildet, um im Fall einer Havarie die Schwimmfähigkeit des Schiffs durch die Luftkammern zu ermöglichen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Stabilisierungssystem steuerbordseitige und backbordseitige Schotts und Pumpen auf, um durch eine Verlagerung von Wasserballast durch die Pumpen einer Krängung des Schiffs entgegenzuwirken.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform verbinden die Luftkammern ein unteres Schottendeck mit einem oberen Deck verbinden, wobei der untere Gurt, der obere Gurt

und die Schottwände Teile eines in Längs- und Querrichtung biege-, schub- und torsionssteifen Tragsystems des Rumpfs in Sandwichbauweise bilden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Luftkammern durch längs und quer angeordnete Rahmen- oder Fachwerkscheiben untereinander verbunden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Schiff eine Mehrzahl der Luftkammern mit jeweils einem in der Luftkammer zumindest abschnittsweise aufgenommenen Teleskopmast mit einer Teleskopachse auf, wobei die Mehrzahl der Luftkammern eine Kammerstruktur ausbildet.

Eine erhöhte Biege- Schub- und Torsionssteifigkeit des Rumpfs wird mittels einer in Längsmittel- und Querrichtung des Schiffs wirksamen Kammerstruktur in Sandwichbauweise erzielt. Dabei sind die Luftkammern und die Rettungsräume bevorzugt zwischen einem Schottendeck und einem obersten Deck angeordnet, wobei sich die Rettungsräume bevorzugt mit einer der Anzahl der Decks entsprechenden Mehrzahl von Schottendecks in mindestens einer Reihe entlang der Längsachse des Schiffs erstrecken. Die längs verlaufenden Schottwände sind bevorzugt wenigstens auf einer Seite mit den Decks, sowie mit Längsmittel- und Querspanten verbunden und bilden jeweils als Fachwerk- oder Rahmenscheiben einen Längsträger des Rumpfs, während die quer angeordneten Schottwände der Luftkammern bevorzugt mit den Schottendecks der Rettungsräume, sowie weiter bevorzugt mit den Brandschotten verbunden sind und als Fachwerk- oder Rahmenscheiben einen Querträger des Rumpfs bilden. Die Sandwichbauweise ist immer dann verwirklicht, wenn die Längsmittel- und Querträger des Rumpfs in Verbindung mit dem Unterwasserschiff als einem unteren Gurt und mit dem Hauptdeck als einem oberen Gurt ein in zwei Richtungen wirksames biege- schub- und torsionssteifes Tragsystem des Rumpfs bilden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Teleskopmastachsen parallel zueinander ausgerichtet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Luftkammern zumindest teilweise in Richtung der Längsachse versetzt zueinander angeordnet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Luftkammern in zwei Reihen parallel zu der Längsachse des Schiffs angeordnet, wobei jeweils ein Längsabstand und ein steuer- und backbordseitiger Querabstand zu der Längsachse vorgesehen sind und die Luftkammern mit einem Versatz zueinander angeordnet sind. Hierdurch sind

über die Schiffslänge mehrere Kammern vorgesehen, die das Schiff stabil über Wasser halten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Schiff einen Elektroantrieb für eine Schiffsschraube auf, wobei das Schiff dazu ausgebildet ist, im Segelbetrieb zumindest teilweise durch die Schiffsschraube die kinetische Energie der Strömung in Rotationsenergie zu konvertieren, und durch den als Generator genutzten Elektroantrieb in Strom zu wandeln. Hierdurch ist es möglich, über die Schiffsschraube im Segelbetrieb elektrische Energie zu erzeugen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Außenbordflügel ausfahrbar oder ausschwenkbar angeordnet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Schiff als Fähre, als Kreuzfahrtschiff, als Frachtschiff, als Kriegsschiff, als Segelyacht oder als Passagierschiff ausgebildet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform liegen die Außenbordflügel steuer- und backbordseitig jeweils paarweise in einer zu der von der Längsachse und der Querachse des Schiffs gebildeten parallelen Ebene einander gegenüber und weisen ein mindestens dreiteiliges Flügelprofil mit einer variablen Profilsehne auf.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weisen die Außenbordflügel ein Nasensegment und ein Hinterkantensegment auf, welche synchron verstellbar sind, um einer Krängung des Schiffs dadurch entgegenzuwirken, dass das in einer Grundstellung symmetrische Flügelprofil in ein asymmetrisches Flügelprofil wandelbar ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das unterste Schottendeck von einem doppelten Schiffsboden ausgebildet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das mindestens eine Paar steuer- und backbordseitig angeordnete hydrodynamisch wirksame Außenbordflügel achterschiffseitig, mittschiffseitig oder vorschiffseitig angeordnet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind der Teleskopmast und die Segelvorrichtung vollständig in eine zugeordnete Luftkammer einfahrbar.

Das Schiff ermöglicht Synergien zwischen einem Tragsystem, einem Rettungssystem und einem Antriebssystem.

Das Tragsystem ermöglicht beträchtliche Einsparungen am Gewicht des Schiffs, und es ist für die Integration eines Rettungssystems ausgelegt, bei dem das Schiff selbst mit einer zeitlich unbegrenzten Schwimmfähigkeit, im Fall einer Havarie, ein Rettungsboot

für die Passagiere und die Besatzung bildet. Für die kommerzielle Schifffahrt ist die pünktliche Einhaltung von Zeit-, Fahr-, und Routenplänen von entscheidender Bedeutung.

Für den Betrieb des Schiffs wird dabei eine möglichst ausgeglichene Bilanz zwischen verbrauchter und gewonnener Energie angestrebt.

Innerhalb des integralen Schiffsentwurfs ist bevorzugt ein duales Antriebs- und Energiesystem so ausgelegt, dass die Windenergie den überwiegenden Teil der Antriebsenergie liefert. Mit dem dualen Antriebs- und Energiesystem sind Schiffe in der Lage, diesem Anspruch gerecht zu werden.

Der Rumpf des Schiffs hat bevorzugt ein Freibord und ein Hauptdeck und weist längs und quer verlaufende Schottwände auf, die sich mit einer Höhe zwischen einem unteren Schottendeck und einem wasserdicht verschließbaren Hauptdeck erstrecken.

Der Rumpf hat bevorzugt eine Mehrzahl vertikaler, coaxial oder parallel zu der Längsachse angeordneter Luftkammern, die mit einem Abstand zueinander im Wesentlichen über die gesamte Länge und Breite des Rumpfs verteilt sind und eine Kammerstruktur bilden, wobei eine Luftkammer jeweils für die Aufnahme des Teleskopmasts einer Segelvorrichtung ausgebildet ist.

Das Schiff oder Boot ist nach seiner jeweiligen Funktion bevorzugt als eine Fähre, als ein Kreuzfahrtschiff, als ein Frachtschiff und als ein Sportboot ausbildbar.

Weitere vorteilhafte Merkmale und Ausführungsvarianten der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Im Einzelnen haben bevorzugte Ausführungsformen einzeln oder kumuliert folgende vorteilhaften Merkmale:

- von Außenbordflügeln hydrodynamisch bewirkte Stabilisierung der Schiffsdecks,
- dynamisch verlagerbare Wasserballasts für die Nivellierung einer durch die Längsmittel- und Querachse des Schiffs definierten Ebene,
- ausfahrbare oder ausschwenkbare Außenbordflügeln des Unterwasserschiffs, die mit einem Kräftepaar aus Auftrieb und Abtrieb ein Drehmoment erzeugen, das an

dem Gewichtszentrum des Schiffs einem aus dem Segelbetrieb resultierenden Drehmoment entgegenwirkt,

- dreiteiliges hydrodynamisch wirksames Flügelprofil für die Außenbordflügel, das mittels eines hydraulisch oder elektrisch betätigbaren Verstellgetriebes von einer Grundstellung mit einem symmetrischen zu einem asymmetrischen Profil wechseln kann,
- räumliches Tragsystem für den Rumpf eines Schiffs, bei dem eine Mehrzahl parallel zu der Hochachse des Schiffs angeordneter Luftkammern eine Kammerstruktur bildet,
- räumliches Tragsystem, bei dem die Luftkammern im Querschnitt rund, oval, polygonal, quadratisch, rechteckig, oder kreuzförmig ausgebildet sind und außenseitig von Schotten- und Oberdecks und von längs und quer angeordneten Schottwänden umschlossen sind,
- räumliches Tragsystem, bei dem die Längsmittel- und Quersteifigkeit des Rumpfs mit einer Sandwichbauweise erhöht wird, wobei die Luftkammern mit einem unteren, sich vom Vorschiff bis zum Achterschiff erstreckenden Schottendeck und mit zwei obersten Decks verbunden sind die untereinander zu einer biege- und drillsteifen Platte verbunden sind,
- Containerschiff, bei dem das räumliche Tragsystem zwischen einem steuerbordseitigen und backbordseitigen Laderaum für Container angeordnet ist,
- Containerschiffs, bei dem bei einer zweireihigen Anordnung der Segelvorrichtung eine Seite der Luftkammern in der Ebene der Außenbordwände liegt,
- Rettungssystem für die Passagiere und die Besatzung des Schiffs, das von einer Vielzahl in Schiffsmittle angeordneter vertikaler von Längsmittel- und Querschotten gebildeter röhrenförmiger Luftkammern gebildet wird,
- Kreuzfahrtschiff, bei dem das räumliche Tragsystem zwei Reihen von jeweils mit einem Abstand zu der Längsachse angeordneten vertikalen Luftkammern aufweist, sodass ein parallel zu der Längsachse angeordneter Rettungsraum für ein Kreuzfahrtschiffs ausbildbar ist,
- Rettungssystem, bei dem das oberste Deck als ein Hauptdeck ausgebildet ist und eine Vielzahl von Rettungsbooten, eine Vielzahl, aufblasbarer Rettungsinseln, und Hubschrauberlandeplätze aufweist,
- wasserdicht verschließbaren Luken im Hauptdeck,

- mit einem doppelten Schiffsboden verbundenes Festlager für das unterste Hohlprofil des Teleskopmasts,
- oberes und unteres Azimutlager eines Teleskopmasts als Verbindung zwischen dem obersten Hohlprofil und dem mittleren Flügelsegment eines mindestens dreiteiligen Flügelprofils der Segelvorrichtung,
- Segelvorrichtung, die von einer Mehrzahl von Segeln mit einem variablen, dreiteiligen Flügelprofil gebildet ist,
- faltbare Windturbine, bei der die an Querausleger und an eine mit dem Motorgenerator verbundene Hohlwelle angelenkten Rotorblätter zu dem Teleskopmast hin bewegt werden,
- Segelvorrichtung, die von einem mittels des Teleskopmasts ausfahrbaren Flettnerrotor gebildet ist,
- Segelvorrichtung, die von einem Rigg mit einem Teleskopmast mit Querauslegern für mit Seilen bedienbarer textiler Segeln gebildet ist,
- Antriebs- und Energiesystem mit einer vorteilhaften bzw. möglichst ausgeglichenen Bilanz zwischen verbrauchter und gewonnener Energie,
- bordeigene Energiespeicher.

Das Rettungssystem des Schiffs

Das Rettungssystem des Schiffs wird von vertikal angeordneten Luftkammern für die Aufnahme einer Segelvorrichtung und von angrenzenden Rettungsräumen mit Schottendecks gebildet.

Die Luftkammern und die Rettungsräume erstrecken sich in mindestens einer Reihe entlang der Längsachse im Wesentlichen über die gesamte Länge des Schiffs von einem unteren Schottendeck bis zu einem zu dem obersten, als Hauptdeck ausgebildeten Deck. Die Rettungsräume sind mit den Schottendecks für die Passagiere und die Besatzung des Schiffs über Schleusen von jedem Deck aus zugänglich und stellen jeweils mit Rettungstreppen eine direkte Verbindung zu dem mittels von Lukendeckeln wasserdicht verschließbaren Hauptdeck her. Im Fall einer Havarie wird die Schwimmfähigkeit des Rumpfs von den vertikalen Luftkammern und den angrenzenden Rettungsräumen aufrecht erhalten. Im Fall einer zweireihigen Anordnung ist jeweils ein Längsabstand und ein steuer- und backbordseitiger Querabstand zu der Längsachse vorgesehen, sodass die Luftkammern mit einem Versatz zueinander ausbildbar sind, und im Fall eines

Kreuzfahrtschiffs die Ausbildung eines sich über mehrere Decks erstreckenden Atriums als ein großvolumiger, coaxial zu der Längsachse angeordneter Rettungsraum mit wenigstens einer Luke in dem obersten Deck vorgesehen ist. Längs und quer angeordnete Schottwände im Bereich der Außenbordwände des Unterwasserschiffs bilden Längs und Querschotts für den Wasserballast, der im Segelbetrieb des Schiffs eine Krängung dadurch vermeidet, dass der Wasserballast bedarfsweise in Längsschotts verlagerbar ist, wobei die Querschotts mit den Schottwänden der Luftkammern verbunden sind, sodass zwischen den einzelnen Räumen der Decks mehrere Brandschotte gebildet werden. Im Fall einer Havarie wird das eingedrungene Wasser und das Ballastwasser in dem Unterwasserschiff so verteilt, dass die Vertikalen Luftkammern und die Rettungsräume senkrecht stehen.

Das räumliche Tragsystem des Schiffs

Das Tragsystem des Schiffs weist eine Kammerstruktur auf, die mit der Ausbildung eines biege- schub- und torsionssteifen Rumpfs eine Verringerung des Stahlbaugewichts um etwa ein Drittel ermöglicht. Dabei sind die Luftkammern und die Rettungsräume in einer Reihe oder in zwei Reihen entlang der Längsachse des Schiffs angeordnet und bilden mit den längs und quer verlaufenden Schottwänden jeweils biege- schub- und torsionssteife vertikale Kammern, die wenigstens auf einer Seite mit aussteifenden Decks und Schottendecks verbunden sind. Das Unterwasserschiff als ein unterer Gurt und das Hauptdeck als ein oberer Gurt sind bei extremem Wellengang abwechselnd einer Biegezugbeanspruchung und einer Biegedruckbeanspruchung ausgesetzt. Dabei kann die Längsachse des Schiffs als neutrale Faser eines Biegeträgers angesehen werden, der aufgrund seiner großen Höhe im Sinne des Satzes von Steiner eine optimale Kraftzerlegung ermöglicht. In analoger Weise trifft dies auch auf die Querrichtung der Rumpfkonstruktion zu. Die Sandwichbauweise ist immer dann verwirklicht, wenn die von Nutzräumen gebildete Kammerstruktur des Rumpfs Querkräfte in die überwiegend zug- und druckbeanspruchten Gurte der Rumpfkonstruktion überträgt, sodass mit einem in Längsmittel- und Querrichtung biege- schub- und torsionssteifen Tragsystem eine erhebliche Einsparung am Stahlbaugewicht des Schiffs erzielt werden kann.

Der Teleskopmast für eine Segelvorrichtung des Schiffs

Der Teleskopmast des Schiffs ist dazu ausgebildet, eine um die Teleskopachse des Teleskopmasts rotierbare Segelvorrichtung aus dem Rumpf über das Hauptdeck hinaus auszufahren und wieder einzufahren. Der Teleskopmast steht bevorzugt mit seinem

Fußpunkt im Bereich des Unterwasserschiffs auf einem Schottendeck auf und erstreckt sich parallel zu der Hochachse des Schiffs mit einer der Höhe einer Luftkammer entsprechenden Höhe bis zu dem Hauptdeck und ist mittels von lösbaeren unteren und oberen Rasten kraftschlüssig mit dem Hauptdeck und einem oberen Deck verbindbar, sodass zwischen dem Fußpunkt und den Rasten die Einspannung des Teleskopmasts an dem Rumpf mit einem vertikaler Hebelarm ermöglicht wird. Der Teleskopmast ist in einer ersten vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung dazu ausgebildet, eine Segelvorrichtung mit einer der der Höhe der Luftkammer entsprechenden Höhe über das oberste Deck hinaus auszufahren, wobei das unterste Hohlprofil des Teleskopmasts den kleinsten Querschnitt und das oberste Hohlprofil den größten Querschnitt aufweist und der Fußpunkt des untersten Hohlprofils mit einem unteren Schottendeck verbunden ist und das oberste Hohlprofil an seinem unteren Ende mit Führungsrollen in rumpfseitige Schienen eingreift. In einer zweiten vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung weist der Teleskopmast ein unteres und ein oberes Hydraulik- oder Seilzugsystem auf. Dabei ist eines der unteren Systeme dazu ausgebildet, die Hohlprofile des Teleskopmasts in mehreren Hüben mit einer Höhe über das Freibord auszufahren, wobei eines der zweiten Systeme dazu ausgebildet ist, die Hohlprofile des Teleskopmasts nacheinander, bis zu einer maximalen Höhe über das oberhalb des Freibords angeordnete oberste Deck, auszufahren. Im Fall eines Teleskopmasts mit einem unteren und einem oberen Hydraulik- oder Seilzugsystem hat das unterste Hohlprofil den größten, und das oberste Hohlprofil des Teleskopmasts den kleinsten Querschnitt. In einer dritten, für Segelyachten vorteilhaften Ausführungsvariante weist das größte Hohlprofil des Teleskopmasts einen Fußpunkt auf, der mit einem als Kielschwein bezeichneten Längsträger des Rumpfs verbunden ist, wobei das größte Hohlprofil an dem Hauptdeck und einem obersten Deck des Rumpfs eingespannt ist und über das Hauptdeck hinausragt und einen koaxial zu der Teleskopachse des Teleskopmasts angeordneten unteren Hydraulikzylinder aufnimmt, mit dem die nächst kleineren Hohlprofile der Reihe nach auf die maximale Ausfahrhöhe ausgefahren werden. Der große Vorteil der zweiten und dritten Ausführungsvariante für den Teleskopmast besteht darin, dass die Hohlprofile nacheinander ein- und ausziehbar sind und in jeder Stellung mittels der Rasten untereinander verriegelbar sind. Die Windangriffsfläche einer Segelvorrichtung kann auf diese Weise verkleinert oder vergrößert werden, sodass das Schiff durch Reffen bzw durch Erweitern der Segelfläche auf wechselnde Windverhältnisse reagieren kann. Der Teleskopmast weist

vier einander paarweise gegenüberliegende Gleitflächen für eine verschiebbliche Lagerung der konzentrisch zu der Teleskopachse des Teleskopmasts angeordneten Hohlprofilen auf, die entweder einen kreisrunden oder einen quadratischen Querschnitt mit gerundeten Ecken haben und mittels eines Hydraulikzylinders oder mittels einer Seilzugmechanik aus- und einfahrbar sind. Für die Ausbildung der gefetteten Gleitlager ist ein Spalt vorgesehen, dessen Dimensionierung etwa einem hundertstel Millimeter des jeweiligen Durchmessers der konzentrisch zueinander angeordneten Hohlprofile entspricht.

In einer bevorzugten Ausführungsvariante besteht die Segelvorrichtung aus einer Mehrzahl einzelner Segel, die jeweils ein mindestens dreiteiliges, variables Flügelprofil aufweisen, das aus in sich starr ausgebildeten Flügelsegmenten aufgebaut ist. Die Flügelsegmente sind untereinander durch Drehgelenke und ein Gestänge verbunden und von einer Grundstellung mit einem symmetrischen Flügelprofil zu einem asymmetrischen Flügelprofil wandelbar. Das Gestänge ist an das mittlere Flügelsegment angelenkt, und mittels eines Getriebes wird bevorzugt eine synchrone Verstellung des Nasensegments und des Hinterkantensegments ermöglicht. Damit ist auch die Profillehne variabel, sodass aufgrund der ungleichen Länge des Nasen- und des Hinterkantensegments das variable Flügelprofil mit einem positiven Anstellwinkel von bevorzugt bis zu 10 Grad zu einer resultierenden Anströmung ausrichtbar und in der jeweiligen Segelstellung feststellbar ist. Die beiden mit einem vertikalen Abstand zueinander angeordneten Azimutlager, die jeweils das mittlere Flügelsegment des variablen Flügelprofils mit dem obersten Hohlprofil des Teleskopmasts verbinden, ermöglichen einerseits eine Einspannung des mittleren Flügelsegments an dem obersten Hohlprofil des Teleskopmasts, und andererseits die Rotierbarkeit eines Segels mit einem Winkel von 360 Grad um eine koaxial zu der Teleskopachse des Teleskopmasts angeordnete Rotationsachse.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante weist die Segelvorrichtung mindestens eine Windturbine mit einer vertikalen Rotationsachse auf. Das variable Flügelprofil ist in diesem Fall als ein Rotorblatt ausgebildet und rotiert mit einem von Querauslegern gebildeten radialen Abstand um eine parallel zur Hochachse und koaxial zur Teleskopachse des Teleskopmasts angeordnete vertikale Rotationsachse der Windturbine, wobei die Querausleger an eine konzentrisch und koaxial zu der Teleskopachse des Teleskopmasts angeordnete Hohlwelle angelenkt sind, die das untere das obere Azimutlager des Teleskopmasts mit einem Motorgenerator der

Windturbine verbinden. Die Windturbine ist entweder in sich starr oder analog zu einem Regenschirm faltbar ausgebildet. An einem senkrecht zu einer aus der Windgeschwindigkeit, der Fahrtgeschwindigkeit des Schiffs und der Umlaufgeschwindigkeit des variablen Flügelprofils resultierenden Anströmung ausrichtbaren Durchmesser weist das variable Flügelprofil in einer Übergangsstellung temporär ein symmetrisches Flügelprofil mit einer tangential zu einer kreisförmigen Umlaufbahn ausgerichteten Profilsehne auf, während im luvseitigen und leeseitigen Umlauf die Profilsehne jeweils einen positiven Anstellwinkel gegenüber der resultierenden Anströmung aufweist. Bei einer faltbaren Windturbine sind die Rotorblätter mit dem dreiteiligen variablen Flügelprofil an Querausleger angelenkt und können zu dem Teleskopmast hin eingeklappt werden. In einer dritten vorteilhaften Ausführungsvariante weist die Segelvorrichtung mindesten einen Flettnerrotor auf, der mittels des Teleskopmasts über das oberste Deck mit einer der Höhe der Luftkammer entsprechenden Höhe ausfahrbar ist. Bei einer vierten vorteilhaften Ausführungsvariante wird die Segelvorrichtung von einem faltbaren Rigg für eine Mehrzahl von textilen Segeln gebildet, die an einen mittels von Salingen (Querauslegern) seilverspannten Teleskopmast angeschlagen werden.

Die Hydrodynamik des Unterwasserschiffs

Das Schiff oder Boot ist nach seiner jeweiligen Funktion als ein Frachtschiff, ein Passagierschiff, als eine Fähre, oder als eine Segelyacht ausbildbar. Der Segelbetrieb hat jeweils Auswirkungen auf die Stabilität des Schiffs und beeinflusst die hydrodynamische Gestaltung des Unterwasserschiffs. Geradlinige Bewegungen sind das Wogen um die Längsachse, das Schwoien um die Querachse und das Tauchen um die Hochachse, während Rotationsbewegungen um die Längsachse als Rollen, um die Querachse als Stampfen und um die Hochachse als Gieren bezeichnet werden. Damit im Segelbetrieb der Driftwinkel und der Gierwinkel einander nicht negativ beeinflussen, hat das Schiff einen sich von dem Vorschiff bis zu dem Achterschiff erstreckenden Kiel in Balken- oder Kastenform. Eine verbesserte Manövrierfähigkeit und eine Kompensation von Drift und Giermomenten im Segelbetrieb wird bevorzugt mit einem Podantrieb im Bereich des Achterschiffs erreicht, wobei bevorzugt mindestens zwei Motorgondeln für Elektromotoren, die um 360° drehbar mit dem Unterwasserschiff verbunden sind, vorgesehen sind. Bei den Schiffen und Booten erfolgt die hydrodynamische Stabilisierung (Niveauregulierung) der Längs- und Querachse im Bereich des Unterwasserschiffs durch

steuerbord- und backbordseitig einander gegenüberliegende Außenbordflügel, die ein variables, dreiteilig ausgebildetes Flügelprofil aufweisen, bei dem die Profilverse in einer Grundstellung parallel zu einer von der Längsachse und der Querachse des Schiffs gebildeten Ebene des Unterwasserschiffs liegt. Mit dem hydraulisch oder elektrisch betätigbaren Verstellgetriebe, das bevorzugt in ein mittleres Flügelsegment integriert ist, sind ein Nasensegment und ein Hinterkantensegment des variablen, hydrodynamisch wirksamen Flügelprofils bevorzugt synchron verstellbar, sodass eine Krängung des Schiffs dadurch vermieden wird, dass mit einem hydrodynamisch erzeugten Kräftepaar aus Auftrieb und Abtrieb ein Drehmoment erzeugbar ist, das an dem Gewichtszentrum des Schiffs wirkt. Das in einer Grundstellung symmetrische Flügelprofil ist in ein asymmetrisches Flügelprofil wandelbar.

Die Außenbordflügel können bevorzugt in einer zu der von der Längsachse und der Querachse des Schiffs gebildeten parallelen Ebene des Unterwasserschiffs jeweils paarweise vorschiffsseitig und achterschiffsseitig, sowie mittschiffs angeordnet werden. Im Segelbetrieb des Schiffs erzeugt die an einer Segelvorrichtung wirkende resultierende Querkraft an dem Gewichtszentrum des Schiffs ein Drehmoment. Die Außenbordflügel wiederum erzeugen mit einem steuer- und backbordseitig, hydrodynamisch erzeugten Kräftepaar aus Auftrieb und Abtrieb, ein mit entgegengesetzter Drehrichtung wirkendes Drehmoment, sodass die beiden Drehmomente sich einander gegenseitig aufheben. Zusätzlich wird bevorzugt durch eine teilweise Verlagerung des Wasserballasts von der Steuerbord- auf die Backbordseite und von dem Vorschiff auf das Achterschiff, oder jeweils umgekehrt, eine Stabilisierung (im Optimalfall Nivellierung) der durch die Längs- und Querachse aufgespannten Ebene erzielt, sodass die Teleskopachsen der Teleskopmaste parallel zu der Hochachse ausgerichtet sind und das Auftriebszentrum, das Gewichtszentrum, und das Metazentrum des Schiffs auf der Hochachse senkrecht übereinander liegen. Dafür sind für den Segelbetrieb des Schiffs steuer- und backbordseitig angeordnete Längsmittel- und Querschotts an den Außenbordwänden des Unterwasserschiffs vorgesehen, für einen dynamisch verlagerbaren Wasserballast vorgesehen. Zur Vermeidung einer Krängung des Schiffs ist der Wasserballast von der Steuerbordseite auf die Backbordseite und auch von dem Vorschiff auf das Achterschiff verlagerbar, und jeweils umgekehrt, wobei zwischen den steuerbord- und backbordseitigen Längsmittel- und Querschotts großvolumige Rohre mit elektrisch betriebenen Pumpen und Ventilen eine lotrechte Ausrichtung des Auftriebszentrums und des Metazentrums auf der Hochachse des Schiffs ermöglichen. Gelingt es, die Teleskopmaste und die

Segelvorrichtung im ausgefahrenen und im eingefahrenen Zustand in einer senkrechten Stellung zu halten, und wird das aus der Segelvorrichtung resultierende Gewicht unmittelbar von dem doppelten Schiffsboden aufgenommen, folgt daraus ein niedriges Gewichtszentrum des Schiffs, was für seine hydrodynamische Stabilität von großem Vorteil ist. Abgesehen von extremen Wetterbedingungen, bei denen die Segelvorrichtung in den Rumpf eingefahren werden muss, liegen deshalb das Auftriebszentrum, das Gewichtszentrum, und das Metazentrum auf der Hochachse bevorzugt vertikal übereinander. Dieser für den Segelbetrieb optimale Zustand wird mit den Maßnahmen für eine fahrdynamische Stabilisierung des Rumpfs erreicht.

Segeln mit einer Windturbine

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante weist die Segelvorrichtung wenigstens eine Windturbine mit vertikaler Rotationsachse auf, bei der das variable Flügelprofil als ein Rotorblatt ausgebildet ist. Die Windturbine liefert bei achterlichem Wind wesentlich mehr Schub, als eine von Segeln gebildete Segelvorrichtung und dient mit einem Motorgenerator gleichzeitig der Stromerzeugung für bordeigene Energiespeicher. Bei seitlichem Wind geht unter dem Einfluss einer angenommenen Fahrtgeschwindigkeit von 19 Knoten der Anteil der Schubkraft zurück, sodass die Windturbine bei dieser hohen Fahrtgeschwindigkeit hauptsächlich der Stromgewinnung dient. Kommt der Wind von vorne, werden die Turbinen in den Rumpf eingefahren. Liegt das Schiff im Hafen oder auf Reede erzeugen die Windturbinen Strom unabhängig von der jeweiligen Windrichtung, sodass das Schiff während saisonbedingter Liegezeiten über eine autonome Energieversorgung verfügt. Das dreiteilig aufgebaute, variable Flügelprofil einer Windturbine rotiert mit einem radialen Abstand um eine koaxial zu der Teleskopachse des Teleskopmasts angeordnete Rotationsachse. Dabei ist das mittlere Flügelsegment des Rotorblatts über eine Mehrzahl von Querauslegern mit einer Hohlwelle des Motorgenerators verbunden, die ihrerseits über das untere und das obere Azimutlager mit dem obersten Hohlprofil des Teleskopmasts verbunden ist. Die Profilsehne des variablen Flügelprofils ist in einem Umlauf um die vertikale Rotationsachse der Windturbine an einem senkrecht zu der resultierenden Anströmung ausrichtbaren Durchmesser tangential ausgerichtet, wobei das Flügelprofil an einem senkrecht zu der aus der Windgeschwindigkeit, der Fahrtgeschwindigkeit des Schiffs und der Umlaufgeschwindigkeit resultierenden Anströmung, ausrichtbaren Durchmesser in einer Übergangsstellung ein symmetrisches Flügelprofil aufweist.

Das duale Antriebs- und Energiesystem des Schiffs

Das bevorzugte duale Antriebs- und Energiesystem ist so ausgelegt, dass eine der vier genannten Segelvorrichtungen, die mit dem Teleskopmast ausfahrbar sind, den Hauptteil der Antriebsleistung liefert. Ist ein Segelbetrieb nicht möglich, erfolgt der Schiffsantrieb durch Schiffsschrauben, die im Bereich des Achterschiffs von einer Mehrzahl von drehbar mit dem Unterwasserschiff verbundenen Motorgondeln für die Aufnahme von Motorgeneratoren, die einen permanent einsetzbaren Elektroantrieb des Schiffs ermöglichen, sodass Fahr- und Routenpläne pünktlich eingehalten werden können. Im Segelbetrieb konvertieren die Schiffsschrauben bevorzugt die kinetische Energie der Strömung in Rotationsenergie, die an den Motorgeneratoren in Strom gewandelt wird, der entweder in bordeigenen Batteriespeichern gespeichert wird oder für Elektrolyse zur Herstellung von speicherbarem Wasserstoff für einen Brennstoffzellenantrieb des Schiffs genutzt wird. Mit einer ausgeglichenen Bilanz zwischen verbrauchter und gewonnener Energie ist das duale Antriebs- und Energiesystem in der Lage, eine weitgehende Unabhängigkeit von fossilen Energiequellen herzustellen.

Das Antriebs- und Energiesystem des Schiffs ist mit der Möglichkeit, an Bord gewonnene Energie zu speichern, flexibel an unterschiedliche Betriebsbedingungen des Schiffs anpassbar und erfüllt mit einer weitgehenden Unabhängigkeit von fossilen Energiequellen das Gebot eines Schiffsbetriebs ohne Ausstoß von schädlichem CO₂. Werden die mit einer Kreuzfahrt für Millionen von Passagieren einhergehenden Entlastungseffekte in den Metropolregionen der Welt in die Betrachtung mit einbezogen, dann kann die Kreuzfahrt als solche, als eine umweltschonende Maßnahme angesehen werden.

Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen und in den Zeichnungen dargestellten, in keiner Weise als Einschränkung der Erfindung zu verstehenden Ausführungsbeispielen sowie aus den Unteransprüchen. Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Es zeigt:

Fig.1 ein Kreuzfahrtschiff der Oasis-Klasse, mit sechs ausgefahrenen Segeln in einer Reihe in der Explosionsisometrie,

Fig.2 das Kreuzfahrtschiff nach Fig.1 im Segelbetrieb im schematischen Querschnitt in Schiffsmitte,

Fig.3 den Teleskopmast der Segelvorrichtung des Kreuzfahrtschiffs nach Fig 1 in eingefahrener Stellung im isometrischen Detailschnitt,

Fig.4 den Teleskopmast der Segelvorrichtung des Kreuzfahrtschiffs nach Fig 1 in eingefahrener Stellung im Detaillängsschnitt,

Fig.5 den Teleskopmast der Segelvorrichtung des Kreuzfahrtschiffs nach Fig 1 in eingefahrener Stellung im schematischen Horizontalschnitt,

Fig.6 den Teleskopmast der Segelvorrichtung des Kreuzfahrtschiffs nach Fig 1 in ausgefahrener Stellung im isometrischen Detailschnitt,

Fig.7 ein variables Flügelprofil mit einer variablen Profilsehne in einem schematischen Querschnitt,

Fig.8 das Kreuzfahrtschiff nach Fig.1 mit einer Segelstellung für achterlichen Wind, links mit Darstellung der Kräfte an einem Segel und rechts in einer Aufsicht,

Fig.9 das Kreuzfahrtschiff nach Fig.1 mit einer Segelstellung für seitlichen Wind, links mit Darstellung der Kräfte an einem Segel und rechts in einer Aufsicht,

Fig.10 das Kreuzfahrtschiff nach Fig.1 mit einer Segelstellung hart am Wind, links mit Darstellung der Kräfte an einem Segel und rechts in einer Aufsicht,

Fig.11 ein Kreuzfahrtschiff der Oasis-Klasse, mit neun ausgefahrenen Segeln in zwei Reihen in der Explosionsisometrie,

Fig.12 ein 360 Meter langes Containerschiff mit sieben ausgefahrenen Segeln in einer Reihe in der Explosionsisometrie,

Fig.13 ein 360 Meter langes Containerschiff mit zwölf ausgefahrenen Segeln in zwei Reihen in der Explosionsisometrie,

Fig.14 Details des Containerschiffs nach Fig.13, rechts die Segelvorrichtung im Querschnitt, in der Mitte den eingefahrenen Teleskopmast im Längsschnitt und links den ausgefahrenen Teleskopmast im Längsschnitt,

Fig.15 eine Segelyacht mit zwei Teleskopmasten, oben im ausgefahrenen Zustand in der Isometrie und unten im eingefahrenen Zustand in der Isometrie,

Fig.16 eine Segelyacht mit einem Teleskopmast, oben im ausgefahrenen Zustand in der Isometrie und unten im eingefahrenen Zustand in der Isometrie,

Fig.17 die Segelyacht nach Fig.16 im Querschnitt und en eingefahrenen Teleskopmast in einer Schnittansicht,

Fig.18 zeigt ein Kreuzfahrtschiff nach Fig.1 bis 6, bei dem die Segelvorrichtung von einem Flettnerrotor gebildet wird im Querschnitt,

Fig.19 ein Kreuzfahrtschiff der Oasis-Klasse, mit zwei ausgefahrenen Windturbinen in einer Reihe in der Explosionsisometrie,

Fig.20 das Kreuzfahrtschiff nach Fig.19 mit Darstellung einer ausgefahrenen Windturbine im Querschnitt,

Fig.21 das variable Flügelprofil einer Windturbine nach Fig.19,20 in unterschiedlichen Umlaufpositionen mit Darstellung der Kräfte,

Fig.22 die Wirkungsweise der Windturbine des Kreuzfahrtschiffs nach Fig.19,20 im Hafen mit Darstellung der Kräfte im Umlauf eines Rotorblatts mit dem variablen Flügelprofil,

Fig.23 eine von zwei Windturbinen gebildete Segelvorrichtung für das Kreuzfahrtschiff nach Fig.19,20 , mit Darstellung der Kräfte bei raumem Wind.

Fig.24 zeigt eine von zwei Windturbinen gebildete Segelvorrichtung für das Kreuzfahrtschiff nach Fig.19 und Fig.20, mit Darstellung der Kräfte bei Wind direkt von achtern.

Im Folgenden sind gleiche oder gleich wirkende Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden üblicherweise nur einmal beschrieben. Die Beschreibung ist figurenübergreifend aufeinander aufbauend, um unnötige Wiederholungen zu vermeiden.

Ausführliche Figurenbeschreibung

Fig. 1 zeigt ein Kreuzfahrtschiff, das eine hydrodynamische Stabilisierung für die Längsmittelachse x aufweist und dessen Rumpf 2 für die Integration von sechs Teleskopmasten 4 mit einer Teleskopachse t für eine ausfahrbare Segelvorrichtung $s2$ ausgebildet ist und ein Auftriebszentrum cb , ein Gewichtszentrum cg , und ein Metazentrum hat. Die Segelvorrichtung $s2$ ist in ein eine Kammerstruktur 3 des Rumpfs 2, in ein Rettungssystem und in ein Antriebs- und Energiesystem des Schiffs 1 integriert. Das Schiff 1 hat ein nach hydrodynamischen Gesichtspunkten geformtes Unterwasserschiff 10, welches mit einem Kiel 12 ein Vorschiff 14 mit einem Achterschiff 15 verbindet und ein von einem doppelten Schiffsboden 11 gebildetes unterstes

Schottendeck q1 hat. Der Rumpf 2 weist längs und quer verlaufende Schottwände b,b' auf, die zusammen mit den Decks p1-p15 sechs vertikale, mit einem Abstand d zueinander angeordnete Luftkammern c1-c6 mit der Höhe h umschließen und sich mit der Kammerstruktur 3 parallel zu der Hochachse z von einem unteren Schottendeck q1 bis zu einem durch Lukendeckel 16 wasserdicht verschließbaren Hauptdeck 13 als einem obersten Deck p15, im Wesentlichen über die gesamte Länge des Rumpfs 2 entlang der Längsachse x erstrecken und für die Aufnahme einer von sechs Segeln mit einem variablen Flügelprofil 30 gebildeten Segelvorrichtung s2 ausgebildet sind. Die Niveauregulierung der Längsmittel-, Quer-, und Hochachse x,y,z des Schiffs 1 erfolgt über steuer- und backbordseitig ausfahrbare hydrodynamisch wirksame Außenbordflügel 5,5' des Unterwasserschiffs 10, die zusammen mit einem verlagerbaren Wasserballast 6,6' des Unterwasserschiffs 10 dazu ausgebildet sind, die Teleskopachsen t der in den Luftkammer c1-c6 eingebauten Teleskopmaste 4, im Segelbetrieb des Schiffs senkrecht auszurichten, wobei die Segelvorrichtung s2, wie in Fig.2 gezeigt mittels des Teleskopmasts 4 mit einer der Höhe h einer Luftkammer c1-c6 entsprechenden Höhe h' über das Hauptdeck 13 hinaus ausfahrbar ist um einen temporären Segelbetrieb des Schiffs 1 zu ermöglichen. Das oberste Hohlprofil e4 des Teleskopmasts 4 ist mit einem unteren und einem oberen Azimutlager 45,45' ausgebildet. Die beiden Azimutlager 45,45' sind mit einem vertikalen Abstand d' zueinander angeordnet, und ermöglichen eine Einspannung der sechs mit einem variablen Flügelprofil 30 ausgebildeten Segel s1-s6 an dem Teleskopmast 4, sowie mit einem Drehwinkel von 360 Grad eine vollständige Rotation einer Segelvorrichtung s2 um die Teleskopachse t des Teleskopmasts 4. Das oben links im schematischen Querschnitt gezeigte dreiteilige, variable Flügelprofil 30 hat eine variable Profilsehne ch und ist aus drei jeweils in sich starr ausgebildeten Flügelsegmenten 31-33 aufgebaut. Ein Nasensegment 31 und ein Hinterkantensegment 33 sind an ein mittleres Flügelsegment 32 angelenkt, wobei das mittlere Flügelsegment 32 an dem obersten Hohlprofil e4 des Teleskopmasts 4 eingespannt ist. Wie unten rechts im schematischen Querschnitt eines variablen, dreiteiligen hydrodynamisch wirksamen Flügelprofils 30' gezeigt erfolgt die hydrodynamische Niveauregulierung mittels von steuer- und backbordseitig einander gegenüberliegenden, ausfahrbaren Außenbordflügel 5,5', die in einer zu der von der Längsachse x und der Querachse y des Kreuzfahrtschiffs gebildeten parallelen Ebene des Unterwasserschiffs 10 mit einem hydrodynamisch wirksamen, variablen, dreiteiligen Flügelprofil 30' dazu ausgebildet sind einer Krängung des Schiffs 1 entgegenwirken. Ein

hydraulisch oder elektrisch betätigbares Verstellgetriebe 46' ist bevorzugt in ein mittleres Flügelsegment 32' des Flügelprofils 30' integriert, sodass ein Nasensegment 31' und ein Hinterkantensegment 33' des Flügelprofils 30' synchron verstellbar sind, um einer Krängung des Schiffs 1 dadurch entgegenzuwirken, dass das in einer Grundstellung symmetrische Flügelprofil 30' in ein asymmetrisches Flügelprofil 30' wandelbar ist, sodass im Segelbetrieb des Schiffs 1, wie in Fig.2 gezeigt, der an den sechs Segeln wirkenden resultierenden Querkraft r_{tf} , die an dem Gewichtszentrum cg ein Drehmoment to erzeugt, mit einem von den Außenbordflügeln 5,5' hydrodynamisch erzeugten Kräftepaar aus Auftrieb l_f und Abtrieb l_f' entgegengewirkt werden kann, indem an dem Gewichtszentrum cg ein mit entgegengesetzter Drehrichtung wirkendes Drehmoment to' einen Drehmomentausgleich bewirkt. Zusätzlich wird durch eine teilweise Verlagerung des Wasserballasts 6,6' von der Steuerbord- auf die Backbordseite und von dem Vorschiff 14 auf das Achterschiff 15, oder jeweils umgekehrt, eine Nivellierung der durch die Längsmittel- und Querachse x,y aufgespannten Ebene erzielt. Die Teleskopachsen t der Teleskopmaste 4 sind mittels dieser kombinierten Niveauregulierung jeweils parallel zu der Hochachse z ausrichtbar, sodass das Auftriebszentrum cb , das Gewichtszentrum cg , und das Metazentrum des Schiffs 1 auf der Hochachse z im Wesentlichen senkrecht übereinander liegen.

Fig.2 zeigt das Kreuzfahrtschiff nach Fig.1 im Segelbetrieb mit ausgefahrenen Außenbordflügeln 5,5' für eine hydrodynamische Stabilisierung in einem mittelschiffs geführten Querschnitt. Die steuerbord- und backbordseitig einander gegenüberliegen ausfahrbaren, oder ausschwenkbaren Außenbordflügel 5,5' wirken, wie oben rechts gezeigt, mit einem variablen dreiteiligen Flügelprofil 30' einer Krängung des Schiffs 1 dadurch entgegen, dass mittels einem in das mittlere Flügelsegment 32 des Flügelprofils 30' integrierbaren hydraulisch oder elektrisch betätigbaren Verstellgetriebe 46' das Nasensegment 31' und ein Hinterkantensegment 33' des Flügelprofils 30' synchron verstellbar sind, sodass an dem Gewichtszentrum cg ein Drehmomentausgleich dadurch herstellbar ist, dass der von den sechs Segeln bewirkten Querkraft r_{tf} , die an dem Gewichtszentrum cg ein Drehmoment to bewirkt, mit einem von den Außenbordflügeln 5,5' hydrodynamisch erzeugten Kräftepaar aus Auftrieb l_f und Abtrieb l_f' mit einem Drehmoment to' mit entgegengesetzter Drehrichtung entgegen gewirkt wird. Zusätzlich wird durch eine Verlagerung des Wasserballasts 6,6' von der Steuerbord- auf die Backbordseite und von dem Vorschiff 14 auf das Achterschiff 15, oder jeweils umgekehrt, eine Nivellierung der

durch die Längsmittel- und Querachsen x,y aufgespannten Ebene erzielt, sodass die Teleskopachsen t der Teleskopmaste 4 parallel zu der Hochachse z ausrichtbar sind und das Auftriebszentrum cb , das Gewichtszentrum cg , und das Metazentrum des Schiffs 1 auf der Hochachse z senkrecht übereinander liegen. Bezogen auf das jeweilige Fahrmanöver und den jeweiligen Beladungszustand des Schiffs 1 nehmen das Auftriebs-, das Gewichtszentrum cb, cg , sowie das Metazentrum auf der Hochachse z jeweils eine unterschiedliche Höhenlage ein. Bei einer Leerfahrt eines Frachtschiffs z.B. bewirkt der Wasserballast 6,6', dass das Auftriebszentrum innerhalb des Rumpfs liegt. Im Fall des hier gezeigten Kreuzfahrtschiffs liegt das Auftriebszentrum cb im Unterwasserschiff 10 etwa auf Höhe des Schottendecks $q2$. Das oberste Schottendeck $q18$ ist als ein Hauptdeck 13 mit durch Lukendeckel 16 wasserdicht verschließbaren Luken ausgebildet, sodass ein Rettungssystem für das Schiff gebildet wird, bei dem im Fall einer Havarie die Schwimmfähigkeit des Rumpfs 2 mit den vertikalen Luftkammern $c1-c6$ und mit vertikal übereinanderliegenden Rettungsräumen 20 mit Schottendecks $q1-q18$ für die Passagiere und die Besatzung des Schiffs 1 gewährleistet wird. Für die Passagiere sind die Rettungsräume 20 mit Schleusen von jedem Deck $p1-p15$ aus zugänglich und haben mit internen Rettungstreppen eine direkte Verbindung zu dem Hauptdeck 13. Längs und quer angeordnete Schottwände b, b' im Bereich der Außenbordwände des Unterwasserschiffs 10 bilden Längsmittel- und Querschotts für den Wasserballast 6,6', wobei die quer verlaufenden Schottwände b' mit den Schottwänden b der Luftkammern verbunden sind, sodass wie in Fig.1 gezeigt, zwischen den einzelnen Räumen der Decks $p1-p15$ fünf Brandschotts des Kreuzfahrtschiffs gebildet werden. Die Luftkammern $c1-c6$ sind in einer Reihe 17 koaxial, parallel zu der Längsachse x des Schiffs 1 angeordnet mit einem Abstand d zueinander angeordnet.

Fig.3 zeigt den Teleskopmast 4 für die Segelvorrichtung $s2$ des Kreuzfahrtschiffs nach Fig 1 und 2 in einer eingefahrenen Stellung. Der Teleskopmast 4 ist wie auch in Fig.6 gezeigt für das Ausfahren der Segelvorrichtung $s2$ vorgesehen und weist wie in Fig. 5 im Querschnitt gezeigt bevorzugt eine Schar konzentrisch zu der Teleskopachse t angeordneter Hohlprofile $e1-e4$ mit einem kreisrunden oder quadratischen Querschnitt mit gerundeten Ecken auf. Die Hohlprofile $e1-e4$ sind mittels von vier einander jeweils kreuzweise gegenüberliegenden Gleitflächen 40 verschiebbar gelagert und sind mit dem Hydraulikzylinder 41 in mehreren Hüben ein- und ausziehbar, und mittels von elektrisch oder hydraulisch betätigbaren Rasten in unterschiedlichen Stellungen

feststellbar. Dabei hat das unterste Hohlprofil e1 des Teleskopmasts 4 den kleinsten Querschnitt und ist an einem Fußpunkt 42 mit einem von dem doppelten Schiffsboden 11 gebildeten untersten Schottendeck q1 verbunden, während das oberste Hohlprofil e4 den größten Querschnitt hat und an seinem unteren Ende mit Führungsrollen 43,43' in eine rumpfseitige Schiene 21,21' eingreift und mit von unteren und oberen Rasten 44,44' kraftschlüssig mit dem Hauptdeck 13 verbindbar ist, sodass mit einem vertikalen Hebelarm, dessen Höhe h wie in Fig.2 gezeigt der Höhe einer Luftkammer c1-c6 entspricht, zwischen dem Fußpunkt 42 und dem Hauptdeck 13 eine Einspannung des Teleskopmasts 4 an dem Rumpf 2 ermöglicht wird. Die hydrodynamische Niveauregulierung bewirkt mit einer Nivellierung der Längsachse x und der Querachse y des Schiffs 1, dass die aus der Segelvorrichtung s2 resultierende Vertikallast unmittelbar über den doppelten Schiffsboden 11 in das Unterwasserschiff 10 eingetragen wird, während die aus dem Segelbetrieb resultierende horizontale Kräfte in der Ebene des Hauptdecks 13 auf den Rumpf 2 übertragen werden.

Fig.4 zeigt den Teleskopmast 4 der Segelvorrichtung s2 des Kreuzfahrtschiffs nach Fig 1 bis Fig.7 in einer eingefahrenen Stellung. Der Teleskopmast 4 ist für das Ausfahren der Segelvorrichtung s2 vorgesehen, und weist wie in Fig. 5 im Querschnitt gezeigt eine Reihe konzentrisch zu einer Teleskopachse t angeordneter Hohlprofile e1-e4 mit einem kreisrunden oder quadratischen Querschnitt mit gerundeten Ecken auf. Die Hohlprofile e1-e4 sind mittels von vier einander jeweils kreuzweise gegenüberliegenden Gleitflächen 40 verschiebbar gelagert und sind mit einem Hydraulikzylinder 41 oder mit einer Seilzugmechanik ein- und ausziehbar und mittels von elektrisch oder hydraulisch betätigbaren Rasten 44,44' in unterschiedlichen Stellungen feststellbar.

Fig.5 zeigt den Teleskopmast 4 nach Fig.1 bis Fig.7 für die Segelvorrichtung s2 in einer eingefahrenen Stellung im schematischen Horizontalschnitt. Für das Ausfahren der Segelvorrichtung s2 sind vier konzentrisch zu der Teleskopachse t angeordnete Hohlprofile e1-e4 mit einem quadratischen Querschnitt mit gerundeten Ecken vorgesehen. Die Hohlprofile e1-e4 sind mittels von vier einander jeweils kreuzweise gegenüberliegenden Gleitflächen 40 verschiebbar gelagert und sind mit einem Hydraulikzylinder 41 ein- und ausziehbar und mittels von elektrisch oder hydraulisch betätigbaren Rasten 44,44' in unterschiedlichen Stellungen feststellbar. Dabei hat das unterste Hohlprofil e1 des Teleskopmasts 4 den kleinsten Querschnitt und ist an einem

Fußpunkt 42 bevorzugt mit einem von dem doppelten Schiffsboden 11 gebildeten untersten Schottendeck q1 verbunden, während das oberste Hohlprofil e4 den größten Querschnitt hat und an seinem unteren Ende mit Führungsrollen 43,43' in steuerbord und backbordseitige, rumpfseitige, u-förmige Schienen 21,21' eingreifen und mit unteren und oberen Rasten 44,44' kraftschlüssig mit dem Hauptdeck 13 verbunden ist, sodass die in Fig 2 gezeigten aus der Segelvorrichtung s2 resultierenden horizontalen Querkräfte r_{tf} in der Ebene des Hauptdecks 13 auf den Rumpf 2 übertragen werden.

Fig.6 zeigt einen bevorzugten Teleskopmast 4 für die Segelvorrichtung s2 eines Schiffs 1 nach Fig 1 bis 12 in ausgefahrener Stellung. Der Teleskopmast 4 weist wie in Fig. 5 im Querschnitt gezeigt eine Reihe konzentrisch zu einer Teleskopachse t angeordneter Hohlprofile e1-e4 mit einem kreisrunden oder quadratischen Querschnitt mit gerundeten Ecken auf. Beim Ausfahren des Teleskopmasts 4 werden an einen unteren und einen oberen Ringträger des obersten Hohlprofils e4 angelenkte Führungsrollen 43,43' in rumpfseitigen, U-förmig ausgebildeten Schienen 21,21' geführt. Das oberste Hohlprofil e4 des Teleskopmasts 4 ist zwischen dem Deck p13 und dem Deck p15 mit steuer- und backbordseitigen, unteren und oberen Rasten 44,44' an dem Hauptdeck 13 eingespannt und kragt in ausgefahrener Stellung über das Hauptdeck 13 aus, sodass das mittlere Flügelprofil 32 der Segelvorrichtung s2 über ein unteres und ein oberes Azimutlager 45,45' biegesteif, drehbar und in unterschiedlichen Segelstellungen feststellbar mit dem Teleskopmast 4 verbunden ist. Mittels der beiden durch einen Abstand d' voneinander beabstandeten Azimutlager 45,45' ist die Segelvorrichtung s2 um eine koaxial zu der Teleskopachse t angeordnete Rotationsachse um 360 Grad rotierbar und dabei in beliebigen Segelstellungen feststellbar.

Fig.7 zeigt die Segelvorrichtung s2 eines Schiffs 1 nach Fig 1 bis Fig.12 oberhalb des in Fig.4 dargestellten Azimutlagers 45,45' in einer Segelstellung hart am Wind, die in etwa der in Fig. 9 dargestellten Segelstellung entspricht. Die Segelvorrichtung s2 weist jeweils ein mehrteiliges, variables Flügelprofil 30 auf, das aus drei jeweils in sich starr ausgebildeten Flügelsegmenten 31-33 aufgebaut ist und wechselt für den Segelbetrieb mittels eines Getriebes 46, bei dem an das mittlere Flügelsegment 32 des mehrteiligen Flügelprofils 30 an elektromechanisch betätigbare Spindelgetriebe angelenkt ist. Aus der gestrichelt dargestellten Grundstellung mit einem symmetrischen Flügelprofil wechselt das variable Flügelprofil 30 in eine Segelstellung mit dem einem im Querschnitt asymmetrischen

Flügelprofil. Mittels der an das mittlere Flügelsegment 32 des mehrteiligen Flügelprofils 30 angelenkten Spindelgetriebe sind das Nasensegment 31 und das Hinterkantensegment 33 bevorzugt synchron verstellbar, und in der jeweiligen Segelstellung feststellbar. Die variable Profilsehne ch weist in der Segelstellung einen positiven Anstellwinkel α zu den in Fig.8-10 dargestellten resultierenden Anströmung ri auf. Das Azimutlager 45,45' weist zwei einander gegenüberliegende Elektroantriebe 8 auf, mit denen die Segelvorrichtung $s2$ um 360 Grad um die Teleskopachse t des Teleskopmasts 4 rotierbar ist und in unterschiedlichen Segelstellungen feststellbar ist. Wie in Fig.2 dargestellt wird eine Einspannung des mittleren Flügelsegments 32 an dem Teleskopmast 4 von den beiden mit einem vertikalen Abstand d' zueinander angeordneten Azimutlagern 45,45' bewirkt, die jeweils das mittlere Flügelsegment 32 des dreiteiligen Flügelprofils 30 mit dem obersten Hohlprofil $e4$ des Teleskopmasts 4 verbinden. Wie auch in Fig.5 und 6 dargestellt sind für die Einspannung des obersten Hohlprofils $e4$ des Teleskopmasts 4 mastseitige Führungsrollen 43,43' und Rasten 44,44' vorgesehen, die in rumpfsseitige Schienen 21,21' eingreifen. Wie in Fig.1 gezeigt sind die rechteckigen, von den Schottwänden b,b' umschlossenen Luftkammern $c1-c6$, in einer Reihe 17 symmetrisch zu der Längsachse x und in Fahrtrichtung des Schiffs 1 ausgerichtet und reichen von einem untersten Schottendeck $q1$ bis zu dem von dem Deck $p15$ gebildeten Hauptdeck 13.

Fig.8 zeigt das Kreuzfahrtschiff nach Fig.1 im Segelbetrieb mit einer Segelstellung für einen Kurs vor dem Wind. Die Profilsehn ch des variablen Flügelprofils 30 der sechs Segelvorrichtungen $s2$ sind zu einer resultierenden Anströmung ri ausgerichtet, die bei einer angenommenen Windgeschwindigkeit ws von 23 Knoten unter Einbeziehung des Elektroantriebs 7 eine Fahrtgeschwindigkeit ds des Schiffes 1 von 20 Knoten ermöglicht. Die resultierende Anströmung ri bewirkt an dem asymmetrischen, variablen Flügelprofil 30 einen Auftrieb lf von 14 kN, eine resultierende Querkraft r_{tf} und eine in Fahrtrichtung wirkende Schubkraft von 13,5 kN. Da der resultierende Schub r_{th} bei allen sechs Segeln gleich groß ist, resultiert daraus ein Gesamtschub für das Schiff in Höhe von 81 kN, sodass der Elektroantrieb wesentlich entlastet wird. Bei einer Fahrtgeschwindigkeit ds von nur 10 Knoten wechselt der Elektroantrieb 7 in den Generatorbetrieb und lädt mit dem erzeugten Strom einen mitgeführten Batteriespeicher auf.

Fig.9 zeigt das Kreuzfahrtschiff nach Fig.1 mit einer Segelstellung für einen Kurs bei halbem Wind. Die angenommene Windgeschwindigkeit von 23 Knoten und eine angenommene Fahrtgeschwindigkeit von etwa 19 Knoten bewirkt einen wahren Wind als resultierende Anströmung r_i von 31 Knoten. An dem variablen Flügelprofil 30 folgt daraus ein Auftrieb von 150 kN und eine resultierende Querkraft r_{tf} sowie ein in Fahrtrichtung wirkende Schubkraft r_{th} von 120 kN. Dies bedeutet, dass die sechs Segel unter diesem Kurs einen Schub von 720 kN erzeugen. Mit einer zweireihigen Anordnung der Segel, die in Fig.11 dargestellt ist lässt sich der Schub verdoppeln, sodass eine Fahrtgeschwindigkeit von 19 Knoten auch ohne Elektrontrieb 7 erreichbar ist.

Fig.10 zeigt das Kreuzfahrtschiff nach Fig.1 mit einem Kurs hart am Wind. Bei einer angenommenen Windgeschwindigkeit von 23 Knoten und einer Fahrtgeschwindigkeit von 19 Knoten ergibt sich daraus ein wahrer Wind, als resultierende Anströmung r_i mit 40 Knoten auf das variable Flügelprofil 30, der auf die sechs ausgefahrenen Segelvorrichtungen s_2 trifft. Das mit seiner Profilsehne ch mit einem positiven Anstellwinkel α von etwa 3 Grad ausrichtbare Flügelprofil 30 bewirkt eine Auftriebskraft von 260 kN und eine resultierende Querkraft von 250 kN sowie eine in Fahrtrichtung des Schiffes wirkende Schubkraft von 72 kN, die sich bei sechs Segeln zu einem Gesamtschub von 432 kN addiert.

Fig. 11 zeigt ein Kreuzfahrtschiff der Oasis-Klasse in Sandwichbauweise mit zwei Reihen 17,17' von Luftkammern c_1 - c_9 zur Aufnahme einer von neun Segeln gebildeten Segelvorrichtung s_2 , die sich entlang Längsachse x des Schiffes 1 erstrecken, wobei die längs und quer verlaufenden Schottwände b, b' jeweils wenigstens auf einer Seite mit den Decks p_1 - p_{15} verbunden sind und als räumliche Rahmenscheiben einen Längsträger des Rumpfs 2 bilden. Die quer angeordneten Schottwände b' der Luftkammern c_1 - c_9 sind wenigstens abschnittsweise mit den Schottendecks q_1 - q_{18} der Rettungsräume 20 verbunden und definieren sieben Brandschotte des Kreuzfahrtschiffs. Die Kammerstruktur 3 in Verbindung mit dem Unterwasserschiff 10 als einem unteren Gurt 22 und mit dem Hauptdeck 13 als einem oberen Gurt 22' ermöglicht die Ausbildung eines in Längsmittel- und Querrichtung biege-, schub- und torsionssteifen Tragsystems des Rumpfs 2 in Sandwichbauweise. Die Luftkammern c_1 - c_9 nehmen jeweils einen aus vier Hohlprofilen e_1 - e_4 bestehenden Teleskopmast 4 auf, der mit einem Fußpunkt 42 unmittelbar mit dem von dem doppelten Schiffsboden 11 gebildeten untersten Schottendeck q_1

verbunden ist. Die neun Teleskopmaste 4 sind jeweils über ein unteres Azimutlager 45 und ein oberes Azimutlager 45' mit dem mittleren Flügelsegment 32 eines dreiteiligen Flügelprofils 30 der Segelvorrichtung s2 drehbar verbunden. Wie in Fig.7 gezeigt, sind an das mittlere Flügelsegment 32, ein Nasensegment 31 und ein Hinterkantensegment 33 mittels von Spindelgetrieben angelenkt, sodass das mehrteilige Flügelprofil 30 von einer Grundstellung mit einem symmetrischen Profil in eine Segelstellung mit einem asymmetrischen Flügelprofil wandelbar ist. In Fig.4 und Fig.6 werden die beiden, durch einen vertikalen Abstand d' voneinander beabstandeten Azimutlager 45,45' mit einem Elektroantrieb 8 gezeigt, mit denen das variable Flügelprofil 30 der Segelvorrichtung s2 um 360 Grad um eine koaxial zu der Teleskopachse t des Teleskopmasts 4 Rotationsachse drehbar, und dabei in unterschiedlichen Segelstellungen feststellbar ist. In der ausgefahrenen Stellung sind die neun Segel s1-s9 mit einer Höhe h' oberhalb des Hauptdecks 13 angeordnet und können mittels des Teleskopmasts 4 vollständig in die Luftkammern c1-c9 mit der Höhe h eingefahren werden. Auf dem Hauptdeck 13 sind Lukendeckel 16 für einen wasserdichten Verschluss vorgesehen. Die Lukendeckel 16 werden bevorzugt in die Schließposition verfahren, es ist aber auch eine Drehbewegung zum Verschluss möglich. Zwischen den Luftkammern c1-c9 sind jeweils Technik- und Rettungsräume 20 angeordnet, wobei Sicherheitstreppenhäuser einen direkten Zugang auf das oberste Deck p15 ermöglichen. Unten rechts ist im schematischen Querschnitt ein variables, dreiteiliges und hydrodynamisch wirksames Flügelprofil 30' eines Außenbordflügels 5,5' gezeigt. Die hydrodynamische Niveauregulierung erfolgt bei diesem Schiff mittels von zwei Paaren steuer- und backbordseitig einander gegenüberliegender, ausfahrbarer Außenbordflügel 5,5', wovon das erste Paar mit dem Vorschiff 14 und das zweite Paar mit dem Achterschiff 15 in einer zu der von der Längsachse x und der Querachse y des Kreuzfahrtschiffs gebildeten parallelen Ebene des Unterwasserschiffs 10 verbunden ist. Zwei Paare ermöglichen die Erzeugung höherer Kräfte, und eine Beeinflussung einer Drehung um die Querachse y des Schiffs ist besser möglich als mit nur einem Paar, indem beispielsweise das vordere Paar für einen Abtrieb und das hintere Paar für einen Auftrieb sorgt. Mit dem hydrodynamisch wirksamen, variablen und dreiteiligen Flügelprofil 30' sind die Außenbordflügel 5,5' dazu ausgebildet mittels eines hydraulisch oder elektrisch betätigbaren Verstellgetriebes 46' einer Krängung des Schiffs 1 entgegenwirken. Wie in Fig.2 rechts oben gezeigt ist das Schrittrastgetrieb 46' in ein mittleres Flügelsegment 32' des Flügelprofils 30' integriert, sodass ein Nasensegment 31' und ein Hinterkantensegment 33' des Flügelprofils 30'

synchron verstellbar sind, wobei das in einer Grundstellung symmetrische Flügelprofil in ein asymmetrisches Flügelprofil wandelbar ist, sodass im Segelbetrieb des Schiffs 1, wie in Fig.2 gezeigt, an dem Gewichtszentrum cg des Schiffs 1 ein Drehmomentausgleich, zwischen einem Drehmoment to , das aus der an den Segeln $s1-s9$ wirkenden Querkraft r_{tf} resultiert, und einem mit entgegengesetzter Drehrichtung wirkenden Drehmoment to' das aus einem an den Außenbordflügeln 5,5' hydrodynamisch erzeugten Kräftepaar aus Auftrieb lf und Abtrieb lf' resultiert, realisierbar ist. Zusätzlich wird durch eine teilweise Verlagerung des Wasserballasts 6,6' von der Steuerbord- auf die Backbordseite und von dem Vorschiff 14 auf das Achterschiff 15, oder jeweils umgekehrt, eine Nivellierung der durch die Längsmittel- und Querachse x,y aufgespannten Ebene erzielt. Die Teleskopachsen t der Teleskopmaste 4 sind mittels dieser kombinierten Niveauregulierung jeweils parallel zu der Hochachse z ausrichtbar, sodass das Auftriebszentrum cb , das Gewichtszentrum cg , und das Metazentrum des Schiffs 1 auf der Hochachse z im Wesentlichen senkrecht übereinander liegen.

Fig.12 zeigt ein 360 Meter langes Containerschiff mit einer Segelvorrichtung $s1$, die von sieben Segeln mit einem einteiligen Flügelprofil 3 gebildet wird, wie oben links gezeigt. Die sieben Segel weisen jeweils vier Teleskopsegmente 34 auf, die an dem Teleskopmast 4 nacheinander bis zu einer maximalen Höhe h'' über das oberste Deck $p15$ des Schiffs ausfahrbar sind. Das Schiff 1 hat einen Rumpf 2, bei dem zwischen einem untersten Schottendeck $q1$ des Unterwasserschiffs 10 und einem obersten Schottendeck $q18$ insgesamt vierzehn Decks $p1-p14$ mit einer Höhe h angeordnet sind.

Wie in Fig.14 gezeigt weist der Teleskopmast 4 einen unteren Hydraulikzylinder 41 und einen oberen Hydraulikzylinder 41' auf, sodass jeweils vier Hohlprofile $e1-e4$ ausgefahren werden können. Für den Segelbetrieb, auch bei schwierigen Wetterbedingungen ist vorgesehen, dass die oberen, mit den vier Teleskopsegmenten 34 der Segelvorrichtung $s1$ verbundenen Hohlprofile $e1-e4$ schrittweise eingefahren werden, sodass der Segelbetrieb mit gerefften Segeln ermöglicht wird. Für das Ausfahren der Segelvorrichtung $s1$ wird ein Teleskopmast 4 genutzt, der wie in Fig.14 rechts außen gezeigt aus vier konzentrisch zueinander angeordneten unteren Hohlprofilen $e1-e4$ besteht, wobei der Fußpunkt 42 mit dem kleinsten Hohlprofil $e1$ und mit dem untersten Schottendeck $q1$ des Unterwasserschiffs 10 verbunden ist, während das Hohlprofil $e4$ mit dem größten Querschnitt $e4$ mit dem größten Teleskopsegment 34

des einteiligen Flügelprofils 3 der Segelvorrichtung s1 verbunden ist. Der Teleskopmast 4 hat an seinem unteren Ende einen Fußpunkt 42 und greift, wie in Fig.6 gezeigt an seinem oberen Ende mit Führungsrollen 43,43' in rumpfseitige linke und rechte rumpfseitige Schienen 21,21' ein, wobei mit unteren und oberen Rasten 44,44' eine kraftschlüssige Verbindung zu dem Hauptdeck 13 herstellbar ist, sodass eine Einspannung des Teleskopmasts 4 an dem Rumpf 2 ermöglicht wird.

Die vier Teleskopsegmente 34 der Segelvorrichtung s1, die im ausgefahrenen Zustand eine maximalen Höhe h" oberhalb des obersten Decks p14 aufweisen, können jeweils in eine Luftkammer c1-c7 mit der Höhe h eingefahren werden. Die Luftkammern c1-c7 sind an der Oberseite des Decks p14 wasserdicht verschließbar. Längs und quer verlaufende Schottwände b,b' stellen eine vertikale Verbindung zwischen dem von dem Unterwasserschiff 10 gebildeten unteren Gurt 22 und dem von dem obersten Schottendeck q15 gebildeten oberen Gurt 22' eines räumlichen Tragsystems mit einer von den Luftkammern c1-c7 gebildeten Kammerstruktur cs her. Das Rettungssystem für die Besatzung des Containerschiffs wird von Rettungsräumen 20 im Vorschiff 14 und im Achterschiff 15 gebildet, die sich jeweils zwischen dem untersten Schottendeck q1 und dem obersten Schottendeck q15 erstrecken.

Fig 13 zeigt ein Schiff 1 mit einer von einem mehrteiligen Flügelprofil 30 gebildeten Segelvorrichtung s2, die wie oben links gezeigt und in Fig. 3 und Fig.4 näher dargestellt, mittels eines unteren und eines oberen Azimutlagers 45,45' mit einem Elektroantrieb 8 drehbar und in unterschiedlichen Segelstellungen feststellbar mit dem Teleskopmast 4 verbunden ist. Wie unten rechts gezeigt wird das mehrteilige, variable Flügelprofil 30' im Bereich des Unterwasserschiffs 10 als ein hydrodynamisch wirksamer Außenbordflügel 5,5' genutzt, um wie in Fig.2 gezeigt ein Drehmoment t_0 zu erzeugen, das an dem Gewichtszentrum c_g des Containerschiffs dem aus dem Segelbetrieb resultierenden Drehmoment t_0' entgegenwirkt. Das 400 Meter lange und 62,5 Meter breite Containerschiff kann ca. 24.000 Container tragen und hat mit zwölf ausgefahrenen Segeln, eine Segelfläche von insgesamt 20.000 m², sodass im Segelbetrieb eine Fahrtgeschwindigkeit von etwa 10 Knoten erreichbar ist. Während des Segelbetriebs ist das von steuer- und backbordseitig jeweils paarweise angeordneten Außenbordflügeln 5,5' gebildete Stabilisierungssystem an der Querachse y, an der Hochachse z und an der Längsmittelachse x des Containerschiffs wirksam. Eine geringer Fahrtwiderstand wird dadurch erreicht, dass das Schiff ohne jede bzw. mit

möglichst wenig Krängung das Wasser verdrängt. Für die Durchfahrt unter Brücken und für die Fahrt in Hafenanlagen werden die 12 Segel vollständig in den Rumpf eingefahren, wobei die Luftkammern c1-c12 durch Lukendeckel 16 auf dem Hauptdeck 13 wasserdicht verschließbar sind. Wie in Fig.14 gezeigt weist der Teleskopmast 4 einen unteren Hydraulikzylinder 41 und einen oberen Hydraulikzylinder 41' auf, wobei jeweils vier Hohlprofile e1-e4 ausgefahren werden können. Für den Segelbetrieb, auch bei schwierigen Wetterbedingungen ist vorgesehen, dass die oberen, mit den vier Teleskopsegmenten 34' der Segelvorrichtung s2 verbundenen Hohlprofile e1-e4 schrittweise eingefahren werden, sodass der Segelbetrieb mit gerefften Segeln fortgesetzt werden kann. Die Ausbildung des obersten Decks als ein Hauptdeck 13 ermöglicht die Ausbildung eines biege-, schub- und torsionssteifen Tragwerks, dass sich mit einer Kammerstruktur 3 zwischen einem von dem Unterwasserschiff 10 gebildeten unteren Gurt 22 und einem von Längsmittel- und Querträgern gebildeten Hauptdeck 13 als einem oberen Gurt 22' mit einem inneren Hebelarm mit der Höhe h erstreckt. Dieser innere Hebelarm steht für die Kraftzerlegung der Biegemomente zur Verfügung und ermöglicht eine beträchtliche Einsparung am Stahlbaugewicht der Rumpfkonstruktion, die bis 30% betragen kann.

Fig.14 zeigt Details der Segelvorrichtung s2 nach Fig.13, rechts einen schematischen Querschnitt durch das variable Flügelprofil 30 der Segelvorrichtung s2, bei der ein Nasensegment 31 und ein Hinterkantensegment 33 jeweils mittels von zug- und druckbeanspruchten Spindelgetrieben drehbar und in unterschiedlichen Segelstellungen feststellbar an das mittlere Flügelsegment 32 des dreiteiligen Flügelprofils 30 angelenkt sind, sodass die Profilsehne ch' mit einem Anstellwinkel α von bevorzugt bis zu 15 Grad zur resultierenden Ausströmung ausrichtbar ist. In Blattmitte ist der in eine Luftkammer c1-c12 integrierte Teleskopmast 4 im eingefahrenen Zustand dargestellt. Der Teleskopmast 4 weist ein unteres von vier Hohlprofilen e1-e4 gebildetes Hydrauliksystem mit einem unteren Hydraulikzylinder 41 auf, der dazu ausgebildet ist die unteren Hohlprofile e1-e4 bis auf Höhe des Hauptdecks 13 auszufahren und mittels von unteren und oberen Rasten 44,44' mit dem Rumpf zu verbinden, sodass der untere Teil des Teleskopmasts 4 mit einem Hebelarm der Höhe h an dem Rumpf 2 eingespannt ist. Das obere Hydrauliksystem weist einen oberen Hydraulikzylinder 41' auf und ist über ein unteres und ein oberes Azimutlager 45,45' mit einem Elektroantrieb 8 mit dem unteren Hydrauliksystem biegesteif

verbunden, wobei das Azimutlager 45,45' dazu ausgebildet ist die Segelvorrichtung s2 in unterschiedlichen Segelstellungen festzuhalten, sodass der Teleskopmast 4 torsionsbeansprucht wird. Wie in Fig.15 gezeigt sind die oberen vier Hohlprofile e1-e4 mittels des oberen Hydraulikzylinders 41' über das mit einem Lukendeckel 16 wasserdicht verschließbare Hauptdeck 13 in vier Längsabschnitten ausfahrbar. Der Übersichtsschnitt rechts zeigt den Teleskopmast 4 in ausgefahrener Stellung. Die vier Hohlprofile e1-e4 übergreifen einander der Länge nach und sind jeweils durch nicht näher dargestellte untere und obere Rasten 44,44' untereinander arretierbar. Fig.15 zeigt ein Schiff 1, das als eine Segelyacht mit zwei Teleskopmasten 4 ausgebildet ist. Beide Masten sind mit der in Fig.7 näher erläuterten Segelvorrichtung s2 verbunden. Das dreiteilige variable Flügelprofil 30 hat ein Nasensegment 31, ein mittleres Flügelsegment 32 und ein Hinterkantensegment 33. Vier gleich lange, aber unterschiedlich große Teleskopsegmente 34' des variablen Flügelprofils 30 können an dem Teleskopmast 4 der Reihe nach ausgefahren werden, wobei wie in Fig.17 gezeigt das größte Teleskopsegment 34' mit dem größten Hohlprofil e4 und die nächst kleineren Teleskopsegmente 34' mit den nächst kleineren Hohlprofilen e3 bis e1 verbunden sind, wobei, wie in Fig.4 gezeigt das größte Hohlprofil e4 über ein unteres und ein oberes Azimutlager 45,45', mit dem mittleren Flügelsegment 32 des variablen Flügelprofils 30 an den Teleskopmast 4 angelenkt ist, und in unterschiedlichen Segelstellungen feststellbar ist. Steuer- und backbordseitig angeordnete hydrodynamisch wirksame Außenbordflügel 5 werden, wie in Fig.17 gezeigt, im Bereich des Unterwasserschiffs 10 aus dem Rumpf ausgefahren und erzeugen an dem Gewichtszentrum cg ein Drehmoment, das dem von der Segelvorrichtung s2 bewirkten Drehmoment entgegenwirkt, sodass die Hochachse z des Schiffs und die Teleskopachsen t der Segelvorrichtungen s2 im Segelbetrieb eine möglichst senkrechte Stellung beibehalten. Die Funktionsweise des Teleskopmasts 4 wird in Fig.14 näher erläutert. Durch schrittweises Einfahren der Teleskopsegmente 34' der Segelvorrichtung s2 werden die beiden Segel der Segelyacht bei Sturm und Orkan gerefft. Wie unten dargestellt ist das Unterqueren einer Brücke ebenso möglich wie ein Segelbetrieb bei extremen Wetterbedingungen.

Fig.16 zeigt ein Schiff 1 mit einer Segelvorrichtung s4, die für eine Takelage mit textilen Segeln vorgesehen ist. Bei dem hier gezeigten Beispiel weist die Segelvorrichtung s4 ein Großsegel eine Fock und eine Genua auf. Oben rechts ist das als Segelyacht

ausgebildete Schiff 1 mit eingefahrenem Teleskopmast 4 dargestellt. Im Segelbetrieb der Yacht erfolgt die Stabilisierung durch steuer- und backbordseitig ausfahrbare Außenbordflügel 5 die gewährleisten, dass die in Fig.17 dargestellten vier Decks p1-p4 des Schiffs im Segelbetrieb eine horizontale Stellung beibehalten. Die in Fig. 17 weiter erläuterte Segelvorrichtung s4 eignet sich für unterschiedliche Ausbildungen der Takelage, wobei der Teleskopmast 4 anstelle der gezeigten Salinge bei größeren Segelschiffen auch mit Rahen verbunden werden kann.

Fig.17 zeigt einen Querschnitt durch den Rumpf 2 der Segelyacht nach Fig.16. Das Unterwasserschiff 10 des Rumpfs 2 hat einen vom Vorschiff bis zum Achterschiff durchlaufenden Kiel 12 und ein von einem unteren Schottendeck q1 gebildeten doppelten Schiffsboden 11. Auf dem Schottendeck q1 sind ausfahrbare Außenbordflügel 5,5' jeweils mit einem variablen Flügelprofil 30' angeordnet, die im Segelbetrieb des Schiffs 1 aus steuerbord- und backbordseitig angeordneten, nicht näher bezeichneten Taschen, jeweils paarweise ausgefahren werden. In das mittlere Flügelsegment 32' der Außenbordflügel 5,5' ist ein Verstellgetriebe 46' integriert mit dem ein Nasensegment 31' und ein Hinterkantensegment 33' des variablen Flügelprofil 30' jeweils an Drehgelenken a' synchron verstellbar sind. Aus der asymmetrischen Anordnung des mittleren Flügelsegments 32' resultiert bei der Verstellung jeweils ein positiver Anstellwinkel α für die Strömung, unabhängig davon ob das Flügelprofil 30' Auftrieb oder Abtrieb erzeugt. Die Außenbordflügel 5,5' haben in der Grundstellung ein symmetrisches Flügelprofil 30' und sind wie in Fig.2 gezeigt dazu ausgebildet mit einem Kräftepaar aus Auftrieb l_f und Abtrieb l_f' einen Drehmomentausgleich an dem Gewichtszentrum c_g des Schiffs 1 herzustellen. Das Deck p3 ist als Hauptdeck 13 ausgebildet, wobei das starr mit dem Hauptdeck 13 verbundene größte Hohlprofil e4 eine Höhe h aufweist und über das Hauptdeck 13 hinausragt und die Hohlprofile e3 bis e1 nacheinander auf die maximale Höhe h" ausfahrbar sind. Mit einem in den Teleskopmast 4 integrierten Hydraulikzylinder 41 sind die Hohlprofile e3-e1 der Reihe nach bis zu einer maximalen Höhe h" ausfahrbar. Auf dem Hauptdeck 13 sind nicht näher dargestellte lösbare Klemmverbindungen für Rollwanten und Rollstage vorgesehen, sodass der Teleskopmast 4 mittels des von den Rollwanten und den Rollstagen gebildeten laufenden Guts bis zu der maximalen Ausfahrhöhe h" stabilisierbar ist. Der Rumpf 2 besitzt einen zentralen Rettungsraum 20, der von der Luftkammer c1 gebildet wird.

Der Lukendeckel 16 ist zweiteilig ausgebildet und ermöglicht ein Verschieben zum Teleskopmast 4 hin, so dass der Teleskopmast 4 in eine entsprechende Aussparung des Lukendeckels 16 hineingleitet und eine Abdichtung ermöglicht.

Fig.18 zeigt den Querschnitt durch ein Kreuzfahrtschiff mit einer Segelvorrichtung s5, die von einem Flettnerrotor gebildet wird, der mittels eines unteren und eines oberen Azimutlagers 45,45' drehbar und biegesteif mit dem Teleskopmast 4 verbundenen ist. Das Schiff 1 selbst und die konstruktive Ausbildung des Teleskopmasts 4 entsprechen im Wesentlichen, dem in Fig.1-6 beschriebenen Ausführungsbeispiel. Der Flettnerrotor hat einen Elektroantrieb 7' und rotiert ab einer Windgeschwindigkeit von zehn Metern pro Sekunde mit bis zu 175 Umdrehungen pro Minute. Auf einem Kurs mit halbem bis raumem Wind, - quer bis leicht von hinten zur Fahrtrichtung-, bewirkt der Flettnerrotor bei einer Windgeschwindigkeit von 20 m/s, eine Vortriebskraft in Fahrtrichtung, die einer Motorleistung von 10.000 bis 12.000 kW entspricht. Für den Elektroantrieb des 60 Meter hohe Rotorsegels ist eine Leistung von nur 100 kW erforderlich. Acht in den Rumpf ein- und ausfahrbare Flettner-Rotoren würden damit bei günstigen Windverhältnissen eine Antriebsleistung von 60.000 bis 80.000 kW erbringen, was der gesamten Antriebsleistung eines Kreuzfahrtschiffs der Oasisklasse entspricht, und eine Fahrtgeschwindigkeit von 22,5 Knoten ermöglichen würde.

Fig. 19 zeigt ein Kreuzfahrtschiff der Oasis-Klasse, bei dem eine Segelvorrichtung s3 von zwei Windturbinen w1,w2 mit einer vertikalen Rotationsachse gebildet wird, die koaxial zu der Teleskopachse t des Teleskopmasts 4 angeordnet ist. Wie oben links gezeigt, weisen die Windturbinen w1,w2 jeweils vier Rotorblätter mit dem variablen Flügelprofil 30 auf. Das Rotorblatt mit dem dreiteiligen, variablen Flügelprofil 30 hat eine Profilsehne ch und ist aus drei jeweils in sich starr ausgebildeten Flügelsegmenten 31-33 aufgebaut. Das Nasensegment 31 und das Hinterkantensegment 33 sind jeweils an ein mittleres Flügelsegment 32 angelenkt. Wie in Fig 20 gezeigt ermöglichen untere und obere Rasten 44,44' die Einspannung des Teleskopmasts 4 an dem Rumpf 2 des Schiffs 1. Das mittlere Flügelsegment 32 des dreiteiligen variablen Flügelprofils 30 ist über Querausleger mit dem obersten Hohlprofil e4 des Teleskopmasts 4 verbunden. Wie oben links gezeigt rotieren jeweils vier Rotorblätter mit einem radialen Abstand d'' um die koaxial zu den Teleskopachsen t der Teleskopmaste 4 angeordneten vertikalen Rotationsachsen der Windturbinen w1,w2. Eine koaxial zu den Rotationsachsen der

Windturbinen w_1, w_2 angeordnete Hohlwelle h_s verbindet das Hohlprofil e_4 des Teleskopmasts 4 mit einem Motorgenerator am unteren Ende der Hohlwelle h_s . Die Saugseite des variablen Flügelprofils 30 wechselt, wie in Fig. 21 gezeigt, an einem jeweils senkrecht zu einer aus der Windgeschwindigkeit w_s , der Fahrtgeschwindigkeit d_s des Schiffs 1 und der Umlaufgeschwindigkeit r_s des variablen Flügelprofils 30 resultierenden Anströmung r_i ausrichtbaren Durchmesser 34, 34' von der Außenseite auf die Innenseite der Umlaufbahn und umgekehrt, wobei das variable Flügelprofil 30 in einer Übergangsstellung temporär ein symmetrisches Flügelprofil mit einer tangential zu einer kreisförmigen Umlaufbahn ausgerichteten Profillehne ch aufweist. Im luvseitigen und leeseitigen Umlauf hat die Profillehne ch jeweils einen positiven Anstellwinkel α gegenüber einer aus der Windgeschwindigkeit w_s und der Umlaufgeschwindigkeit r_s , sowie der Fahrtgeschwindigkeit d_s des Schiffs 1 resultierenden Anströmung r_i . Wie unten rechts im schematischen Querschnitt eines variablen, dreiteiligen, hydrodynamisch wirksamen Flügelprofils 30' gezeigt, sind für die hydrodynamische Stabilisierung steuer- und backbordseitig einander gegenüberliegende, ausfahrbaren Außenbordflügel 5, 5' vorgesehen, die dazu ausgebildet sind einer Krängung des Schiffs 1 entgegenwirken. Das in das mittlere Flügelsegment 32' des hydrodynamisch wirksamen Flügelprofils 30' integrierte, elektrisch angetriebene Verstellgetriebe 46' dreht das Nasensegment 31' und das Hinterkantensegment 33' synchron und wandelt das in einer Grundstellung symmetrische Flügelprofil 30' in ein asymmetrisches Flügelprofil 30', sodass im Segelbetrieb der Windturbinen w_1, w_2 , wie in den Fig. 14, 17 und 18 gezeigt, an dem Gewichtszentrum c_g , einem aus dem Betrieb der Windturbinen w_1, w_2 resultierenden Drehmoment t_o , ein mit einem von den Außenbordflügeln 5, 5' bewirkten Drehmoment t_o' mit entgegengesetzter Drehrichtung ein Drehmomentausgleich herstellbar ist. Zusätzlich wird durch eine teilweise Verlagerung des Wasserballasts 6, 6' von der Steuerbord- auf die Backbordseite und von dem Vorschiff 14 auf das Achterschiff 15, oder jeweils umgekehrt, eine Nivellierung der durch die Längsmittel- und Querachse x, y aufgespannten Ebene erzielt. Die Teleskopachsen t der Teleskopmaste 4 sind mittels dieser kombinierten Niveauregulierung jeweils parallel zu der Hochachse z ausrichtbar, sodass das Auftriebszentrum c_b , das Gewichtszentrum c_g , und das Metazentrum des Schiffs 1 auf der Hochachse z im Wesentlichen senkrecht übereinander liegen. Das oberste Deck p_{15} ist als ein Hauptdeck 13 mit wasserdicht verschließbaren Luken ausgebildet, wobei im Fall einer Havarie die Schwimmfähigkeit des Schiffs 1 durch die Luftkammern c_1, c_2 und dem dazwischenliegenden, von jedem Deck p_1 - p_{14} aus zugänglichen Rettungsraum 20 für die

Passagiere und die Besatzung des Schiffs 1 sichergestellt wird. Dieser zentrale Rettungsraum 20 ist mit Schleusen von jedem Deck p1-p14 aus zugänglich und hat mit internen Sicherheitstreppe eine direkte Verbindung zu dem Hauptdeck 13. Der permanent einsetzbare Elektroantrieb 7 für Schiffsschrauben, der im Bereich des Achterschiffs 15 von vier drehbar mit dem Unterwasserschiff 10 verbundenen Motorgondeln für Motorgeneratoren gebildet wird, kann temporär durch die von den beiden Windturbinen w1,w2 gebildete Segelvorrichtung s3 ergänzt werden. Der aus dem Betrieb der Windturbinen w1,w2 gewonnene Strom wird entweder in Batteriespeichern mit einer Vielzahl von Akkumulator-Zellen gespeichert, oder für Elektrolyse zur Herstellung von speicherbarem Wasserstoff für einen Brennstoffzellenantrieb des Schiffs 1 genutzt, sodass eine weitgehende Unabhängigkeit des Antriebs- und Energiesystems von externen Energiequellen ermöglicht wird. Von besonderem Vorteil ist der Betrieb der Windturbinen während der Liegezeiten im Hafen, da das Schiff 1 sich hier selbst mit Strom versorgen kann.

Fig.20 zeigt das Kreuzfahrtschiff nach Fig.19 mit ausgefahrenen Windturbinen w1,w2 und ausgefahrenen Außenbordflügeln 5,5' der hydrodynamisch wirksamen Niveauregulierung in einem Querschnitt. Die Detailschnitte oben links und rechts zeigen die steuer- und backbordseitig einander gegenüberliegenden ausfahrbaren, oder ausschwenkbaren Außenbordflügel 5,5', die wie unten an dem Rumpf 2 gezeigt mit einem Kräftepaar aus Auftrieb l_f und Abtrieb l_f' an dem Gewichtszentrum c_g des Schiffs 1 ein Drehmoment t_o' bewirken, das an dem Gewichtszentrum c_g dem aus dem Betrieb der Windturbinen w1,w2 resultierenden Drehmoment t_o entgegenwirkt. Bei einer angenommenen Fahrtgeschwindigkeit v_s von 19 Knoten, beträgt das hydrodynamisch bewirkte Drehmoment an Gewichtszentrum c_g 142 Meganewtonmeter, während sich das aus dem Betrieb der Windturbinen w1,w2 resultierende Drehmoment auf 140 Meganewtonmeter beläuft. Die Außenbordflügel 5,5' haben ein variables dreiteiliges Flügelprofil 30' mit einem integrierten Verstellgetriebe 46' mit dem das Flügelprofil 30' von einem in der Grundstellung symmetrischen Flügelprofil in ein asymmetrisches Flügelprofil mit einem positiven Anstellwinkel α wandelbar ist. Das Drehmoment t_o , resultiert aus der an den Windturbinen w1,w2 wirkenden Querkraft r_{tf} während das Drehmoment t_o' mit entgegengesetzter Drehrichtung aus einem von den Außenbordflügeln 5,5' hydrodynamisch erzeugten Kräftepaar aus Auftrieb l_f und Abtrieb l_f' resultiert, sodass sich an dem Gewichtszentrum c_g des Kreuzfahrtschiffs die Momente t_o, t_o' gegenseitig

ausgleichen. Zusätzlich kann durch eine Verlagerung des Wasserballasts 6,6' von der Steuerbord- auf die Backbordseite und von dem Vorschiff 14 auf das Achterschiff 15, oder jeweils umgekehrt, zumindest teilweise eine Nivellierung der durch die Längsmittel- und Querachsen x,y aufgespannten Ebene erzielt werden, sodass die Teleskopachsen t der Teleskopmaste 4 parallel zur Hochachse z ausrichtbar sind, wobei das Auftriebszentrum cb , das Gewichtszentrum cg , und das Metazentrum des Schiffs 1 auf der Hochachse z senkrecht übereinander liegen. In Abhängigkeit von dem jeweiligen Fahrmanöver und von dem jeweiligen Beladungszustand des Schiffs 1 nehmen das Auftriebs-, das Gewicht-, und das Metazentrum auf der Hochachse z jeweils eine unterschiedliche Höhenlage ein. Bei einer Leerfahrt eines Frachtschiffs z.B. sorgt der Wasserballast dafür, dass das Auftriebszentrum cb innerhalb des Rumpfs 2 liegt. Im Fall des hier gezeigten Kreuzfahrtschiffs liegt das Auftriebszentrum cb auf Höhe des Schottendecks $q2$. Bevorzugt ist das oberste Deck $p15$ des Schiffs 1 als ein Hauptdeck 13 mit wasserdicht verschließbaren Luken ausgebildet, sodass ein Rettungssystem für das Schiff gebildet wird, bei dem im Fall einer Havarie die Schwimmfähigkeit des Schiffs 1 mit den Luftkammern $c1,c3$ für die Aufnahme der Segelvorrichtung $s3$ und mit dem zentralen Rettungsraum 20 für die Passagiere und die Besatzung gewährleistet wird. Der gestrichelt dargestellte zentrale Rettungsraum 20 ist mit Schleusen von jedem Deck $p1-p15$ aus zugänglich und hat mit internen Rettungstreppen eine direkte Verbindung zu dem Hauptdeck 13. Längs und quer angeordnete Schottwände b,b' im Bereich der Außenbordwände des Unterwasserschiffs 10 bilden Längs und Querschotts für den Wasserballast 6,6', wobei die quer verlaufenden Schottwände b' mit den Schottwänden b der Luftkammern verbunden sind, sodass zwischen den einzelnen Räumen der Decks sieben Brandschotte gebildet werden. Die Luftkammern $c1-c3$ sind in einer Reihe 17 koaxial zu der Längsachse x des Schiffs 1 angeordnet.

Fig. 21 zeigt ein mehrteiliges Flügelprofil 30, das für die in den Figuren 19 und 20 dargestellten Windturbinen $w1,w2$ ausgebildet ist. In drei schematischen Querschnitten ist ein mehrteiliges Flügelprofil 30 dargestellt, bei dem jeweils an ein mittleres, von einem Hohlkastenprofil gebildetes tragendes Flügelsegment 32 ein zweiteilig ausgebildetes Nasensegment 31 und ein vierteilig ausgebildetes Hinterkantensegment 33 angelenkt sind. In das mittlere Flügelsegment 32 ist ein Elektroantrieb 9 für ein Getriebe 46 integriert, dass mittels eines nicht näher bezeichneten Gestänges dazu ausgebildet ist das zweiteilige Nasensegment 31 und das vierteilige

Hinterkantensegment 33 zu verstellen. Die mehrgliedrige Ausbildung des Nasen- und des Hinterkantensegments 30,33 ermöglicht jeweils einen positiven Anstellwinkel α von bis zu 15 Grad der Profilverse ch' , gegenüber der in Blattmitte dargestellten, tangential zu der Umlaufbahn ausgerichteten Profilverse ch . Zwischen den einzelnen Gliedern des Nasensegments 31 und des Hinterkantensegments 33 sind jeweils scharnierartige Gelenke ausgebildet. Die einzelnen Glieder des mehrgliedrigen Flügelprofils 30 sind durch Überblattungsstöße luftdicht untereinander verbunden, sodass unerwünschte Strömungen im Blattinneren unterbleiben.

Fig.22 zeigt die Umlaufbahn des in Fig.21 dargestellten mehrteiligen Flügelprofils 30. Im luvseitigen Umlauf weist das asymmetrische Flügelprofil 30 eine zur Innenseite der Umlaufbahn orientierte Saugseite und im leeseitigen Umlauf eine zur Außenseite der Umlaufbahn orientierte Saugseite auf. Wie auch in Fig.23 bis Fig.25 gezeigt konvertieren, unabhängig davon aus welcher Richtung der Wind weht, die Rotorblätter der Windturbinen $w1, w2$ die kinetische Energie des Winds in Strom, welcher in bordeigenen Batteriespeichern gespeichert wird und als Antriebsenergie für Flautephasen zur Verfügung steht. An dem senkrecht zu der resultierenden Anströmung ri ausrichtbaren Durchmesser 35,35' weist das mehrteilige, variable Flügelprofil 30 in einer Übergangsstellung zwischen der luv- und der leeseitigen Hälfte der Umlaufbahn jeweils ein symmetrisches Flügelprofil 30 auf, wobei die aus der Fahrt- und der Windgeschwindigkeit resultierende Anströmung ri im nautischen Sprachgebrauch als der wahre Wind bezeichnet wird.

Die Saugseite des variablen Flügelprofils 30 ist dabei im luvseitigen Umlauf zu Innenseite und im leeseitigen Umlauf zur Außenseite ausgerichtet. Im Unterschied dazu setzt sich die resultierende Anströmung ri' des Flügelprofils 30 in jeder Umlaufposition aus der Umlaufgeschwindigkeit rs und aus der resultierenden Anströmung ri zusammen und ist jeweils durch einen maßstäblichen Vektor dargestellt. Mit Ausnahme der an dem Durchmesser 35,35' gezeigten Fahnenstellung des mehrteiligen Flügelprofils 30' ist in jeder Umlaufposition eine tangentiale Antriebskraft tdf zu verzeichnen. Die Kraft des Windes ist auf diese Weise sehr effektiv in Rotationsenergie konvertierbar.

Fig. 23 zeigt das Kreuzfahrtschiff nach Fig. 19 und Fig.20 im Hafen liegend. Das Schiff 1 liegt im Wind, und der Wind trifft mit einer Windgeschwindigkeit ws in Richtung der Längsachse x auf die Windturbinen $w1, w2$. Die resultierende Anströmung ri' des

Flügelprofils 30 kann das fünffache der Windgeschwindigkeit w_s betragen und setzt sich aus der Windgeschwindigkeit w_s und der der Umlaufgeschwindigkeit r_s des Rotors einer Windturbine w_1, w_2 zusammen, sodass die vier Rotorblättern der Windturbinen w_1, w_2 eine hohe Auftriebskraft l_f und eine daraus ableitbare große tangentielle Antriebskraft t_{df} bewirken. Unter diesen Bedingungen ist auch die resultierende Querkraft r_{tf} sehr hoch, sodass wie in Fig. 14 gezeigt mit dem Wasserballast 6,6' ein Drehmomentausgleich an der Hochachse z des Schiffs erreicht wird.

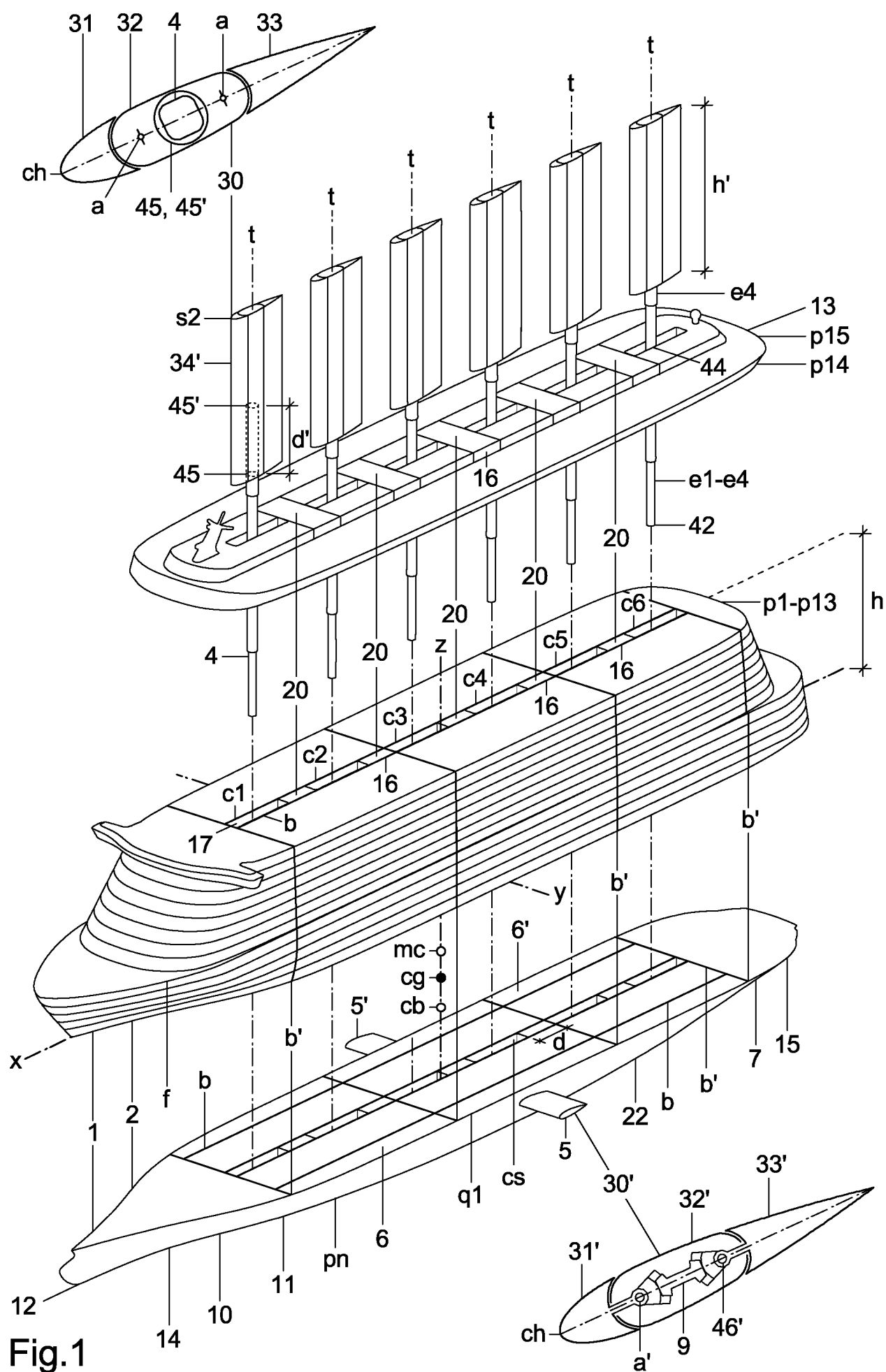
Fig. 24 zeigt die beiden Windturbinen w_1, w_2 des Schiffs 1 nach Fig. 19-22 im Segelbetrieb, bei raumem Wind. Aus der Fahrtgeschwindigkeit d_s und aus der Windgeschwindigkeit w_s setzt sich der wahre Wind, als resultierende Anströmung r_i zusammen. In jeder Stellung der vier Rotorblätter trifft die aus der Umlaufgeschwindigkeit r_s und der resultierende Anströmung r_i zusammengesetzte resultierende Anströmung r_i' mit einem positiven Anstellwinkel α auf das variable Flügelprofil 30 und bewirkt eine aus dem Auftrieb l_f des variablen Flügelprofils 30 abgeleitete, in Drehrichtung wirkende tangentielle Antriebskraft t_{df} und eine in Fahrtrichtung des Schiffs wirkende Schubkraft r_{th} . In diesem Fall kann wie in Fig. 20 gezeigt, mit Hilfe der Außenbordflügel 5,5' ein Drehmomentausgleich an dem Gewichtszentrum c_g des Schiffs 1 zwischen dem aus der hohen Querkraft r_{tf} resultierenden Drehmoment t_o , und dem von den Außenbordflügeln 5,5' bewirkten Drehmoment t_o' hergestellt werden. Während auf diesem Kurs der aus dem Betrieb der beiden Windturbinen w_1, w_2 resultierende Schub r_{th} eher gering ausfällt ist die von den Generatoren der Windturbinen erzeugte Leistung hoch und lädt die bordeigenen Batteriespeicher auf.

Fig.25 zeigt das Kreuzfahrtschiff nach Fig.19 und Fig.20 mit der Segelvorrichtung s_3 auf einem Kurs vor dem Wind. An dem senkrecht zu der resultierenden Anströmung r_i ausrichtbaren Durchmesser 34,34', weist das variable Flügelprofil 30 in einer Übergangsstellung zwischen der luv- und der leeseitigen Hälfte der Umlaufbahn jeweils ein symmetrisches Flügelprofil auf, wobei der aus der Fahrtgeschwindigkeit d_s des Schiffs 1 und aus der Windgeschwindigkeit w_s resultierende wahre Wind im Rahmen der Erfindung als resultierende Anströmung r_i bezeichnet wird. Die Saugseite des variablen Flügelprofils 30 ist dabei im luvseitigen Umlauf zu Innenseite und im leeseitigen Umlauf zur Außenseite ausgerichtet. Im Unterschied dazu setzt sich die

resultierende Anströmung ri' des Flügelprofils 30 in jeder Umlaufposition aus der Umlaufgeschwindigkeit rs und aus der resultierenden Anströmung ri zusammen und ist jeweils durch einen maßstäblichen Vektor dargestellt. Die Windturbinen $w1, w2$ erzeugen an jedem der jeweils vier Rotorblätter mit dem dreiteiligen, variablen Flügelprofil 30 Auftrieb lf , aus dem eine hohe Schubkraft rth sowie eine in Drehrichtung wirkende tangentielle Antriebskraft tdf resultiert. Auf dem Kurs vor dem Wind ist das Drehmoment to um die Querachse y des Schiffs 1 wirksam und kann, wie in Fig. 20 gezeigt, durch Verlagerung des Wasserballasts 6,6' von dem Vorschiff 14 auf das Achterschiff 15 kompensiert werden, sodass auch in diesem Fall das Auftriebs-, das Gewichts-, und das Metazentrum auf der Hochachse z vertikal übereinanderliegen. Unter diesen für die Energiegewinnung günstigen Bedingungen erzeugen die beiden Windturbinen $w1, w2$ Strom für die bordeigenen Batteriespeicher in die auch der im Generatorbetrieb der vier Podantriebe am Heck des Schiffs erzeugte Strom eingespeist wird, wobei die beiden Windturbinen $w1, w2$ mit einem Schub rth von 1500 kN dafür sorgen dass das Schiff langsame Fahrt macht.

Naturgemäß sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung vielfältige Abwandlungen und Modifikationen möglich.

Es können beispielsweise an einem Teil der Teleskopmasten Segel und an einem anderen Teil eine Windturbine vorgesehen sein, oder es können unterschiedliche Segeltypen an den Masten befestigt sein.



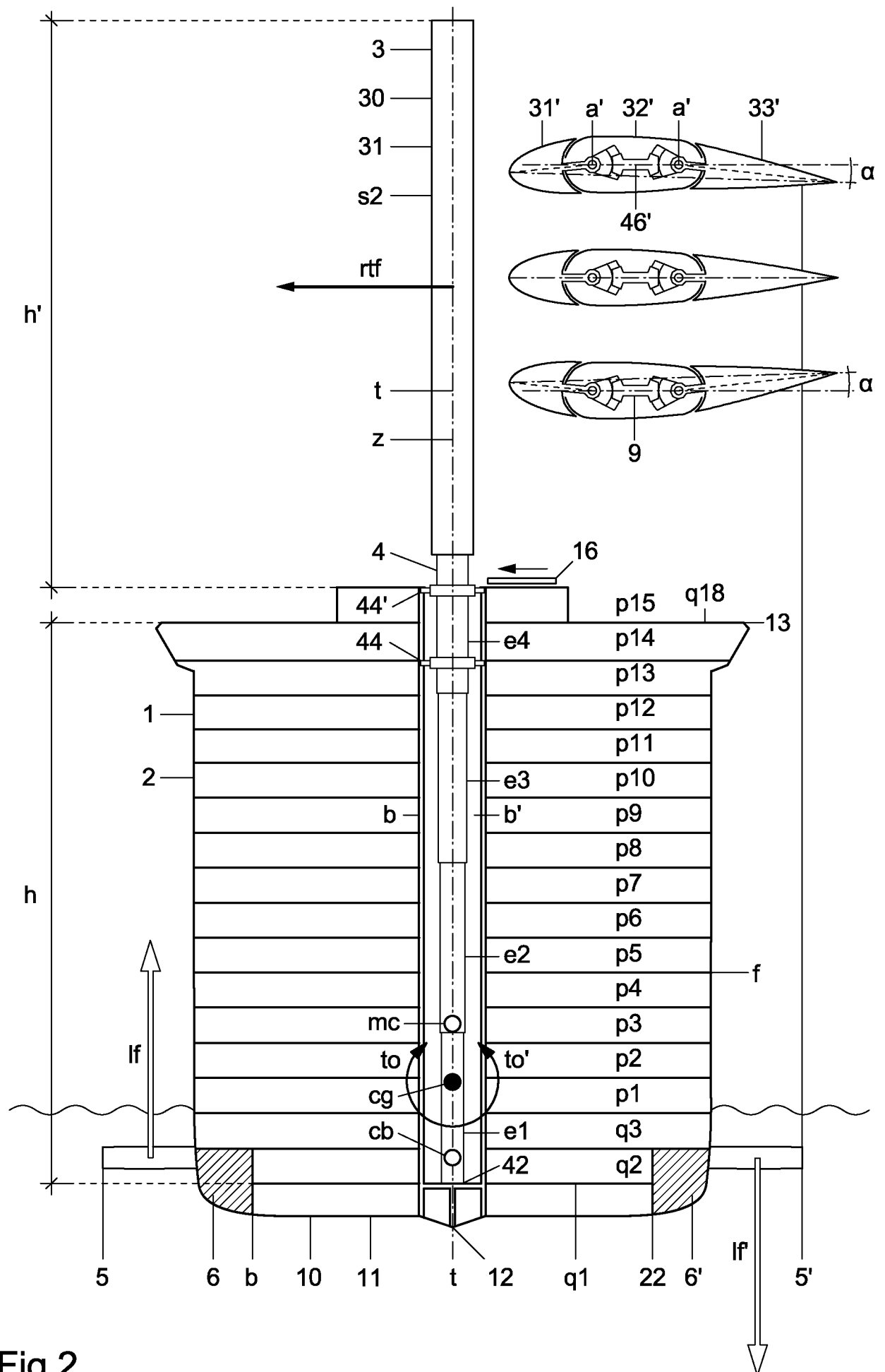


Fig.2

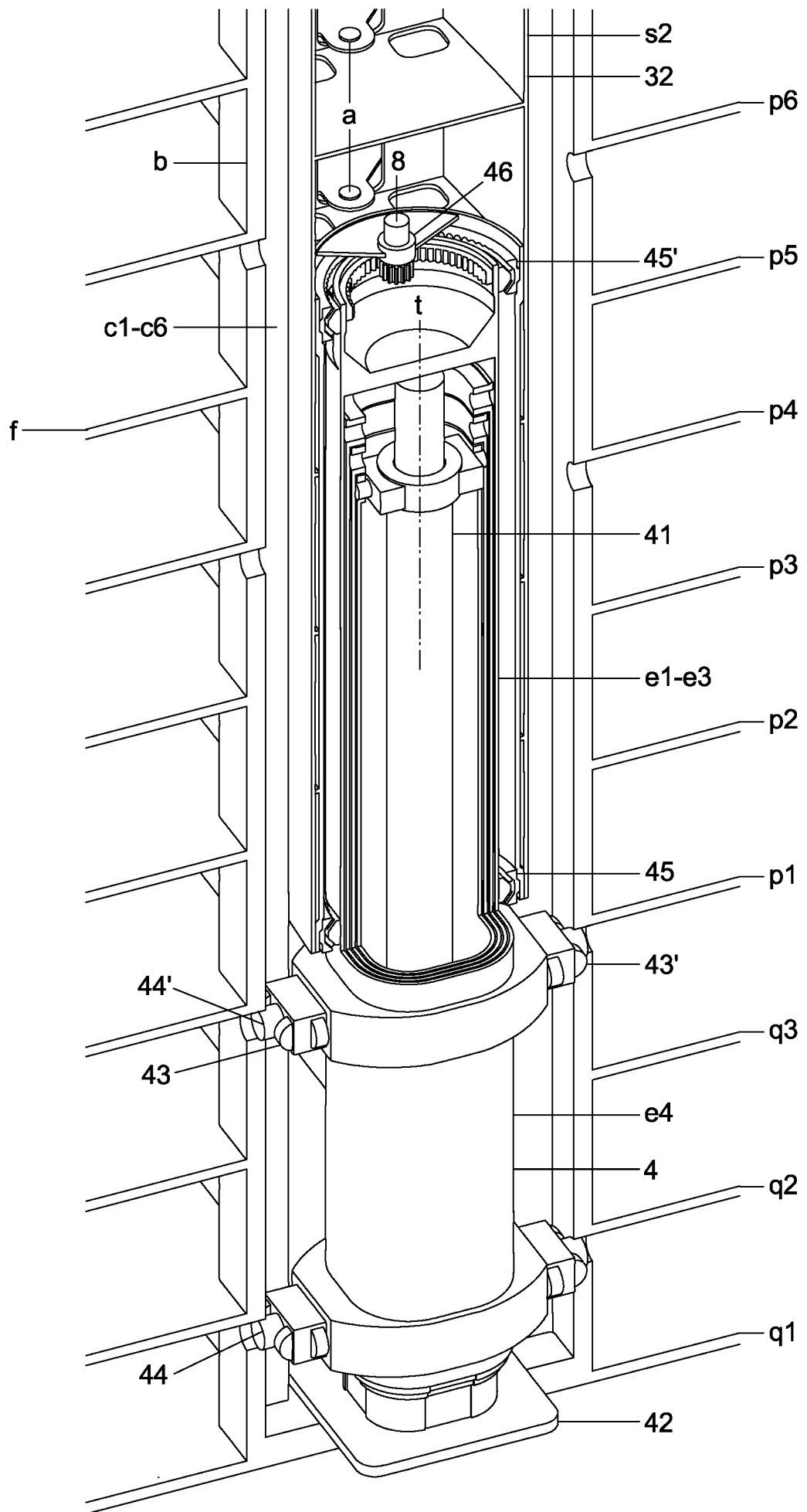


Fig.3

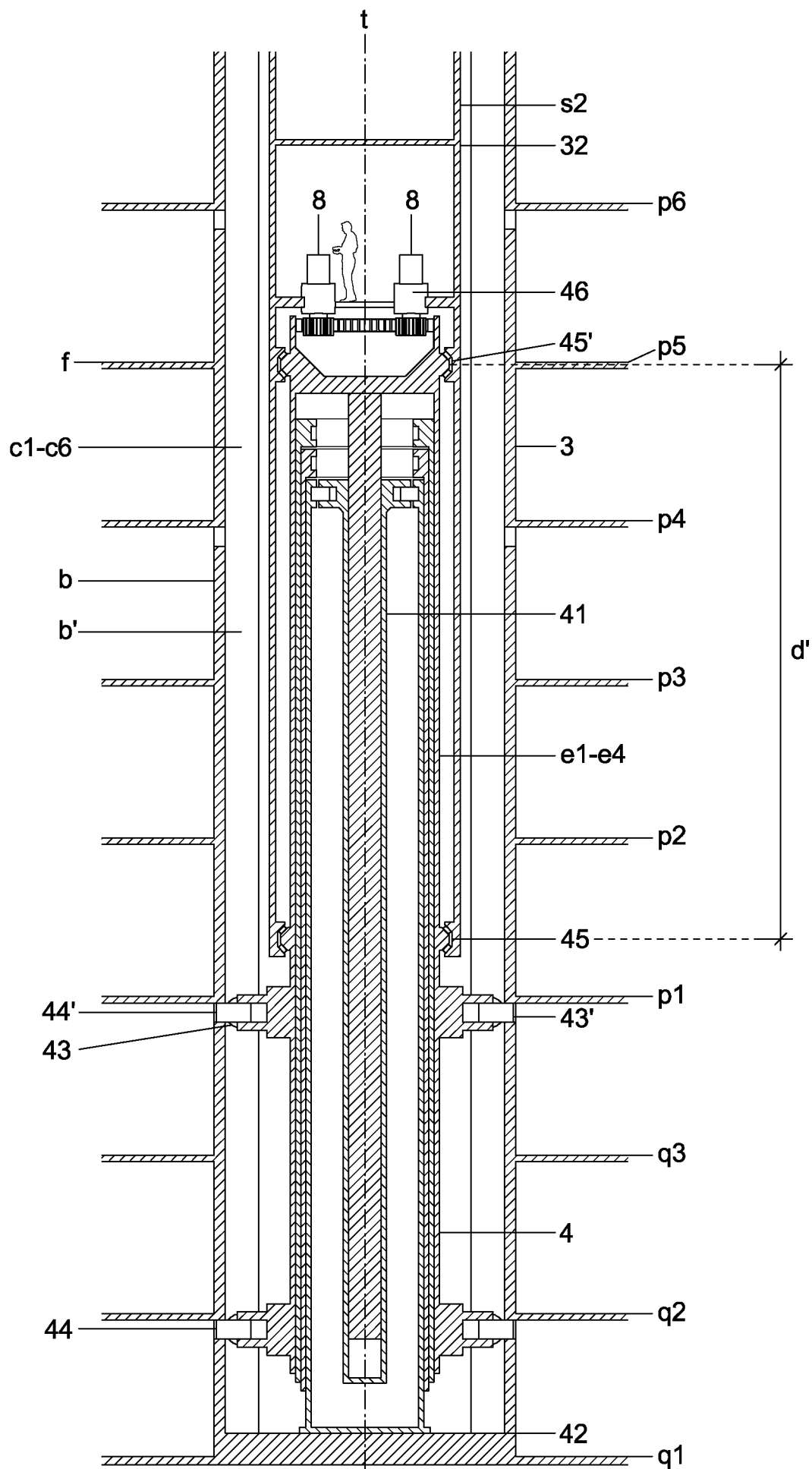


Fig.4

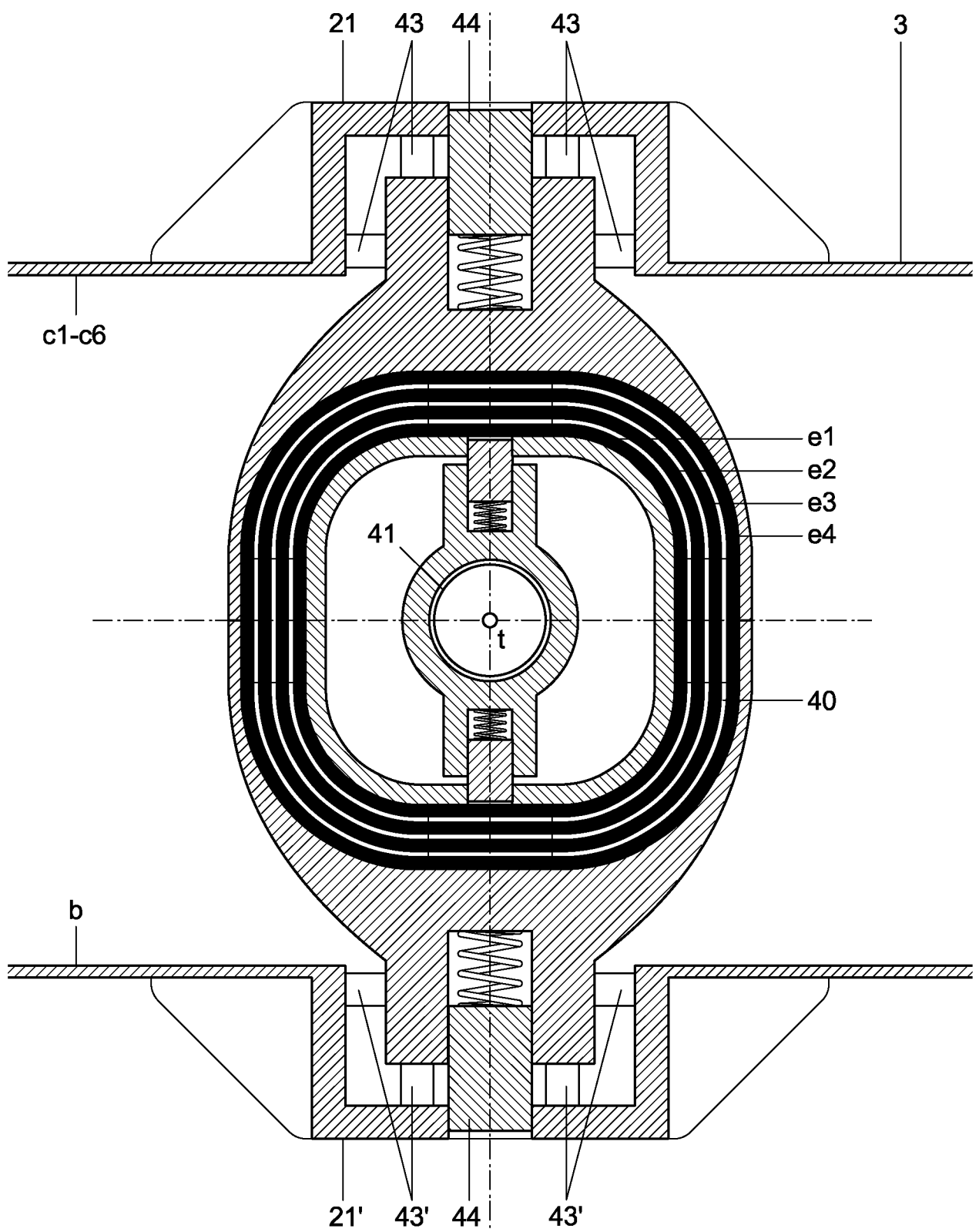


Fig.5

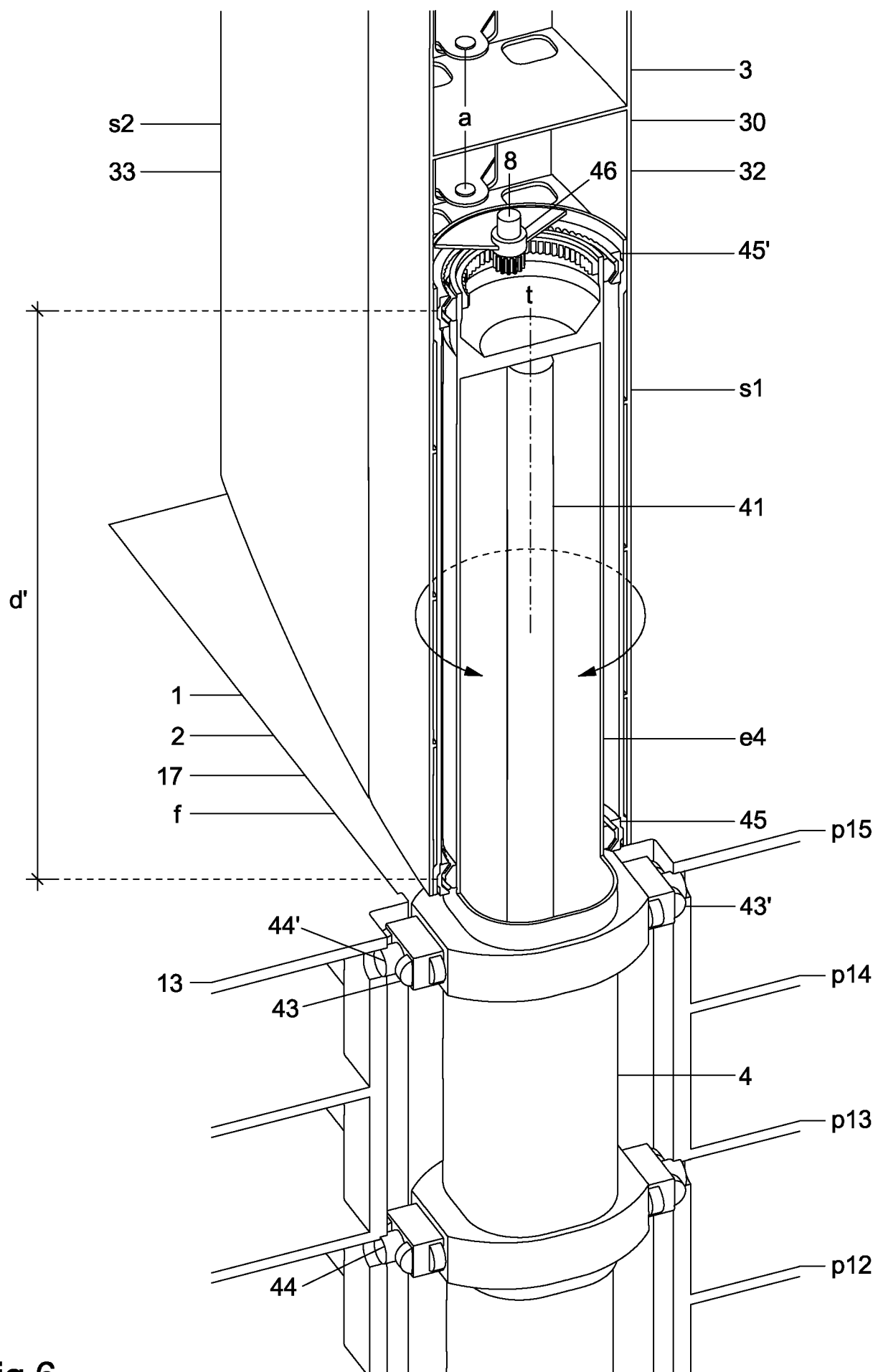


Fig.6

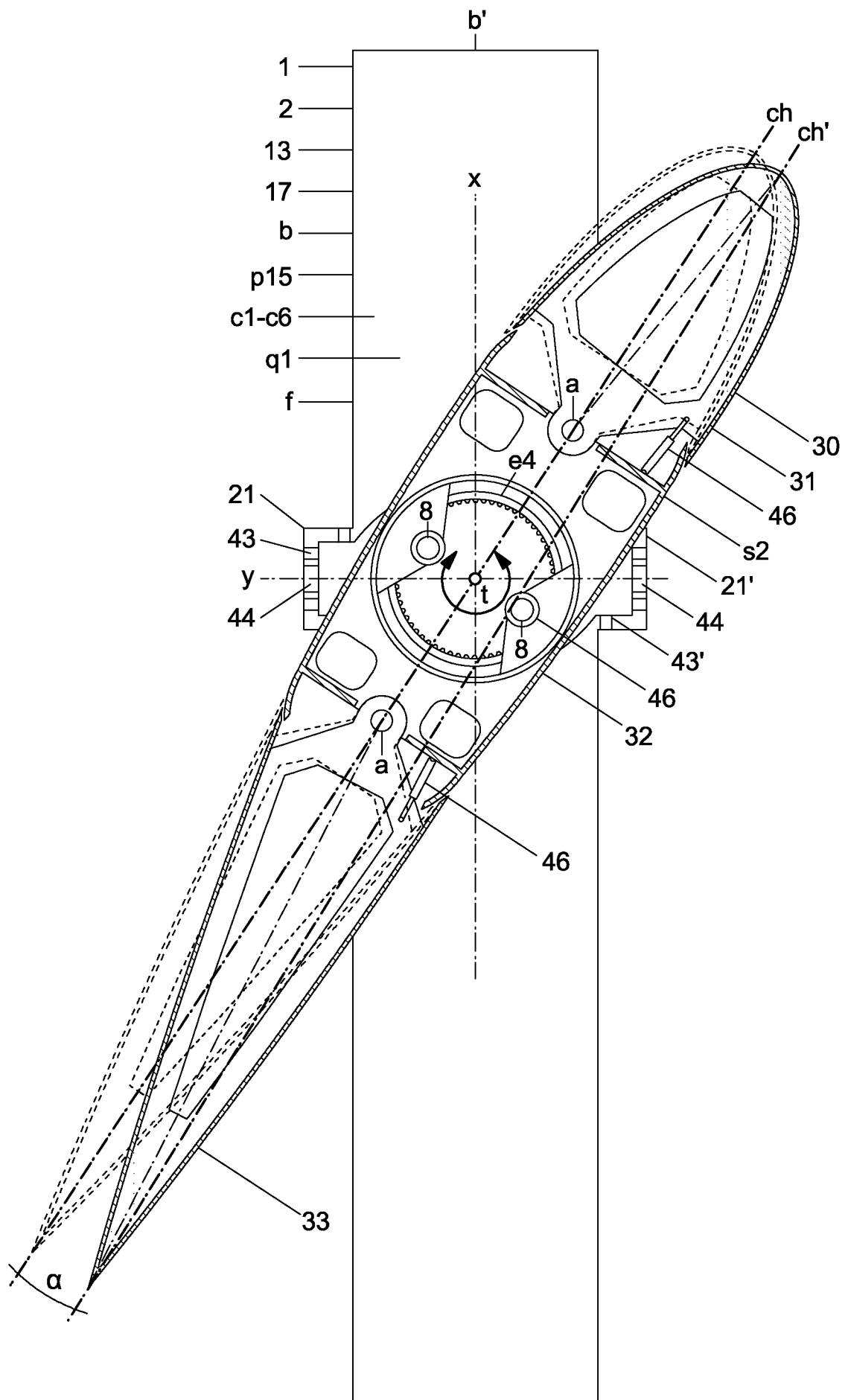


Fig.7

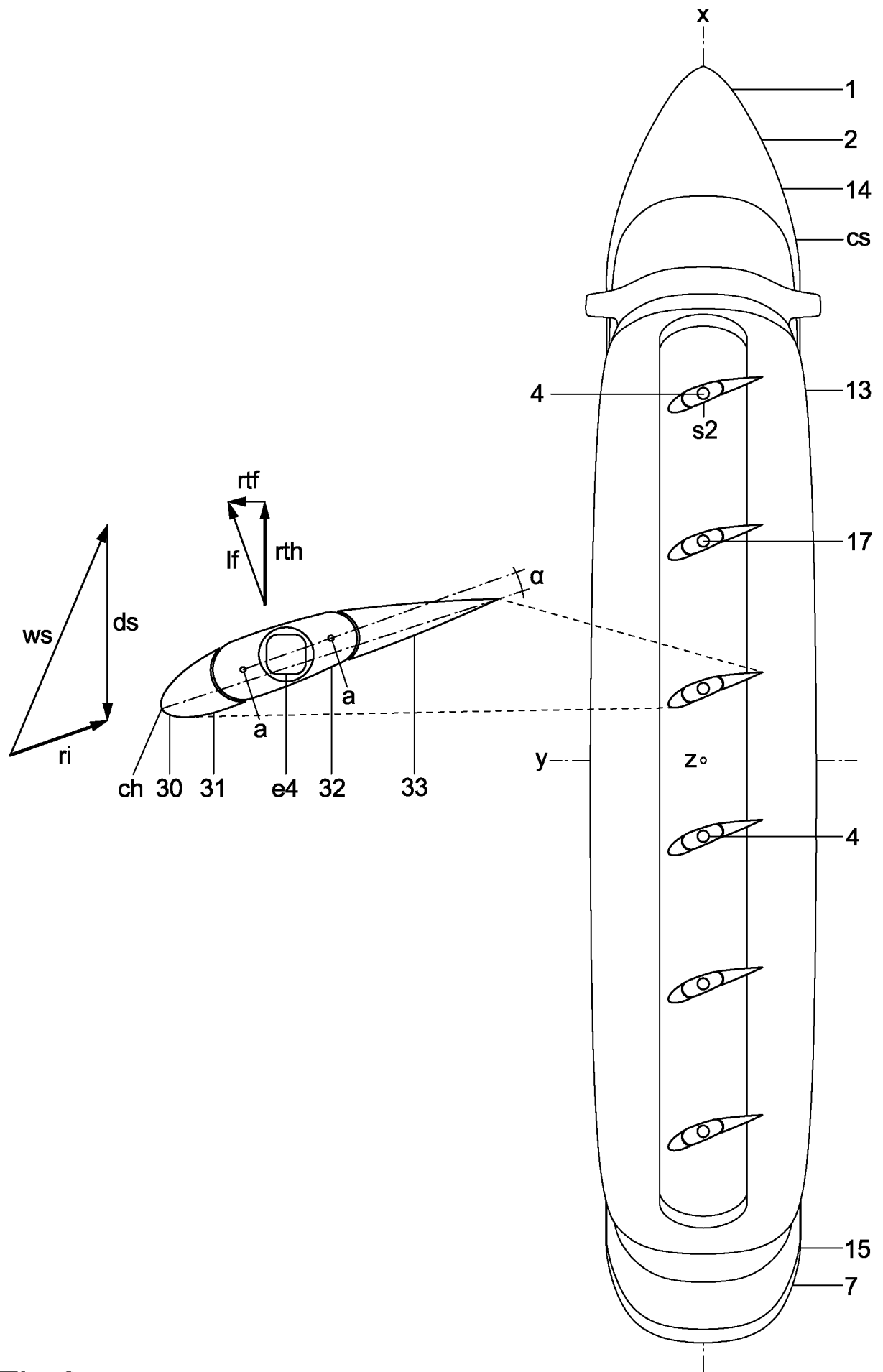


Fig.8

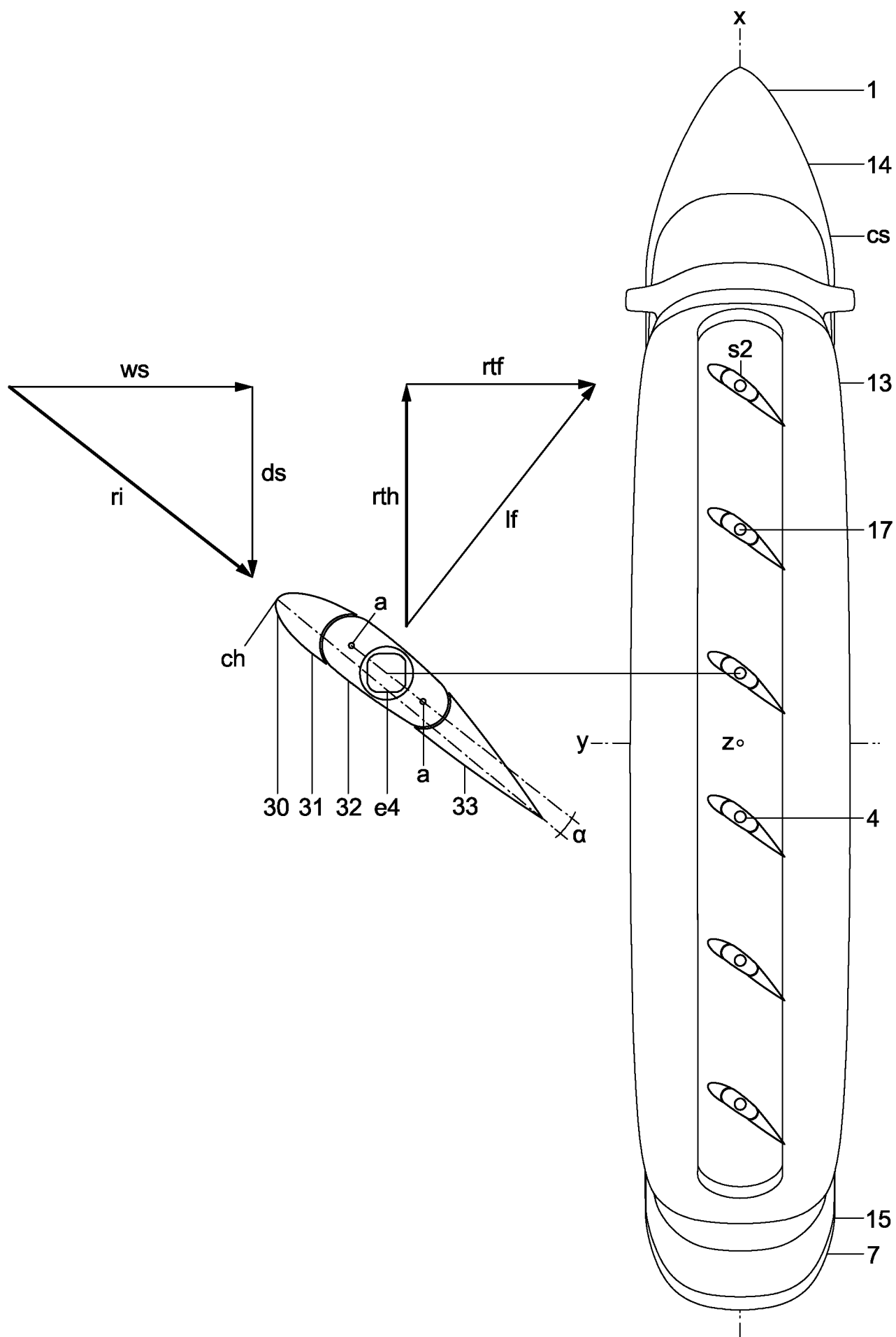


Fig.9

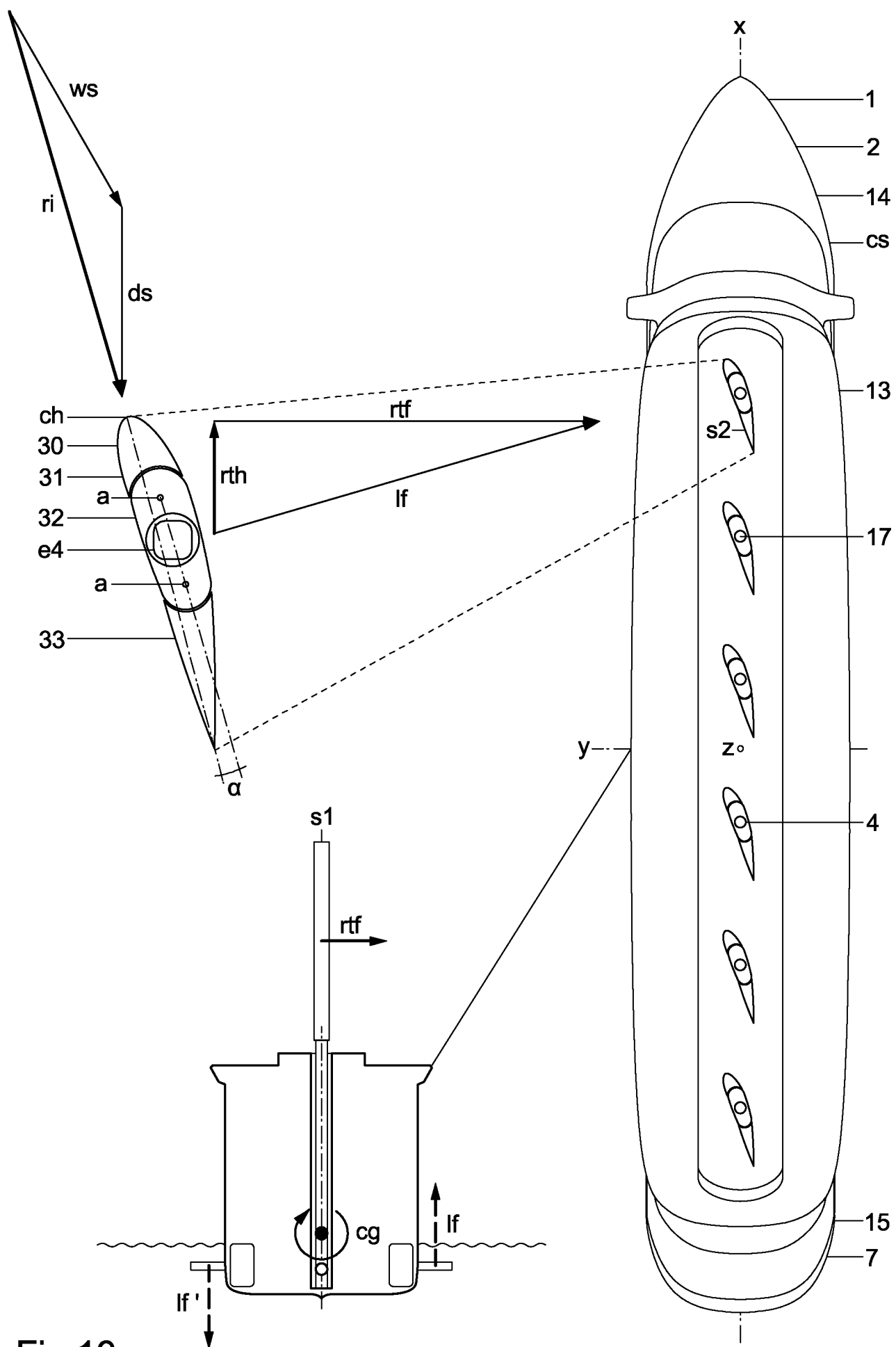


Fig.10

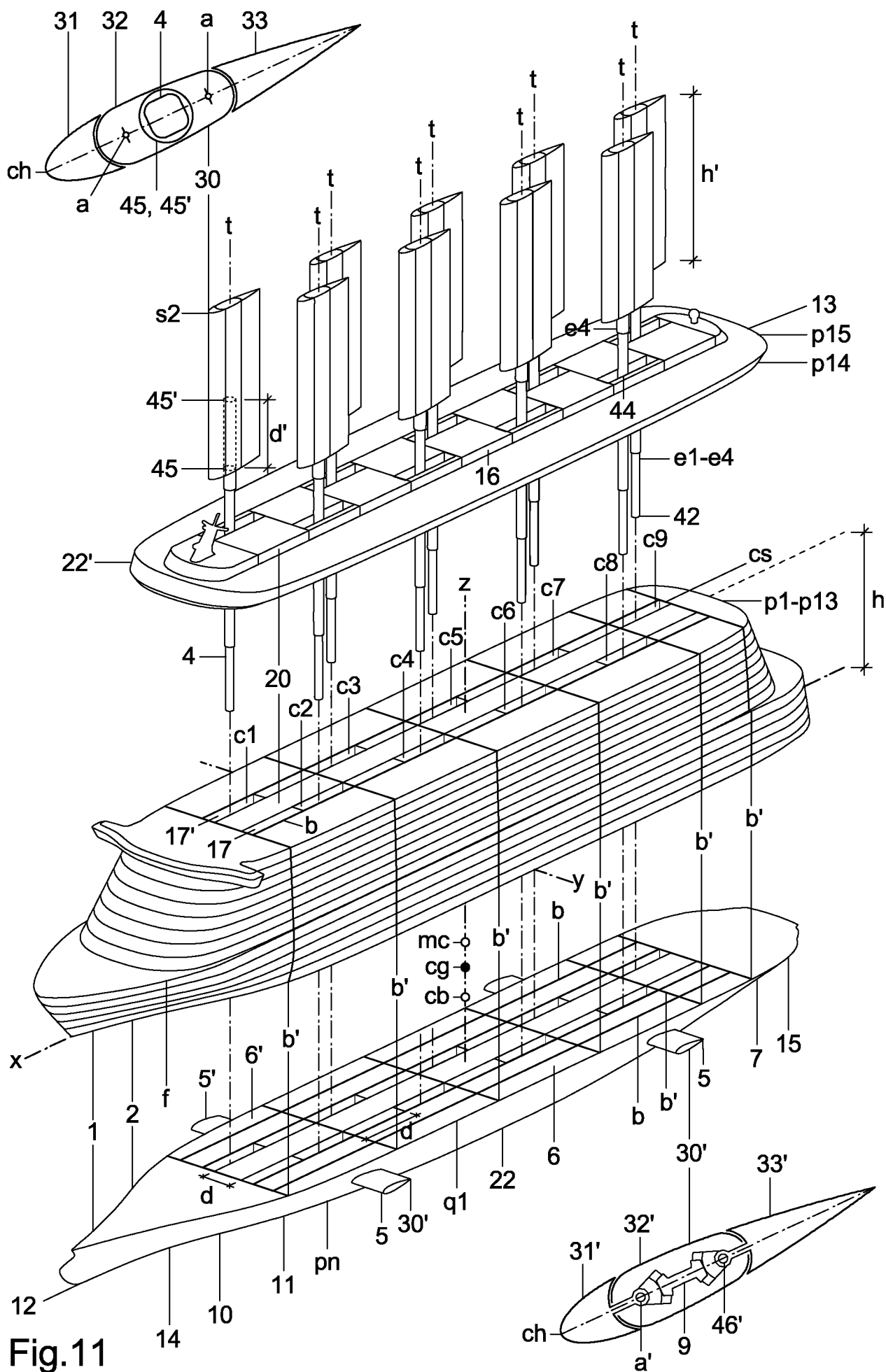


Fig.11

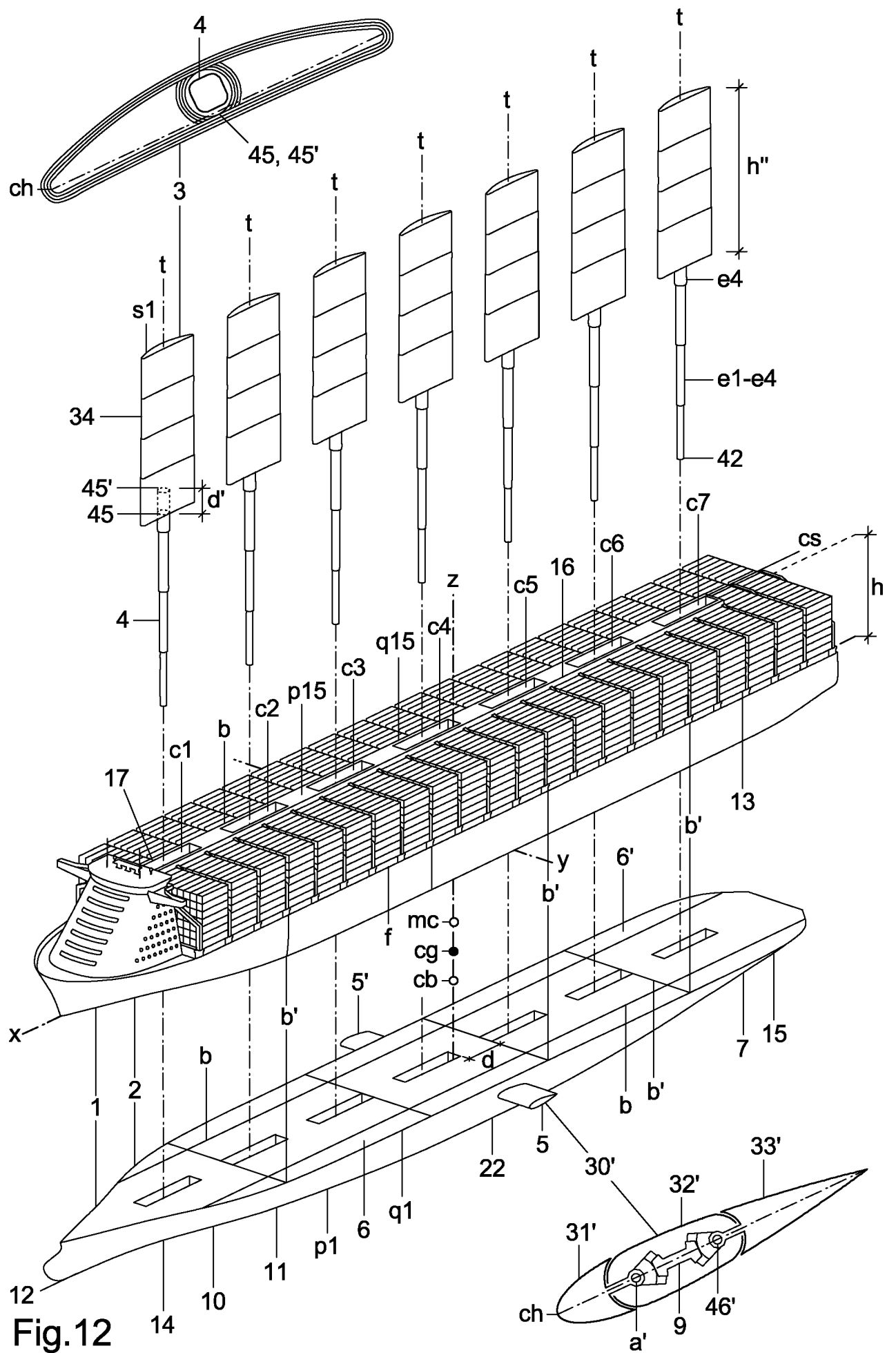


Fig.12

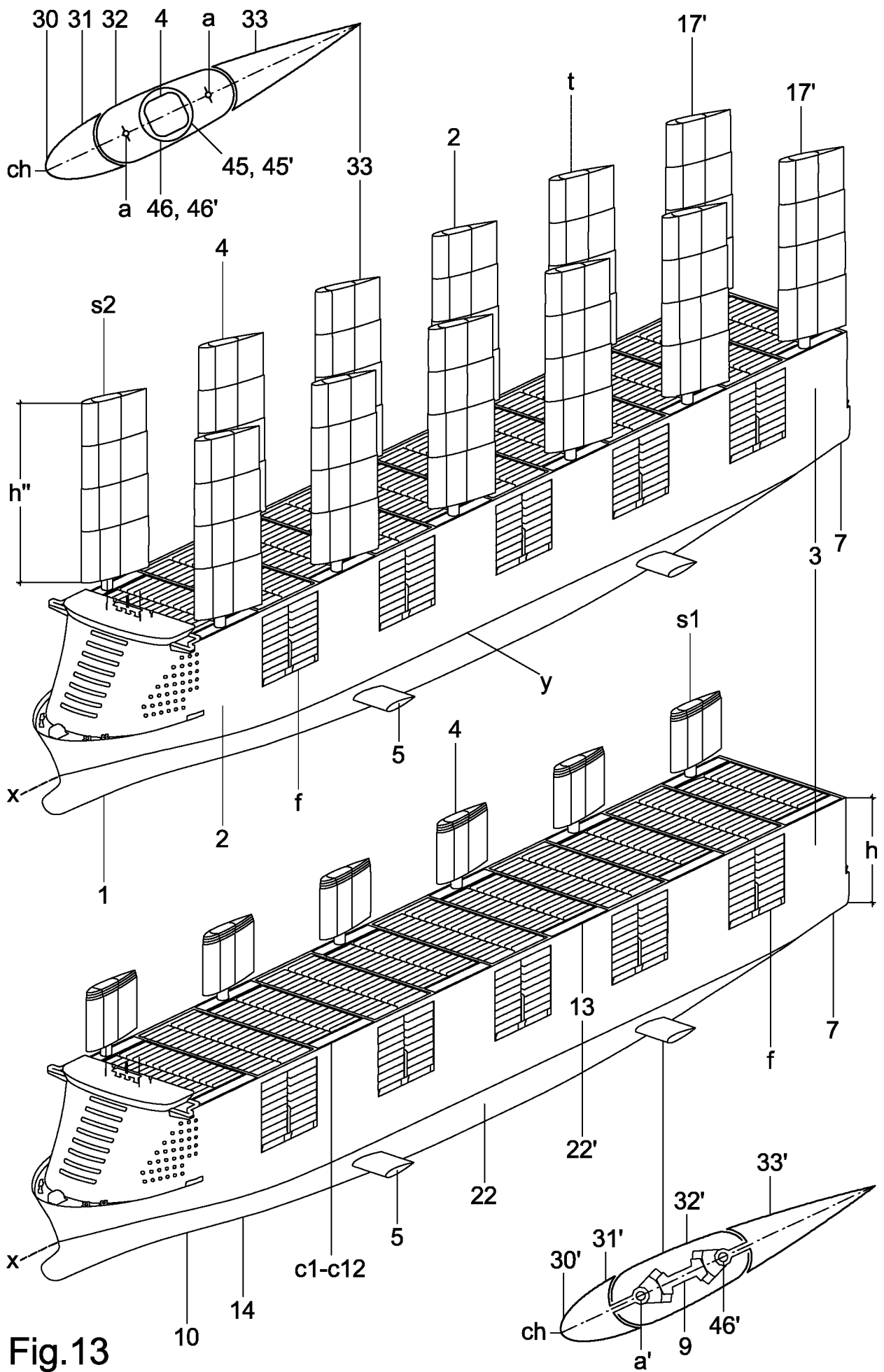


Fig.13

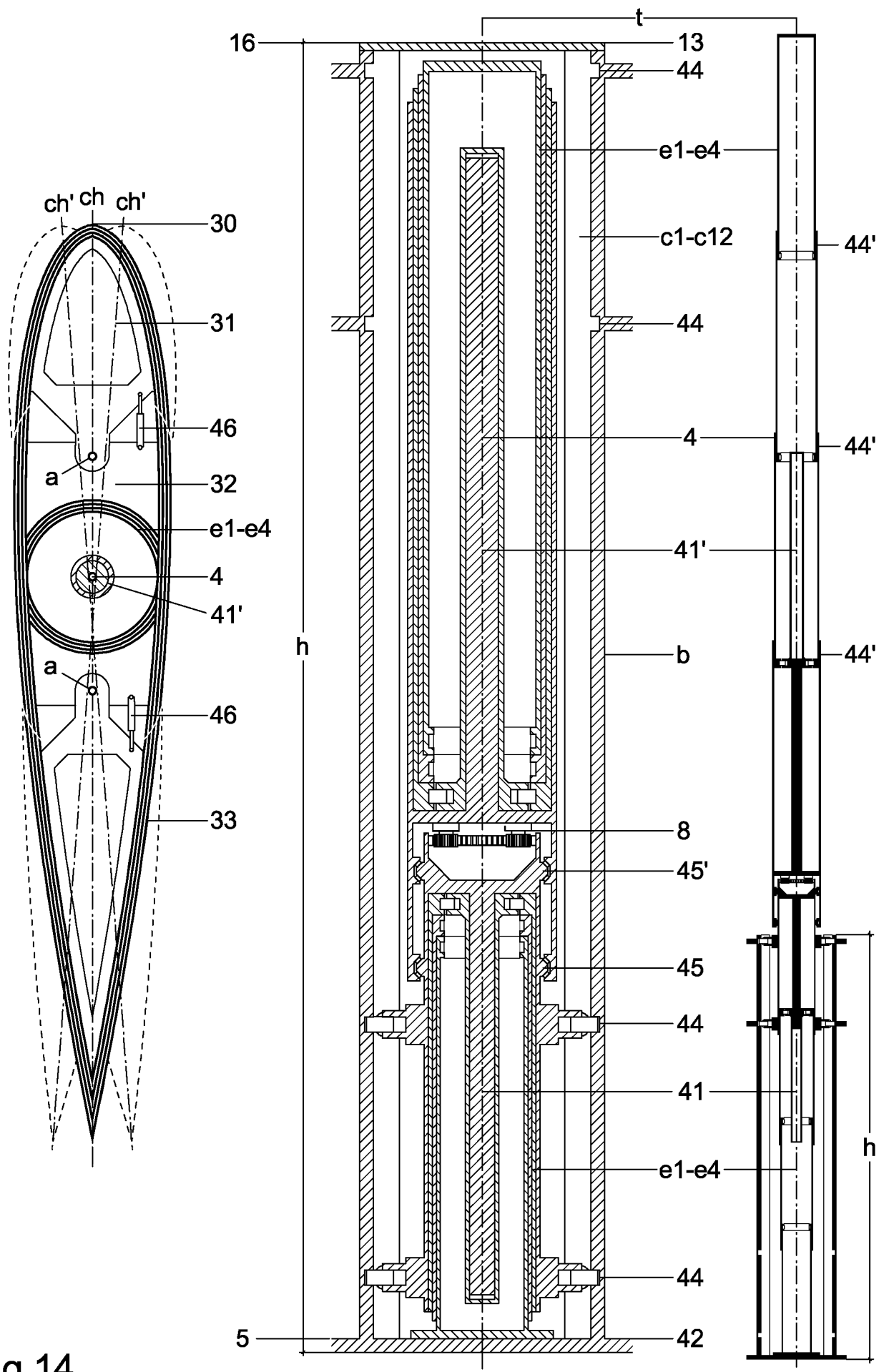


Fig.14

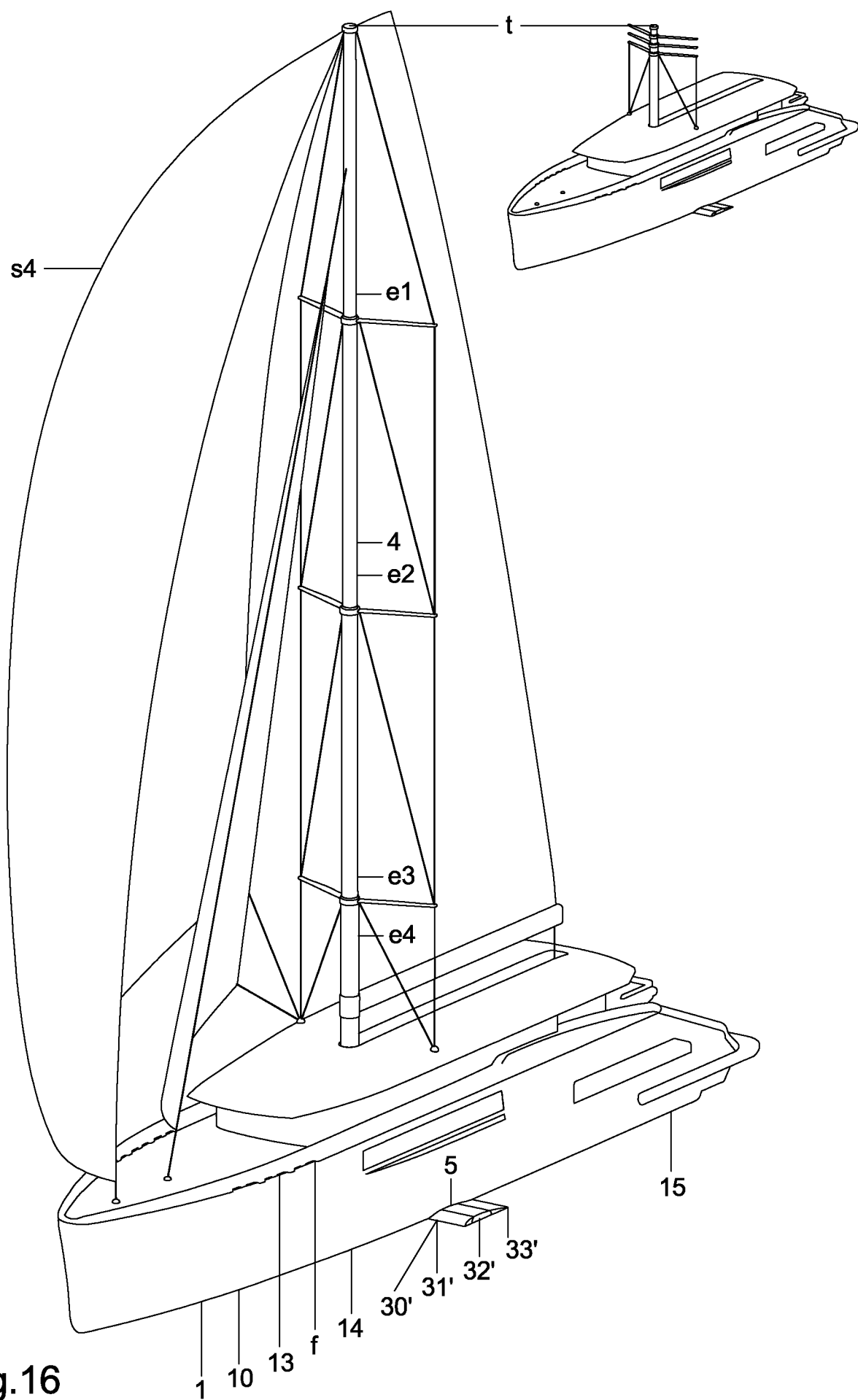


Fig.16

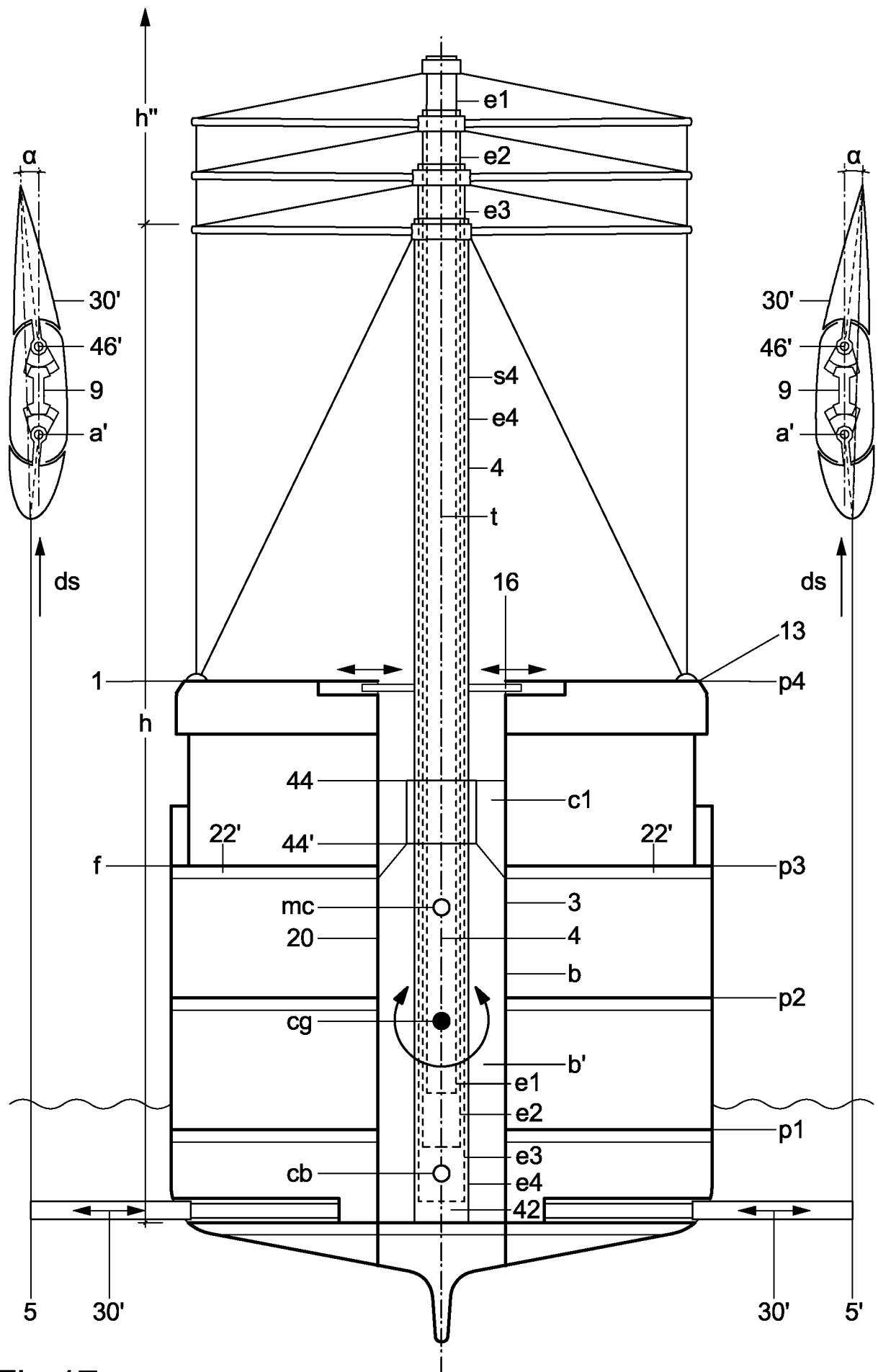
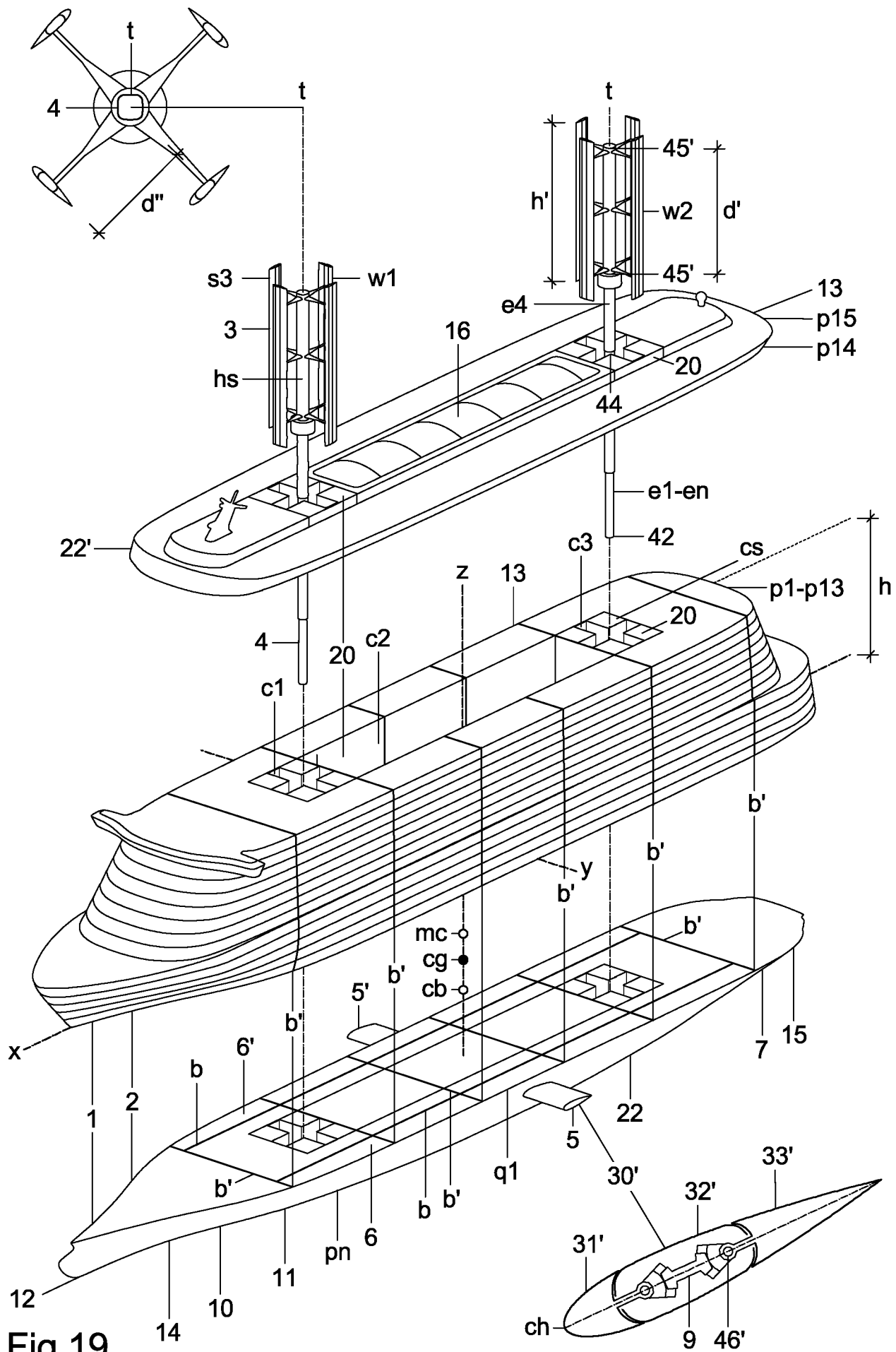


Fig.17





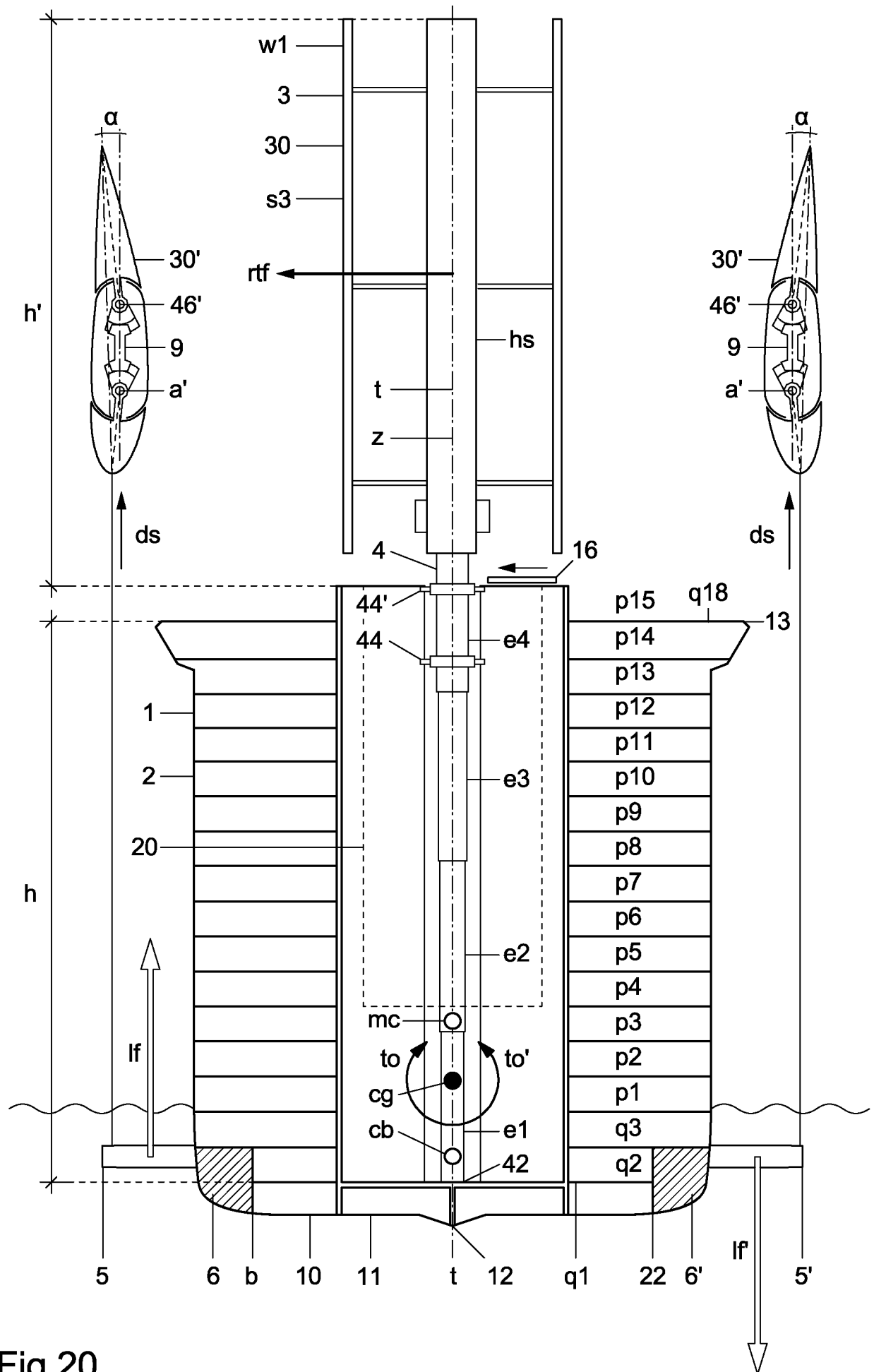


Fig.20

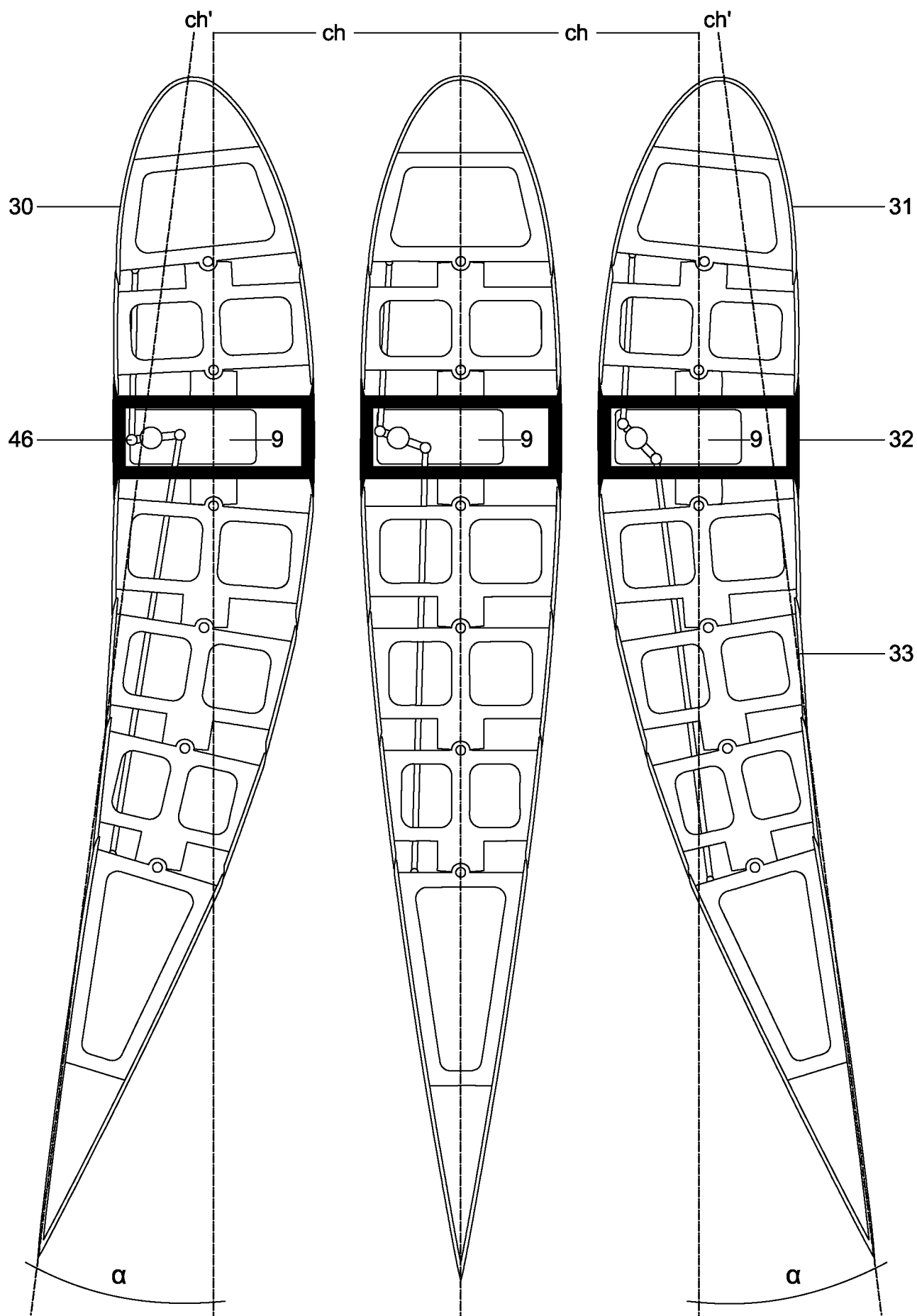


Fig.21

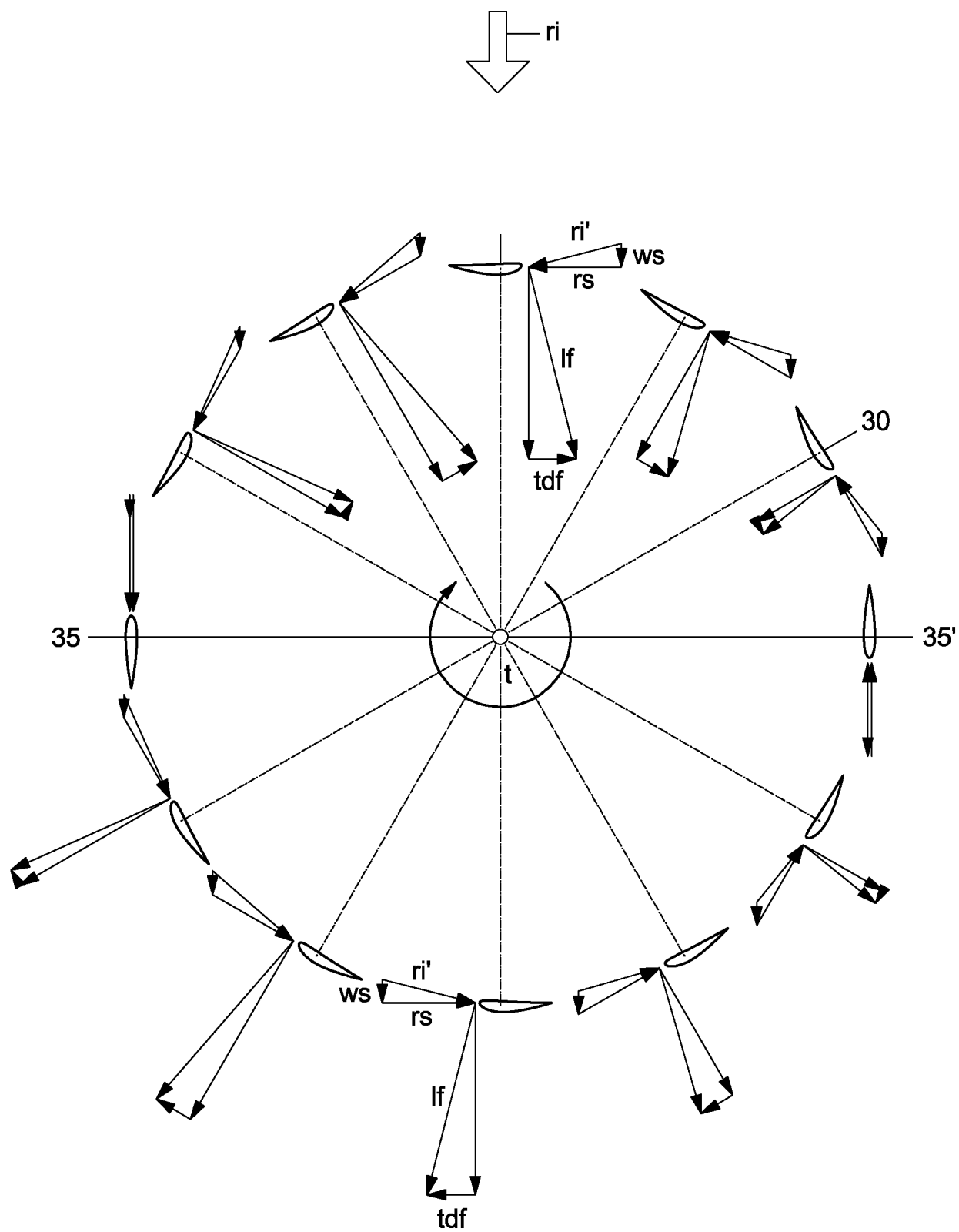


Fig.22

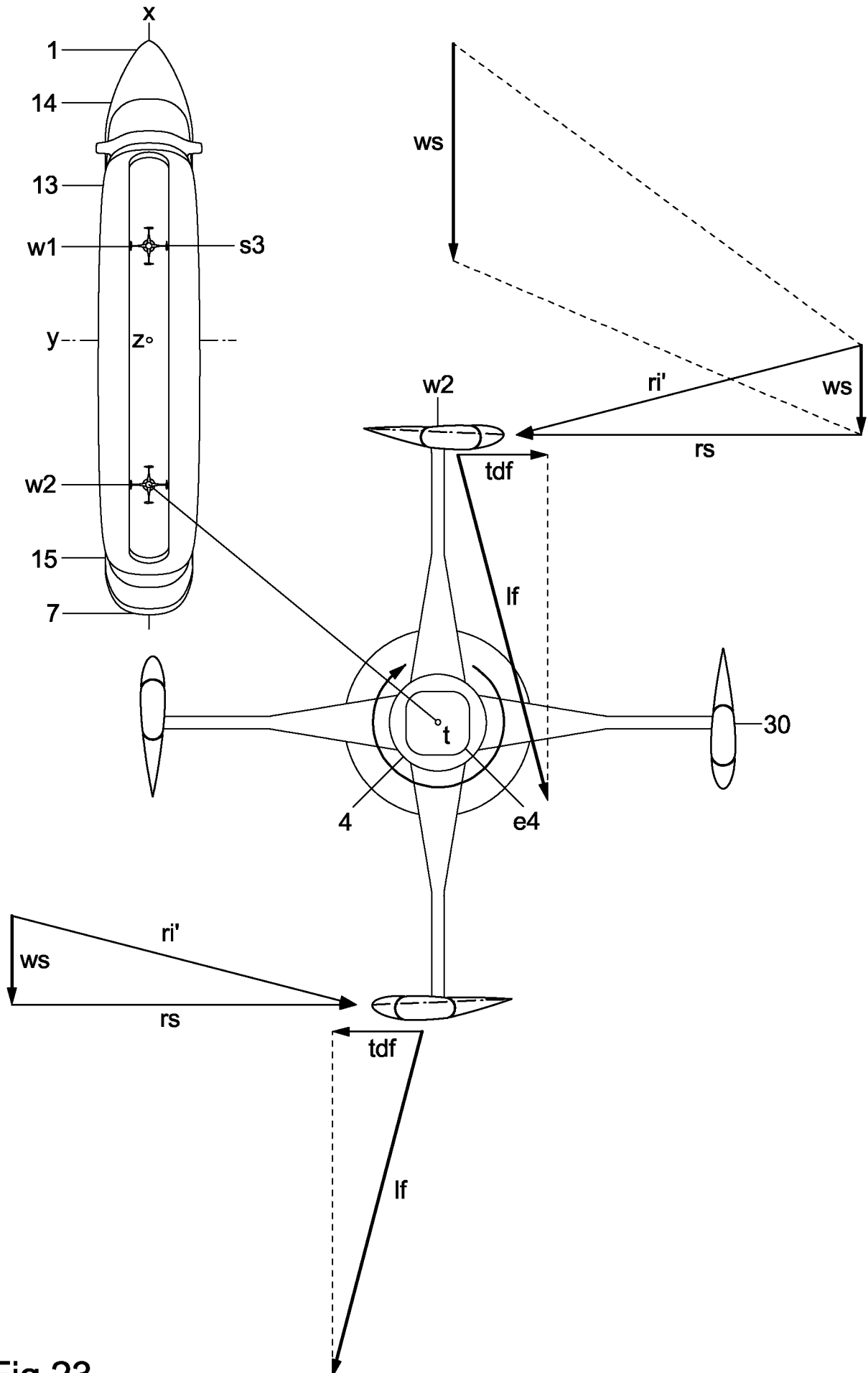


Fig.23

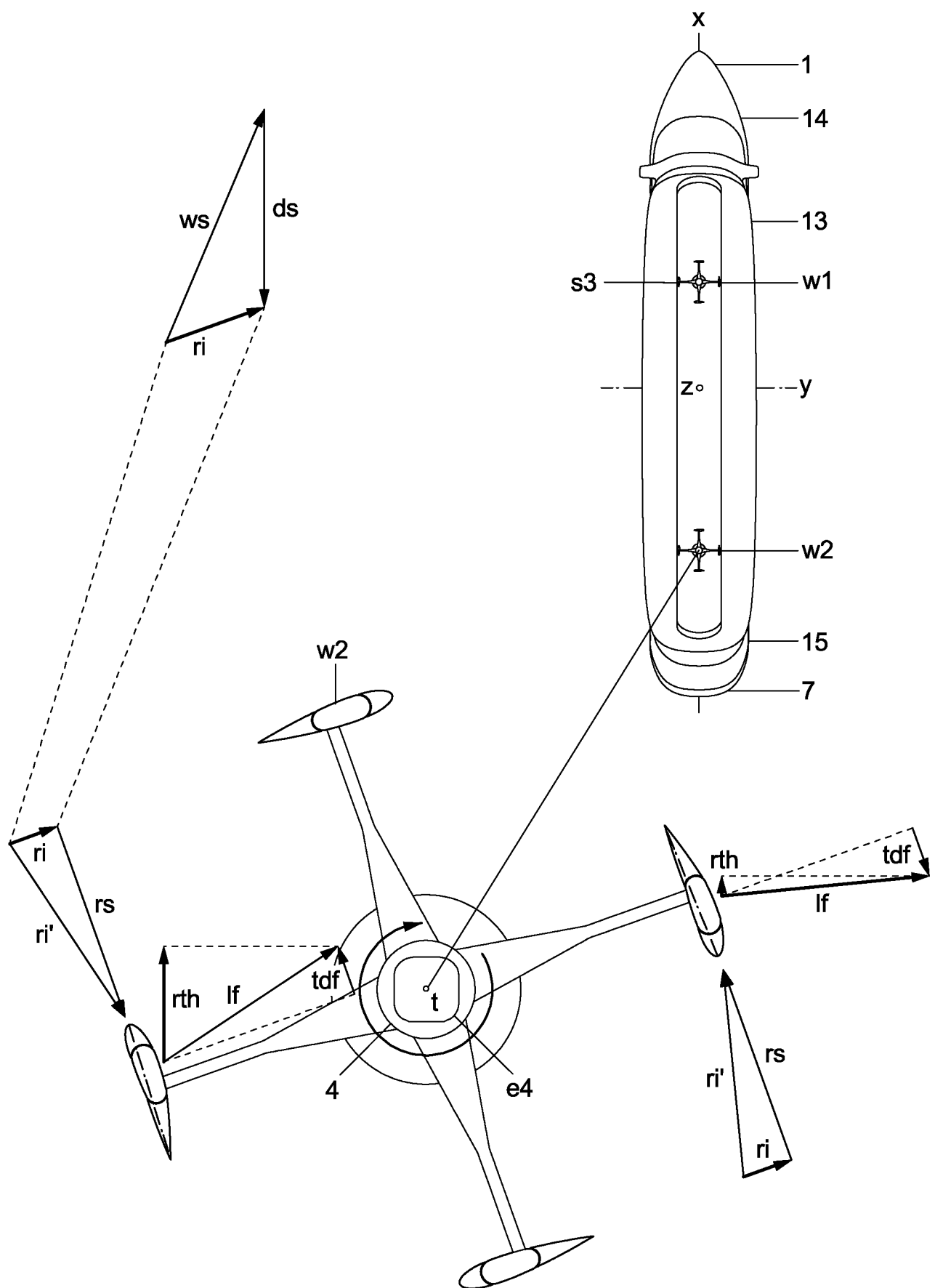


Fig.24

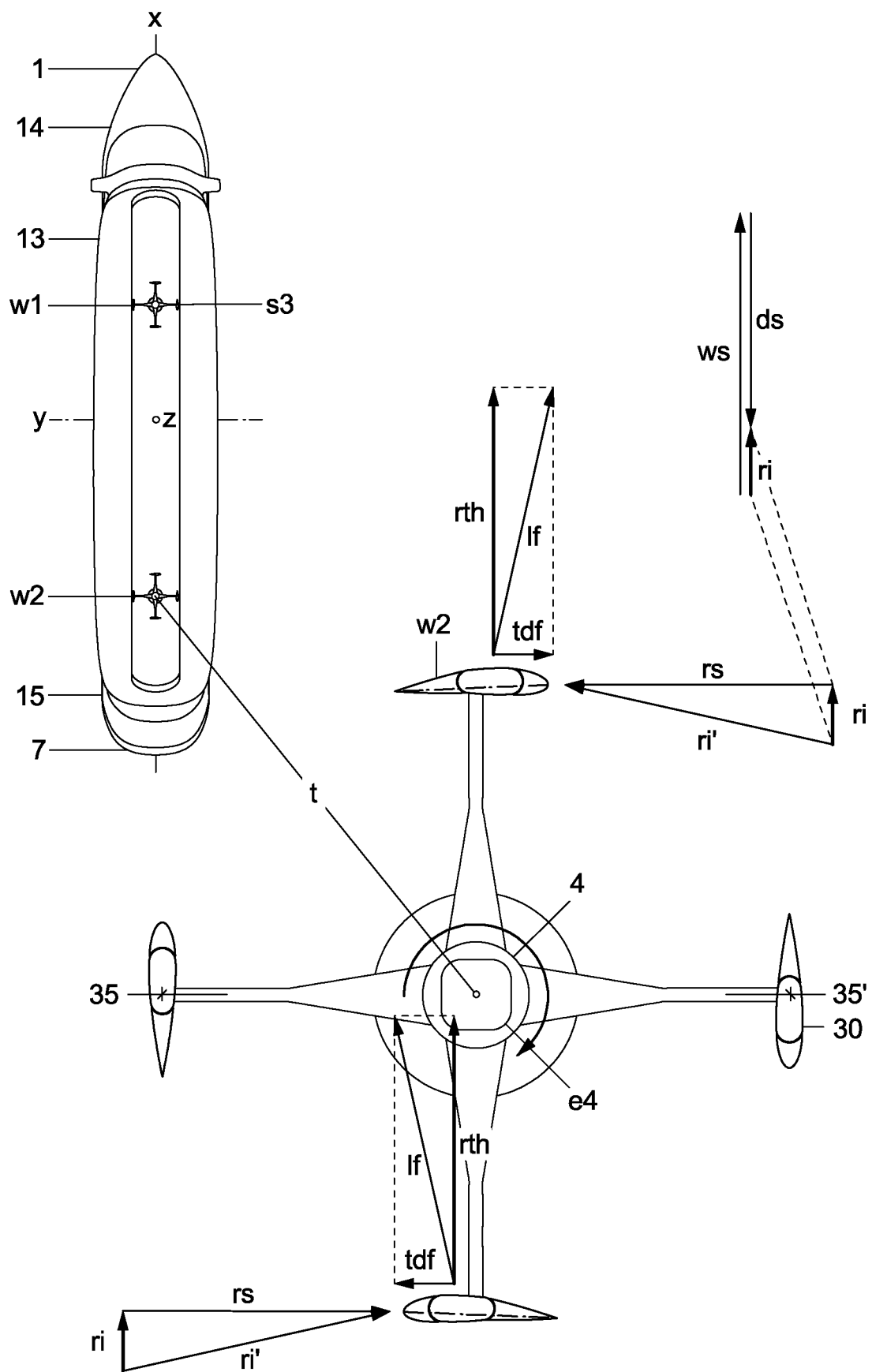


Fig.25