



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 18 675 A1 2004.11.18**

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 18 675.1**

(22) Anmeldetag: **24.04.2003**

(43) Offenlegungstag: **18.11.2004**

(51) Int Cl.7: **B66F 11/04**

(71) Anmelder:  
**Greifzug Hebezeugbau GmbH, 51469 Bergisch Gladbach, DE**

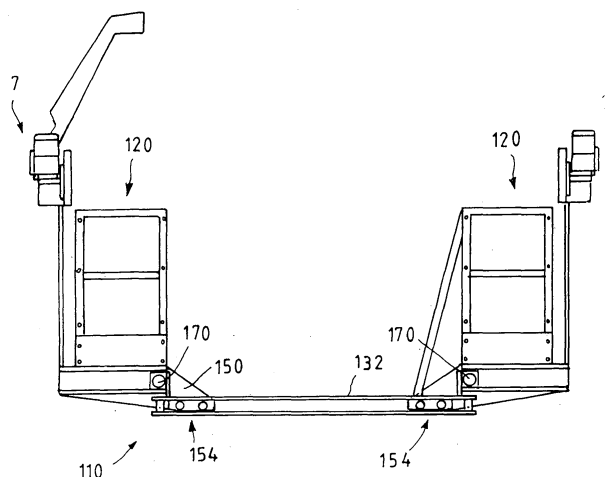
(74) Vertreter:  
**Buschhoff-Hennicke-Althaus, 50672 Köln**

(72) Erfinder:  
**Drothen, Siegmund, 51427 Bergisch Gladbach, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Hebebühne**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Hebebühne für Befahranlagen zur Wartung der Rotorblätter von Windkraftanlagen, mit mehreren Bühnenelementen, die um eine Öffnung 11 herum angeordnet sind, deren Abmessungen durch Bewegen wenigstens eines Bühnenelementes relativ zu den anderen Bühnenelementen an die Abmessungen des Rotorblattes anpaßbar sind. Die Hebebühne 110 ist mittels Seildurchlaufwinden 7 verfahrbar. Zwei einander gegenüberliegende Arbeitsbühnen 120 bilden die beweglichen Bühnenelemente, wobei die Arbeitsbühnen 120 parallel zueinander verschieblich mittels Führungsarmen 150, an denen voneinander beabstandete Rollenpaare 154 gelagert sind, an Querträgern 132 der Hebebühne 110 geführt sind und zur stufenlosen Abstandsverstellung ein hand- oder motorisch betätigter Stellantrieb vorgesehen ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Hebebühne für Befahranlagen zur Wartung der Rotorblätter von Windkraftanlagen, mit mehreren Bühnenelementen, die um eine Öffnung herum angeordnet sind, deren Abmessungen durch Bewegen wenigstens eines Bühnenelementes relativ zu den anderen Bühnenelementen an die Abmessungen des Rotorblattes anpaßbar ist.

### Stand der Technik

**[0002]** Windkraftanlagen können Turmhöhen von 30m und mehr erreichen. Die an den Rotoren der Windkraftanlagen befestigten Rotorblätter bestehen aus geeigneten Leichtbaumaterialien wie Faserverbundwerkstoffen, die zur einwandfreien und sicheren Funktion der Windkraftanlagen regelmäßig gewartet, insbesondere inspiziert, kontrolliert, gereinigt, ausgetauscht oder instandgesetzt werden müssen. Zur Befahrung der Rotorblätter der Windkraftanlagen sind bereits unterschiedliche Konstruktionen von Hebebühnen und Befahranlagen vorgeschlagen bzw. eingesetzt worden. Aus der DE 197 26 408 C1 ist beispielsweise eine Arbeitsbühne bekannt, die mittels geeigneter Führungsschienen an schräg gespannten Führungsseilen geführt ist. Die Arbeitsbühne umfaßt zwei Längsbühnenstege und einen Querbühnensteg, die fest miteinander verbunden sind und eine Öffnung begrenzen, die im wesentlichen an die Profilform der Rotorflügel angepaßt ist. Bei der Arbeitsbühne nach der DE 197 26 408 C1 handelt es sich um eine Spezialkonstruktion für eine spezielle Rotorblattgeometrie, so daß diese Arbeitsbühne an anderen Windkraftanlagen mit anderen Geometrien von Rotorblättern nicht eingesetzt werden kann.

**[0003]** Aus der DE 43 39 638 A1 ist bekannt, die Inspektion der Rotorblätter mittels einer Arbeitsbühne zu bewerkstelligen, die sich am Mast der Windkraftanlage führt und diesen mit zwei nach hinten über die Arbeitsbühne vorspringenden Armen, an denen am Mastumfang anliegende Rollen gelagert sind, umgreift. Eine entsprechende Befahranlage ist nur mit hohem Umrüstaufwand an anderen Masten einsetzbar und vorrangig für Rotorblätter geeignet, deren Mittelachse etwa parallel zum Mastwandung verläuft.

**[0004]** Aus der DE 296 03 278 U1 ist eine Hebebühne für Befahranlagen bekannt, bei der die beiden Längsbühnenstege und der Querbühnensteg fest in einem rechteckförmigen Rahmen angeordnet sind und die Öffnung zwischen sich umschließen. An einer der Längsseiten sind Abstandshalter angebracht, mit denen sich die Befahranlage beim Hochziehen am Mast abstützen kann. Auch diese Hebebühne ist nur an Windkraftanlagen einsetzbar, bei denen die Rotorblätter parallel zur Wandung des Mastes stehen.

**[0005]** Vorbenutzte Spezialkonstruktionen von Hebebühnen für Befahranlagen arbeiten mit wenigstens einem beweglichen Bühnenelement. Bei einer Konstruktion ist ein Quersteg relativ zu zwei Längsstegen der Arbeitsbühne verschiebbar, so daß die Hebebühne an die Tiefe der Sehne des Rotorblattes angepaßt werden kann. Eine andere Konstruktion sieht vor, mehrere, annähernd L-förmige Bühnenelemente gelenkbeweglich miteinander zu verbinden und gleichzeitig eine der Querseiten der Bühne mittels zwei Rollen am Mast der Windkraftanlage abzustützen. Die Rollen sind hierbei an kreuzförmig miteinander verbundenen und an zwei Bühnenelementen angelegten Armen gelagert, deren Auskrugung mit geeigneten Stelleinrichtungen verstellbar ist. Hierdurch kann der Abstand der Bühne vom Mast eingestellt werden.

**[0006]** Sämtliche gattungsgemäßen Hebebühnen arbeiten mit Seilwinden, insbesondere Seildurchlaufwinden, die entweder an der Hebebühne befestigt sind oder am Boden befestigt sind und die Bühne über Umlenkrollen, die am oberen Ende des Mastes oder am Rotorgehäuse befestigt sind, anheben oder absenken.

### Aufgabenstellung

**[0007]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Hebebühne für Befahranlagen von Windkraftanlagen zu schaffen, die variabel an unterschiedliche Abmessungen der Rotorblätter von Windkraftanlagen anpaßbar ist, die mit einem geeigneten Fahrzeug transportierbar ist und die bei vergleichsweise geringem Eigengewicht jederzeit auf einfache Weise horizontal ausgerichtet ist.

**[0008]** Diese und weitere Aufgaben werden durch die in Anspruch 1 angegebene Erfindung gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben. Bei der erfindungsgemäßen Hebebühne ist vorgesehen, daß zwei einander gegenüberliegende Arbeitsbühnen die beweglichen Bühnenelemente bilden, wobei die Arbeitsbühnen parallel zueinander verschieblich an Tragkonstruktionen oder Querträgern der Hebebühne geführt sind und zur stufenlosen Abstandsverstellung ein hand- oder motorisch betätigter Stellantrieb vorgesehen ist. Durch das Vorsehen von zwei beweglichen und an Querträgern bzw. Tragkonstruktionen parallel zueinander verschieblich abgestützten und geführten Arbeitsbühnen kann die Hebebühne jederzeit auch in angehobenem Zustand in der Luft stufenlos an die jeweils benötigte Breite des Rotorblattes angepaßt werden. Durch den Stellantrieb wird hierbei gleichzeitig erreicht, daß eine Abstützung der Hebebühne an dem Rotorblatt nicht notwendig ist, da die Abmessungen der Öffnung über den Stellantrieb jederzeit fest eingestellt werden können und Relativverschiebungen der Arbeitsbühnen in beiden möglichen Richtungen

gehemmt werden. Bei eingeschobenen Arbeitsbühnen kann die Hebebühne bei vergleichsweise geringerer Breite mit einem Fahrzeuganhänger transportiert werden, ohne dass Teile der Hebebühne demontiert und anschließend für eine Inbetriebnahme der Hebebühne montiert werden müssen.

**[0009]** In bevorzugter Ausgestaltung sind an den Querträgern und an den Arbeitsbühnen vorzugsweise mittig Anschläge zur lösbaren Befestigung von Seilwinden, Seildurchlaufwinden und/oder Fangvorrichtungen vorgesehen. Durch das Vorsehen von Anschlägen sowohl an den Querträgern als auch an den Arbeitsbühnen kann die erfindungsgemäße Hebebühne eine rechteckförmige Grundform erhalten und damit unabhängig von der Montageposition der Rotorblätter, die mit ihren Sehnen tangential zum Mast oder radial zum Mast liegen können, optimal eingesetzt werden.

**[0010]** Zweckmäßigerweise ist wenigstens einer der Querträger fest mit einer der Arbeitsbühnen über- oder untergreifenden Querbrücke verbunden. Hierdurch ist gewährleistet, daß unabhängig vom Abstand zwischen beiden Arbeitsbühnen das Wartungspersonal die Arbeitsbühnen wechseln kann und die Rotorblätter von beiden Seiten bearbeiten oder inspizieren kann. Eine zweite Querbrücke am gegenüberliegenden Querträger kann vorgesehen sein, ist jedoch nicht unbedingt erforderlich. Die Führungen für die Arbeitsbühnen können aus geeigneten Profilen wie insbesondere Hohlkammerprofilen mit einem Führungsschlitz bestehen, in die an den Arbeitsbühnen angeordnete Führungsarme eingreifen, die im Hohlraum der Profile abgestützt werden. Die Führungsarme werden gleitend im Hohlraum geführt und können insbesondere als Rollenträger ausgebildet sein, wobei vorzugsweise wenigstens ein Paar von Rollenträgern mit Rollenpaaren mit senkrecht zueinander ausgerichteten Rollachsen versehen ist. Mit den Rollenlagerungen läßt sich mit geringem Kraftaufwand eine Abstandsverstellung der Arbeitsbühnen erreichen, wobei gleichzeitig durch die unterschiedlich angeordneten Rollen eine stabile Abstützung der Führungsarme in den Hohlkammerprofilen erzielt wird.

**[0011]** Bei einer Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Hebebühne können beide Arbeitsbühnen beidseitig, vorzugsweise an ihren Enden, jeweils in einer unteren Führung und in einer oberen Führung an separaten, nicht über Verbindungsstege oder Verbindungsprofile miteinander verbundenen Querträgern geführt sein. Die Stabilität innerhalb der Hebebühne wird hierbei ausschließlich durch die Abstützung der Arbeitsbühnen in der oberen und der unteren Führung erreicht. Zweckmäßigerweise können dann die unteren Führungsarme der jeweiligen Arbeitsbühne über vorzugsweise angeschweißte Längsholme fest und biegesteif miteinander verbun-

den sein, wobei sich an den Längsholmen Bühnenaufbauten wie Brüstungen, Laufgitter, Streben u.dgl. abstützen können. Die oberen Führungsarme können bei dieser Ausgestaltung an der Brüstung oder an einem Brüstungsholm od.dgl. der Arbeitsbühnen befestigt sein. Zweckmäßigerweise sind die oberen, an oder in den Querträgern ausgebildeten Führungen für die Arbeitsbühne nicht nur vertikal, sondern auch horizontal versetzt zu den unteren Führungen an oder in den Querträgern angeordnet oder ausgebildet. So kann beispielsweise die obere Führung an der der Öffnung zugewandten Seite der Tragkonstruktion bzw. des Querträgers befestigt oder angeordnet sein während die untere Führung an der Unterseite der Tragkonstruktion bzw. des Querträgers befestigt oder angeordnet ist. Beide Tragkonstruktionen einschließlich der Führungsprofile und Aufbauten sowie die Arbeitsbühnen und deren Aufbauten bestehen vorzugsweise aus Aluminiumteilen.

**[0012]** Bei einer alternativen Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Hebebühne können die Querträger mittels Längsträgern zu einem vorzugsweise rechteckförmigen Rahmen biegesteif verbunden sein. Die Arbeitsbühne kann bei dieser Ausgestaltung über Gleit- oder Rollenlager an den Längsträgern des Rahmens abgestützt werden. Das zusätzliche Gewicht aufgrund des rechteckförmigen Rahmens kann bei dieser Ausgestaltung durch Gewichtseinsparungen an den Arbeitsbühnen, die nicht frei zwischen den beiden Querträgern hängen, sondern vorzugsweise von unten abgestützt sind, ausgeglichen werden. Weiter vorzugsweise kann in, an oder unter den Längsholmen ein Ausziehgestell zur Verlängerung des Rahmens oder zur einstellbaren Abstützung des Rahmens am Mast der Windkraftanlage verstellbar geführt und abgestützt sein.

**[0013]** Bei beiden Ausgestaltungen der Hebebühne können die Arbeitsbühnen durch Einsetzen von Zwischenstücken verlängerbar sein, um eine zusätzliche Anpassung an unterschiedliche Geometrien von Rotorblättern zu schaffen. Es versteht sich, daß das Einsetzen der Zwischenstücke ausschließlich bei nicht angehobenen Hebebühnen vorgenommen werden kann.

**[0014]** In bevorzugter Ausgestaltung sind zumindest die unteren Rollenträger aus rechteckförmigen, U-förmigen oder V-förmigen, kräftigen Blechen gebildet, wobei an den beiden freien Schenkeln bzw. Enden der Bleche Rollen für die Vertikalabstützung und am Verbindungsschenkel wenigstens eine Rolle für die Horizontalabstützung der Arbeitsbühne am Querträger gelagert sind. Um eine möglichst waagerechte Ausrichtung der Arbeitsbühne gewährleisten zu können, sind vorzugsweise beide Arbeitsbühnen mittels des Stellantriebs synchron bewegbar. Durch die synchrone Bewegung beider Arbeitsbühnen relativ zu einer symmetrischen, mit dem Schwerpunkt der Hebe-

bühne zusammenfallenden Mittelstellung werden Schwerpunktverlagerungen der Hebebühne weitestgehend vermieden. Der Stellantrieb kann für die synchrone Verstellung der beiden Arbeitsbühnen insbesondere an diesen befestigte Zahnstangen umfassen, die mit einem an einem der Querträger gelagerten Zahnrad zusammenwirken. Bei dieser Ausgestaltung wird durch Krafteinleitung der Verstellkraft in eine der beiden Arbeitsbühnen zwangsläufig über die Zahnstangen und das Zahnrad eine gegensinnige Bewegung beider Arbeitsbühnen erreicht. Alternativ kann die gegensinnige Bewegung beider Arbeitsbühnen auch durch eine oder mehrere Verstellspindeln als Bestandteil des Stellantriebs erreicht werden.

**[0015]** Für den Transport der erfindungsgemäßen Hebebühne auf dem Anhänger eines Lastkraftwagens ist es besonders vorteilhaft, wenn bei minimalem Abstand zwischen den beiden Arbeitsbühnen die Länge der Querträger die Gesamtbreite der Hebebühne definiert. Hierdurch kann ein günstiges Verhältnis zwischen minimaler und maximaler Breite der Hebebühne erreicht werden. Zur optimalen Anpassung der Hebebühne an die Rotorblätter kann die Innenbegrenzung wenigstens einer, vorzugsweise beider Arbeitsbühnen polygon ausgebildet sind und/oder die Öffnung ist bei minimalem Abstand beider Arbeitsbühnen hexagonal prismenförmig ausgebildet. Dies ermöglicht, daß die Arbeitsbühne über eine gewisse Höhe des Rotorblattes hochgehoben werden kann, ohne daß eine Verstellung des Abstandes der Arbeitsbühnen notwendig ist. Zur Gewichtseinsparung können die unteren bzw. die oberen Führungsarme beider Arbeitsbühnen in einer von einem Hohlkammerprofil gebildeten gemeinsamen Führung geführt sein. Es versteht sich, daß für jeden Führungsarm eine separate Führung bzw. ein eigenes Hohlkammerprofil vorgesehen sein kann, so daß sich in der Stellung der Arbeitsbühnen mit minimaler Öffnung die Rollenträger auch überlappen können.

**[0016]** Die Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Hebebühne bietet die Möglichkeit, diese an Führungsseilen verfahrbar abzustützen, die einenends beispielsweise am Rotorgehäuse oder an der Mastspitze und anderenends am Boden oder an einem Fahrzeug befestigt sind, wobei die Hebebühne über längenveränderbare Abstandhaltermittel, vorzugsweise über mit Handseilwinden verstellbare Verbindungsseile, an den Führungsseilen abgestützt sein kann. Bei der Verwendung von schräg zum Mast der Windkraftanlage gespannten Führungsseilen ist auch bei schräg zum Mast ausgerichteten Rotorblättern eine Abstützung der Hebebühne am Mast nicht erforderlich. Weiter vorzugsweise können an den Seilwinden tragenden Arbeitsbühnen oder Querträgern Schwenkrahmen mit Führungsaussparungen für das Zugseil und/oder Fangseil befestigt sein. Über die Schwenkrahmen kann die horizontale Ausrichtung und der optimale Zulauf der Zug- bzw. Fangseile

zu den Seilwinden bzw. Seildurchlaufwinden gewährleistet werden.

#### Ausführungsbeispiel

**[0017]** Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Hebebühne ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von zwei in der Zeichnung schematisch gezeigten Ausführungsbeispielen. In der Zeichnung zeigen:

**[0018]** Fig. 1 schematisch eine Befahranlage mit Hebebühne im Einsatz an einer Windkraftanlage;

**[0019]** Fig. 2 die erfindungsgemäße Hebebühne in Seitenansicht;

**[0020]** Fig. 3 schematisch eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Hebebühne;

**[0021]** Fig. 4 eine Ansicht entlang IV-IV in Fig. 2;

**[0022]** Fig. 5 eine Detailansicht der in den unteren Führungen geführten Rollenträgern;

**[0023]** Fig. 6 schematisch in Draufsicht eine erfindungsgemäße Hebebühne gem. einem zweiten Ausführungsbeispiel;

**[0024]** Fig. 7 schematisch in Seitenansicht die Arbeitsbühnen der Hebebühne gem. dem zweiten Ausführungsbeispiel mit maximalem Abstand;

**[0025]** Fig. 8 die Hebebühne gem. Fig. 7 mit minimalem Abstand zwischen den Arbeitsbühnen; und

**[0026]** Fig. 9 einen Schnitt durch das beim zweiten Ausführungsbeispiel für den Tragrahmen verwendete Hohlkammerprofil.

**[0027]** In Fig. 1 ist insgesamt mit **100** eine Befahranlage für die Rotorblätter **1** einer Windkraftanlage **2** bezeichnet. Die Windkraftanlage **2** umfaßt einen auf dem Boden **3** abgestützten, konisch sich zum Rotorgehäuse **4** verjüngenden Mast großer Länge. Die Befahranlage **100** umfaßt eine insgesamt mit **10** bezeichnete Hebebühne, die mittels eines Zugseils **6**, das mit seinem oberen Ende am Rotorgehäuse **4** befestigt ist und die Treibscheibe einer an der Arbeitsbühne **10** befestigten Seildurchlaufwinde **7** umschlingt, in der Höhe verfahrbar. Es versteht sich, daß an zwei gegenüberliegenden Seiten der Hebebühne **10** entsprechende Seildurchlaufwinden **7** und Zugseile **6** angeordnet sind. Als Sicherheitsmaßnahme umfaßt die Befahranlage **100** desweiteren beidseitig angeordnete Fangseile **6A**, die an den Seildurchlaufwinden **7** angeordnete Fangeinrichtungen (**13**, Fig. 3) durchlaufen. Zur Führung der Hebebühne **10** parallel zur Mittelachse M des Rotorblattes **1** sind Führungsseile **9** schräg zur Achse des Mastes **5** mit

einem Ende am Boden und mit dem anderen Ende am Rotorgehäuse **4** verspannt. Die unteren Enden können beispielsweise mit Fahrzeugen verbunden sein, um die Schrägstellung der Führungsseile **9** variieren zu können. Zwischen der Hebebühne **10** und den Führungsseilen **9** sind Verbindungsseile **9A** mit Führungsösen **8** an den freien Enden gespannt, wobei die freie Länge der Verbindungsseile **9A** über weiter nicht dargestellte Handseilwinden od.dgl. derart einstellbar ist, daß die Hebebühne **10** vom Boden **3** bis zum Rotorgehäuse **4** parallel zur Mittelachse **M** des Rotorblattes **1** verfahren werden kann.

**[0028]** Der Aufbau der Hebebühne **10** gem. einem ersten Ausführungsbeispiel wird nun unter Bezugnahme auf die **Fig. 2** bis **5** näher erläutert. In der Draufsicht gem. **Fig. 2** ist die Öffnung **11**, in welche das Rotorblatt **1** beim Anheben der Hebebühne **10** mittels der Seildurchlaufwinden **7** eintaucht, zu erkennen. Die Abmessungen der Öffnung sind erfindungsgemäß an die sich ändernden Abmessungen des Rotorblattes **1** mit zunehmender Höhe, wie in **Fig. 1** dargestellt, anpaßbar. Die Hebebühne **10** umfaßt zwei langgestreckte Arbeitsbühnen **20**, die parallel zueinander verschieblich an zwei seitlichen, jeweils an den Enden der Arbeitsbühnen **20** angeordneten Querträger abgestützt und geführt sind, die als über die Höhe der Hebebühne aufragende, stabile Tragkonstruktionen **30** aus Aluminiumteilen gebildet sind. Die Innenseiten **20'** der beiden Arbeitsbühnen **20** verjüngen sich jeweils polygonal zu ihrer Mitte, so daß bei minimalem Abstand beider Arbeitsbühnen **20** voneinander eine hexagonal prismenförmige Öffnung **11** ausgebildet ist. Im gezeigten Ausführungsbeispiel werden beide Arbeitsbühnen **20** von schematisch gezeigten Querbrücken **31** übergriffen, so daß das Wartungspersonal unabhängig von dem Abstand zwischen den beiden Arbeitsbühnen **20** von der linken zur rechten Arbeitsbühne **20** schreiten kann und das Rotorblatt von beiden Seiten inspizieren kann. Die Querbrücken **31** sind fest an den Tragkonstruktionen **30** angeschraubt. Die Querbrücken **31** und die Arbeitsbühnen **20** mit ihren jeweiligen Aufbauten bilden die Bühnenelemente der Hebebühne **10**.

**[0029]** Aus **Fig. 3** ist ersichtlich, daß die beiden seitlichen Tragkonstruktionen **30** jeweils einen oberen Querträger **32** und einen unteren Querträger **33** umfassen, die über Vertikalbalken **34**, Horizontalbalken **35** und Schrägbalken **36** zu der biegesteifen Tragkonstruktion **30** verbunden sind. Am oberen Querträger **32** sind etwa fluchtend mit der Mitte der Tragkonstruktion **30** Anschraubbleche **12** für die Seildurchlaufwinde **7** einschließlich der in **Fig. 3** erkennbaren Fangvorrichtung **13** angeordnet, wobei die Seildurchlaufwinde **7** und die Fangvorrichtung **13** auch an Anschlägen **23** (**Fig. 2**) befestigt werden können, die an oberen Brüstungen der Arbeitsbühnen **20** angeordnet sind. Aus **Fig. 4** ist ersichtlich, daß beide Querträ-

ger **32, 33** aus einem Aluminium-Hohlkammerprofil mit einem Längsschlitz **38** bzw. **39** an der Unterseite bestehen. Der obere Querträger **32** ist sowohl vertikal als auch horizontal versetzt zum unteren Querträger **33** angeordnet und beide Querträger **32, 33** bilden mit ihrer Hohlkammern Führungen für Führungsarme **40** bzw. **50**, die die Schlitz **38** bzw. **39** durchgreifen und in die Hohlkammern der Querträger **32** bzw. **33** eingreifen. Die oberen Führungsarme **40** sind an der Oberseite mit dem oberen Brüstungsholm **24** der Arbeitsbühnen verbunden, wobei die oberen Brüstungsholme **24** über Vertikalholme **25** und Horizontalholme **26**, die zugleich ein Geländer an den Innen- bzw. Außenseiten der Arbeitsbühnen **20** bilden, mit unteren, aus Rechteckprofilen bestehenden Längsholme **27, 28** (**Fig. 5**) verbunden sind, die die beiden unteren Rollenträger **50** fest miteinander verbinden und über die die Arbeitsbühnen **20** über ihre gesamte Länge zu biegesteifen Konstruktion verstärkt sind. Oberhalb der Längsholme **27, 28** stützen sich z.B. aus Gitterblechen bestehende Plattformen **21** ab. Am oberen Tragarm **40** ist wenigstens eine Rolle **41** mit vertikal ausgerichteter Drehachse gelagert, die an den Innenwänden des Hohlkammerprofils des Querträgers **32** anliegt und die seitliche Stabilisierung der Arbeitsbühne **20** am oberen Querträger **32** bewirkt.

**[0030]** Der untere, als Rollenträger ausgebildete Tragarm **50** ist im Detail in **Fig. 5** gezeigt. Er umfaßt ein mit den beiden Längsholmen **27, 28** verschweißtes Blech **51** mit etwa U-förmiger Grundform, wobei an beiden nach oben ragenden, schräg verlaufenden Schenkeln **52, 53** des Bleches **51** voneinander beabstandet Rollen **54** gelagert sind, mit denen der Tragarm **50** und hierüber die gesamte Arbeitsbühne **20** in Vertikalrichtung zwischen der oberen und unteren Innenflanke des Hohlkammerprofils des unteren Querträgers **33** abgestützt wird. Die Rollen **54** sind als Doppelrollen ausgeführt und beidseitig der Platte **51** angeordnet. Mittels der Rollen **54** können die Tragarme **50** horizontal innerhalb des Querträgers **33** verschoben werden. Durch den Abstand der Schenkel **52, 53** und der an diesen gelagerten Rollen **54** wird das Kippmoment der ansonsten frei zwischen den beiden Tragkonstruktionen **30** hängenden Arbeitsbühnen **20** in den unteren Querträger **33** eingeleitet und beide Arbeitsbühnen **20** sind zueinander planparallel und horizontal am Querträger **33** ausgerichtet. Zur seitlichen Fixierung des Tragarmes **50** im Querträger **33** sind zusätzlich auf dem Verbindungsschenkel **55** zwischen den beiden freien Schenkeln **52, 53** zwei weitere Rollen **56** gelagert. Deren Drehachse liegt wiederum vertikal und senkrecht zu den Drehachsen der Rollen **54**, wodurch die beiden Rollen **56** an den seitlichen Innenflanken des Hohlkammerprofils des Querträgers **33** anliegen, wie insbesondere der **Fig. 4** entnommen werden kann. Durch die 2- bzw. 4-Punktstützung der unteren Tragarme **50** und die 1-Punktstützung der oberen Tragarme **40** wird eine definierte Führung beider Arbeitsbühnen **20**

in den Tragkonstruktionen **30** bzw. den Querträgern **32, 33** erreicht und gleichzeitig erzielt, daß die Hebebühne **10** in sich verwindungsfrei ausgebildet ist.

**[0031]** Die Verstellbewegung der beiden Arbeitsbühnen **20** relativ zueinander erfolgt im gezeigten Ausführungsbeispiel mit einem manuellen Verstellantrieb **61**, der eine Handkurbel **62** umfaßt, mit der ein Antriebszahnrad **63** antreibbar ist, das z.B. mit einer weiter nicht dargestellten Zahnstange zusammenwirkt, die am unteren Querträger **33** angeordnet ist. Durch Kurbeln der Handkurbel **62** wird die in **Fig. 3** linke Arbeitsbühne **20** unter Verringerung der Öffnung **11** zur Mitte hin bewegt. Zur Synchronisation der Bewegung beider Arbeitsbühnen **20** sind an diesen jeweils horizontal liegende Zahnstange **64** bzw. **65** befestigt, deren einander zugewandte Verzahnung **66** bzw. **67** mit einem Zahnrad **68** kämmt, das mit seinem Gehäuse **69** an der Hinterseite eines die Querträger **32, 33** miteinander verbindenden Vertikalholms **37** befestigt ist. Bei Bewegung der in **Fig. 3** linken Bühne **20** wird deren Zahnstange **64** nach rechts verschoben, das Zahnrad **68** angetrieben und hierdurch die in **Fig. 3** rechte Arbeitsbühne **20** synchron auf die linke Arbeitsbühne **20** zubewegt.

**[0032]** Wie die **Fig.** ferner zeigen, umfassen sowohl die seitlichen Tragkonstruktionen **30** mit den Querträgern **32, 33** als auch beide Arbeitsbühnen **20** rundumlaufende Geländer und auch begehbare Plattformen **21**, deren Ausgestaltung vielfältige Variationsmöglichkeiten bieten, so daß auf eine nähere Beschreibung hier verzichtet wird. Zur verbesserten Zuführung des Zugseils **6** und des Fangseils **6A** an die Seildurchlaufwinde **7** bzw. die Fangeinrichtung **13** sind im gezeigten Ausführungsbeispiel jeweils am vorderen und hinteren Querträger **32** Schwenkrahmen **45** schwenkbar befestigt, die mit Führungshülse **46, 47** für die beiden Seile **6, 6A** versehen sind.

**[0033]** Die **Fig. 6 bis 8** zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel einer Hebebühne **110**. Im Gegensatz zum ersten Ausführungsbeispiel stützen sich hier die beiden parallel zueinander verschiebbaren, beweglichen Arbeitsbühnen **120** an zwei Querträgern **132** ab, die mittels zweier Längsträger **161** zu einem insgesamt mit **160** bezeichneten Tragrahmen als Tragkonstruktion der Hebebühne **110** fest und biegesteif verbunden sind. Es versteht sich, daß hierzu die Querträger **132** und die beiden Längsträger **161** ein geeignetes, biegesteifes Profil aufweisen, wie es beispielsweise schematisch in **Fig. 9** dargestellt ist. Das insgesamt mit **180** bezeichnete Profil für die Quer- und Längsträger **132** bzw. **160** ist als Doppel-I-Profil mit zentraler Hohlkammer **181** und jeweils vier Nutführungen **182** ausgeführt. Die Nutführungen **182** werden mittels L-förmiger, einander mit den kurzen Schenkeln zugewandten Profilstege **183, 184** gebildet, wobei die inneren Profilstege **183** mit den Versteifungswänden **185** des Doppel-I-Profiles fluchten

und die äußeren Profilstege **184** an den äußeren Enden der Querwände **186** angeordnet sind. In den Nuten **182** können Anbauteile fixiert oder Führungsrollen geführt werden. Zwischen jeweils zwei Nutführungen **182** sind an den Innenflanken der Querwände **186** und Außenflanken der Versteifungswände **185** offene Kammern **187** gebildet, die als Führungsschienen für Rollen dienen können.

**[0034]** Wie aus den **Fig. 6 bis 8** ersichtlich ist, stützen sich die beiden Arbeitsbühnen **120** ausschließlich über schräg nach vorn und unten zulaufende Tragarme **150**, welche die Seitenenden der beweglichen Arbeitsbühnen **120** bilden, an den Querträgern **132** ab. Die Tragarme **150** sind an ihren vorderen und unteren Enden mit voneinander beabstandeten Rollenpaaren **154** versehen, die vorzugsweise beidseitig, wie in **Fig. 6** angedeutet, in den offenen Kammern **187** (**Fig. 9**) der die Querträger **132** bildenden Profile **180** geführt sind. Die Arbeitsbühnen **120** umfassen zusätzlich Führungsschienen **122** an der Unterseite, die sich an Rollenlagern **170** abstützen, die in den Nuten **182** der die Längsträger **161** bildenden Profile **180** befestigt sind. Aus **Fig. 6** ist ersichtlich, daß die Hebebühne **110** nur einseitig mit einer Querbrücke **131** versehen ist, welche hier die beiden Arbeitsbühnen **120** übergreift und wiederum fest mit dem Querträger **132** verbunden ist. Am gegenüberliegenden Ende des Rahmens **160** ist ein Ausziehgestell **190** angeordnet, welches beispielsweise in den Nuten **182** des Profils **180** (**Fig. 9**) verstellbar geführt sein kann und mit welchem der Abstand der Hebebühne **110** vom Mast **5** (**Fig. 1**) der Windkraftanlage eingestellt werden kann. Bei der Hebebühne **110** sind die Innenbegrenzungen **120'**, **120''** unterschiedlich ausgebildet und nur die Innenseite **120'** der linken Arbeitsbühne verbreitert sich zum hinteren, freien Ende der Hebebühne **110**. Aus den **Fig. 7 und 8** ist ersichtlich, daß die beiden Seildurchlaufwinden **7** bei der Hebebühne **110** insbesondere auch an den Arbeitsbühnen **120** befestigt werden können. Der Verstellantrieb zur stufenlosen Abstandverstellung zwischen beiden Arbeitsbühnen **120** und Verringerung der Abmessungen (Breite) der Öffnung **11** ist nicht dargestellt.

**[0035]** Für den Fachmann ergeben sich aus der vorhergehenden Beschreibung eine Reihe von Abweichungen, die in den Schutzbereich der anhängenden Ansprüche fallen sollen. Anstelle von Rollenführungen könnten auch Gleitführungen od.dgl. eingesetzt werden. Für einen Stellantrieb, mit welchem eine synchrone Bewegung beider Arbeitsbühnen erzielt wird, ergeben sich vielfältige Möglichkeiten und es könnten motorische Antriebe, Schraubspindeln od.dgl. eingesetzt werden. Bei beiden Ausführungsbeispielen könnten jeweils an beiden Seiten oder nur an einer Seite eine Querbrücke angeordnet sein. Die jeweiligen Arbeitsbühnen könnten in nebeneinander angeordneten Führungen oder Schienen geführt

werden. Anstelle von zwei könnten auch mehrere Rollen zur Abstützung der Tragarme in den Trägerprofilen eingesetzt werden.

### Patentansprüche

1. Hebebühne für Befahranlagen zur Wartung der Rotorblätter von Windkraftanlagen, mit mehreren Bühnenelementen, die um eine Öffnung herum angeordnet sind, deren Abmessungen durch Bewegungen wenigstens eines Bühnenelementes relativ zu den anderen Bühnenelementen an die Abmessungen des Rotorblattes anpaßbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwei einander gegenüberliegende Arbeitsbühnen (**20**; **120**) die beweglichen Bühnenelemente bilden, wobei die Arbeitsbühnen (**20**; **120**) parallel zueinander verschieblich an Querträgern (**32**; **132**) bzw. Tragkonstruktionen (**30**) der Hebebühne (**10**; **110**) geführt sind und zur stufenlosen Abstandsverstellung ein hand- oder motorischbetätigter Stellantrieb (**61**) vorgesehen ist.

2. Hebebühne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an den Querträgern (**32**; **132**) bzw. Tragkonstruktionen (**30**) und an den Arbeitsbühnen (**20**; **120**) vorzugsweise mittig Anschläge (**12**; **23**) zur lösbaren Befestigung von Seilwinden (**7**) und/oder Fangvorrichtungen (**13**) vorgesehen sind.

3. Hebebühne nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der Querträger (**32**; **132**) fest mit einer der Arbeitsbühnen (**20**; **120**) über- oder untergreifenden Querbrücke (**31**; **131**) verbunden ist.

4. Hebebühne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungen für die Arbeitsbühnen (**20**) aus Hohlkammerprofilen (**32**, **33**) mit einem Führungsschlitz (**38**, **39**) bestehen, in die an den Arbeitsbühnen (**20**) angeordnete Führungsarme (**40**; **50**) eingreifen.

5. Hebebühne nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsarme (**50**) als Rollenträger ausgebildet sind, wobei vorzugsweise Rollenpaare (**54**, **56**) mit senkrecht zueinander ausgerichteten Lagerachsen an den Rollenträgern (**50**) gelagert sind.

6. Hebebühne nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß beide Arbeitsbühnen (**20**) beidseitig, vorzugsweise an ihren Enden, jeweils in einer unteren Führung (**33**) und in einer oberen Führung (**32**) geführt und abgestützt sind.

7. Hebebühne nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die unteren Führungsarme (**50**) der Arbeitsbühnen (**20**) über vorzugsweise angeschweißte Längsholme (**27**, **28**) fest und biegesteif miteinander verbunden sind, an denen sich Büh-

nenaufbauten wie Brüstungen, Laufgitter, Streben u.dgl. abstützen.

8. Hebebühne nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die oberen Führungsarme (**40**) an der Brüstung oder einem Brüstungsholm (**24**) der Arbeitsbühnen (**20**) befestigt sind.

9. Hebebühne nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die oberen Führungen (**32**) der Arbeitsbühnen (**20**) vertikal und horizontal versetzt zu den unteren Führungen (**33**) an den Tragkonstruktionen (**30**) angeordnet oder ausgebildet sind.

10. Hebebühne nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Querträger (**132**) mittels Längsträgern (**161**) zu einem vorzugsweise rechteckförmigen Rahmen (**160**) verbunden sind.

11. Hebebühne nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsbühnen (**120**) über Gleit- oder Rollenlager (**170**) an den Längsträgern (**161**) des Rahmens (**160**) und über Rollenpaare (**154**) an den Querträgern (**132**) abgestützt sind.

12. Hebebühne nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß in oder an den Längsholmen (**161**) ein Ausziehgestell (**190**) zur Verlängerung des Rahmens (**161**) oder zur verstellbaren Abstützung des Rahmens (**160**) am Mast (**5**) der Windkraftanlage verstellbar abgestützt ist.

13. Hebebühne nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsbühnen durch Einsetzen von Zwischenstücken verlängerbar sind.

14. Hebebühne nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die unteren Rollenträger (**50**) aus rechteckförmigen, U-förmigen oder V-förmigen Blechen (**51**) gebildet sind, wobei an den beiden freien Schenkeln (**52**, **53**) oder den Enden voneinander beabstandet Rollen (**54**) vorzugsweise beidseitig für die Vertikalabstützung gelagert sind und am Verbindungsschenkel (**55**) wenigstens eine Rolle (**56**) für die Horizontalabstützung der Arbeitsbühnen (**20**) am Querträger (**33**) gelagert ist.

15. Hebebühne nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß beide Arbeitsbühnen (**20**) mittels des Stellantriebs (**60**) synchron bewegbar sind.

16. Hebebühne nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Stellantrieb für die synchrone Verstellung an den Arbeitsbühnen (**20**) befestigte Zahnstangen (**64**, **65**) umfaßt, die mit einem an einem der Querträger oder der Tragkonstruktion (**30**) gelagerten Zahnrad (**68**) zusammenwirken oder

struktion **(30)** gelagerten Zahnrad **(68)** zusammenwirken oder daß der Stellantrieb wenigstens eine Verstellspindel umfaßt.

17. Hebebühne nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß bei minimalem Abstand zwischen den beiden Arbeitsbühnen die Länge der Querträger **(32, 33)** die Gesamtbreite der Hebebühne definiert und/oder daß die Innenbegrenzung **(20'; 120')** wenigstens einer, vorzugsweise beider Arbeitsbühnen polygon ausgebildet ist und/oder die Öffnung **(11)** bei minimalem Abstand beider Arbeitsbühnen hexagonal prismenförmig ausgebildet ist.

18. Hebebühne nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die unteren und/oder oberen Führungsarme **(50, 40; 150)** beider Arbeitsbühnen **(20; 120)** in einer von einem Profil **(33, 32; 132)** gebildeten gemeinsamen Führung geführt sind.

19. Hebebühne nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Hebebühne **(10)** an Führungsseilen **(9)** verfahrbar abgestützt ist, die einenends beispielsweise am Rotorgehäuse **(4)** und anderenends am Boden **(3)** oder an einem Fahrzeug befestigt sind, wobei sich die Hebebühne **(10)** über längenveränderbare Abstandhalttemittel, vorzugsweise über mit Handseilwinden verstellbare Verbindungsseile **(9A)** an den Führungsseilen **(9)** führt.

20. Hebebühne nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Profil **(180)** für den Rahmen **(160)** als Doppel-I-Profil mit Nutenführungen **(182)** an den vier Ecken ausgebildet ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



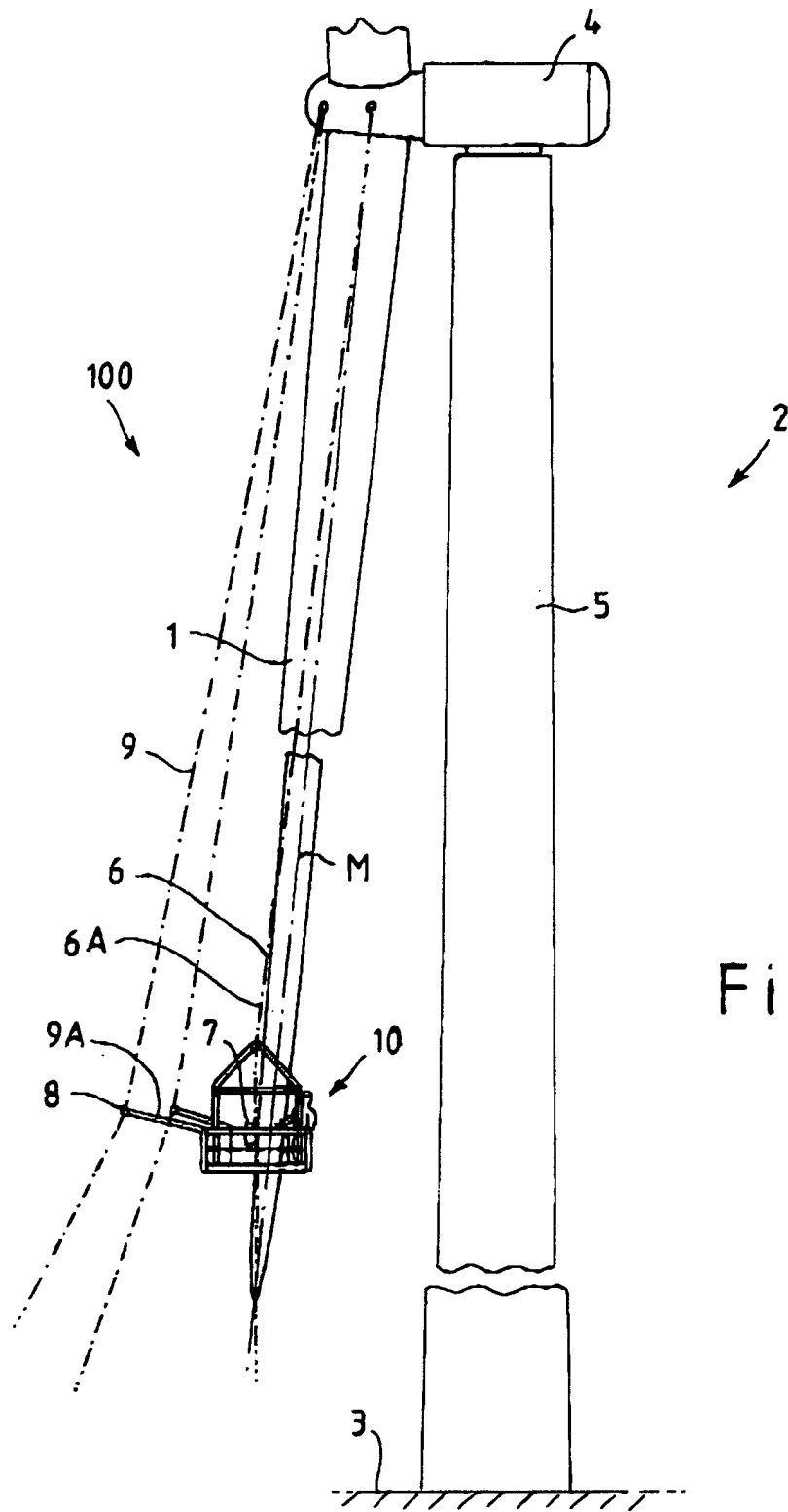


Fig.1

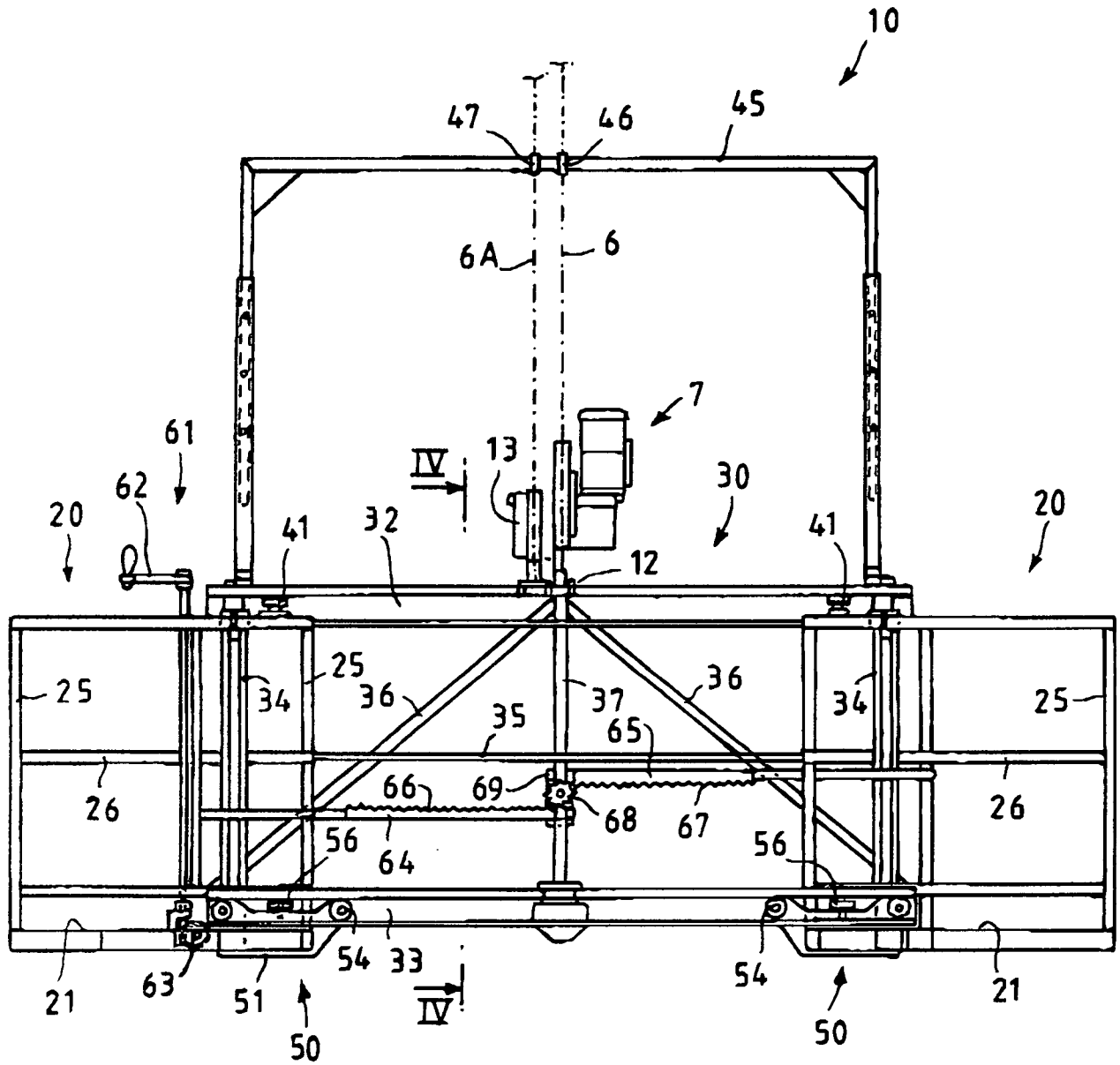


Fig. 3

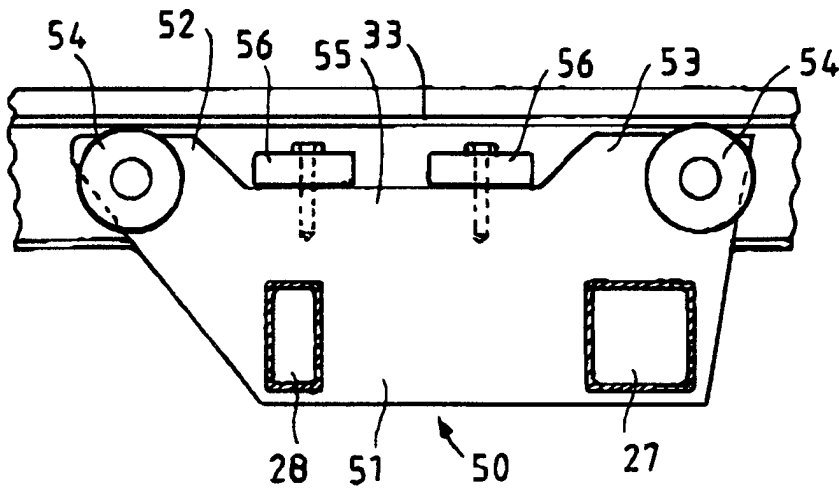


Fig. 5

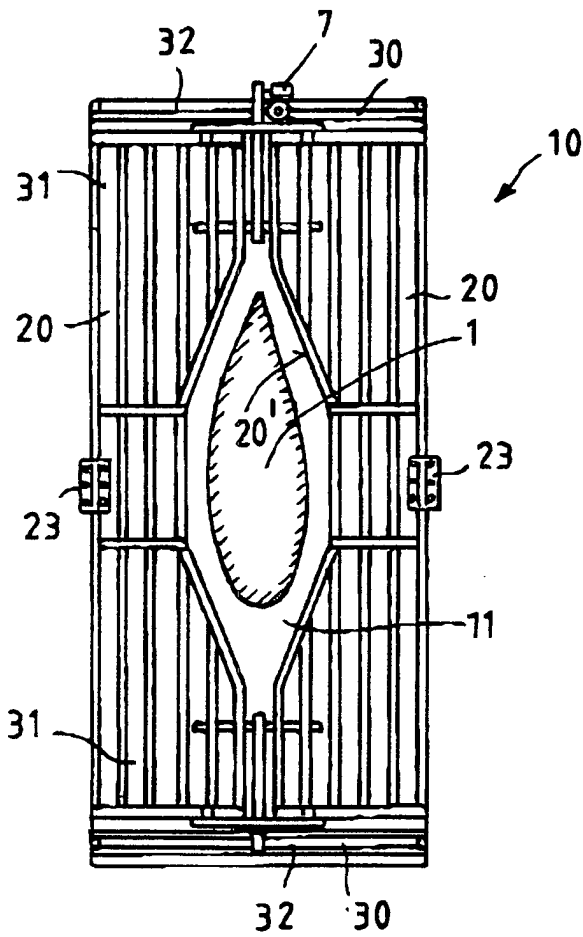


Fig. 2

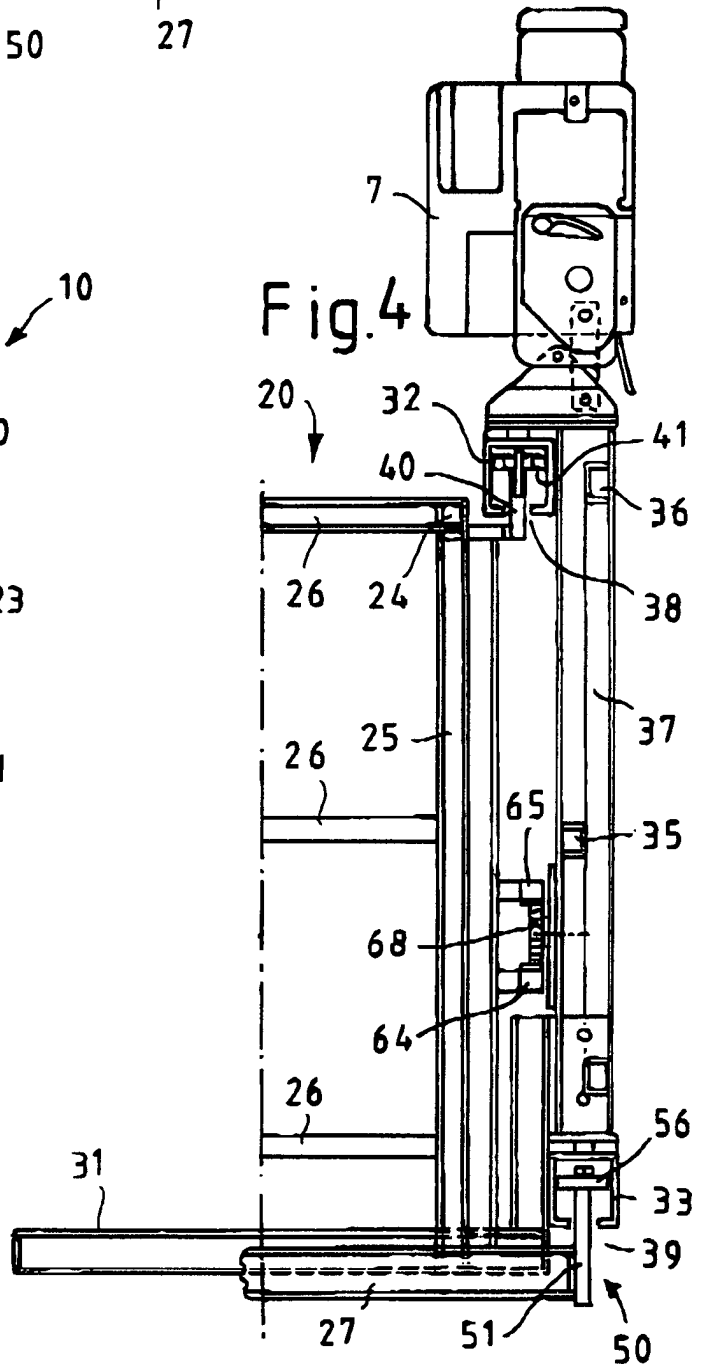


Fig. 4

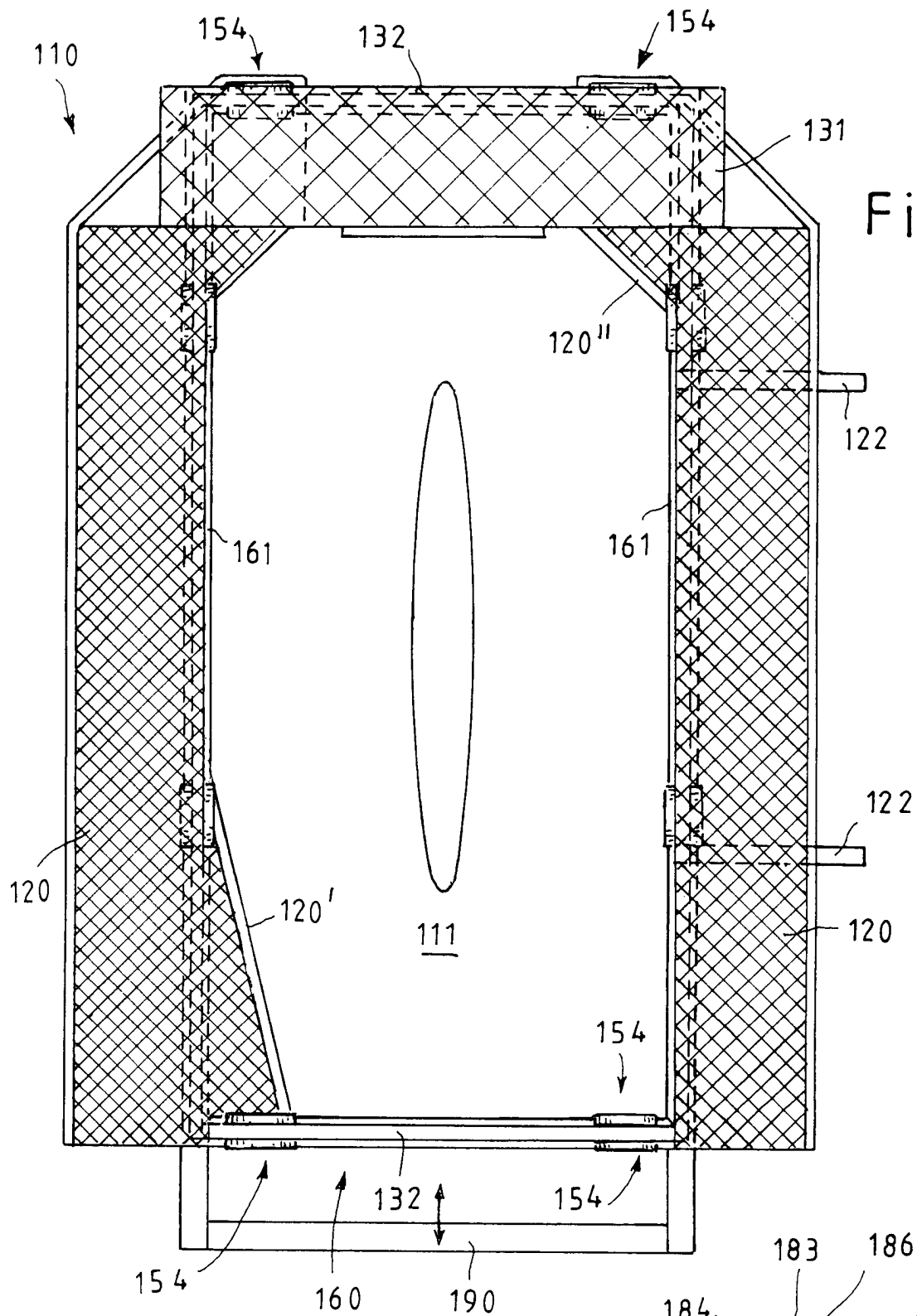


Fig.6

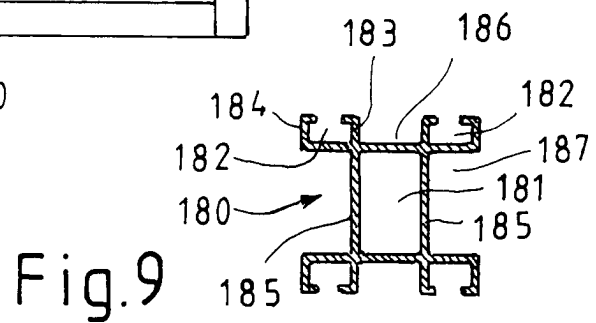


Fig.9

