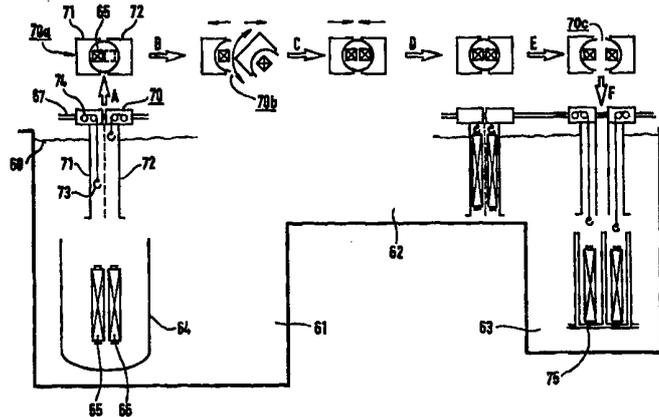




<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>G21C 19/10, 19/105, 19/32</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/24989</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 20. Mai 1999 (20.05.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03274 (22) Internationales Anmeldedatum: 9. November 1998 (09.11.98)  (30) Prioritätsdaten: 197 49 893.0 12. November 1997 (12.11.97) DE  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FÄSER, Karl [DE/DE]; Ginsterweg 6, D-91088 Bubenreuth (DE). LAURER, Erwin [DE/DE]; Frankenstrasse 5, D-91096 Möhrendorf (DE). MODEL, Jürgen [DE/DE]; Barthelmessestrasse 25, D-91056 Erlangen (DE).  (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, SE, US.  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>

(54) Title: LOADING MACHINE FOR DISPLACING LONG JUXTAPOSED OBJECTS SUCH AS FUEL ELEMENTS

(54) Bezeichnung: LADEMASCHINE ZUM UMSETZEN DICHT BENACHBARTER, LANGGESTRECKTER GEGENSTÄNDE, INSBESONDERE BRENNELEMENTE



(57) Abstract

In order to displace simultaneously two fuel elements (65, 66) in a reactor for example, or a plurality of similar members, a rolling trolley is fitted with a mast which includes a corresponding number of sections (71, 72) each comprising its own clamping and guiding means (73, 74) for the different fuel elements. One section at least is capable of horizontal displacement on the rolling trolley and rotates about its longitudinal axis. This system makes it possible to withdraw simultaneously two fuel elements from the core (64) and to place them in a modified position relative to each other on a storage structure (75) or in a working (inspection) locus.

**(57) Zusammenfassung**

Um z.B. zwei Brennelemente (65, 66) im Reaktor (oder mehrere ähnliche Gegenstände) gleichzeitig versetzen zu können, ist an einer Laufkatze ein in entsprechende Teile (71, 72) aufgeteilter Mast mit jeweils eigenen Greif- und Führungsmitteln (73, 74) für die einzelnen Brennelemente vorgesehen. Mindestens ein Teil ist an der Laufkatze horizontal beweglich und um seine Längsachse drehbar. Damit können zwei Brennelemente gleichzeitig aus dem Kern (64) gezogen und in veränderter Relativposition auf einem Lagergestell (75) oder einem Arbeitsplatz (Inspektion) abgestellt werden.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

Lademaschine zum Umsetzen dicht benachbarter, langgestreckter Gegenstände, insbesondere Brennelemente

5

Die Erfindung betrifft bevorzugt die Handhabung von Brennelementen, die zusammen mit ihren Steuerelementen im Druckwasser-Reaktorkern eines Kernkraftwerks unmittelbar benachbart angeordnet sind (Engstellung), in einem Brennelement-Lagergestell im Brennelement-Lagerbecken des Kernkraftwerks aber im Abstand voneinander gelagert sind (Weitstellung). Bei einem Brennelement-Wechsel müssen abgebrannte Brennelemente aus dem Reaktorkern in das Lagergestell und frische Brennelemente aus dem Lagerbecken in den Reaktorkern transportiert werden. Allgemein betrifft die Erfindung eine Lademaschine zur Handhabung von bezüglich ihrer Längsachse geodätisch vertikal orientierter, länglicher Gegenstände, wobei eine Vielzahl dieser Gegenstände in einer Nahstellung unmittelbar benachbart und in einer Weitstellung mit geringer Entfernung voneinander benachbart angeordnet sind. Die Lademaschine dient insbesondere dazu, die besagten Gegenstände aus einem dicht gepackten Bündel dieser Gegenstände zu einem Arbeits- oder Abstellplatz zu transportieren. Umgekehrt dient sie auch dazu, solche abgestellten Gegenstände zu einem engen Bündel zusammenzufassen.

25

Im folgenden wird vor allem die bevorzugte Anwendung der Erfindung zur Handhabung von Brennelementen und Steuerstäben in einer Kernkraftwerksanlage beschrieben, ohne daß aber dadurch andere Anwendungen ausgeschlossen werden.

30

Bei Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren ist der Reaktorkern im Reaktordruckbehälter untergebracht. Dabei weist der Reaktorkern eine Mehrzahl von Brennelementen auf, die im wesentlichen langgestreckt-quaderförmig geformt sind und dicht nebeneinander benachbart geodätisch vertikal orientiert

35

sind. Zur Steuerung der Kernreaktion weist eine Mehrzahl dieser Brennelemente Steuerstäbe auf, die durch in den Brennelementen enthaltene Führungsrohre in die Brennelemente eingebracht sind.

5

Im Laufe der Betriebszeit eines Kernreaktors wird der in den Brennelementen enthaltene Kernbrennstoff durch Abbrennen verbraucht, mit der Folge, daß die Brennelemente von Zeit zu Zeit ausgewechselt werden müssen. Da der Abbrand von Brennelementen von ihrer Position im Reaktorkern abhängig ist,  
10 sind die Brennelemente nicht gleichzeitig verbraucht. Nicht vollständig abgebrannte Brennelemente werden in der Regel im Reaktorkern umgesetzt. Der Austausch von Brennelementen und deren Umsetzen erfolgt nach einem Betriebszyklus der Kraftwerksanlage von mehreren (z.B. 12 oder 18) Monaten.  
15

Zum Brennelement-Wechsel muß der Reaktor abgeschaltet und drucklos gemacht werden. Durch Demontage des Druckbehälterdeckels und Ausbau verschiedener Einbauten wird der Reaktorkern von oben zugänglich. Dies geschieht bei geflutetem Reaktorbecken, um die Wasserabschirmung für den freiliegenden Reaktorkern zu erhalten. Über dem gefluteten Brennelementlagerbecken und dem Reaktorraum kann dann eine Manipulierbrücke mit einem in einem Führungsmast hängenden Greifer verfahren  
20 werden, wobei jede Position im Lagergestell und Reaktorkern mit Hilfe eines nach Koordinaten justierten Positionierungssystems angefahren werden kann.

Zur Handhabung von Brennelementen und Steuerstäben sowie von Drosselkörpern, welche die Regelstabführungsrohre derjenigen Brennelemente verschließen, die keine Regelstäbe aufweisen, kann beispielsweise ein sogenannter Doppelgreifer eingesetzt werden, wie er in DE 17 64 176 beschrieben ist. Dieser Doppelgreifer ist vertikal verfahrbar und ist ausgestattet mit  
30 einem je selbständig bedienbaren Regelstabgreifer und Brenn-  
35

elementgreifer. Er ist innerhalb eines an der Manipulierbrücke befestigten Führungsmastes angeordnet. Innerhalb des Führungsmastes ist eine den Doppelgreifer umgebende Zentrierglocke angeordnet. Diese Vorrichtung ist teleskopierend derart, daß aus dem Führungsmast die Zentrierglocke ausfahrbar ist, welche den Doppelgreifer über dem zu greifenden Brennelement zentriert und zwar durch Ankoppelung an Zentriereinrichtungen von Brennelementen, die dem zu greifenden Brennelement benachbart sind. Aus der Zentrierglocke wird der Doppelgreifer zur Ergreifung eines Brennelementes oder dessen Regelstäbe ausgefahren. Nachdem der Doppelgreifer ein Brennelement oder dessen Regelstäbe ergriffen hat, wird er mitsamt dem ergriffenen Brennelement oder den ergriffenen Regelstäben in die Zentrierglocke und diese wiederum in den Führungsmast eingefahren. Das Brennelement kann dann mittels der Manipulierbrücke im Reaktorkern umgesetzt oder einem Brennelemente-Lagergestell zugeführt werden. In umgekehrter Weise kann ein Brennelement aus einem Brennelemente-Lagergestell ergriffen und dem Reaktorkern zugeführt werden.

20

Die Dauer des Brennelement-Austausches stellt, da währenddessen das Kernkraftwerk abgeschaltet ist, einen wesentlichen Kostenfaktor dar. Außerdem ist das Bedienpersonal während eines Brennelement-Wechsels einer Strahlenbelastung ausgesetzt. Deshalb stellt sich die Aufgabe, die für einen Brennelement-Wechsel erforderliche Zeit zu verkürzen.

Das mit der Erfindung durchführbare Verfahren ermöglicht das Umsetzen von Brennelementen, z.B. zwischen dem Reaktorkern (enger Brennelement-Abstand) und dem Brennelement-Lagergestell, einem Arbeitsplatz zur Inspektion oder einem anderen Abstellplatz (erweiterter Brennelement-Abstand, eventuell geänderte Orientierung). Dabei werden mehrere Brennelemente, die im Reaktorkern nebeneinander angeordnet sind oder werden sollen, gleichzeitig oder nacheinander aus ihrer Anfangsposi-

35

tion angehoben und in einen hohlen Mast hineingezogen, der aus mehreren relativ zueinander beweglichen Teilen besteht und wobei jedes Brennelement an einem eigenen Teil des Mastes geführt und gehalten wird. Anschließend werden die Teile des Mastes mit den darin gehaltenen Brennelementen gemeinsam zu einem Ort im Kraftwerk transportiert, an dem sie aus den Teilen des Mastes herabgelassen und in einer Endposition abgesetzt werden, wobei die Mastteile (einschließlich des jeweils daran gehaltenen Brennelements) vor oder nach dem Transport relativ zueinander so verschoben und um eine Längsrichtung des entsprechenden Mastteils gedreht werden, daß die Brennelemente den gleichen relativen Abstand und die gleiche relative Orientierung zueinander erhalten wie für ihre Endposition gewünscht ist.

15

Die Orientierung mindestens eines Brennelements in der Anfangsposition kann nämlich anders sein als in der Endposition; das Brennelement muß daher gedreht werden. In diesem Fall wird bevorzugt der dieses Element tragende Mastteil vor oder nach dem Transport in horizontaler Richtung von den anderen Mastteilen entfernt, gedreht und anschließend wieder angenähert. Dieses vorübergehende Entfernen ist aus Raumgründen erforderlich; weder die Brennelemente noch die Mastteile mit den daran angeordneten Maschinenteilen dürfen beim Drehen beschädigt werden.

25

Eine geeignete Vorrichtung geht von einem hohlen Mast aus, der - nach unten weisend und unten offen - an einer Laufkatze gehalten ist, die in einer horizontalen Ebene im Kraftwerk zwischen einem Ort oberhalb des Reaktorkerns und einem Ort oberhalb eines Abstellplatzes beweglich ist. Am Mast sind Greif-, Führungs- und Haltemittel angeordnet, die zusammen mit dem Mast beweglich sind, das Brennelement greifen, auf und ab bewegen können und dabei das Brennelement führen und halten. Dies ist Stand der Technik.

35

Gemäß der Erfindung ist der Innenquerschnitt des Mastes dem Querschnitt zweier nebeneinander angeordneter Brennelemente derart angepaßt, daß die beiden Brennelemente gleichzeitig im Inneren des Mastes Platz finden und durch dort angebrachte, jeweils einem einzelnen Brennelement zugeordnete Greif-, Führungs- und Haltemittel unabhängig auf und ab bewegbar sind. Der Mast und diese Mittel sind in zwei jeweils einem Brennelement zugeordnete Hälften geteilt, wobei diese Hälften derart an der Laufkatze gehalten sind, daß sie relativ zueinander in horizontaler Richtung beweglich sind. Bevorzugt ist wenigstens eine Hälfte des Mastes um eine Längsachse drehbar.

Die Aufgabe stellt sich aber auch im Zusammenhang mit den Steuerelementen des Reaktors oder mit ähnlichen Gegenständen und wird allgemein durch eine Lademaschine nach den Ansprüchen 3 und 4 gelöst.

Es wird hierzu eine Lademaschine vorgesehen zur gleichzeitigen Handhabung von zwei bezüglich ihrer Längsachse geodätisch vertikal orientierter länglicher Gegenstände. Diese Lademaschine weist eine Einrichtung auf zum gleichzeitigen Anheben oder Absenken dieser Gegenstände. Selbige Einrichtung gestattet aber auch ein voneinander unabhängiges Anheben oder Absenken der besagten Gegenstände. Darüber hinaus weist die Lademaschine eine Einrichtung auf zur gleichgerichteten Bewegung dieser Gegenstände in geodätischer Längs- und Querrichtung. Die Lademaschine weist ferner eine Einrichtung auf zur Drehung dieser Gegenstände um eine gemeinsame Achse um wenigstens  $90^\circ$  in der einen Drehrichtung und um wenigstens  $180^\circ$  in der entgegengesetzten Drehrichtung. Darüber hinaus weist die Lademaschine eine oder zwei Einrichtungen auf zur nicht gleichgerichteten geodätisch horizontalen Bewegung von mindestens einem dieser Gegenstände sowie eine oder zwei Einrichtungen zur voneinander unabhängigen Drehung dieser Gegenstände um jeweils verschiedene Achsen um jeweils in einer

Drehrichtung mindestens  $90^\circ$  und in der entgegengesetzten Drehrichtung um mindestens  $180^\circ$ . Die Einrichtungen zur nicht gleichgerichteten Bewegung der gehandhabten Gegenstände gestattet also eine Relativbewegung dieser Gegenstände zueinander.  
5 der.

Erfindungsgemäß ist auch eine Lademaschine zur gleichzeitigen Handhabung von drei oder mehr bezüglich ihrer Längsachse geodätisch vertikal orientierter länglicher Gegenstände. Auch  
10 diese Lademaschine weist eine Einrichtung auf zum gleichzeitigen Anheben oder Absenken dieser Gegenstände, die auch ein voneinander unabhängiges Anheben oder Absenken dieser Gegenstände gestattet. Auch weist diese Lademaschine eine Einrichtung auf zur gleichgerichteten Bewegung dieser Gegenstände in  
15 geodätischer Längs- und Querrichtung sowie eine Einrichtung zur Drehung dieser Gegenstände um eine gemeinsame Achse um wenigstens  $90^\circ$  in der einen Drehrichtung und um wenigstens  $180^\circ$  in der entgegengesetzten Drehrichtung. Darüber hinaus weist die Lademaschine zur gleichzeitigen Handhabung von drei  
20 oder mehreren der genannten Gegenstände auf eine der Anzahl der gleichzeitig handhabbaren Gegenstände entsprechende Anzahl von Einrichtungen zur relativen Bewegung der gehandhabten Gegenstände zueinander in geodätischer Längs- und/oder Querrichtung. Sie weist ferner auf eine der Anzahl der  
25 gleichzeitig handhabbaren Gegenstände entsprechende Anzahl von Einrichtungen zur voneinander unabhängigen Drehung der gehandhabten Gegenstände um jeweils verschiedene Achsen um jeweils in eine Drehrichtung mindestens  $90^\circ$  und in der entgegengesetzten Drehrichtung um mindestens  $180^\circ$ .

30

Dadurch daß mit dem Ladegerät entweder gleichzeitig zwei oder mehrere der besagten langgestreckten Gegenstände gehandhabt werden können, ergibt es sich vorteilhafterweise, daß die für die Handhabung der besagten Gegenstände benötigte Zeit erheblich verkürzt wird. Die Lademaschine gestattet es aber auch,  
35

weniger Gegenstände zu handhaben, als es der Kapazität der Lademaschine entspricht. Sie erlaubt fernerhin eine im erforderlichen Umfang voneinander unabhängige Handhabung der einzelnen Gegenstände. So können z.B. die Relativpositionen der Gegenstände zueinander verändert werden, so daß sie einmal von einer zueinander engeren Anordnung in eine zueinander weitere Anordnung überführt werden können. Es ist auch möglich, die Gegenstände voneinander unabhängig um eine Achse zu drehen.

10

Die Lademaschine, durch die zwei der besagten Gegenstände gleichzeitig gehandhabt werden können, weist in vorteilhafter Weise einen geodätisch vertikal orientierten Führungsmast auf, eine geodätisch vertikal orientierte, in den Führungsmast einziehbare und aus diesem ausfahrbare Zentrierglocke sowie einen in diese Zentrierglocke ein- und ausfahrbaren Doppelgreifer, mit einem ersten, äußeren Greifer und einem zweiten, in dem äußeren Greifer konzentrisch angeordneten inneren Greifer. Dabei sind der Führungsmast und die Zentrierglocke in vertikaler Richtung zweigeteilt. In der Führungsglocke ist ein weiterer Greifer vorhanden, der zumindest teilweise im wesentlichen baugleiche Elemente aufweist wie der Doppelgreifer.

25

Ähnlich der bevorzugten Ausführung der Lademaschine für die gleichzeitige Handhabung von zwei der besagten Gegenstände ist auch eine bevorzugte Ausführung der Lademaschine für die gleichzeitige Handhabung von drei oder mehr der besagten Gegenstände. Bei dieser ist der Führungsmast und die Zentrierglocke entsprechend der Anzahl der gleichzeitig handhabbaren Gegenstände in vertikaler Richtung geteilt. Weiterhin sind entsprechend der um eins verminderten Anzahl der gleichzeitig handhabbaren Gegenstände Greifer vorhanden, die mindestens teilweise im wesentlichen baugleiche Elemente aufweisen, wie der Doppelgreifer.

35

Bei diesen bevorzugten Ausführungsformen wird es ermöglicht, daß die zu handhabenden Gegenstände durch die jeweiligen Greifer örtlich präzise ergriffen werden können, da die Greifer über die Zentrierglocke auf die zu handhabenden Gegenstände zentriert werden. Da die Greifer die zu handhabenden Gegenstände in die Zentrierglocke einfahren und die Zentrierglocke ihrerseits in den Führungsmast einfahrbar ist, ist ein entsprechender Schutz der gehandhabten Gegenstände gewährleistet. Um eine Relativbewegung der einzelnen zu handhabenden Gegenstände zu ermöglichen, sind die Zentrierglocke und der Führungsmast in deren vertikaler Richtung geteilt.

In besonders vorteilhafter Weiterbildung obiger Lademaschinen sind mindestens eine der um eins verminderten Anzahl der gleichzeitig handhabbaren Gegenstände entsprechende Anzahl von Teilen des Führungsmastes und des jeweils zugehörigen Teils der Zentrierglocke sowie der jeweils zugehörige Greifer auf jeweils einem axial gelagerten Drehschild angeordnet.

In besonders vorteilhafter Weiterbildung ist jedes der Drehschilder drehbar um die vertikale Mittelachse des mit dem jeweils zugehörigen Greifers handhabbaren Gegenstandes. Hierdurch wird erreicht, daß eine Drehung des zu handhabenden Gegenstandes um dessen eigene Achse ermöglicht wird, ohne daß dadurch die relative Position des zu drehenden Gegenstandes zu den anderen gleichzeitig mit ihm gehandhabten Gegenstände verändert wird.

Vorteilhafterweise werden Lademaschinen der oben beschriebenen Art verwendet zur mindestens teilweisen Befüllung und/oder Entleerung von Reaktorkernen mit Brennelementen oder zur Versetzung von Brennelementen und/oder Steuerstäben in einem Reaktorkern.

Bei der Verwendung von Lademaschinen der oben beschriebenen Art zum Brennelemente- und Steuerstabwechsel in einem Kernreaktor ist der äußere Greifer des Doppelgreifers vorteilhafterweise zum Greifen von Brennelementen und der innere Greifer des Doppelgreifers vorteilhafterweise zum Greifen von Steuerstäben ausgebildet. Die übrigen vorhandenen Greifer sind mindestens so ausgelegt, daß durch sie Brennelemente ergriffen werden können.

10 Im folgenden soll die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel verdeutlicht werden. Es zeigen

FIG 1 einen schematischen Längsschnitt durch die Lademaschiene insgesamt;

15

FIG 2 eine Draufsicht auf den zweigeteilten Führungsmast, mit der zweigeteilten Zentrierglocke und zwei Brennelementen in Schnittdarstellung;

20 FIG 3 eine schematische Darstellung des Doppelgreifers;

FIG 4 eine Draufsicht auf die Lademaschine mit Führungsmast und Zentrierglocke in Schnittdarstellung, wobei eine der Führungsmast-Hälften mit dem gehandhabten Brennelement um  $180^\circ$  gedreht wurde;

25

FIG 5 eine Draufsicht auf die Lademaschine mit Führungsmast und Zentrierungsglocke in Schnittdarstellung, wobei eines der gehandhabten Brennelemente um  $90^\circ$  gedreht wurde;

30

FIG 6 ein Schema zum Umsetzen von zwei Brennelementen.

Zunächst sei das Schema der Figur 6 erläutert. Dabei befindet sich unter einem Wasserspiegel 60 eines Reaktorbeckens 61,

35

das über einen Kanal 62 mit einem Lagerbecken 63 verbunden ist, der Reaktorkern, der durch den Reaktor-Druckbehälter 64 mit den Brennelementen 65, 66 angedeutet ist. Mittels eines Traggestells 67 ist eine Lademaschine 70 verfahrbar. Diese  
5 Lademaschine trägt einen hohlen Mast, der in zwei parallel zueinander angeordnete Teile 71, 72 aufgeteilt ist, die in einer horizontalen Ebene relativ zueinander beweglich sind und jeweils eigene Mittel zum Greifen, Heben und Senken enthalten. Diese Mittel sind symbolisch jeweils als ein Seilzug  
10 mit Hubtrommel 72 und einem Haken 73 als Greifer dargestellt. In einem ersten Schritt A wird die Lademaschine über den Reaktorkern gebracht und zwei Brennelemente 65, 66 werden gleichzeitig oder nacheinander ergriffen und in die Teile 71, 72 des Mastes hineingehoben. Handelt es sich um eng benach-  
15 barte Brennelemente, so befinden sich bevorzugt die beiden Mastteile in einer ersten Endstellung 70a, in der sie einen unten offenen, seitlich allerdings praktisch geschlossenen Hohlmast bilden.

20 Es sei hier angenommen, daß die Brennelemente anschließend optisch inspiziert und dabei gedreht werden sollen. Dies ist durch Position 70b dargestellt: Der Abstand der beiden Mastteile mit den Brennelementen 65, 66 wird vergrößert und wenigstens ein Mastteil wird in eine Längsachse gedreht. In  
25 dieser Stellung kann jedes einzelne Brennelement abgesenkt und außerhalb des Mastes inspiziert werden.

Um die Brennelemente ins Lagerbecken 63 zu transportieren, wird bevorzugt wieder die erste Endstellung 70a der beiden  
30 Mastteile eingenommen (Schritt C). In diese Stellung kann die Lademaschine rasch und ohne Gefährdung der in ihrem Mast befindlichen Brennelemente durch den wassergefüllten Kanal 62 gefahren werden (Schritt D).

Ist die Lademaschine über das Lagergestell 75 im Lagerbecken 63 gebracht, so wird durch eine Relativbewegung der beiden Mastteile deren gegenseitiger Abstand in dem Maß vergrößert, der für ihre Lagerung angestrebt wird (Schritt E). Schließlich werden die Brennelemente dieser anderen Endstellung 70c (Weitstellung) wieder abgesenkt, also aus dem Mast entfernt (Schritt F).

Prinzipiell ist auch eine Schrittfolge A, E, D, F möglich.

Nach dem gleichen Schema können auch zwei Brennelemente aus dem Lagergestell in den Reaktorkern versetzt werden, wobei dann zwischen dem ersten Schritt (Anheben der Brennelemente aus dem Lagergestell in die beiden Mastteile) und dem letzten Schritt (Absenken der Brennelemente in den Reaktorkern) eine Verkleinerung des relativen Abstandes stattfindet.

Da die Brennelemente im Reaktordruckbehälter häufig leicht verbogen sind, lassen sich Brennelemente häufig nur aus dem Reaktorkern ziehen oder in den Kern einsetzen, wenn sie dabei gedreht werden. Z.B. kann es vorkommen, daß ein bestrahltes Brennelement, das noch brauchbar und vorübergehend im Lagergestell abgestellt ist, um  $-90^\circ$ ,  $+90^\circ$  oder  $180^\circ$  gedreht werden muß (Schritt B im Schema der Figur 6).

In Figur 1 ist eine schematische Darstellung einer Lademaschine für die Handhabung von Brennelementen dargestellt. Diese Lademaschine weist im wesentlichen eine verfahrbare Brücke 1 auf, wie sie in Reaktorgebäuden installiert ist, wobei hier insbesondere ein Druckwasser-Reaktor betrachtet ist. Die - insoweit nicht dargestellte - Bewegungsrichtung der Brücke 1 führt in die Darstellungsblattebene hinein bzw. aus ihr heraus. Auf der Brücke befindet sich eine Laufkatze 2. Diese Laufkatze 2 ist geodätisch horizontal im rechten Winkel zur Brücke 1 verfahrbar. Auf dieser Laufkatze 2 befindet sich

eine - nicht dargestellte - Bedienungsplattform, von der aus die Lademaschine bedient werden kann. Weiterhin ist auf der Laufkatze 2 ein Führungsmast 3 um seine Mittelachse drehbar gelagert. In dem Führungsmast 3 befindet sich eine Zentrier-  
5 glocke 4. Innerhalb dieser Zentrierglocke 4 ist ein Doppelgreifer vorhanden, der einen äußeren Brennelementgreifer 5 und einen inneren Steuerelementgreifer 6 aufweist. Oberhalb eines Rahmens 2.1 der Laufkatze 2 befinden sich Hubwerke 7, die auf einem mit dem Führungsmast 3 verbundenen Hubwerksge-  
10 stänge 7.1 angeordnet sind.

Abbildung 2 zeigt einen Querschnitt durch den Führungsmast 3 mit sich im Führungsmast 3 befindlicher Zentrierglocke 4 und zwei Brennelementen 8. Der Führungsmast 3 ist an den Stellen  
15 3.1 in vertikaler Richtung geteilt. Mit anderen Worten: Er setzt sich aus zwei Hälften 3a, 3b eines in axialer Richtung geteilten Rohres zusammen. Die Zentrierglocke 4 weist einen rechteckigen Querschnitt auf und ist entsprechend der Teilung des Führungsmastes 3 an den Stellen 4.1 vertikal geteilt. Je-  
20 des der Teilstücke 4a, 4b der Zentrierglocke 4 ist so bemessen, daß darin ein Brennelement 8 aufgenommen werden kann. Zur stabilen Führung der Zentrierglocke 4 im Führungsmast 3 weist der Führungsmast 3 entlang seiner Längsrichtung Winkel-  
eisen 3.2 auf. An diagonal gegenüberliegenden Winkeleisen 3.2  
25 tragen diese Winkeleisen 3.2 eine Rollenführung 3.3. In diese Rollenführungen 3.3 greifen mit hinreichendem Schlupf als Rollen ausgebildete Führungsräder 4.3 ein. Die Drehachsen dieser Führungsräder 4.3 stehen senkrecht auf der die Rollen-  
führung 3.3 tragenden Fläche der Winkeleisen 3.2. Die Füh-  
30 rungsrollen 4.3 sind angebracht an einem nahezu trapezförmigen Anbau 4.2 der Zentrierglocke 4, der die räumliche Entfernung zwischen der Zentrierglockenwand und dem Winkeleisen 3.2 weitgehend überwindet.

Diesen nahezu trapezförmigen Anbauten 4.2 gegenüber liegen weitere trapezförmige Anbauten 4.4 der Zentrierglocke 4. An ihrer dem Winkeleisen 3.2 benachbarten Seite weisen diese Anbauten 4.4 Laufrollen 4.5 auf, deren Drehachse parallel zu der benachbarten Fläche des Winkeleisens 3.2 orientiert ist. An den beiden verbleibenden freien Außenseiten der Zentrierglocke 4 ist an die Außenwand der Zentrierglocke 4 jeweils eine Laufrolle 4.6 angebracht, die direkt an der Innenwand des Führungsmastes 3 abrollt.

10

Die Aufnahme der Brennelemente 8a, 8b bzw. 8 (Fig. 3) in jeden Teil 4a, 4b der Zentrierglocke 4 erfolgt durch in Figur 2 nicht dargestellte Brennelementgreifer 5. Dabei ist jede der beiden Zentrierglockenhälften mit einem Brennelementgreifer 5 versehen (Fig. 3). Einer dieser Brennelementgreifer 5 ist um einen im Innern des Brennelementgreifers 5 angeordneten Steuerstabgreifer 6 ergänzt zu einer sogenannten Doppelgreifer nach DE 17 64 176. Bezüglich Einzelheiten des Doppelgreifers wird hierauf verwiesen. Im wesentlichen weist der Doppelgreifer zwei funktionelle Elemente auf, nämlich einen Brennelementgreifer 5 und einen in dem Brennelementgreifer 5 konzentrisch angeordneten Steuerelementgreifer 6. Anhand der Funktionsweise des Doppelgreifers wird auch dessen prinzipieller Aufbau im folgenden erläutert:

25

Um ein Brennelement 8 aus dem Reaktorkern oder einem Brennelement-Lagergestell zu entnehmen, oder auch ein Steuerelement 9 aus einem Brennelement 8 zu entnehmen, wird zunächst die gesamte Greifanordnung mit Hilfe der Brücke 1 und der Laufkatze 2 in eine Position oberhalb des betreffenden Brennelementes gebracht. Daraufhin wird die Zentrierglocke 4 soweit abgesenkt, daß sie mit ihrer Unterkante eine Position knapp oberhalb des Brennelementes 8 einnimmt. Wird ein Brennelement 8 einem Reaktorkern entnommen, so greifen die Zentrierbolzen 4.7 der Zentrierglocke 4 in korrespondierende Bohrungen in den Brennelement-Köpfen der dem betreffenden

35

Brennelement 8 benachbarten Brennelemente ein. Auf diese Weise wird eine exakte Positionierung des Brennelementgreifers 5 und des Steuerelementgreifers 6 bewirkt. Dabei ist die Zentrierglocke in ihrer Position so im Mast gehalten, daß sie nicht mit ihrer Gewichtskraft auf die Brennelemente einwirkt, die sich geodätisch unter ihr befinden. Anschließend wird der Brennelementgreifer 5 soweit abgesenkt, bis er sich mit seinen Greifklinken 5.1 in den Brennelementkopf eines Brennelements 8 einklinkt. Mit Hilfe eines Hubwerk 7 und einem Doppelseil 7.1 wird das vom Brennelementgreifer 5 gehaltene Brennelement 8 nunmehr nach oben gehoben und in die Zentrierglocke 4 eingefahren.

In ähnlicher Weise kann auch ein Steuerelement aus einem Brennelement 8 entnommen werden. Hierzu wird nach Herabfahren der Zentrierglocke 4 der Brennelementgreifer 5 in einer oberen Position in der Zentrierglocke verriegelt, so daß er nicht zu dem Brennelement 5 herabfahren kann. Anschließend wird der Steuerelementgreifer 6 abgesenkt, bis er mit einem Steuerelementgreiferkopf den Kopf eines im Brennelement 8 enthaltenen Steuerelements erfaßt. Mit dem im Brennelementgreiferkopf enthaltenen Greiferklinken verhakt sich der Steuerelementgreifer 6 mit dem Steuerelement. Durch Anheben des Steuerelementgreifers 6 über ein Hubwerk 7 und das Doppelseil 7.2 wird nunmehr das Steuerelement aus dem Brennelement 8 in die Zentrierglocke 4 eingezogen.

Nachdem entweder ein Brennelement 8 oder ein Steuerelement auf diese Weise in der Zentrierglocke 4 aufgenommen worden ist, wird die Zentrierglocke 4 selbst nach oben gezogen und in den Führungsmast eingefahren. Das Brennelement 8 oder das Steuerelement kann dann im Reaktorraum horizontal verfahren werden.

Die andere Hälfte der Zentrierglocke 4 ist ausgerüstet mit einem einfachen Brennelementgreifer nach Art des beschriebenen. Für den Transport von Brennelementen und Steuerelementen im Reaktorraum ist es zumeist ausreichend, daß nur einer der  
5 beiden Greifer in der Zentrierglocke 4 als Doppelgreifer ausgebildet ist. Selbstverständlich ist es auch möglich, beide Greifer in der Zentrierglocke 4 als Doppelgreifer auszubilden.

10 Da Brennelemente im Reaktorkern sehr dicht beieinanderstehen, andererseits im Brennelement-Lagergestell ein gewisser Raum zwischen den einzelnen Brennelementen verbleibt, ist es erforderlich, die relative Position der beiden mit der beschriebenen Vorrichtung transportierten Brennelemente zueinander  
15 ändern zu können. Dieselbe Notwendigkeit ergibt sich, wenn man eine optische Kontrolle der Brennelemente durchführen möchte. Um eine relative Positionsänderung der Brennelemente 8a, 8b zueinander zu ermöglichen, ist der Führungsmast 3 an den Stellen 3.1 und ebenso die Zentrierglocke  
20 4 an den Stellen 4.1 vertikal geteilt. Wie in Figur 4 dargestellt, ist jede Hälfte 3a, 3b des Führungsmastes 3 und der entsprechenden Hälfte 4a, 4b der Zentrierglocke 4 ausgerüstet mit einem Hubwerk 7a, 7b. Die Führungsmasthälften 3a, 3b sind mitsamt ihren Einbauten wie Zentrierglocken, Hälften 4a, 4b  
25 und Greifer und ihren zugehörigen Hubwerken 7a, 7b auf der Laufkatze 2 horizontal verfahrbar. Allerdings genügt es auch, wenn nur eine der beiden Führungsmasthälften auf der Laufkatze 2 verfahrbar und die andere Hälfte fest ist. Die Verfahrvorrichtung für die beiden Führungsmasthälften ist in Figur 1 durch ein in x-y-Richtung verfahrbares Führung 2' angedeutet, in der Räder 2' für eine Drehung des Gestells 2.1 geführt sind.  
30

Dadurch wird gleichzeitig eine Rotation der Brennelemente 8b  
35 um die eigene Achse ermöglicht. Hierzu werden die Führungs-

masthälften soweit mittels der Führung 2'' verfahren, bis die Mittelachse des transportierten Brennelements deckungsgleich mit der Drehachse ist. Führt das Drehschild nunmehr eine Drehbewegung aus, so wird das Brennelement mitsamt der zugehörigen Führungsmasthälfte, der Zentrierglockenhälfte und dem Greifer mitgedreht. Hierbei betragen die möglichen Drehwinkel  $+90^\circ$ ,  $-90^\circ$  und  $180^\circ$ . Damit die Aufbauten auf dem Führungsmast, insbesondere die Hubwerke, während der Drehbewegung nicht kollidieren, kann es erforderlich werden, daß die Horizontalbewegung noch über diejenige Strecke hinausgeht, die notwendig ist, um einen hinreichenden Abstand zwischen den beiden transportierten Brennelementen zur Einstellung dieser Brennelemente in ein Brennelement-Lagergestell zu schaffen. Um die Handhabungsfähigkeit der Lademaschine zu erhöhen, lassen sich die transportierten Brennelemente nach erfolgter Rotation wieder aufeinander zufahren. In den Figuren 4 und 5 ist der eben beschriebene Vorgang schematisch dargestellt.

Dabei zeigt Figur 4 das erste Hubwerk 7a und das zweite Hubwerk 7b mit den beiden transportierten Brennelemente 8a und 8b, die auseinandergefahren sind (und mit ihnen auch die Führungsmasthälften 3a, 3b und Zentrierglockenhälften 4a, 4b). Das Brennelement 8b wurde dabei entlang seiner Mittelachse in der Drehposition A um  $180^\circ$  gedreht. Anschließend wurde das Brennelement 8b mit seinem Hubwerk 7b und der zugehörigen Führungsmasthälfte sowie der Zentrierglockenhälfte nach der in Figur 4 angedeuteten Position B auf das andere Brennelement 8a hin zurückgefahren.

In ähnlicher Weise wurde in Figur 5 verfahren. Hier wurde das Brennelement 8b nach dem Auseinanderfahren der Brennelemente 8a und 8b mitsamt der zugehörigen Führungsmasthälfte 3 und Zentrierglockenhälfte 4 um  $90^\circ$  um die Längsachse des Brennelements 8b gedreht (Position A') und danach wieder in Richtung des Brennelements 8a zurückgefahren (Position B').

In beiden Fällen sind die Brennelemente 8a, 8b, die sich im Kern in der Engstellung befanden (Fig. 2), in der Weitstellung (Position B in Fig. 4, Position B' in Fig. 5) wieder mit zueinander parallelen Seiten ausgerichtet, wobei der Abstand  
5 der Brennelemente dem Abstand entspricht, den sie z.B. im Brennelement-Lagergestell, auf einem Prüfstand zur Inspektion, Wartung oder Reparatur oder beim Wiedereinsetzen in den Reaktordruckbehälter haben müssen. Jedoch ist ihre Orientierung relativ zueinander unterschiedlich. Es kann nämlich der  
10 Fall auftreten, daß ein Brennelement sich während des Reaktorbetriebes verbogen hat und nicht ohne weiteres aus dem Verband mit den benachbarten Brennelementen entfernt oder in den Verband eingesetzt werden kann, dies aber möglich wird, wenn das Brennelement um  $+90^\circ$ ,  $-90^\circ$  oder  $180^\circ$  gedreht ist.  
15 Solche Störungen, bei denen die vertikale Bewegung des Brennelements durch Hindernisse behindert ist, sind erfaßbar, wenn das Hubwerk auf einer Plattform mit einer Gewichtskraft-Meßeinrichtung gelagert ist, die sowohl eine ordnungswidrige Gewichtsabnahme (das Brennelement sitzt auf einem Hindernis  
20 auf) als auch eine Gewichtszunahme (das Brennelement ist festgehalten) bei der Vertikalbewegung meldet. Außerdem kann es vorteilhaft sein, wenn das Brennelement auf dem Arbeitsplatz drehbar ist, um von verschiedenen Seiten inspiziert oder bearbeitet zu werden.

25

Für die Inspektion wird die Laufkatze 2 mit den an ihr befestigten Hälften des Führungsmastes und den darin gehaltenen Elementen über den neuen Arbeitsplatz gefahren und die transportierten Brennelemente bzw. die transportierten Steuerelemente können aus dem Führungsmast 3 herabgelassen werden.  
30 Hierzu werden die Zentrierglockenhälften in hochgefahrener Position über Befestigungsvorrichtungen im Führungsmast festgehalten, während der Brennelementgreifer 5 nach unten fährt und somit das Brennelement 8 zur Inspektion freigibt. In entsprechender Weise kann auch eine optische Inspektion des  
35

transportierten Steuerelements erfolgen dadurch, daß die Zentrierglocke 4 und der Brennelementgreifer 5 über Feststellvorrichtungen in hochgefahrener Position gehalten werden, während der Steuerelementgreifer nach unten fährt und so das Steuerelement 9 freigibt. Diese Vorgänge sind im einzelnen dargestellt in DE 17 64 176.

Ein Herausfahren von Brennelement 8 oder Steuerelement 9 aus der Zentrierglocke 4 und dem Führungsmast 3 kann bei der beschriebenen Lademaschine in der Weise erfolgen, daß die Brennelemente 8 bzw. Steuerstäbe 9 einzeln nach unten ausgefahren werden können, selbst wenn die Lademaschine mit zwei Brennelementen 8 oder mit einem Brennelement 8 und einem Steuerelement 9 bestückt ist. Auch in auseinandergefahrenen Positionen, die den Figuren 4 und 5 entsprechen, lassen sich Brennelemente 8 bzw. Steuerelemente 9 voneinander unabhängig aus der in der Führungsmasthälfte hochgehaltenen Zentrierglockenhälfte ausfahren und untersuchen.

Mit der im Ausführungsbeispiel dargestellten Lademaschine lassen sich gleichzeitig zwei Brennelemente bzw. ein Brennelement und ein Steuerelement handhaben. Es ist aber auch möglich, die Lademaschine so auszugestalten, daß eine Mehrzahl von Brennelementen, beispielsweise vier Brennelemente gleichzeitig gehandhabt werden können. Hierfür wird in analoger Weise zum Ausführungsbeispiel eine Vierteilung von Führungsmast und Zentrierglocke erforderlich, wobei die gehandhabten Brennelemente dann ein Bündel von zwei mal zwei Brennelementen ergeben. Dementsprechend ist es dann erforderlich, daß die Brennelemente zur gegenseitigen Relativbewegung in horizontaler Richtung entweder zweiachsig horizontal verfahrbar sind oder unter einem Winkel von  $45^\circ$  zu den Teilungsebenen des Führungsmastes 3 verfahrbar sind.

In allen Fällen ist es mit der vorgeschlagenen Lademaschine möglich, eine die Lademaschinenkapazität unterschreitende Anzahl von Brennelementen bzw. Steuerelementen zu handhaben.

## Patentansprüche

1. Lademaschine zum Umsetzen von Brennelementen in einem Kernkraftwerk, mit einem hohlen Mast (3), der an einer in einer horizontalen Ebene im Kraftwerk zwischen einem Ort oberhalb des Reaktorkerns und einem Ort oberhalb eines anderen Abstellplatzes beweglichen Laufkatze (2) gehalten ist und ein von der Laufkatze nach unten weisendes, offenes Ende aufweist, und mit zusammen mit dem Mast beweglichen Greif-, Führungs- und Haltemitteln (4, 5, 6, 7 in Fig. 3), um die Brennelemente (8) einzeln zu greifen, im Mast (3) auf und ab zu bewegen und dabei an der Innenseite des Mastes (3) zu führen und zu halten,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Innenquerschnitt des Mastes (3) dem Querschnitt zweier der Position im Reaktorkern entsprechend eng benachbarter Brennelemente (8a, 8b) derart angepaßt und in zwei Teile (3a, 3b) geteilt ist, daß beide Brennelemente darin gleichzeitig aufgenommen und durch jeweils einem Brennelement (8a, 8b) zugeordnete Greif-, Führungs- und Haltemittel (4a, 7a; 4b, 7b) unabhängig voneinander gegriffen, gehalten, auf- und abbewegt und geführt werden können, und daß beide Teile (3a, 3b) des Mastes jeweils zusammen mit den einem Brennelement zugeordneten Greif-, Führungs- und Haltemittel (4a, 7a; 4b, 7b) in horizontaler Richtung relativ zueinander an der Laufkatze (2) beweglich sind.

2. Lademaschine nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß wenigstens ein Teil (3a, 3b) des Mastes zusammen mit seinen Greif-, Führungs- und Haltemitteln um eine Längsachse drehbar ist.

3. Lademaschine zur gleichzeitigen Handhabung von zwei bezüglich ihrer Längsachse geodätisch vertikal orientierter, länglicher Gegenstände (8a, 8b), wobei insbesondere eine Vielzahl

dieser Gegenstände in einer Engstellung unmittelbar benachbart und in einer Weitstellung mit geringer Entfernung voneinander benachbart angeordnet sind, mit einer Einrichtung (7a, 7b) zum wahlweisen gleichzeitigen oder voneinander unabhängigen Anheben oder Absenken dieser Gegenstände, sowie einer Einrichtung (2) zur gleichgerichteten Bewegung dieser Gegenstände in geodätischer Längs- und Querrichtung, eine Einrichtung (2', 2'') zur Drehung dieser Gegenstände um eine gemeinsame horizontale Achse und/oder um unabhängige horizontale Achsen um wenigstens  $90^\circ$  in der einen Drehrichtung und um wenigstens  $180^\circ$  in der entgegengesetzten Drehrichtung, und einer Einrichtung zur geodätischen horizontalen Relativbewegung dieser Gegenstände.

4. Lademaschine zur gleichzeitigen Handhabung von drei oder mehreren bezüglich ihrer Längsachse geodätisch vertikal orientierte, länglicher Gegenstände (8a, 8b, 9), wobei insbesondere eine Vielzahl dieser Gegenstände in einer Engstellung unmittelbar benachbart, und in einer Weitstellung mit geringer Entfernung voneinander benachbart angeordnet sind, mit einer Einrichtung (5, 6; 7a, 7b) zum wahlweise voneinander unabhängigen oder gleichzeitigen Anheben oder Absenken dieser Gegenstände, sowie einer Einrichtung (2) zur gleichgerichteten Bewegung dieser Gegenstände in geodätischer Längs- und Querrichtung, einer Einrichtung (2', 2'') zur Drehung dieser Gegenstände um eine gemeinsame horizontale Achse und/oder um unabhängige horizontale Achsen um wenigstens  $90^\circ$  in der einen Drehrichtung und um wenigstens  $180^\circ$  in der entgegengesetzten Drehrichtung, und einer der Anzahl der gleichzeitig handhabbaren Gegenstände entsprechenden Anzahl von Einrichtungen zur relativen Bewegung der gehandhabten Gegenstände zueinander in geodätischer Längs- und/oder Querrichtung.

5. Lademaschine nach Anspruch 3 mit einem geodätisch vertikal orientierten Führungsmast (3), einer geodätisch vertikal ori-

entierten, in den Führungsmast (3) einziehbaren und aus diesem ausfahrbaren Zentrierglocke (4), einem in diese Zentrierglocke (4) ein- und ausfahrbaren Doppelgreifer (5, 6), der einen ersten, äußeren Greifer (5) und einen zweiten, in dem  
5 äußeren Greifer (5) konzentrisch angeordneten inneren Greifer (6) aufweist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Führungsmast (3) und die Zentrierglocke (4) in vertikaler Richtung zweigeteilt sind und ein weiterer Greifer vorhanden ist,  
10 der mindestens teilweise im wesentlichen baugleiche Elemente wie der Doppelgreifer (5,6) aufweist.

6. Lademaschine nach Anspruch 4 mit einem geodätisch vertikal orientierten Führungsmast (3), einer geodätisch vertikal orientierten, in den Führungsmast (3) einziehbaren und aus diesem ausfahrbaren Zentrierglocke (4), einem in diese Zentrierglocke (4) ein- und ausfahrbaren Doppelgreifer (5, 6), der einen ersten, äußeren Greifer (5) und einen zweiten, in dem  
15 äußeren Greifer (5) konzentrisch angeordneten inneren Greifer (6) aufweist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Führungsmast (3) und die Zentrierglocke (4) entsprechend der Anzahl der gleichzeitig handhabbaren Gegenstände in vertikaler Richtung geteilt sind und entsprechend der um eins verminderten Anzahl der gleichzeitig handhabbaren Gegenstände Greifer  
20 vorhanden sind, die mindestens teilweise im wesentlichen baugleiche Elemente aufweisen, wie der Doppelgreifer (5, 6).

7. Lademaschine nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 6,  
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß jedes Teilstück des Führungsmastes (3) und des jeweils zugehörigen Teils der Zentrierglocke (4), sowie der jeweils zugehörige Greifer auf jeweils einem axial gelagerten Drehschild angeordnet sind.

8. Lademaschine nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß jeder der  
Drehschilde drehbar ist um die vertikale Mittelachse des mit  
dem jeweils zugehörigen Greifers handhabbaren Gegenstandes.

5

9. Verwendung einer Lademaschine nach mindestens einem der  
Ansprüche 3 bis 8 zur mindestens teilweisen Befüllung  
und/oder Entleerung von Reaktorkernen mit Brennelementen (8)  
oder zur Versetzung von Brennelementen (8) und/oder Steuer-  
stäben (9) in einem Reaktorkern.

10

10. Lademaschine nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 8  
bei einer Verwendung nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß der äu-  
ßere Greifer (5) des Doppelgreifers (5, 6) zum Greifen von  
Brennelementen (8) und der innere Greifer (6) des Doppelgrei-  
fers (5, 6) zum Greifen von Steuerstäben (9) und die übrigen  
vorhandenen Greifer mindestens zum Greifen von Brennelementen  
(8) ausgelegt sind.

20

11. Verfahren zum gleichzeitigen Versetzen von zwei Brennele-  
menten aus einem Reaktorkern in ein Lagergestell in einem  
Kernkraftwerk, wobei eine Lademaschine, die einen in zwei  
parallel zueinander angeordneten und horizontal gegeneinander  
beweglichen Teilen aufgeteilten Mast und jeweils eigenen Mit-  
teln zum Greifen, Heben und Senken je eines Brennelements in  
jedem der beiden Teile des Mastes enthält, über den Reaktor-  
kern gebracht wird, jedes der zwei Brennelemente ergriffen  
und in einen entsprechenden Teil des Mastes hineingehoben  
wird, die Lademaschine mit den in die beiden Teile ihre Ma-  
stes hineingehobenen Brennelementen über das Lagergestell ge-  
bracht wird, wobei durch eine Relativbewegung der beiden  
Teile des Mastes der gegenseitige Abstand der Brennelemente  
verändert wird, und die beiden Brennelemente aus den Teilen  
des Mastes hinaus in das Lagergestell abgesenkt werden.

35

12. Verfahren zum gleichzeitigen Versetzen von zwei Brennelementen aus einem Lagergestell in einen Reaktorkern in einem Kernkraftwerk, wobei eine Lademaschine, die einen in zwei parallel zueinander angeordnete und in einer horizontalen Ebene relativ zueinander bewegliche Teile aufgeteilten Mast und jeweils eigene Mittel zum Greifen, Heben und Senken je eines Brennelements in jedem der beiden Teile des Mastes enthält, über das Lagergestell gebracht wird, jedes der beiden Brennelemente in einen entsprechenden Teil des Mastes hineingehoben wird, die Lademaschine mit den die beiden hineingehobenen Brennelemente enthaltenden Teilen ihres Mastes über den Reaktorkern gebracht wird, wobei durch eine Relativbewegung der beiden Teile des Mastes der relative Abstand zwischen den Brennelementen verändert wird, und die beiden Brennelemente aus den beiden Teilen des Mastes hinaus in den Reaktorkern abgesenkt werden.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Relativbewegung die beiden Teile des Mastes zwischen zwei Endstellungen bewegt werden, wobei in einer ersten Endstellung die beiden Teile des Mastes einen unten offenen und seitlich praktisch geschlossenen Hohlmast und in einer zweiten Endstellung einen unten offenen und seitlich in zwei durch Längsspalte vorgegebener Breite in zwei Hälften geteilten Hohlmast bilden, und wobei die erste Endstellung eingenommen wird, wenn die Lademaschine sich über dem Reaktorkern befindet, und die zweite Endstellung, wenn die Lademaschine sich über dem Lagergestell befindet.

30

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Teile des Mastes, nachdem die Brennelemente hineingehoben sind, zuerst in die erste Endstellung gebracht wird, bevor

die Lademaschine zwischen dem Reaktorkern und dem Lagergestell bewegt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14,  
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß mindestens  
bei der Relativbewegung zur Veränderung des gegenseitigen Abstands dieser Abstand vorübergehend vergrößert wird, dann  
mindestens einer der beiden Teile des Mastes um eine Längsachse gedreht wird und der Abstand dann wieder verringert  
10 wird.

1/6

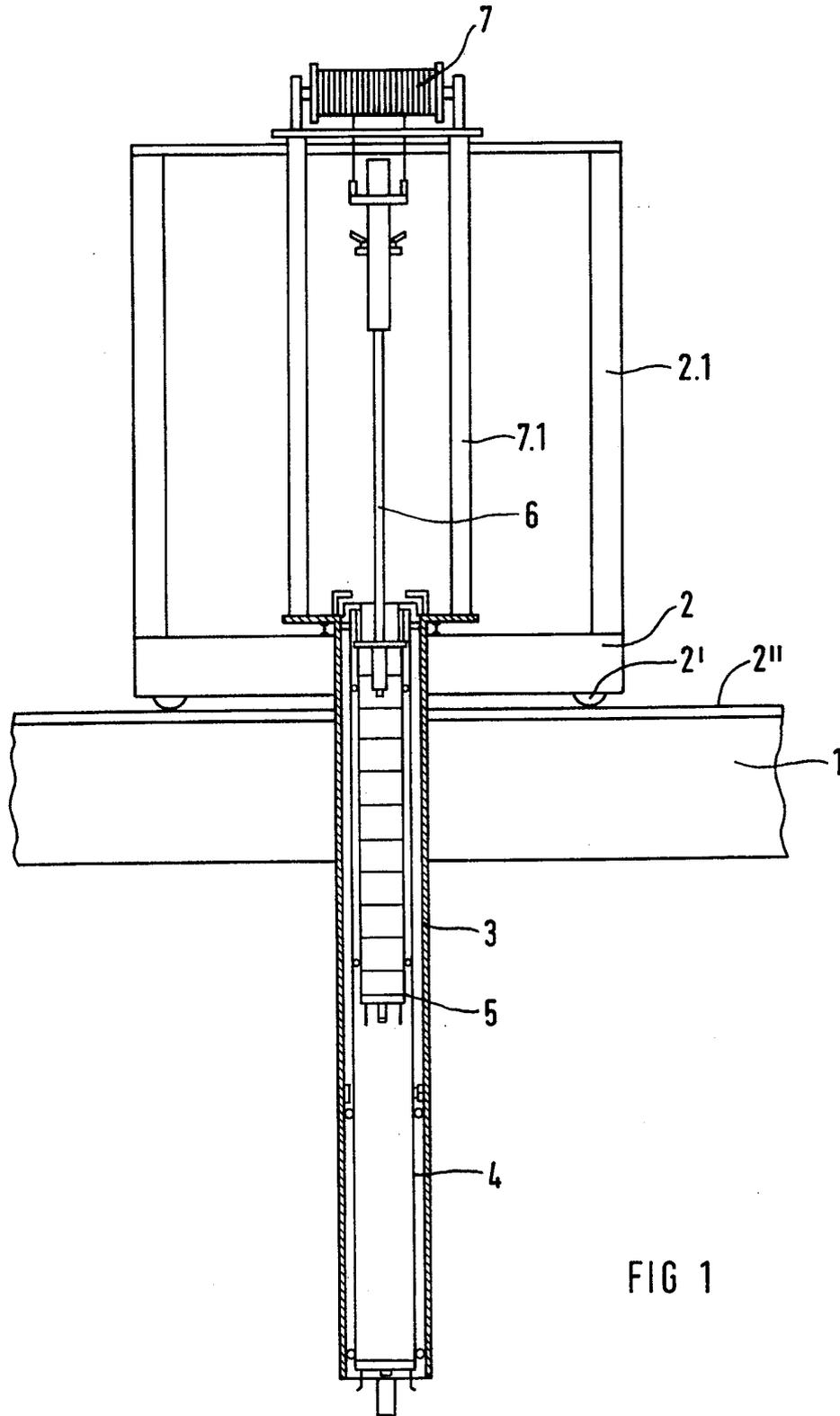


FIG 1

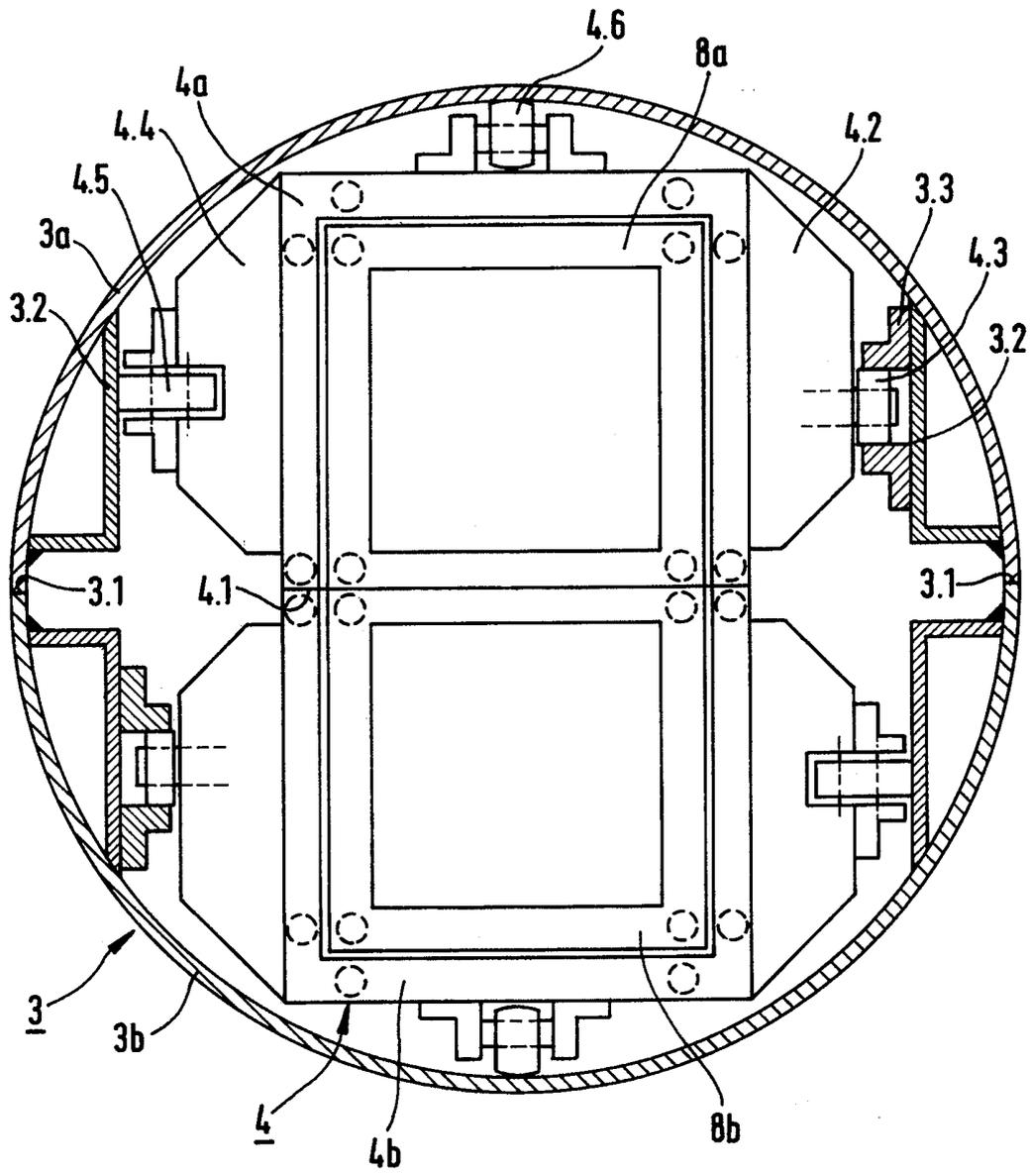


FIG 2

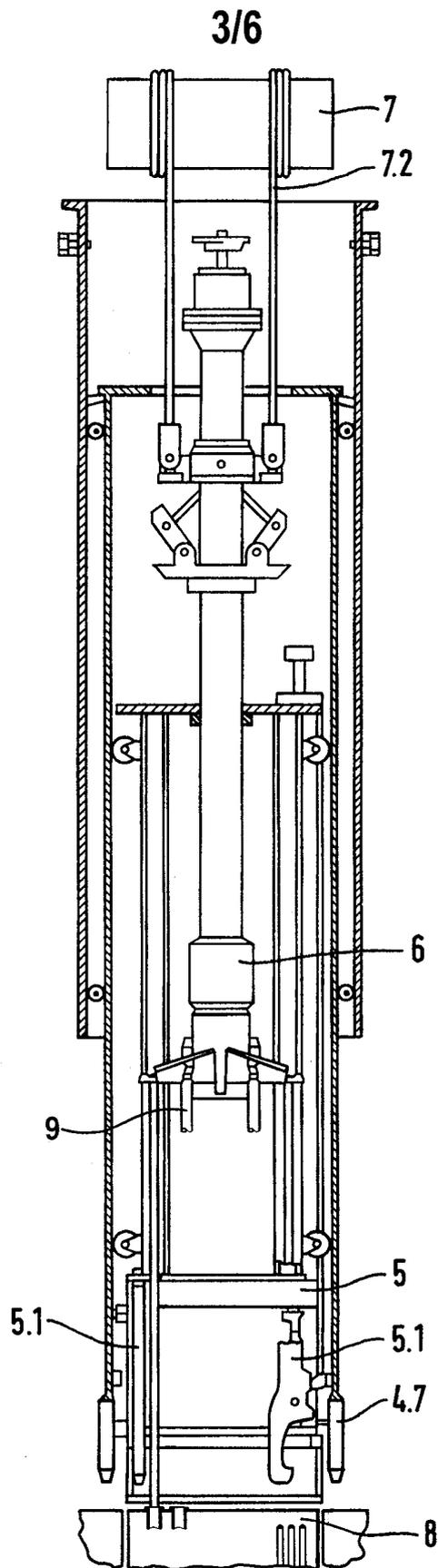


FIG 3

4/6

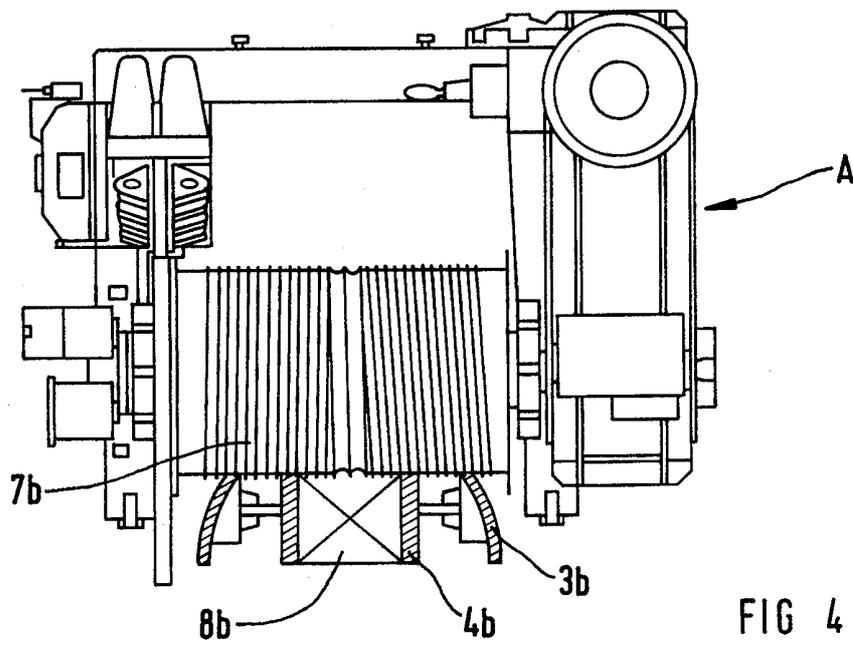
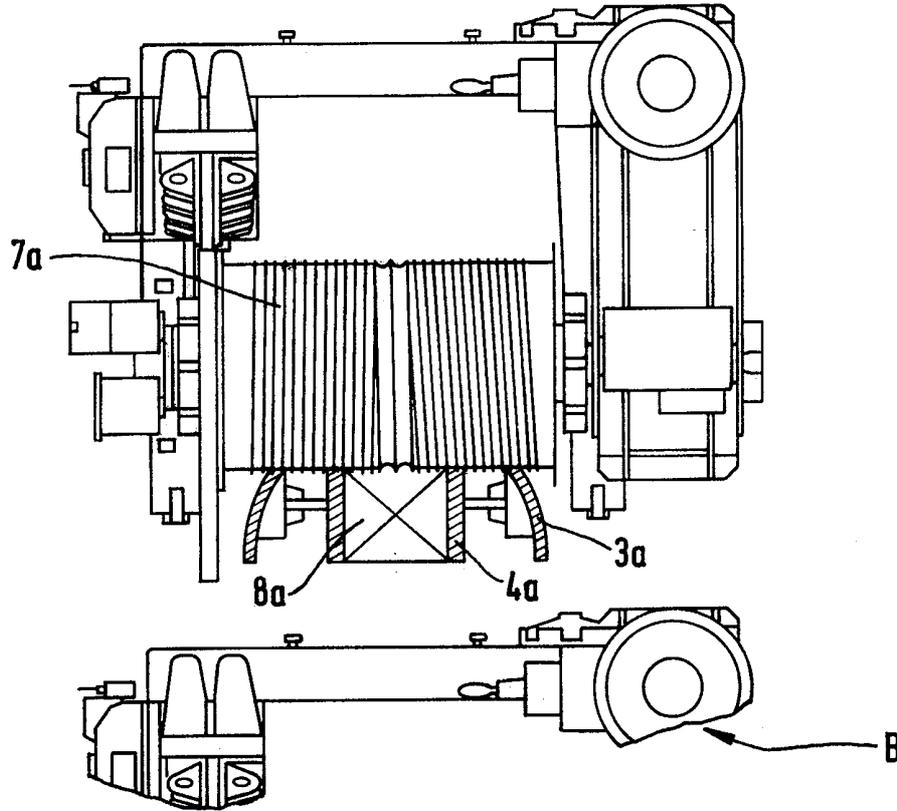


FIG 4

5/6

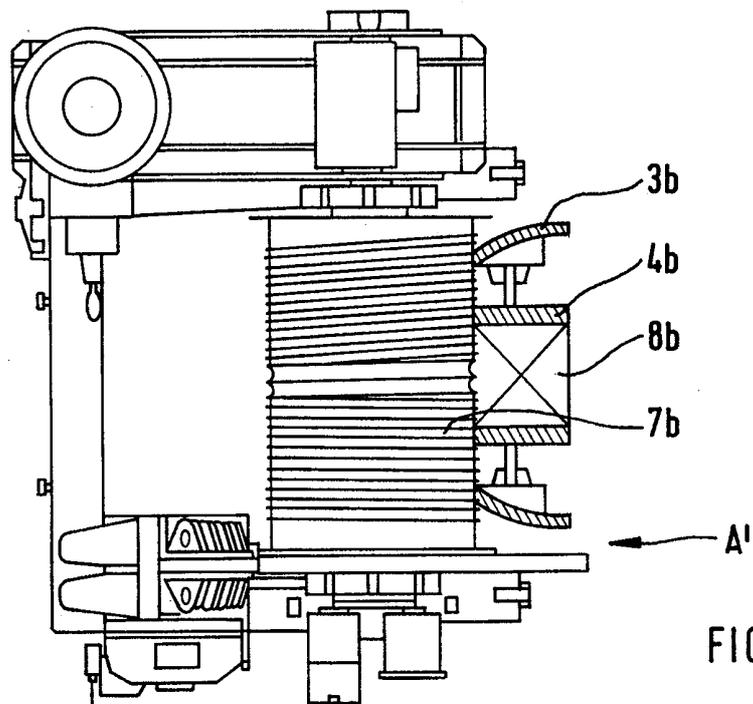
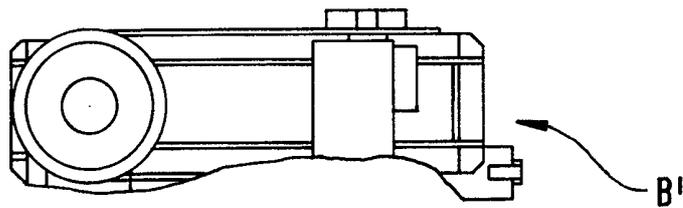
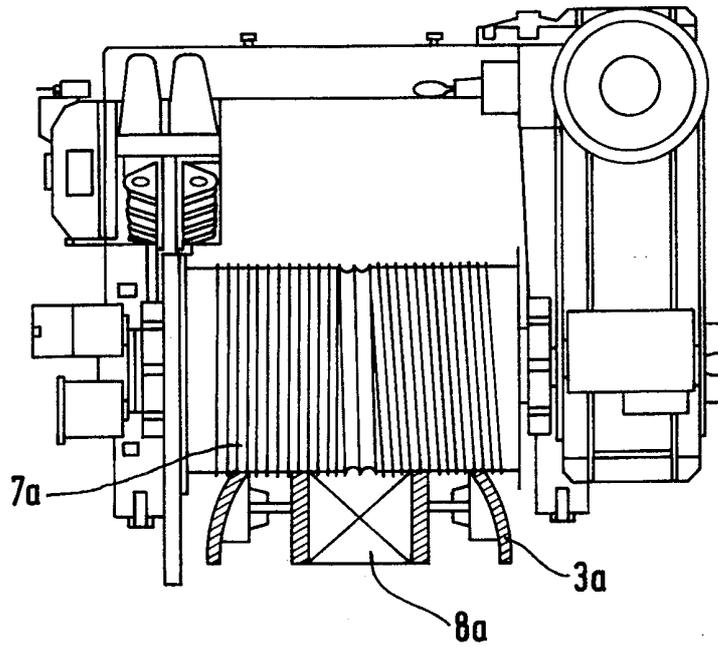


FIG 5



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. Application No  
PCT/DE 98/03274

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 6 G21C19/10 G21C19/105 G21C19/32		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G21C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 661 768 A (GILLIGAN III BERNARD ET AL) 26 August 1997 see abstract; claims 1,12,13,24,27,31-35,39; figures 4-31 ---	1,3-6,9, 11,12
A	GB 2 266 521 A (MURATA MACHINERY LTD) 3 November 1993 see the whole document ---	3,4
A	US 3 691 011 A (KRUGER JOACHIM ET AL) 12 September 1972 cited in the application see the whole document -----	1,5,6, 9-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
° Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
24 March 1999	01/04/1999	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Deroubaix, P	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/03274

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5661768 A	26-08-1997	US 5633904 A	27-05-1997
GB 2266521 A	03-11-1993	JP 6286813 A	11-10-1994
		HK 158595 A	20-10-1995
		KR 135266 B	24-04-1998
US 3691011 A	12-09-1972	BE 714456 A	16-09-1968
		CH 472094 A	30-04-1969
		DE 1764176 B	13-05-1971
		FR 1570724 A	13-06-1969
		NL 6806078 A, B	31-10-1969

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03274

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 6 G21C19/10 G21C19/105 G21C19/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 6 G21C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 661 768 A (GILLIGAN III BERNARD ET AL) 26. August 1997 siehe Zusammenfassung; Ansprüche 1,12,13,24,27,31-35,39; Abbildungen 4-31 ---	1,3-6,9, 11,12
A	GB 2 266 521 A (MURATA MACHINERY LTD) 3. November 1993 siehe das ganze Dokument ---	3,4
A	US 3 691 011 A (KRUGER JOACHIM ET AL) 12. September 1972 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument -----	1,5,6, 9-12

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. März 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

01/04/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Deroubaix, P

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03274

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5661768 A	26-08-1997	US 5633904 A	27-05-1997
GB 2266521 A	03-11-1993	JP 6286813 A	11-10-1994
		HK 158595 A	20-10-1995
		KR 135266 B	24-04-1998
US 3691011 A	12-09-1972	BE 714456 A	16-09-1968
		CH 472094 A	30-04-1969
		DE 1764176 B	13-05-1971
		FR 1570724 A	13-06-1969
		NL 6806078 A,B	31-10-1969