



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 15 546 T2** 2007.05.24

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 472 688 B1**

(51) Int Cl.⁸: **G11B 17/22** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 15 546.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB02/03743**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 755 163.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/023597**

(86) PCT-Anmeldetag: **14.08.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **20.03.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.11.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **18.10.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.05.2007**

(30) Unionspriorität:

948627 **10.09.2001** **US**

948656 **10.09.2001** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR**

(73) Patentinhaber:

**International Business Machines Corp., Armonk,
N.Y., US**

(72) Erfinder:

**BASHAM, Beverley, Robert, Aloha, OR 97007, US;
DAHMAN, Grant, Kirby, Tucson, AZ 85718, US;
DAY III, Fairclough, Kenneth, Tucson, AZ 85748,
US; JESIONOWSKI, George, Leonard, Tucson, AZ
85749, US**

(74) Vertreter:

**Duscher, R., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Ass.,
71034 Böblingen**

(54) Bezeichnung: **DATENSPEICHERUNGSLAUFWERKE IN EINER AUTOMATISCHEN DATENSPEICHERUNGSBIBLIOTHEK**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung betrifft Datenspeicherungslaufwerke einer automatischen Datenspeicherbibliothek, die tragbare Datenspeicherkassetten in Aufbewahrungsregalen aufbewahrt und die tragbaren Datenspeicherkassetten zwischen den Aufbewahrungsregalen und den Datenspeicherungslaufwerken transportiert, um die tragbaren Datenspeicherkassetten an den Datenspeicherungslaufwerken einzubinden bzw. die Einbindung zu lösen, und insbesondere die Zuordnung dieser Datenspeicherungslaufwerke und die Virtualisierung dieser Datenspeicherungslaufwerke in Bezug auf Hostanwender, die mit der Bibliothek Daten austauschen.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Automatisierte Datenspeicherbibliotheken werden in steigendem Maße zur Speicherung von großen Datenmengen verwendet, typischerweise von Daten, auf die von Hostanwendungen selten zugegriffen wird. Die Daten werden auf tragbaren Datenspeicherkassetten gespeichert, die in Aufbewahrungsregalen aufbewahrt werden. Beispiele der tragbaren Datenspeicherkassetten sind Kassetten, die einen Abschnitt eines Magnetbands oder eine optische Platte enthalten.

[0003] Wenn durch die Bibliothek auf die Daten zugegriffen wird, ergreift ein Zugriffsroboter, der durch eine Robotersteuerung der Bibliothek betätigt wird, die gewünschte Datenspeicherkassette aus dem Aufbewahrungsregal, in dem sie aufbewahrt wird, und transportiert die tragbare Datenspeicherkassette zwischen den Aufbewahrungsregalen und Datenspeicherungslaufwerken, um die tragbaren Datenspeicherkassetten an den Datenspeicherungslaufwerken einzubinden bzw. die Einbindung zu lösen, und gibt die tragbare Datenspeicherkassette an dasselbe oder ein anderes Aufbewahrungsregal zurück.

[0004] Automatisierte Datenspeicherbibliotheken sind gelegentlich in der Weise beschaffen, dass selbst beim Vorhandensein mehrerer Hostanwendungen die Bibliothek und ihre Datenspeicherungslaufwerke für jede Hostanwendung als ihre eigene Bibliothek und ihre eigenen Laufwerke erscheinen. In einem Beispiel ist eine bestimmte Gruppe von Aufbewahrungsregalen und wenigstens ein Bibliotheks-Datenspeicherungslaufwerk jeweils einer Hostanwendung zugeordnet. Bei einer Datenanforderung von der Hostanwendung wird durch den Zugriffsroboter der Bibliothek auf die tragbare Datenspeicherkassette, die die geforderten Daten enthält, zugegriffen und an das Datenspeicherungslaufwerk geliefert, das der Hostanwendung zugewiesen ist, damit es von der Hostanwendung verwendet wird. Die

Hostanwendung kann somit eine Reihe von Einbindungen an einem bekannten Laufwerk ausführen. Das ist von Standpunkt des Host sehr wirkungsvoll, da sein Laufwerk stets verfügbar ist und die Laufwerkadressierung direkt und unmittelbar erfolgt. Die Bibliothek kann außerdem so erscheinen, dass sie der Hostanwendung direkt zugewiesen ist, wobei der Zugriffsroboter tatsächlich gemeinsam verwendet wird. Das ist jedoch vom Standpunkt der Laufwerknutzung dahingehend weniger wirkungsvoll, dass dann, wenn nicht jede der Hostanwendungen ihr zugeordnetes Datenspeicherungslaufwerk (bzw. Laufwerke) ständig verwendet, die Laufwerke häufig unbenutzt sind. Da die Laufwerke verschiedenen Hostanwendungen zugeordnet sind, ist eine Hostanwendung, die besonders aktiv ist, nicht in der Lage, Laufwerke von einer anderen Hostanwendung zu "borgen", und wenn z.B. alle zugeordneten Laufwerke verwendet werden und Daten von einer weiteren Datenspeicherkassette benötigt werden, muss die Hostanwendung möglicherweise warten, bis die Hostanwendung selbst die Einbindung einer Kassette löst oder ihr Laufwerk freigibt, um auf Daten auf der anderen Kassette zuzugreifen. Jedes "Borgen" eines Laufwerks von einer anderen Hostanwendung würde die Neukonfigurierung wenigstens der Gerätetreiber für die beiden Hostanwendungen erforderlich machen. Sollte der Bedarf an einer Hostanwendung steigen, können dieser Hostanwendung keine neuen Laufwerke zugewiesen werden, ohne wenigstens die Hostanwendung neu zu konfigurieren.

[0005] In einem weiteren Beispiel ist bei den Hostanwendungen kein direkter Datenaustausch mit einem Datenspeicherungslaufwerk zugelassen. Stattdessen wird eine "virtuelle" Bibliothek realisiert, die eine Cachespeichereinrichtung (typischerweise Plattenlaufwerke) verwendet, um Daten, die von Hostanwendungen empfangen werden, zu speichern, und wirkt, als ob die Cachespeichereinrichtung das Datenspeicherungslaufwerk ist und die Daten auf die tragbare Datenspeicherkassette schreibt. Auf die Daten kann erneut zugegriffen werden, während sie sich in dem Cachespeicher befinden, was als "Cachespeicher-Treffer" ("Cache hit") bezeichnet wird. Wenn auf die Daten nicht erneut zugegriffen wird, lädt die Bibliothek die Daten von der Cache-Speichereinrichtung unter Verwendung des Datenspeicherungslaufwerks, das von der Bibliothek ausgewählt wurde, zu einer Kassette herunter. Wenn Daten von der Hostanwendung angefordert werden und sich nicht im Cachespeicher befinden, ein so genannter "Cachespeicher-Fehlertreffer" ("Cache miss"), verwendet die Bibliothek eine Tabelle, um die Kassette zu finden, die die Daten speichert, betätigt den Zugriffsroboter, um auf die Kassette zuzugreifen, sucht ein verfügbares Datenspeicherungslaufwerk, betätigt den Zugriffsroboter, um die Kassette an dem Laufwerk einzubinden, liest die Daten von der Kassette und lädt die Daten zum Cachespeicher hoch. Vom Standpunkt der Bibli-

othek ist die Verwendung der Bibliothekskomponenten vernünftig. Die Cachespeichereinrichtung ist jedoch teuer und erhöht die Kosten und die Komplexität. Die Cachespeichereinrichtung muss ausreichend groß sein, um große Datenmengen zu behandeln, und muss gute Algorithmen zum Einspeichern und Zurückspeichern haben, um das übermäßige Auftreten von "Cachespeicher-Fehlertreffer"-Situationen zu vermeiden. Die Hostanwendungen tauschen mit dem Cachespeicher Daten aus und nicht direkt mit einem Laufwerk, und jede Hostanwendung kann die Verwendung von gemeinsam genutzten Komponenten beanspruchen, was zu einer in geringerem Maße vorhersagbaren Leistungsfähigkeit führt. Sollte ein Laufwerk ausfallen und muss ersetzt werden, kann die Hostanwendung möglicherweise nicht in der Lage sein, sich aus dem Ausnahmezustand wiederherzustellen, insbesondere dann, wenn kein anderes Laufwerk zur Verfügung steht. Es kann möglich sein, die Neukonfiguration auf eine Änderung der Seriennummer zu begrenzen, falls die Laufwerke in allen anderen Gesichtspunkten gleichwertig sind. Eine Aufwertung, ein Austausch oder eine gemeinsame Nutzung von gleichwertigen Laufwerken (Laufwerke mit wenigstens einem unterschiedlichen Merkmal) ist ohne eine Haupt-Neukonfiguration, die die unterschiedlichen Merkmale berücksichtigt, nicht zulässig. Eine beschränkte gemeinsame Nutzung von Laufwerken kann durch eine Hostanwendung bereitgestellt werden, die zwischen verschiedenen Hostprozessoren partitioniert ist, die Partitionierungen müssen sich jedoch ständig gegenseitig über ihre Verwendung des Laufwerks informieren, um synchron zu bleiben, und eine gemeinsame Nutzung außerhalb der Hostanwendung ist nicht zulässig.

[0006] Die US-Patentveröffentlichung Nr. 5 522 055 offenbart ein elektronisches Ablagesystem, das ein Aufzeichnungsmedium, eine Terminaleinheit, die Zugriffsanforderungen ausgibt, und einen Beförderungsmechanismus zum Einsetzen des ersten Aufzeichnungsmediums oder des zweiten Aufzeichnungsmediums in ein Aufzeichnungsmedium-Laufwerk in Reaktion auf eine Zugriffsanforderung, die von der Terminaleinheit ausgegeben wird, enthält. Die US-Patentveröffentlichung Nr. 5 522 055 spiegelt sich in dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche wider.

Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System einer automatisierten Datenspeicherbibliothek bereitzustellen, das gemeinsam genutzte Komponenten wirksam verwendet.

[0008] Es ist eine weitere Aufgabe der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, eine Erweiterung von Hostanwendungen oder der Bibliothek zuzulassen, um den Vorteil von zusätzlichen Laufwerken zu

erhalten, ohne dass eine Neukonfiguration der Hostanwendungen oder der Bibliothek erforderlich ist.

[0009] Ein Zuordnungssystem und ein durch Computer realisiertes Verfahren werden bereitgestellt, um physische Datenspeicherungslaufwerke einer automatisierten Datenspeicherbibliothek zuzuordnen. Die Bibliothek bewahrt eine Vielzahl von tragbaren Datenspeicherkassetten in Aufbewahrungsregalen auf, und ein Zugriffsroboter transportiert die tragbaren Datenspeicherkassetten zwischen den Aufbewahrungsregalen und den Datenspeicherungslaufwerken, um die tragbaren Datenspeicherkassetten an den Datenspeicherungslaufwerken einzubinden bzw. die Einbindung zu lösen.

[0010] Das Zuordnungssystem umfasst einen Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter, der mit der Bibliothek gekoppelt ist, die auf die Anforderungen nach Datenspeicherungslaufwerken z.B. von einer oder mehreren Hostanwendungen anspricht. Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter weist eine Vielzahl von physischen Bibliotheks-Datenspeicherungslaufwerken einem Vorrat zu und ordnet die Datenspeicherungslaufwerke aus diesem Vorrat zugunsten der Hostanwendungen zu bzw. hebt die Zuordnung auf.

[0011] Gemäß der vorliegenden Erfindung gibt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter beim Empfangen einer Anforderung nach einem Datenspeicherungslaufwerk dann, wenn alle Datenspeicherungslaufwerke des Vorrats zugewiesen sind, der Bibliothek an, alle Einbindungen einer tragbaren Datenspeicherkassette in Bezug auf die Anforderung zu halten. Zusätzlich zeigt ein Laufwerkabbild-Anbieter beim Empfangen der Anforderung dann, wenn alle Laufwerke zugewiesen sind, an, dass das angeforderte Laufwerk momentan nicht zur Verfügung steht, um einen nachfolgenden Befehl, der eine eingebundene tragbare Datenspeicherkassette anfordert, zu erfüllen.

[0012] Die Antwort kann eine Pseudo-Beendigungsantwort, die hier mit "nicht bereit" angegeben ist, umfassen. Dadurch wird der Hostanwendung bestätigt, dass sie ein Datenspeicherungslaufwerk besitzt und erforderlichenfalls einen Neuversuch ausführen oder ihren nächsten Befehl in Bezug auf das Laufwerk ausgeben kann. Wenn der nächste Befehl nicht erfordert, dass das Laufwerk bereit ist oder die tragbare Datenspeicherkassette eingebunden und bereit ist, kann die Bibliothek in der Lage sein, den Befehl sofort abzuwickeln.

[0013] Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter wartet nach der Bereitstellung der Angaben auf eine Anforderung zur Beendigung der Zuordnung eines Datenspeicherungslaufwerks und zur Auflösung der Einbindung einer tragbaren Datenspeicherkassette an das nicht zugeordnete Datenspeicherungslaufwerk und ordnet dieses Datenspeicherungslaufwerk der

Anforderung nach einem Laufwerk zu und gibt der Bibliothek an, den Haltezustand der Einbindung in Bezug auf die Anforderung aufzuheben.

[0014] Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter weist zusätzlich wenigstens eines der Bibliotheks-Datenspeicherungslaufwerke außerhalb des Vorrats als Ersatzlaufwerk zu. Dann ordnet der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter nach der Bereitstellung der Angaben eines der Ersatzlaufwerke, wovon wenigstens eins vorhanden ist, der Anforderung zu und gibt der Bibliothek an, den Haltezustand der Einbindung in Bezug auf die Anforderung aufzuheben.

[0015] Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter wartet in einer alternativen Ausführungsform eine vorgegebene Zeitperiode, und wenn während der vorgegebenen Zeitperiode eine Anforderung nach Beendigung der Zuordnung eines Datenspeicherungslaufwerks und Auflösung der Einbindung einer tragbaren Datenspeicherkassette an das nicht zugeordnete Datenspeicherungslaufwerk erfolgt, ordnet er das nicht zugeordnete Datenspeicherungslaufwerk der Anforderung zu; ansonsten ordnet der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter nach dem Ablauf der Zeitperiode das Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk der Anforderung zu.

[0016] Als eine weitere Ausführungsform umfasst die Bibliothek eine Vielzahl virtueller Bibliotheken, und wenigstens eine aus der Vielzahl virtueller Bibliotheken besitzt eine höhere Priorität als die anderen virtuellen Bibliotheken. Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter ermittelt die Priorität der virtuellen Bibliothek der virtuellen Laufwerkanforderung, und wenn die virtuelle Bibliothek eine höhere Priorität besitzt, ordnet er das Ersatzlaufwerk in Reaktion auf die Anforderung zu und gibt der Bibliothek an, den Haltezustand der Einbindung in Bezug auf die Anforderung aufzuheben.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform ist die Verwendung von Ersatzlaufwerken beschränkt. Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter erhöht einen Zählerstand immer dann, wenn die Anforderung empfangen wird und alle Datenspeicherungslaufwerke des Vorrats zugeordnet sind. Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter vergleicht den erhöhten Zählerstand mit einem vorgegebenen Grenzwert, und wenn der erhöhte Zählerstand kleiner als der vorgegebene Grenzwert ist, ordnet er das Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk zu.

[0018] Als eine weitere Ausführungsform sendet der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter zusätzlich nach der Zuordnung des Ersatz-Datenspeicherungslaufwerks eine Nachricht, die die Verwendung des Ersatz-Datenspeicherungslaufwerks angibt. Die gesendete Nachricht enthält in einer Ausführungsform eine Benachrichtigung an einen Systembetreiber, dass eine

Aktion unternommen werden kann, um ein Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk an den Vorrat zu übertragen. Das Übertragen eines Ersatzlaufwerks an den Vorrat hat z.B. erhöhte Kosten für die Bibliothek zur Folge. Wenn die Übertragung erfolgt, fügt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter das Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk dem Vorrat hinzu, wobei er das Laufwerk als Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk löscht.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform umfasst die gesendete Nachricht als Bonus zusätzlich eine Benachrichtigung, dass ein Misslingen der Übertragung des Ersatzlaufwerks an den Vorrat die zukünftige Nichtverfügbarkeit von Ersatz-Datenspeicherungslaufwerken zur Folge haben wird, und der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter löscht beim Fehlen einer Anforderung zur Übertragung wenigstens eines Ersatz-Datenspeicherungslaufwerks an den Vorrat die Zuweisung von wenigstens einem aus der Vielzahl von Bibliotheks-Datenspeicherungslaufwerken als Ersatzlaufwerk, so dass die zugewiesenen Ersatzlaufwerke nicht mehr zugewiesen sind.

[0020] Folglich wird der Hostanwendung ein Laufwerk zugeordnet, sobald die Zuordnung eines Laufwerks aufgehoben wird, oder es wird ein Ersatzlaufwerk zugeordnet. Bei Bedarf wird das System mit Ersatzlaufwerken versorgt, und wenn die Systemanforderung steigen, kann der Systembetreiber wahlweise die Anzahl von Datenspeicherungslaufwerken in dem Vorrat vergrößern, indem er dem Vorrat ständig Ersatzlaufwerke hinzufügt, ohne dass er zuerst eine Vertriebsangestellten kontaktieren muss.

[0021] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, zu ermöglichen, dass allen Hostanwendungen Zugang zu einem oder mehreren gemeinsam genutzten Datenspeicherungslaufwerken einer automatisierten Datenspeicherbibliothek gewährt wird, und der Eindruck entsteht, dass die Laufwerke dem Host zugeordnet sind, ohne dass eine Cachespeichereinrichtung erforderlich ist.

[0022] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, das Hinzufügen, Löschen oder Ersetzen von Laufwerken zu ermöglichen, ohne dass eine Neukonfiguration der Hostanwendungs-Gerätetreiber erforderlich ist.

[0023] Ein Virtualisierungssystem lenkt Datenübertragungen zwischen Hostanwendungen und physischen Datenspeicherungslaufwerken einer automatisierten Datenspeicherbibliothek. Die Bibliothek bewahrt eine Vielzahl tragbarer Datenspeicherkassetten in Aufbewahrungsregalen auf und stellt einen Zugriffsbereit, um die tragbaren Datenspeicherkassetten zwischen den Aufbewahrungsregalen und den Datenspeicherungslaufwerken zu transportieren.

[0024] Wenigstens ein Laufwerkabbild-Anbieter ist mit der Hostanwendung verbunden und liefert wenigstens ein Abbild wenigstens eines virtuellen Datenspeicherungslaufwerks an die Hostanwendung, wobei feste Kennungen und feste Mengen von Antworten für jedes der virtuellen Laufwerke an die Hostanwendung bereitgestellt werden und die Datenübertragung zwischen der Hostanwendung und den Datenspeicherungslaufwerken eines Vorrats aus "n" Datenspeicherungslaufwerken der automatisierten Datenspeicherbibliothek gelenkt wird.

[0025] Ein Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter ist mit den Laufwerkabbild-Anbietern verbunden. Zu jedem Zeitpunkt hat der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter eine Anzahl "m" aus dem Vorrat von "n" physischen Datenspeicherungslaufwerken den Laufwerkabbild-Anbietern zugewiesen und "n" – "m" aus dem Vorrat von Datenspeicherungslaufwerken sind als frei und zur Zuweisung zur Verfügung stehend angegeben. Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter reagiert auf ein Trigger-Ereignis, das ein virtuelles Laufwerk für die Hostanwendung anfordert, indem er eines der "n" – "m" Datenspeicherungslaufwerke des Vorrats als virtuelles Laufwerk festlegt, wodurch die Festlegung für einen Laufwerkabbild-Anbieter für die anfordernde Hostanwendung als eines aus der festen Vielzahl von virtuellen Laufwerken angezeigt wird.

[0026] Der Laufwerkabbild-Anbieter kennzeichnet das festgelegte Datenspeicherungslaufwerk an die anfordernde Hostanwendung als einer der festen virtuellen Laufwerke und lenkt die Datenübertragungen an das festgelegte Datenspeicherungslaufwerk durch die anfordernde Hostanwendung als das virtuelle Laufwerk.

[0027] Bevor der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter ein Laufwerk festlegt, kennzeichnet er das virtuelle Laufwerk für die anfordernde Hostanwendung als "nicht bereit". "nicht bereit" umfasst z.B. einen berichteten Zustand, dass in das Laufwerk kein Medium geladen ist.

[0028] In einer Ausführungsform umfasst das Trigger-Ereignis eine Anforderung durch die anfordernde Hostanwendung, eine ausgewählte der tragbaren Datenspeicherkassetten als ein virtuelles Datenspeicherungslaufwerk einzubinden. Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter gibt der Bibliothek an, welches der "n" – "m" Datenspeicherungslaufwerke des Vorrats das Laufwerk ist, das für die Hostanwendung zum Einbinden der ausgewählten Datenspeicherkassetten vorgesehen ist.

[0029] Als eine alternative Ausführungsform umfasst das Trigger-Ereignis eine "Reservierungs"-Anforderung durch die anfordernde Hostanwendung nach einem virtuellen Datenspeicherungslaufwerk des Laufwerkbetriebsmittel-Anbieters. Die "Reservie-

rungs"-Anforderung wird durch den Laufwerkabbild-Anbieter empfangen, der den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter über eine Anforderung nach einem Laufwerk des Vorrats benachrichtigt. Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter gibt der Bibliothek zusätzlich an, dass das festgelegte Datenspeicherungslaufwerk für die anfordernde Hostanwendung zum Einbinden einer tragbaren Datenspeicherkassette festgelegt ist, die für das Datenspeicherungslaufwerk ausgewählt wurde, das durch die feste Kennung als das virtuelle Laufwerk gekennzeichnet ist.

[0030] Als eine weitere Ausführungsform umfasst das Trigger-Ereignis einen Befehl durch die anfordernde Hostanwendung nach einem virtuellen Datenspeicherungslaufwerke. Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter gibt der Bibliothek zusätzlich an, dass das festgelegte Datenspeicherungslaufwerk für die anfordernde Hostanwendung zum Einbinden einer tragbaren Datenspeicherkassette festgelegt ist, die für das Datenspeicherungslaufwerk ausgewählt wurde, das durch die feste Kennung als das virtuelle Laufwerk gekennzeichnet ist.

[0031] Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter reagiert auf ein Detrigger-Ereignis, das die Hostanwendung betrifft und ein Datenspeicherungslaufwerk bezeichnet, das für die Detrigger-Hostanwendung festgelegt ist, indem er angibt, dass das Datenspeicherungslaufwerk von dem Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter freigegeben ist, und fügt das Laufwerk den freigegebenen Datenspeicherungslaufwerken des Vorrats hinzu. In einer Ausführungsform umfasst das Detrigger-Ereignis einen Befehl der Detrigger-Hostanwendung, die Einbindung einer der tragbaren Datenspeicherkassetten von dem festgelegten Datenspeicherungslaufwerk, das als eines der virtuellen Datenspeicherungslaufwerke gekennzeichnet ist, zu lösen. In einem derartigen Fall liefert der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter eine Angabe für die Bibliothek, die das festgelegte Datenspeicherungslaufwerk als das virtuelle Laufwerk kennzeichnet, bei dem die tragbare Datenspeicherkassette eingebunden ist. In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Detrigger-Ereignis einen Befehl von der Hostanwendung, das festgelegte Datenspeicherungslaufwerk freizugeben, das als eines der virtuellen Datenspeicherungslaufwerke gekennzeichnet ist.

[0032] In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Detrigger-Ereignis die Nichtverwendung des festgelegten Datenspeicherungslaufwerks für Dauer einer vorgegebenen Sperrperiode. Beim Ablauf der Dauer der vorgegebenen Sperrperiode stellt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter fest, ob eine der tragbaren Datenspeicherkassetten an dem festgelegten Datenspeicherungslaufwerk eingebunden bleibt und benachrichtigt die Bibliothek, die Einbindung der eingebundenen tragbaren Datenspeicherkassette zu lösen.

[0033] In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Bibliothek eine Vielzahl von virtuellen Bibliotheken, wobei wenigstens einer aus der Vielzahl von virtuellen Bibliotheken eine höhere Priorität zugewiesen ist. Wenn daher "m" – "n" gleich null ist, was bedeutet, dass alle Datenspeicherungslaufwerke festgelegt sind, und bei einem Trigger-Ereignis für ein virtuelles Laufwerk der virtuellen Bibliothek mit höherer Priorität hebt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter die Zuordnung eines Datenspeicherungslaufwerks aus einer virtuellen Bibliothek mit niedrigerer Priorität auf, benachrichtigt den Laufwerkabbild-Anbieter über die Aufhebung der Zuordnung, benachrichtigt die Bibliothek, die Einbindung einer tragbaren Datenspeicherkassette aus dem nicht zugeordneten Datenspeicherungslaufwerk zu lösen, und legt das nicht zugeordnete Datenspeicherungslaufwerk als virtuelles Laufwerk der virtuellen Bibliothek mit höherer Priorität fest.

[0034] Außerdem können die Datenspeicherungslaufwerke in dem Vorrat der Datenspeicherungslaufwerke des Laufwerkbetriebsmittel-Anbieters hinzugefügt, gelöscht oder ausgetauscht werden, der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter kennzeichnet jedoch die virtuellen Laufwerke als unverändert.

[0035] In einer Ausführungsform kommuniziert der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter mit dem Laufwerkabbild-Anbieter unter Verwendung einer Laufwerkabbild-Tabelle mit einer Liste der virtuellen Datenspeicherungslaufwerke, die das Abbild umfassen, und die Datenspeicherungslaufwerke angeben, die als virtuelle Laufwerke festgelegt sind.

[0036] Für ein vollständigeres Verständnis der vorliegenden Erfindung sollte auf die folgende detaillierte Beschreibung Bezug genommen werden, die in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen erfolgt.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0037] [Fig. 1](#) ist ein Schaubild eines Virtualisierungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0038] [Fig. 2](#) ist eine isometrische Ansicht einer automatisierten Datenspeicherbibliothek, bei der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung realisiert werden können;

[0039] [Fig. 3](#) ist ein Prinzipschaltplan der automatisierten Datenspeicherbibliothek von [Fig. 2](#) zusammen mit Hostanwendungen und Komponenten zwischen den Hostanwendungen und der automatisierten Datenspeicherbibliothek, bei denen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung realisiert werden können;

[0040] die [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) sind eine Draufsicht bzw. eine Stirnansicht einer beispielhaften Daten-

speicherkassette, die in den Aufbewahrungsregalen der automatisierten Datenspeicherbibliothek der [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) aufbewahrt werden können;

[0041] die [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) sind Darstellungen von beispielhaften Laufwerkabbild-Tabellen gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0042] [Fig. 6](#) ist eine Darstellung einer beispielhaften Laufwerktablette gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0043] [Fig. 7](#) ist eine Darstellung einer beispielhaften Bibliothekabbild-Tabelle gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0044] [Fig. 8](#) ist ein Ablaufplan, der eine Ausführungsform des Verfahrens der vorliegenden Erfindung zum Konfigurieren oder Ändern der Konfiguration der Laufwerke der automatisierten Datenspeicherbibliothek der [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) darstellt;

[0045] [Fig. 9](#) ist ein Ablaufplan, der eine Ausführungsform des Verfahrens der vorliegenden Erfindung für den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter von [Fig. 1](#) darstellt;

[0046] die [Fig. 10A](#) und [Fig. 10B](#) stellen einen Ablaufplan dar, der eine Ausführungsform des Verfahrens der vorliegenden Erfindung für den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter von [Fig. 1](#) für Trigger-Ereignisse zeigt;

[0047] [Fig. 11](#) ist ein Ablaufplan, der eine Ausführungsform des Verfahrens der vorliegenden Erfindung für den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter von [Fig. 1](#) für Detrigger-Ereignisse darstellt; und

[0048] die [Fig. 12A](#), [Fig. 12B](#) und [Fig. 12C](#) sind Ablaufpläne, die eine alternative Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter von [Fig. 1](#) zum Verriegeln von Datenspeicherungslaufwerken darstellt.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0049] Diese Erfindung wird in der folgenden Beschreibung in bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben, in denen gleiche Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Elemente darstellen. Während die Erfindung in Bezug auf die beste Art zum Lösen der erfindungsgemäßen Aufgaben beschrieben wird, wird ein Fachmann anerkennen, dass im Hinblick auf diese Erkenntnisse Veränderungen ausgeführt werden können, ohne vom Erfindungsgedanken oder Umfang der Erfindung abzuweichen.

[0050] In den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) ist eine Ausführungsform eines Virtualisierungssystems **10** dargestellt,

das Datenübertragungen zwischen Hostanwendungen wie etwa die Hostanwendungen **11**, **12** und Datenspeicherungslaufwerken **15** einer automatisierten Datenspeicherbibliothek **17** lenkt. Die Bibliothek bewahrt eine Vielzahl tragbarer Datenspeicherkassetten **14** in Aufbewahrungsregalen **16** auf und stellt einen Zugriffroboter **18**, **20** zum Transportieren der tragbaren Datenspeicherkassetten zwischen den Aufbewahrungsregalen und den Datenspeicherungslaufwerken bereit.

[0051] Wenigstens ein Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter **30** ist mit einer oder mit mehreren Hostanwendungen **11**, **12** verbunden und stellt ein Abbild von wenigstens einem festen virtuellen Datenspeicherungslaufwerk an jede Hostanwendung bereit, während er tatsächlich Datenübertragungen zwischen der Hostanwendung und Datenspeicherungslaufwerken eines Vorrats von "n" Datenspeicherungslaufwerken **15** der automatisierten Datenspeicherbibliothek lenkt. Die Laufwerke **15** der Bibliothek werden somit von den Hostanwendungen gemeinsam genutzt. Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter stellt das Abbild in Datenübertragungen mit dem Host dar, wobei feste Kennungen und feste Mengen von Antworten auf die Hostanwendung für jedes der virtuellen Laufwerke verwendet werden, so dass die Hostanwendung mit dem äußeren Erscheinungsbild versehen ist, dass alle virtuellen Laufwerke des Host die gesamte Zeit dem Host zugeordnet sind. Die zugrunde liegenden physischen Laufwerke können bei verschiedenen Zugriffen unterschiedlich sein, und Laufwerke können hinzugefügt, gelöscht oder ersetzt werden, ohne dass jeweils eine Neukonfiguration des Hostanwendung-Gerätetreibers erforderlich ist.

[0052] Ein Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter **35** ist mit den Laufwerkabbild-Anbietern **30** verbunden. Zu jedem Zeitpunkt hat der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter eine Anzahl "m" aus dem Vorrat von "n" Datenspeicherungslaufwerken den Laufwerkabbild-Anbietern zugewiesen, und "n" – "m" Laufwerke des Vorrats von Datenspeicherungslaufwerken sind als frei und zur Zuweisung zur Verfügung stehend angegeben.

[0053] Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter **35** reagiert auf ein Trigger-Ereignis durch Anfordern eines Laufwerks für das virtuelle Laufwerk der Hostanwendung und legt eines der "n" – "m" Datenspeicherungslaufwerke des Vorrats als das virtuelle Laufwerk fest, wobei er die Festlegung für den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter für die anfordernde Hostanwendung als eines der festen virtuellen Laufwerke angibt.

[0054] Der Laufwerkabbild-Anbieter **30** kennzeichnet das festgelegte Datenspeicherungslaufwerk an die anfordernde Hostanwendung als eines der festen virtuellen Laufwerke und lenkt Datenübertragungen durch die anfordernde Hostanwendung **11**, **12** zu

dem festgelegten Datenspeicherungslaufwerk **15** als das virtuelle Laufwerk.

[0055] Vor der Festlegung eines physischen Laufwerks als ein virtuelles Laufwerk kennzeichnet der Laufwerkabbild-Anbieter **30** das virtuelle Laufwerk an die anfordernde Hostanwendung als "nicht bereit". "nicht bereit" umfasst z.B. eine Pseudo-Beendigungsantwort eines berichteten Zustands, dass in das Laufwerk kein Medium geladen ist.

[0056] Gemäß der vorliegenden Erfindung gibt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter **35** beim Empfang einer Anforderung nach einem Datenspeicherungslaufwerk dann, wenn alle Datenspeicherungslaufwerken des Vorrats zugeordnet sind, der Bibliothek an, alle Einbindungen einer tragbaren Datenspeicherkassette in Bezug auf die Anforderung zu halten. Beim Empfang der Anforderung kann außerdem dann, wenn alle Laufwerke zugeordnet sind, eine Angabe gemacht werden, dass das angeforderte Laufwerk zum Einbinden einer tragbaren Datenspeicherkassette zur Verfügung steht, gegenwärtig jedoch nicht verfügbar ist, um einen folgenden Befehl, der eine eingebundene tragbare Datenspeicherkassette erfordert, auszuführen. Der Hostanwendung **11** wird somit versichert, dass sie ein Datenspeicherungslaufwerk bekommen wird und einen Neuversuch ausführen kann oder ihren nächsten Befehl in Bezug auf das Laufwerk ausgeben kann. Wenn der nächste Befehl nicht erfordert, dass das Laufwerk bereit ist oder die tragbare Datenspeicherkassette eingebunden und bereit ist, kann die Bibliothek in der Lage sein, den Befehl abzuwickeln.

[0057] Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter **35** wartet nach der Bereitstellung der Angaben auf eine Anforderung zur Aufhebung der Zuordnung eines Datenspeicherungslaufwerks und der Auflösung der Einbindung einer tragbaren Datenspeicherkassette an dem nicht zugeordneten Datenspeicherungslaufwerk und ordnet das nicht zugeordnete Datenspeicherungslaufwerk der Anforderung nach einem Laufwerk zu und gibt der Bibliothek an, den Haltezustand der Einbindung in Bezug auf die Anforderung aufzuheben.

[0058] In einem Beispiel können außerdem ein oder mehrere Bibliotheksabbild-Anbieter **43** für virtuelle Bibliotheken vorgesehen sein, und diese umfassen dann eine Gruppe der virtuellen Bibliotheken und eine Gruppe der Aufbewahrungsregale **16**, die durch den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter **39** definiert sind. Die Datenspeicherungslaufwerke **15** werden von virtuellen Bibliotheken gemeinsam genutzt, die Aufbewahrungsregale **16** werden jedoch vorzugsweise getrennt genutzt.

[0059] Eine Hostanwendung **11**, **12** kann einen Hostprozessor wie etwa einen IBM RS/6000 oder ei-

nen IBM eServer pSeries Prozessor und alle Anwendungen, die auf dem Prozessor ablaufen, oder eine der mehreren Anwendungen, die auf dem Hostprozessor ablaufen, umfassen. Deswegen sind die Hostanwendungen so dargestellt, als ob sie jeweils ein Verarbeitungssystem mit einem Prozessor **36** und einer Speichereinrichtung **38** enthalten.

[0060] Die automatisierte Datenspeicherbibliothek **17** umfasst als Beispiel eine automatisierte Bibliothek mit Bandkassetten-Speicher- und Abrufeinrichtungen, um auf Datenspeichermedien zu speichern bzw. auf diese zuzugreifen, die physische Einheiten der Magnetbandkassette enthalten wie etwa eine Einheit IBM 3584. Die automatisierte Datenspeicherbibliothek **17** kann alternativ eine Bibliothek mit optischen Speichern und Abruffunktionen oder eine Bandkassettenbibliothek usw. enthalten, die hier jeweils als Datenspeicherkassetten zum Speichern definiert sind. Die Datenspeicherlaufwerke **15** lesen Daten von dem Medium und/oder schreiben Daten auf dieses und können einen Prozessor umfassen. Die Bibliothek umfasst ferner eine Robotersteuereinheit **41** zum Steuern des Zugriffsroboters **18, 20** und einen Bibliothekverwalter **40**. Der Zugriffsroboter **18, 20** umfasst einen Greifer **20**, der an einer ausgewählten tragbaren Datenspeicherkassette **14** in Eingriff gelangt, und eine Zugriffeinrichtung **18** zum Bewegen des Greifers zwischen einem Aufbewahrungsregal **16** und einem Laufwerk **15** oder zwischen Aufbewahrungsregalen. Der Zugriffsroboter **18, 20** kann außerdem einen Strichcode-Scanner **22** oder ein ähnliches optisches Erkennungssystem enthalten, das an dem Greifer **20** angebracht ist, um kennzeichnende Kassettenaufkleber zu "lesen". Die Datenspeicherlaufwerke können optische Plattenlaufwerke oder Magnetbandlaufwerke sein und die tragbaren Datenspeicherkassetten können Kassetten oder Patronen umfassen, die optische bzw. magnetische Medien oder eine andere entnehmbare Speichereinrichtung enthalten.

[0061] Die Robotersteuereinheit **41** und der Bibliothekverwalter **40** umfassen wenigstens einen Computerprozessor und eine zugehörige Speichereinrichtung und sind mit einer Eingabe/Ausgabe-Schnittstelle **42** und einem Endgerät **28** verbunden. Der Computerprozessor kann z.B. einen Prozessor IBM RS/6000 enthalten. Alternativ können die Robotersteuereinheit **41** und der Bibliothekverwalter **40** jeweils einen Computerprozessor enthalten, wobei die Computerprozessoren miteinander verbunden sind. In dem Beispiel umfasst der Bibliothekverwalter **40** einen Computerprozessor **45** und eine zugehörige Speichereinrichtung **46**. Das Endgerät **28** kann eine Station zum Lesen eines Datenspeichermediums umfassen, wie etwa eine Diskette oder einen CD-ROM.

[0062] Der Bibliothekverwalter **40** ist mit den Lauf-

werken **15** verbunden und steuert deren Lade/Entladeaktionen und verwandte Aktionen, und der Bibliothekverwalter **40** ist mit der Robotersteuereinheit **41** verbunden und koordiniert deren Betrieb. Der Bibliothekverwalter ist über die Schnittstelle **42** mit den Hostanwendungen **11, 12** verbunden. Der Bibliothekverwalter **24** besitzt eine Bibliothekverwalter-Datenbank, die in der Speichereinrichtung **46** (typischerweise ein oder mehrere Festplattenlaufwerke oder Flash-EEPROM) gespeichert ist, für Tabellen und Programme. Datenzugriffbefehle und Informationen, die auf ausgewählten tragbaren Datenspeicherkassetten **14** aufzuzeichnen sind oder von diesen gelesen werden sollen, werden zwischen den Laufwerken **15** und den Hostanwendungen übertragen, wobei sie durch den Datenabbild-Anbieter **30** gelenkt werden. Der Bibliothekverwalter **40** definiert jede tragbare Datenspeicherkassette in Bezug auf ihre Kennung, die typischerweise eine Band-Seriennummer oder VOLSER ist, oder alternativ in Bezug auf ihren Standort.

[0063] Die Hostanwendungen **11, 12** sind typischerweise durch eine oder mehrere Komponenten zwischen der Hostanwendung und der automatisierten Datenspeicherbibliothek mit der Bibliothek **17** verbunden.

[0064] Ein Beispiel der dazwischenliegenden Komponenten ist ein Hostbusadapter **50**. In einem Beispiel umfasst der Hostbusadapter **50** Schnittstellen **52** und **53** zur Verbindung an die jeweiligen Anschlüsse, um eine Verbindung mit der Bibliothek oder anderen dazwischenliegenden Komponenten und mit den Hostanwendungen **11, 12** wie etwa PCI, ESCON, FICON SCSI, FIBER CHANNEL usw. herzustellen. Der Adapter umfasst einen Prozessor **54** und einen nichtflüchtigen Speicher **55** sowie geeignete Puffer und Zwischenverbindungen. Ein Beispiel eines Hostbusadapter **50** umfasst einen IBM eServer pSeries Gigabit-Faserkanal-Adapter. Die Hostanwendung **12** ist mit einer Schnittstelle **53** dargestellt, die einen Adapter umfassen kann.

[0065] Ein weiteres Beispiel einer Zwischenkomponente umfasst ein Gateway oder einen Router **56** mit einer Vielzahl von Schnittstellen **57** mit den geeigneten Anschlüssen, um mehrere Prozessoren in einem Netzwerk miteinander zu verbinden, wie oben erläutert wurde. Der Gateway oder der Router umfasst einen Prozessor **58** mit einem nichtflüchtigen Speicher **59** zum Speichern des Betriebssystems usw. Ein Beispiel eines Gateway oder eines Router ist der IBM 2180 SAN Data-Gateway. Weitere geeignete Terminologien für den vorliegenden Adapter, Router oder Gateway sind "Steuereinheit", "Richtgerät" oder "intelligenter Schalter", wobei einem Fachmann weitere Anwendungsmöglichkeiten erscheinen.

[0066] Die Prozessoren **54, 58** können Mikropro-

zessoren umfassen, wie etwa den Intel i960.

[0067] Gemäß der vorliegenden Erfindung können die Laufwerkabbild-Anbieter **30** und/oder der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter **35** in einer der Hostanwendungen **11**, **12**, in einer Zwischenkomponente **50**, **56** oder in der automatisierten Datenspeicherbibliothek **17** eingebettet sein. Als ein Beispiel sind die Laufwerkabbild-Anbieter **30** jeweils in einem Gerätetreiber der zugehörigen Hostanwendung **11**, **12** enthalten, und der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter ist in einer Komponente **56** enthalten, die zwischen den Hostanwendungen und der automatisierten Datenspeicherbibliothek **17** liegt. Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter muss sich in einer Komponente, die mit jedem der Hosts verbunden ist, oder in Hostbusadaptern der Hosts, die einen Laufwerkabbild-Anbieter aufweisen, befinden. Als ein weiteres Beispiel umfassen der bzw. die Laufwerkabbild-Anbieter **30** eine Komponente **50**, **56**, die sich zwischen der bzw. den Hostanwendungen **11**, **12** und der automatisierten Datenspeicherbibliothek **17** befindet, und der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter **35** umfasst eine Komponente, die sich zwischen dem Hostbusadapter **50** oder dem Host und der Bibliothek **17** befindet. Als ein weiteres Beispiel umfassen die Laufwerkabbild-Anbieter **30** Gerätetreiber der zugeordneten Hostanwendungen **11**, **12** und der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter **35** umfasst eine Komponente der automatisierten Datenspeicherbibliothek **17**, wie etwa den Bibliothekverwalter **40**. Ein weiteres Beispiel umfasst den bzw. die Laufwerkabbild-Anbieter **30**, die in einer Komponente **50**, **56** enthalten sind, die sich zwischen der Hostanwendung und der automatisierten Datenspeicherbibliothek befindet, und der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter **35** umfasst eine Komponente der automatisierten Datenspeicherbibliothek **17**.

[0068] Sowohl der bzw. die Laufwerkabbild-Anbieter **30** als auch der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter **39** sind vorzugsweise in der automatisierten Datenspeicherbibliothek **17** enthalten.

[0069] Jeder der Prozessoren **36** der Hostanwendung **11**, **12**, die Prozessoren **54**, **58** der Zwischenkomponenten **50**, **56** und der Prozessor **45** des Bibliothekverwalters **40** der Bibliothek können mit einem Betriebssystem und Anwendungsprogrammen versehen sein und können Betriebsprogramme in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung umfassen. Jeder Prozessor kann mit einer Datenbank **38**, **55**, **59** bzw. **46** versehen sein, die eine Speichereinrichtung (typischerweise einen nichtflüchtigen Speicher oder ein oder mehrere Festplattenlaufwerke) für Tabellen und Programme enthält. Die Anwendungsprogramme können ein oder mehrere Computerprogrammprodukte umfassen, die computerlesbaren Programmcode enthalten. Das Computerprogrammprodukt der vorliegenden Erfindung kann mit einem Anwendungsprogramm bereitgestellt und in der vor-

gesehenen Speichereinrichtung gespeichert werden, kann mit einer Diskette oder einem CD-ROM am Endgerät **28** bereitgestellt werden und einen Fertigungsgegenstand enthalten, kann von einem der Hostsysteme **11**, **12**, vom Internet oder durch andere ähnliche Mittel empfangen werden. Die Forderung bei den Speichermedien oder Speichern besteht darin, dass sie digitale Darstellungen von computerausführbaren Befehlen speichern. Der computerlesbare Programmcode steuert die Einheiten über ihre Computerprozessoren oder Prozessoren.

[0070] In den [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) ist ein Beispiel einer tragbaren Datenspeicherkassette **14** dargestellt, die z.B. eine Magnetbandkassette umfasst. Die Kassette **14** weist einen kennzeichnenden Aufkleber **60** an einem äußeren Rand **61** auf.

[0071] Die [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) veranschaulichen Beispiele der Laufwerkabbild-Tabellen **70**, **71**, die durch den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter **35** erzeugt und geführt werden und dem Laufwerkabbild-Anbieter **30** von [Fig. 1](#) bereitgestellt werden und in denen der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter die zugeordneten und festgelegten Laufwerke des Vorrats von Datenspeicherlaufwerken zu den virtuellen Laufwerken jeder Hostanwendung abbildet. Die Laufwerkabbild-Tabellen können von den Laufwerkabbild-Anbietern von dem Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter z.B. nach jeweils einer halben Sekunde gelesen und aktualisiert werden oder jeder Laufwerkabbild-Anbieter kann bei Bedarf auf die zugeordnete Laufwerkabbild-Tabelle zugreifen. Der Laufwerkabbild-Anbieter muss die Tabelle nicht jedes Mal aktualisieren, sondern kann nach Änderungen suchen.

[0072] Die Laufwerkabbild-Tabelle enthält eine Liste **75** der virtuellen Laufwerke, die der Laufwerkabbild-Anbieter führen und dafür Antworten bereitstellen muss. In Bezug auf SCSI z.B. kann die Liste **75** eine feste Adresse wie etwa eine Bandlaufwerk-LUN-Kennung für jedes der virtuellen Laufwerke umfassen. Der Laufwerkabbild-Anbieter stellt ein Abbild an eine Hostanwendung von einem oder mehreren virtuellen Datenspeicherlaufwerken feststehend bereit, und diese Laufwerke werden mittels der Liste **75** gekennzeichnet. Die feste Liste wird durch eine Kennzeichnung der Charakteristiken jedes virtuellen Laufwerks **76** ergänzt, so dass der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter feste Kennungen und feste Gruppen von Antworten an die Hostanwendung für jedes der virtuellen Laufwerke bereitstellen kann. Die Charakteristiken können z.B. eine eindeutige Seriennummer für das virtuelle Laufwerk enthalten. Die Kennzeichnung kann als weiteres Beispiel die gleiche Adresse für das virtuelle Laufwerk enthalten. Als zusätzliches Beispiel kann das virtuelle Laufwerk mit Charakteristiken versehen sein, die einen Typ oder die Herstellerbezeichnung und eine Modellnummer enthalten. Dies ermöglicht, dass der Lauf-

werkbetriebsmittel-Anbieter die feste Gruppe von Antworten von seiner Datenbank festlegt. Als eine alternative Ausführungsform kann die Laufwerkabbild-Tabelle des Laufwerkbetriebsmittel-Anbieters lediglich eine Kennung **75** für jedes virtuelle Laufwerk umfassen und der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter kann die Charakteristiken **76** für jedes virtuelle Laufwerk führen.

[0073] Wenn der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter Laufwerke aus dem Vorrat physischer Laufwerke der Bibliothek für den Laufwerkabbild-Anbieter für die Hostanwendung festlegt, werden diese Laufwerke ebenfalls gekennzeichnet **77**, z.B. in Bezug auf SCSI durch LUN gekennzeichnet. In dem dargestellten Beispiel stellt "*" eine Angabe dar, dass kein physisches Laufwerk gegenwärtig als virtuelles Laufwerk zugewiesen ist. Ein "W" bedeutet, dass ein physisches Laufwerk zugewiesen wird, jedoch gegenwärtig kein Laufwerk zugewiesen ist, wie später erläutert wird. Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter kann optional außerdem die Charakteristiken **78** jedes zugewiesenen physischen Laufwerks, wie etwa Seriennummer, Typ, Herstellerbezeichnung und/oder Modellnummer bereitstellen.

[0074] Bei zusätzlicher Bezugnahme auf [Fig. 6](#) führen der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter **35** und/oder der Bibliothekbetriebsmittel-Anbieter **39** von [Fig. 1](#) eine Laufwerktafel **80** der physischen Laufwerke **81** und ihrer gegenwärtigen Zuweisung oder des gegenwärtigen Status **82**. Die Tabelle **80** enthält vorzugsweise außerdem die Charakteristiken **83** von jedem der physischen Laufwerke, wie oben angegeben wurde.

[0075] Bei zusätzlicher Bezugnahme auf [Fig. 7](#) kann die Bibliothek **17** der [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) so beschaffen sein, dass sie mit den Hostanwendungen direkt verbunden ist und z.B. Anforderungen empfängt, dass die Bibliothek gekennzeichnete tragbare Datenspeicherkassetten **14** aus den Aufbewahrungsregalen **16** an gekennzeichneten virtuellen Laufwerken einbindet. Um diese Anforderung auszuführen, umfasst die Bibliothek wenigstens eine Bibliothekabbild-Tabelle **85**. Diese Tabelle kennzeichnet die virtuellen Bibliotheken **90** und die virtuellen Laufwerke **87**, die für jede virtuelle Bibliothek festgelegt sind. Außerdem kann die Bibliothek die Priorität **88** der virtuellen Bibliothek angeben und welche virtuelle Bibliothek oder welches virtuelle Laufwerk berechtigt ist **89**, ein Ersatzlaufwerk zu verwenden. Diese Informationen werden an die Hostanwendungen mittels des Bibliothekabbild-Anbieters **43** von [Fig. 1](#) bereitgestellt.

[0076] Jeder virtuellen Bibliothek ist eine Gruppe von Aufbewahrungsregalen **16** zugeordnet. Die gleiche virtuelle Bibliothek kann von mehreren Hostanwendungen gemeinsam genutzt werden, oder sie kann eine getrennte virtuelle Bibliothek für jede Host-

anwendung umfassen, oder es kann eine Mischung vorhanden sein. Die Tabelle **85** kennzeichnet die virtuellen Bibliotheken in der Spalte **90**, und die Gruppe von Aufbewahrungsregalen **16** der [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#), die allen virtuellen Bibliotheken zugewiesen sind, sind in der Spalte **91** gekennzeichnet. Es ist einem Fachmann bekannt, dass die Aufbewahrungsregale einer automatisierten Datenspeicherbibliothek durch den Bibliothekverwalter partitioniert sein können, so dass jeder virtuellen Bibliothek eine spezielle Gruppe von Aufbewahrungsregalen, wie etwa die Aufbewahrungsregale **92** bis **96** in [Fig. 3](#) zugewiesen ist. Die virtuellen Bibliotheken werden durch den Bibliothekbetriebsmittel-Anbieter **39** von [Fig. 1](#) angeordnet. Die virtuellen Bibliotheken wie auch die Hostanwendungen nutzen alle oder die meisten physischen Laufwerke **15** der Bibliothek **17** der [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) vorzugsweise gemeinsam, wie in der Spalte **97** dargestellt ist. Bestimmte Datenspeicherungslaufwerke können von einem Vorrat von "n" Laufwerken für eine virtuelle Bibliothek zurückgehalten werden, da sie von einem Typ sind, der nicht die Anforderung der virtuellen Laufwerke erfüllt. Ein Beispiel ist ein langsames Laufwerk, das nur in bestimmten Situationen nützlich ist. Ein weiteres Beispiel ist ein Streaming-Laufwerk, das für Aufzeichnungen geringer Datenmengen nicht geeignet ist.

[0077] In den dargestellten Tabellen **70**, **71**, **80** und **85** der [Fig. 5A](#), [Fig. 5B](#), [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) ist als Beispiel das physische Laufwerk "DR3" in der Laufwerkabbild-Tabelle **70** als virtuelles Laufwerk "AA" zugewiesen und befindet sich in der virtuellen Bibliothek "0". Die Zuordnung des Laufwerks wird aufgehoben, wenn es durch die Hostanwendung freigegeben wird oder wenn die Hostanwendung einen Befehl ausgibt, um die Einbindung einer tragbaren Datenspeicherkassette, die in dem Laufwerk eingebunden ist, zu lösen. Das physische Laufwerk "DR1" ist in der Laufwerkabbild-Tabelle **71** für die virtuelle Bibliothek "1" zugewiesen und ist als virtuelles Laufwerk "EE" festgelegt. "(L)" ist eine Angabe, dass das physische Laufwerk an der Hostanwendung als virtuelles Laufwerk verriegelt ist, bis es durch die Hostanwendung besonders freigegeben wird, und die Zuordnung des Laufwerks wird nicht aufgehoben, wenn die Hostanwendung einen Befehl ausgibt, um die Einbindung einer tragbaren Datenspeicherkassette, die in dem Laufwerk eingebunden ist, zu lösen.

[0078] Die relativen Prioritäten **88** der virtuellen Bibliotheken bedeuten, dass dann, wenn die Anzahl "n" – "m" der Datenspeicherungslaufwerke des Vorrats gleich null ist, was anzeigt, dass alle Laufwerke des Vorrats zugewiesen wurden, eine Hostanwendung mit höherer Priorität, z.B. Priorität "0" ein Laufwerk verwenden kann, das bereits für eine Hostanwendung mit niedrigerer Priorität, z.B. Priorität "1" festgelegt wurde. Bei der Verwendung von virtuellen Bibliotheken stellen die Tabellen die Möglichkeit dar, physi-

sche Laufwerke **97** virtuellen Bibliotheken **90** zuzuweisen, wodurch ein Vorrat von Datenspeicherungslaufwerken definiert wird. Wenn lediglich eine Bibliothek verwendet wird, bilden alle Datenspeicherungslaufwerke mit Ausnahme der Ersatzlaufwerke den Vorrat der Laufwerke. Das physische Laufwerk "DR2" ist momentan keinem virtuellen Laufwerk zugewiesen und wird als "FREED" ("freigegeben") bezeichnet und steht zur Zuweisung zur Verfügung. Das physische Laufwerk "DR7" ist als ein "SPARE"-Laufwerk ("Ersatzlaufwerk") reserviert und kann nur in dem Fall verwendet werden, wenn die Anzahl "n" – "m" der Datenspeicherungslaufwerke des Vorrats gleich null ist, was anzeigt, dass alle Laufwerke des Vorrats zugewiesen wurden und es entweder keine Neuordnung der Priorität gibt oder alle Laufwerke, die neu zugeordnet werden könnten, eine hohe Prioritätszuweisung haben. Wenn Ersatzlaufwerke berechtigt wurden, wie durch die Spalte **89** gezeigt ist, ordnet der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter dann eines der Ersatzlaufwerke der Anforderung zu. Alternativ wartet der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter eine vorgegebene Zeitspanne ab, und wenn während der vorgegebenen Zeitspanne eine Anforderung nach Aufhebung der Zuordnung eines Datenspeicherungslaufwerks und nach Lösen der Einbindung einer tragbaren Datenspeicherkassette an dem nicht zugeordneten Datenspeicherungslaufwerk ausgeführt wird, ordnet er das nicht zugeordnete Datenspeicherungslaufwerk der Anforderung zu; ansonsten ordnet der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter das Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk nach dem Ablauf der Zeitperiode der Anforderung zu.

[0079] Nach der Zuordnung des Ersatz-Datenspeicherungslaufwerks sendet der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter eine Nachricht, die die Verwendung des Ersatz-Datenspeicherungslaufwerks angibt. Die gesendete Nachricht kann eine Benachrichtigung an einen Systemverwalter umfassen, dass eine Aktion unternommen werden kann, um das Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk an den Vorrat zu übertragen. Das Übertragen eines Ersatzlaufwerks an den Vorrat wird z.B. erhöhte Kosten für die Bibliothek zur Folge haben. Wenn die Übertragung ausgeführt wird, fügt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter das Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk dem Vorrat hinzu und löscht das Laufwerk als ein Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk.

[0080] Als Bonus kann die gesendete Nachricht zusätzlich eine Benachrichtigung umfassen, dass ein Misslingen der Übertragung des Ersatzlaufwerks an den Vorrat zur Folge hat, dass zukünftig keine Ersatz-Datenspeicherungslaufwerke verfügbar sind, und der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter löscht beim Fehlen einer Anforderung, wenigstens ein Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk an den Vorrat zu übertragen, die Zuweisung der Vielzahl von Bibliotheks-Datenspeicherungslaufwerken als Ersatzlaufwerke we-

nigstens an eine virtuelle Bibliothek, so dass die zugewiesenen Ersatzlaufwerke für die virtuelle Bibliothek oder alternativ in dem Bibliothekssystem nicht mehr zugewiesen sind.

[0081] In der Laufwerkabbild-Tabelle **70** der virtuellen Bibliothek **0** besitzt das virtuelle Laufwerk "BB" kein festgelegtes Datenspeicherungslaufwerk und stellt den Zustand dar, dass die Hostanwendung ein physisches Laufwerk anfordert. Es steht jedoch kein physisches Laufwerk zu Verfügung, weder ein Ersatzlaufwerk noch ein Laufwerk aus einer virtuellen Bibliothek mit niedrigerer Priorität noch ein virtuelles Laufwerk mit niedrigerer Priorität. Deswegen bedeutet "W", dass gewartet werden muss, bis in dem normalen Betrieb der Bibliothek ein Datenspeicherungslaufwerk verfügbar wird.

[0082] [Fig. 8](#) veranschaulicht eine Ausführungsform des Verfahrens zum Konfigurieren der Datenspeicherungslaufwerke **15** der Bibliothek **17** der [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) oder zum Konfigurieren der virtuellen Bibliotheken.

[0083] Die Konfiguration beginnt im Schritt **100** bei einer Inbetriebnahme oder Initialisierung der Bibliothek. Alternativ kann ein physisches Laufwerk hinzugefügt, gelöscht oder ersetzt werden und die Neukonfiguration beginnt im Schritt **101**. Als eine weitere Alternative kann ein Systembetreiber, nachdem er ein Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk verwendet und die oben erläuterte Nachricht erhalten hat, sich entscheiden, ein oder mehrere Ersatzlaufwerke dem Vorrat von Laufwerken hinzuzufügen, was im Schritt **102** beginnt. Wenn der Systembetreiber vor der Wahl steht, das Ersatzlaufwerk in einem Vorrat zu verwenden oder das Laufwerk als ein Ersatzlaufwerk zu verlieren und sich dazu entscheidet, das Laufwerk zu verlieren (ein unwahrscheinlicher Fall), könnte der Schritt **102** außerdem eine Neuordnung des früheren Ersatzlaufwerks oder von Laufwerken in einen "nicht zugewiesenen" Zustand vorsehen. In diesem Fall ist tatsächlich keine Neukonfiguration der Bibliothek erforderlich.

[0084] Der Schritt **105** kann in der Situation verwendet werden, in der die Verwendung von virtuellen Bibliotheken optional ist, und legt fest, ob virtuelle Bibliotheken realisiert werden. Wenn virtuelle Bibliotheken realisiert werden, bestimmt "ja" im Schritt **106** die nächste virtuelle Bibliothek, die zu konfigurieren ist. Wenn keine virtuellen Bibliotheken realisiert werden, d.h. "nein", wird die physische Bibliothek für eine einzige Gruppe von virtuellen Laufwerken konfiguriert. Der Prozess kann durch den Bibliothekbetriebsmittel-Anbieter und/oder den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter durchgeführt werden, und der Bibliothekbetriebsmittel-Anbieter wird benötigt, wenn virtuelle Bibliotheken realisiert werden. Wenn keine virtuellen Bibliotheken realisiert werden, umfasst die Bibliothe-

kabbild-Tabelle **85** von [Fig. 7](#) lediglich eine einzige Bibliothek, wobei die Spalte **90** entbehrlich wird.

[0085] Im Schritt **110** werden die physischen Laufwerke, die für die Bibliothek zur Verfügung stehen, bestimmt. Diese Informationen können durch den Systembetreiber bereitgestellt werden, oder sie können eine Vorzugseinstellung enthalten, bei der z.B. alle von den mehreren Laufwerken durch alle virtuellen Bibliotheken gemeinsam genutzt werden. Im Schritt **11** werden die Ersatzlaufwerke gekennzeichnet. Die Ersatzlaufwerke können zu dem Zeitpunkt festgelegt werden, wenn die Bibliothek **17** der [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) verkauft oder installiert wird, oder sie können durch den Systembetreiber eingestellt werden, um den für die Bibliothek gezahlten Preis zu regeln. Die Anzahl der physischen Laufwerke "n" in dem Vorrat von Laufwerken für die virtuelle Bibliothek ist die Anzahl der verfügbaren physischen Laufwerke PD, verringert um die Anzahl der Ersatzlaufwerke SD.

[0086] Im Schritt **120** werden die Anzahl der virtuellen Laufwerke und die festen Kennungen von jedem der virtuellen Laufwerke z.B. von dem verantwortlichen Systembetreiber oder von dem Gerätetreiber zur Datenübertragung mit jeder Hostanwendung bestimmt. Dies umfasst die von der Hostanwendung zu verwendende Kennung, um die festen virtuellen Laufwerke zu adressieren, und die in der Spalte **75** der [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) sowie in der Spalte **87** von [Fig. 7](#) dargestellt ist und für die in der Spalte **82** von [Fig. 6](#) gezeigte Zuordnung verwendet wird. Die Kennzeichnungsinformationen **76**, **83** können außerdem an diesem Punkt erhalten werden. Im Schritt **115** werden die relativen Prioritäten z.B. durch den Systembetreiber festgelegt. Als Alternative können relative Prioritäten für die virtuellen Laufwerke festgelegt werden. Die resultierenden relativen Prioritäten werden in der Spalte **88** von [Fig. 7](#) postiert. Dann bildet der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter im Schritt **121** die Laufwerkabbild-Tabelle (Tabellen) **70**, **71** für jeden Laufwerkabbild-Anbieter. Die Master-Laufwerkabbild-Tabellen werden in dem Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter geführt, wobei sie die zugeordneten und festgelegten Laufwerke des Vorrats der Datenspeicherungslaufwerke den virtuellen Laufwerken jeder Hostanwendung zuordnen. Wie oben erläutert wurde, kann auf die Laufwerkabbild-Tabellen zugegriffen werden, und sie können durch die Laufwerkabbild-Anbieter periodisch von dem Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter aufgefrischt oder aktualisiert werden, oder jeder Laufwerkabbild-Anbieter kann bei Bedarf auf die zugeordnete Laufwerkabbild-Tabelle zugreifen.

[0087] Im Schritt **125** stellt der Bibliothekbetriebsmittel-Anbieter fest, ob alle virtuellen Bibliotheken konfiguriert wurden. Wenn das der Fall ist oder wenn keine virtuellen Bibliotheken konfiguriert wurden, endet der Prozess wie dargestellt durch den Schritt **126**.

Wenn nicht alle virtuellen Bibliotheken konfiguriert wurden, schleift der Prozess zurück zum Schritt **106**, um die Konfiguration der nächsten virtuellen Bibliothek zu beginnen.

[0088] [Fig. 9](#) veranschaulicht den Prozess des Laufwerkabbild-Anbieters **30** von [Fig. 1](#), wenn eine Hostanwendung einen Befehl für ein virtuelles Laufwerk im Schritt **135** bereitstellt. Beispiele von Ereignissen sind ein Befehl INQUIRY; ein Befehl SEARCH zum Suchen nach bestimmten Daten von einer eingebundenen tragbaren Datenspeicherkassette; ein Befehl READ zum Lesen von Daten von einer eingebundenen tragbaren Datenspeicherkassette; ein Befehl WRITE zum Schreiben von Daten auf eine eingebundene tragbare Datenspeicherkassette; ein Befehl RESERVE zum Reservieren eines Datenspeicherungslaufwerks für eine spätere Verwendung; ein Befehl RELEASE zum Freigeben eines reservierten Datenspeicherungslaufwerks; oder weitere ähnliche Typen von Befehlen.

[0089] Der Laufwerkabbild-Anbieter bestimmt in den Schritten **141** und **143**, ob der von der Hostanwendung empfangene Befehl ein Trigger-Ereignis oder ein Detrigger-Ereignis darstellt. Wenn der Befehl ein Trigger-Ereignis darstellt, benachrichtigt der Laufwerkabbild-Anbieter im Schritt **144** den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter über das Ereignis und kennzeichnet das virtuelle Laufwerk und kann die Hostanwendung kennzeichnen. Wenn der Befehl ein Detrigger-Ereignis darstellt, benachrichtigt der Laufwerkabbild-Anbieter im Schritt **149** den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter über das Ereignis und kennzeichnet das virtuelle Laufwerk und kann die Hostanwendung kennzeichnen.

[0090] Im Schritt **140** sucht der Laufwerkabbild-Anbieter das virtuelle Laufwerk in der Laufwerkabbild-Tabelle **70**, **71** der [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) für die virtuelle Bibliothek.

[0091] Der Schritt **136** legt fest, ob der Befehl vom Schritt **135** ein physisches Laufwerk benötigt, um die Antwort auf das Ereignis fertigzustellen. Die Befehle SEARCH, READ und WRITE erfordern z.B. alle ein physisches Laufwerk. Ein Befehl INQUIRY erfordert kein physisches Laufwerk, und eine Antwort kann durch den Laufwerkabbild-Anbieter ohne Laufwerk bereitgestellt werden, wobei die Antwort im Schritt **137** bereitgestellt wird. Der Laufwerkabbild-Anbieter antwortet als das adressierte virtuelle Laufwerk und verwendet die Charakteristiken des Laufwerks aus der Laufwerkabbild-Tabelle **70**, **71** der [Fig. 5A](#), [Fig. 5B](#) oder gleichwertig. Die Befehle SEARCH, READ und WRITE werden von einer Hostanwendung bereitgestellt, wenn eine tragbare Datenspeicherkassette in dem festgelegten physischen Laufwerk eingebunden ist, daher wird ein Befehl MOUNT an die Bibliothek bereitgestellt worden sein.

[0092] Befehle, die zur Zuordnung und Festlegung eines physischen Laufwerks als ein virtuelles Laufwerk führen, werden als Trigger-Ereignisse bezeichnet und umfassen Befehle RESERVE und andere Befehle, die die Wirkung einer Anforderung nach einem Laufwerk haben. Befehle, die zu einer Aufhebung der Zuordnung eines physischen Laufwerks führen, werden als Detrigger-Ereignisse bezeichnet und enthalten Befehle RELEASE und andere Befehle, die die Wirkung zum Freigeben eines Laufwerks haben. Befehle RESERVE und RELEASE sowie Befehle, die ein virtuelles Laufwerk anfordern oder freigeben, werden durch den Laufwerkabbild-Anbieter empfangen.

[0093] Im Schritt **142** stellt der Laufwerkabbild-Anbieter anhand der Laufwerkabbild-Tabelle fest, ob ein physisches Laufwerk für das virtuelle Laufwerk des Befehls festgelegt ist. Wenn ein physisches Laufwerk für das virtuelle Laufwerk festgelegt ist, d.h. "ja", lenkt der Laufwerkabbild-Anbieter im Schritt **143** die Datenübertragung zwischen der anfordernden Hostanwendung und dem festgelegten Datenspeicherungslaufwerk des Vorrats von "n" Datenspeicherungslaufwerken der automatisierten Datenspeicherbibliothek. Die Datenübertragung wird bei Bedarf in Abschnitte zerlegt und übersetzt, so dass die Datenübertragung vom Standpunkt der Hostanwendung in der Weise erscheint, dass sie zwischen der Hostanwendung und dem virtuellen Laufwerk erfolgt. Die Datenübertragung umfasst alles, was erwartungsgemäß als Ergebnis des Befehls folgt und enthält die Übertragung von Daten usw. mit allen erwarteten Kopfabschnitten usw.

[0094] Wenn die Hostanwendung einen Befehl MOUNT an die Bibliothek ausgegeben hat, wird wahrscheinlich ein Befehl SEARCH usw. an das virtuelle Laufwerk ausgegeben. Der Befehl kann vor der Aktualisierung der Laufwerkabbild-Tabelle durch den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter empfangen werden. Deswegen stellt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter, bevor er im Schritt **142** ein physisches Datenspeicherungslaufwerk aus dem Vorrat festlegt, anhand der Laufwerkabbild-Tabelle fest, dass kein physisches Laufwerk für die anfordernde Hostanwendung festgelegt wurde, und der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter antwortet der anfordernden Hostanwendung im Schritt **150** mit einer Pseudo-Beendigungsantwort, die die Wirkung des Informierens der Hostanwendung hat, dass die Anforderung empfangen wurde und das virtuelle Laufwerk "nicht bereit" ist, einen Befehl auszuführen, der eine eingebundene tragbare Datenspeicherkassette erfordert. Der Laufwerkabbild-Anbieter übermittelt zwei Typen von Pseudo-Beendigungsantworten. Wenn in einem Beispiel das virtuelle Laufwerk in der Laufwerkabbild-Tabelle als wartend "w" angegeben wird, übermittelt der Laufwerkabbild-Anbieter, dass das virtuelle Laufwerk "bereit wird". In einem alternativen Beispiel übermittelt

der Laufwerkabbild-Anbieter "Kassette nicht vorhanden" an das virtuelle Laufwerk. In jedem Fall ist die Antwort "nicht bereit" keine Angabe dafür, dass eine angeforderte Tätigkeit beendet wurde. Sie ist dagegen eine Form der Befehlszurückweisung auf Grundlage einer der beiden Ursachen.

[0095] Beim Schritt **136**, der wie oben erwähnt angibt, dass kein physisches Laufwerk erforderlich ist, wie etwa ein Befehl INQUIRY, RESERVE oder RELEASE, antwortet der Laufwerkabbild-Anbieter als das adressierte virtuelle Laufwerk unter Verwendung der Charakteristiken des virtuellen Laufwerks aus der Laufwerkabbild-Tabelle **70**, **71** der [Fig. 5A](#), [Fig. 5B](#).

[0096] In den [Fig. 10A](#) und [Fig. 10B](#) bezieht sich der Schritt **160** auf das Auftreten eines Trigger-Ereignisses wie etwa der Empfang eines Befehls **161** MOUNT, eines Befehls **162** RESERVE oder einer Anforderung **163** nach einem Laufwerk wie etwa eine Anforderung "bist du dort" mit oder ohne eine Anforderung zum Verriegeln des Laufwerks. Die Anforderung wird durch den Laufwerkabbild-Anbieter empfangen, und der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter wird im Schritt **144** von [Fig. 9](#) benachrichtigt, oder wenn ein Befehl MOUNT direkt von der Bibliothek oder der virtuellen Bibliothek empfangen wird, wird er an den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter als ein direktes Trigger-Ereignis bereitgestellt.

[0097] Im Schritt **170** legt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter das virtuelle Laufwerk fest, für welches das Trigger-Ereignis von der Hostanwendung vorgesehen ist. Dies wird typischerweise aus der Benachrichtigung oder aus dem eigentlichen Befehl festgelegt. Im Schritt **172** legt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter die Laufwerkabbild-Tabelle **70**, **71** von den [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) für das virtuelle Laufwerk fest.

[0098] Nachdem die Laufwerkabbild-Tabelle eingerichtet wurde, greift der Laufwerkabbild-Anbieter im Schritt **175** auf die Laufwerkabbild-Tabelle zu. Im Schritt **176** bestimmt der Laufwerkabbild-Anbieter aus der Laufwerkabbild-Tabelle, ob ein physisches Laufwerk für das virtuelle Laufwerk des Ereignisses festgelegt ist. Wenn das Laufwerk festgelegt wurde, endet der Prozess im Schritt **177**, und der Laufwerkabbild-Anbieter lenkt die Datenübertragungen zwischen der anfordernden Hostanwendung und dem Datenspeicherungslaufwerk als das virtuelle Laufwerk, wie im Schritt **143** von [Fig. 9](#) dargestellt ist.

[0099] Wenn kein Laufwerk festgelegt wurde, stellt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter im Schritt **180** z.B. anhand der Laufwerktablette **80** in [Fig. 6](#) fest, ob "n" – "m" größer als null ist. Wenn "n" – "m" größer als null ist, d.h. "ja", sind nicht alle physischen Laufwerke zugeordnet worden, und ein physisches Laufwerk ist deswegen für die Zuordnung und Festlegung für die

anfordernde Hostanwendung verfügbar. Wie oben erläutert wurde, kann der Vorrat der Laufwerke lediglich Datenspeicherungslaufwerke umfassen, die mit den Charakteristiken des virtuellen Laufwerks kompatibel sind.

[0100] Viele der physischen Laufwerke können z.B. Streaming-Laufwerke sein, und das angeforderte virtuelle Laufwerk kann dagegen ein Start-Stop-Laufwerk sein.

[0101] Wenn ein physisches Laufwerk zur Verfügung steht, so dass $n - m > 0$, ordnet der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter im Schritt **185** das physische Laufwerk dem virtuellen Laufwerk zu, wodurch das physische Laufwerk für die anfordernde Hostanwendung festgelegt wird. Wenn mehr als ein Laufwerk zur Verfügung steht, kann die Auswahl des speziellen Laufwerks gemäß einem geeigneten Algorithmus ausgeführt werden. Das Laufwerk, das die Charakteristiken aufweist, die dem virtuellen Laufwerk am nächsten kommen, kann z.B. ausgewählt werden. Als weiteres Beispiel kann das Laufwerk ausgewählt werden, das am längsten unbenutzt war. Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter erhöht deswegen "m" auf den Wert "m" + 1.

[0102] Beim Zuordnen des physischen Datenspeicherungslaufwerks im Schritt **185** aktualisiert der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter die Laufwerkabbild-Tabelle **70**, **71** von [Fig. 5A](#) oder [Fig. 5B](#). Wie oben erläutert wurde, ordnet der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter die zugeordneten und festgelegten Laufwerke des Vorrats der Datenspeicherungslaufwerke den virtuellen Laufwerken jeder Hostanwendung zu. Auf die aktualisierten Laufwerkabbild-Tabellen kann durch die Laufwerkabbild-Anbieter periodisch von dem Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter zugegriffen werden, oder jeder Laufwerkabbild-Anbieter kann bei Bedarf auf die zugehörige Laufwerkabbild-Tabelle zugreifen. Die Laufwerktablette **80** von [Fig. 6](#) wird ebenfalls aktualisiert und kann die Zuordnung des Laufwerks vom Schritt **185** umfassen. Im Schritt **187** gibt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter der Bibliothek an, den Haltezustand einer Einbindung einer tragbaren Datenspeicherkassette in Bezug auf die Anforderung aufzuheben, wie im Folgenden erläutert wird.

[0103] Wenn kein physisches Datenspeicherungslaufwerk zur Verfügung steht, was durch den Schritt **180** angegeben wird, der feststellt, dass $n - m$ gleich null ist, wobei "nein" angibt, dass eine Anforderung nach einem Datenspeicherungslaufwerk empfangen wurde, wenn alle Datenspeicherungslaufwerke des Vorrats zugeordnet sind, gibt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter im Schritt **190** der Bibliothek an, alle Einbindungen einer tragbaren Datenspeicherkassette in Bezug auf die Anforderung zu halten. Auf diese Weise löst die Bibliothek keine Einbindung aus,

die beginnen würde, den Zugriffroboter zu bewegen, um die gewünschte Datenspeicherkassette auszuwählen, wobei kein physisches Laufwerk zur Verfügung steht, an dem die Kassette eingebunden werden könnte. Die Verhinderung einer Einbindung ohne Laufwerk vermeidet eine mögliche Blockierung des Zugriffroboters mit einer Kassette, die an einem Laufwerk eingebunden werden soll, während der gleiche Zugriffroboter erforderlich sein könnte, um die Einbindung einer anderen Kassette zu lösen, um das Laufwerk, an dem die Einbindung gelöst wird, verfügbar zu machen. Außerdem wird im Schritt **190** eine Pseudo-Beendigungsantwort an die Einbindungsanforderung bereitgestellt, die eine mögliche "Befehls"-Blockierung in dem Zustand verhindert, wenn Befehle nur in einer Reihenfolge behandelt werden können. Nachdem ein Laufwerk verfügbar ist und die Einbindung einer Kassette gelöst wurde, wird die Einbindung im Schritt **187** freigegeben. Wenn der Schritt **180** angibt, dass kein Laufwerk zugeordnet ist, positioniert der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter im Schritt **280** eine Angabe "W" in der Laufwerkabbild-Tabelle (z.B. Tabelle **70** von [Fig. 5A](#)) für den Laufwerkabbild-Anbieter, die angibt, dass der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter auf ein freigegebenes Laufwerk wartet.

[0104] Außer dem einfachen Warten darauf, dass bei einem gegenwärtig zugeordneten Laufwerk die Zuordnung aufgehoben wird, können verschiedene optionale Alternativen verwendet werden, um ein physisches Laufwerk zuzuordnen. Diese Alternativen werden im Folgenden erläutert und können in einer beliebigen Reihenfolge realisiert werden.

[0105] Wenn der Schritt **180** angibt, dass kein Laufwerk zur Verfügung steht, führt die Verbindung **208** zu [Fig. 10b](#) und zum Schritt **210**. Der Schritt **210** bezieht sich auf die Situation, in der virtuellen Bibliotheken oder virtuellen Laufwerke relative Prioritäten zugewiesen sind, wie in der Spalte **88** der Bibliothekabbild-Tabelle **85** von [Fig. 7](#) dargestellt ist. Deswegen bestimmt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter im Schritt **210** bei einer Vielzahl von virtuellen Bibliotheken, wobei wenigstens eine der virtuellen Bibliotheken eine höhere Priorität besitzt als eine andere der virtuellen Bibliotheken, die Priorität der virtuellen Bibliothek oder des angeforderten virtuellen Laufwerks und ob die anfordernde virtuelle Bibliothek oder das anfordernde Laufwerk eine höhere Priorität besitzt. Wenn die anfordernde virtuelle Bibliothek oder das anfordernde Laufwerk eine höhere Priorität besitzt, wählt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter im Schritt **211** ein Datenspeicherungslaufwerk aus einer virtuellen Bibliothek mit niedrigerer Priorität. Im Schritt **212** hebt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter die Zuordnung des ausgewählten Datenspeicherungslaufwerks aus der Laufwerkabbild-Tabelle der virtuellen Bibliothek mit niedrigerer Priorität auf, benachrichtigt den Laufwerkabbild-Anbieter über die Aufhebung der

Zuordnung und benachrichtigt die Bibliothek, im Schritt **215** die Einbindung aller tragbaren Datenspeicherkassetten von dem nicht zugeordneten Datenspeicherungslaufwerk zu lösen. Der Laufwerkabbild-Anbieter kennzeichnet das virtuelle Laufwerk des nicht zugeordneten Datenspeicherungslaufwerks an seine Hostanwendung als "nicht bereit". Im Schritt **220** ordnet der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter das nicht zugeordnete Datenspeicherungslaufwerk der virtuellen Bibliothek mit der höheren Priorität zu. Die Verbindung **222** führt zum Schritt **186**, in dem das Laufwerk in der Laufwerkabbild-Tabelle auf das virtuelle Laufwerk der anfordernden Hostanwendung festgelegt wird und jeder Haltezustand einer Einbindung im Schritt **187** aufgehoben wird. Alle Tätigkeiten, die im Schritt **150** durch den Laufwerkabbild-Anbieter in eine Warteschlange aufgenommen wurden, werden als Ergebnis der Schritte **185**, **186** und **187** der Warteschlange entnommen.

[0106] Wie oben erläutert wurde, kann der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter zusätzlich wenigstens eine aus der Vielzahl von Bibliotheks-Datenspeicherungslaufwerken außerhalb jedes Vorrats als ein Ersatzlaufwerk zuordnen. Dann kann der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter der Anforderung ein Ersatzlaufwerk zuordnen. Bei einem Beispiel müssen Ersatzlaufwerke verwendet werden, wenn in Situationen mit niedrigerer Priorität keine physischen Laufwerke zugewiesen werden. Alternativ kann ein Ersatzlaufwerk nur für virtuelle Bibliotheken mit hoher Priorität angefordert werden. Wenn daher der Schritt **210** feststellt, dass die anfordernde virtuelle Bibliothek oder das anfordernde virtuelle Laufwerk eine hohe Priorität besitzt, stellt der Schritt **230** fest, ob die Verwendung eines Ersatzlaufwerks berechtigt ist. Unabhängig davon, ob die Priorität der Hostanwendung bei der Feststellung eine Rolle spielt, kann die Berechtigung von Ersatzlaufwerken z.B. aus der Spalte **89** der Bibliothekabbild-Tabelle **85** von [Fig. 7](#) ermittelt werden.

[0107] Selbst wenn Ersatzlaufwerke berechtigt sind, kann ihre Verwendung begrenzt sein. Als ein Beispiel wird im Schritt **240** ein Zeitglied gesetzt, um eine Zeitdauer zuzulassen, in der bei einem Datenspeicherungslaufwerk die Zuordnung aufgehoben und dieses freigegeben wird, was durch den Schritt **243** erfasst wird. Wenn ein Laufwerk freigegeben wird, was durch den Schritt **243** erfasst wird, führt die Verbindung **205** zum Schritt **185** von [Fig. 10A](#), um das freigegebene Laufwerk zuzuordnen. Wenn kein Laufwerk freigegeben wird, was durch den Schritt **243** angegeben wird, stellt der Schritt **245** fest, ob die Dauer des Zeitglieds abgelaufen ist. Wenn das nicht der Fall ist, d.h. "nein", schleift der Prozess wieder zum Schritt **243**, um auf ein freigegebenes Laufwerk zu warten.

[0108] Wenn die Dauer des Zeitglieds abgelaufen ist, kann eine weitere Einschränkung der Verwen-

dung eines Ersatzlaufwerks verwendet werden. Als ein Beispiel kann die Verwendung von Ersatzlaufwerken auf eine vorgegebene Anzahl der Verwendungen beschränkt werden. Wie erläutert wird, kann es für den Systembetreiber erforderlich sein, Laufwerke dem Vorrat von "n" Laufwerken hinzuzufügen und eine unbegrenzte Verwendung von Ersatzlaufwerken zu verhindern. Im Schritt **253** erhöht der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter im Einzelnen einen Zähler immer dann, wenn die Anforderung nach einem Ersatzlaufwerk empfangen wird, wenn alle Datenspeicherungslaufwerke des Vorrats zugeordnet sind. Im Schritt **254** vergleicht der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter den erhöhten Zähler mit einem vorgegebenen Grenzwert, und wenn der erhöhte Zähler kleiner als der vorgegebene Grenzwert ist, ordnet er im Schritt **255** das Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk der virtuellen Bibliothek der Anforderung zu. Die Laufwerk-tabelle **80** von [Fig. 6](#) und die Bibliothekabbild-Tabelle **85** von [Fig. 7](#) werden aktualisiert, wodurch das Laufwerk von einem Ersatzlaufwerk zu einem freigegebenen Laufwerk gemacht wird, der Vorrat der Laufwerke von "n" vorübergehend auf einen Wert "n" + 1 vergrößert wird und das Laufwerk in der Spalte **97** der Tabelle **85** der virtuellen Bibliothek der Anforderung zugewiesen wird. Die Verbindung **205** führt zum Schritt **185** von [Fig. 10A](#) zur Zuordnung des freigegebenen Laufwerks an das virtuelle Laufwerk der anfordernden Hostanwendung.

[0109] Als eine Option versendet der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter zusätzlich nach der Zuordnung des Ersatz-Datenspeicherungslaufwerks im Schritt **260** eine Nachricht, die die Verwendung des Ersatz-Datenspeicherungslaufwerks angibt. Die versandte Nachricht enthält in einer Ausführungsform eine Benachrichtigung an den Systemverwalter, dass eine Aktion unternommen werden kann, um ein Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk an den Vorrat zu übergeben. Die Übergabe eines Ersatzlaufwerks an den Vorrat führt beispielsweise zu erhöhten Kosten für die Bibliothek. Wenn die Übergabe ausgeführt wird, fügt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter das Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk dem Vorrat dauerhaft hinzu, wobei er das Laufwerk als ein Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk löscht.

[0110] In einer weiteren Ausführungsform umfasst die versandte Nachricht als Bonus zusätzlich eine Benachrichtigung, dass ein Misslingen der Übergabe des Ersatzlaufwerks eine zukünftige Nichtverfügbarkeit von Ersatz-Datenspeicherungslaufwerken zur Folge hat, und der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter löscht beim Fehlen einer Anforderung zum Übergeben wenigstens eines Ersatz-Datenspeicherungslaufwerks an den Vorrat die Zuweisung der Datenspeicherungslaufwerke als ein Ersatzlaufwerk, so dass die Zuweisung des zugewiesenen Ersatzlaufwerks aufgehoben wird. Wie oben erläutert wurde, kann die Verwendung durch den vorgegebenen

Grenzwert vom Schritt **254** beschränkt werden.

[0111] In dem Fall, bei dem im Schritt **230** kein Ersatzlaufwerk berechtigt ist oder der erhöhte Zähler vom Schritt **253** den vorgegebenen Grenzwert vom Schritt **254** erreicht hat, wartet der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter im Schritt **282** auf eine Anforderung nach der Aufhebung der Zuordnung eines Datenspeicherungslaufwerks und dem Lösen einer Einbindung einer tragbaren Datenspeicherkassette an dem nicht zugeordneten Datenspeicherungslaufwerk, wodurch das Datenspeicherungslaufwerk freigegeben wird. Wenn kein Laufwerk freigegeben ist, was im Schritt **282** festgestellt wird, setzt sich der Prozess in einer Schleife fort. Beim Aufheben der Zuordnung eines Laufwerks führt der Schritt **282** zur Verbindung 205 von [Fig. 10A](#) zur Zuordnung des nicht zugeordneten Datenspeicherungslaufwerks zu dem virtuellen Laufwerk für die Hostanwendung, die das Laufwerk im Schritt **185** anforderte, und zur Angabe an die Bibliothek, den Haltezustand aller Einbindungen in Bezug auf die Anforderung im Schritt **187** aufzuheben.

[0112] Außer der Freigabe aller gehaltenen Bibliothekseinbindungen liefert der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter eine Angabe an das festgelegte physische Datenspeicherungslaufwerk, an dem eine gehaltene oder zukünftige Einbindung ausgeführt werden soll. Die Angabe umfasst das Eintragen in die Laufwerkstabelle **80** von [Fig. 6](#), auf die durch die Bibliothek zugegriffen wird. Als eine zusätzliche Alternative für eine Freigabe einer gehaltenen Einbindung wird die Angabe des festgelegten Datenspeicherungslaufwerks mit der Freigabeangabe, die an die Bibliothek übertragen wird, bereitgestellt.

[0113] [Fig. 11](#) betrifft Detrigger-Ereignisse vom Schritt **300**. Ein Beispiel eines Detrigger-Ereignisses umfasst die Nichtverwendung eines festgelegten Datenspeicherungslaufwerks während einer vorgegebenen Dauer eines Zeitglieds. In einer Ausführungsform wird die Beendigung einer Funktion, die die Verwendung eines Laufwerks umfasst, im Schritt **310** erkannt, und im Schritt **311** wird ein Zeitgeber für dieses Laufwerk zurückgesetzt. Der Schritt **312** setzt die Verfolgung des Zeitgebers fort und gibt an, wann die Zeitdauer abgelaufen ist.

[0114] Andere Detrigger-Ereignisse umfassen eine Anforderung **315** DEMOUNT, um die Einbindung der Kassette an dem virtuellen Laufwerk zu lösen und die Kassette an anderen Punkt wie etwa ein Aufbewahrungsregal zu bewegen; ein Befehl **316** RELEASE, um ein reserviertes virtuelles Datenspeicherungslaufwerk freizugeben; und eine Laufwerk-Freigabeangabe **317**. Wie oben erläutert wurde, wird ein Befehl DEMOUNT typischerweise an die Bibliothek bereitgestellt und ist kein Befehl, der im Schritt **135** von [Fig. 9](#) durch den Laufwerkabbild-Anbieter empfangen wird. Die Bibliothek bestimmt beim Empfangen

des Befehls DEMOUNT das physische Datenspeicherungslaufwerk, das für das virtuelle Laufwerk festgelegt ist, löst die Lösung der Einbindung aus und informiert den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter über den Befehl. Ein Befehl RELEASE oder ein Befehl, der die Freigabe eines virtuellen Laufwerks fordert, wird im Schritt **135** von [Fig. 9](#) durch den Laufwerkabbild-Anbieter empfangen. Der Laufwerkabbild-Anbieter stellt im Schritt **143** fest, dass es sich um ein Detrigger-Ereignis handelt; und benachrichtigt im Schritt **149** den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter. Im Schritt **320** von [Fig. 11](#) legt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter das virtuelle Laufwerk fest, für welches das Detrigger-Ereignis von dem anfordernden Host vorgesehen ist. Dies wird typischerweise aus dem eigentlichen Befehl festgestellt.

[0115] Der Schritt **325** stellt fest, ob eine tragbare Datenspeicherkassette in dem Laufwerk eingebunden ist. Dies kann z.B. von dem Bibliotheksprozessor **45** von [Fig. 1](#) festgestellt werden. Ein Befehl DEMOUNT hat ein Lösen der Einbindung der tragbaren Kassette durch den Zugriffroboter zur Folge, so dass der Schritt **325** angibt, dass in dem Laufwerk keine Kassette eingebunden ist. Die anderen Detrigger-Ereignisse können bei einer tragbaren Datenspeicherkassette, die in einem Laufwerk eingebunden ist, nicht auftreten und können kein Lösen der Einbindung umfassen. Wenn eine Kassette in dem Laufwerk eingebunden ist, gibt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter der Bibliothek an, dass die Einbindung der Kassette im Schritt **326** gelöst werden soll.

[0116] Im Schritt **330** bestimmt der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter die Laufwerkabbild-Tabelle **70**, **71** von [Fig. 5A](#) oder [Fig. 5B](#) für das virtuelle Laufwerk oder für das physische Laufwerk, wenn die Schritte **310** bis **312** das physische Laufwerk verwenden.

[0117] Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter hebt dann im Schritt **331** die Zuordnung des Laufwerks vom virtuellen Laufwerk für die Hostanwendung auf. Der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter gibt dann im Schritt **343** an, dass das Laufwerk freigegeben ist, wobei "m" auf "m" - 1 verringert wird. Wenn Ersatzlaufwerke verwendet werden, stellt der Schritt **340** optional fest, ob das nicht zugeordnete Laufwerk ein gemeinsam genutztes Laufwerk ist. Wenn das der Fall ist, bringt der Schritt **341** das Laufwerk wieder in seinen ursprünglichen Zustand, indem "n" auf "n" - 1 verringert wird. Wenn das Laufwerk ein Ersatzlaufwerk ist, kann der Systembetreiber anschließend auf die Nachricht vom Schritt **260** in [Fig. 10B](#) reagieren und dem Vorrat ein oder mehrere Ersatzlaufwerke hinzufügen. Wenn das Laufwerk kein Ersatzlaufwerk ist, geht der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter direkt zum Schritt **345**. Im Schritt **345** werden die Tabellen aktualisiert, das Laufwerk wird entweder in seinen ursprünglichen Zustand als ein Ersatzlaufwerk in der

Laufwerktafel 80 von Fig. 6 zurückgeführt, oder das Laufwerk wird in der Laufwerktafel von Fig. 6 als freigegeben angegeben.

[0118] Die Fig. 12A bis Fig. 12C stellen das Verriegeln und Entriegeln eines Datenspeicherungslaufwerks an einer virtuellen Bibliothek dar. Der Schritt 400 von Fig. 12A stellt ein Trigger-Ereignis 160 von Fig. 10A dar, bei dem ein Laufwerk mit einer Verriegelung angefordert wird. Der Schritt 401 ist mit dem Schritt 185 von Fig. 10A gleichwertig zum Festlegen des Laufwerks auf das virtuelle Laufwerk und umfasst zusätzlich das Hinzufügen von "Verriegelung" zu der Laufwerktafel, was durch das Laufwerk "DR1" der Laufwerktafel 80 von Fig. 6 veranschaulicht wird.

[0119] Der Schritt 410 von Fig. 12B stellt ein Detrigger-Ereignis 300 von Fig. 11 dar, bei dem ein Laufwerk durch die Hostanwendung mit einer Freigabe der Verriegelung freigegeben wird. Der Schritt 411 kann unmittelbar nach dem Schritt 300 auftreten und umfasst eine Feststellung, ob der Befehl eine Freigabe der Verriegelung enthält. Wenn das der Fall ist, wird die Verriegelung durch den Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter im Schritt 412 in der Laufwerktafel 80 von Fig. 6 freigegeben.

[0120] Der Schritt 420 stellt ein Detrigger-Ereignis 300 von Fig. 11 dar, das keine Freigabe einer Verriegelung umfasst, wie etwa ein Befehl DEMOUNT. Der Schritt 421 stellt fest, ob das Laufwerk verriegelt ist, indem z.B. auf die Laufwerktafel 80 von Fig. 6 Bezug genommen wird. Wenn das Laufwerk nicht verriegelt ist, wird der Prozess der Schritte 320 bis 345 von Fig. 11 ausgeführt. Wenn das Laufwerk verriegelt ist und im Schritt 412 von Fig. 12B nicht entriegelt wird, wird das geforderte Ereignis im Schritt 425 ausgeführt und die Tabellen bleiben im Schritt 426 unverändert, so dass das Laufwerk dadurch auf die Hostanwendung verriegelt bleibt.

[0121] Die Schritte der oben genannten Prozesse können im Ablauf geändert oder kombiniert oder in Einzelheiten verändert werden, falls das erforderlich ist.

[0122] Während die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung genau erläutert wurden, sollte klar sein, dass ein Fachmann Modifikationen und Anpassungen an diesen Ausführungsformen vornehmen könnte, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen, der in den folgenden Ansprüchen dargestellt ist.

Patentansprüche

1. Zuordnungssystem (10) zum Zuordnen von Datenspeicherungslaufwerken (15) einer automatisierten Datenspeicherbibliothek (17) in Reaktion auf

wenigstens eine Anforderung (163) nach einem Datenspeicherungslaufwerk (15), wobei die Bibliothek eine Vielzahl von tragbaren Datenspeicherkassetten (14) in Aufbewahrungsregalen aufbewahrt und die tragbaren Datenspeicherkassetten (14) zwischen den Aufbewahrungsregalen und den Datenspeicherungslaufwerken (15) transportiert, um die tragbaren Datenspeicherkassetten (14) an den Datenspeicherungslaufwerken einzubinden bzw. die Einbindung zu lösen, wobei das Zuordnungssystem umfasst:

einen Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter (35), der eine Vielzahl der Bibliothek-Datenspeicherungslaufwerke (15) einem Vorrat zuweist und die Datenspeicherungslaufwerke aus diesem Vorrat zuweist bzw. die Zuweisung aufhebt; **dadurch gekennzeichnet**, dass der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter beim Empfangen (163) der Anforderung nach einem Datenspeicherungslaufwerk (15) dann, wenn alle Datenspeicherungslaufwerke des Vorrats zugewiesen sind, der Bibliothek (17) angibt, alle Einbindungen einer tragbaren Datenspeicherkassette in Bezug auf die Anforderung zu halten (190).

2. Zuordnungssystem nach Anspruch 1, das zusätzlich einen Laufwerkabbild-Anbieter (30) umfasst, der mit dem Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter (35) verbunden ist und beim Empfangen der Anforderung nach einem Datenspeicherungslaufwerk (15) dann, wenn alle Datenspeicherungslaufwerke (15) des Vorrats zugewiesen sind, anzeigt, dass das angeforderte Datenspeicherungslaufwerk (15) momentan nicht zur Verfügung steht, um einen nachfolgenden Befehl, der eine eingebundene tragbare Datenspeicherkassette (14) anfordert, zu erfüllen.

3. Zuordnungssystem nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter (30) außerdem nach der Angabe einer Freigabe eines Datenspeicherungslaufwerks (15) und einer Auflösung der Einbindung einer tragbaren Datenspeicherkassette (14) bei dem freigegebenen Datenspeicherungslaufwerk (15) abwartet, das freigegebene Datenspeicherungslaufwerk (15) der Anforderung zuordnet und der Bibliothek angibt, den Haltezustand der Einbindung in Bezug auf die Anforderung aufzuheben.

4. Zuordnungssystem nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei dem der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter (30) außerdem wenigstens eines aus der Vielzahl von Bibliotheks-Datenspeicherungslaufwerken (15) als Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk (15) außerhalb des Vorrats zuweist und nach der Angabe eines Ersatz-Datenspeicherungslaufwerks (15) der Anforderung zuordnet und der Bibliothek (17) anzeigt, den Haltezustand der Einbindung in Bezug auf die Anforderung aufzuheben.

5. Zuordnungssystem nach Anspruch 4, bei dem der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter (34) nach der

Angabe eine vorgegebene Zeitdauer wartet und eine Freigabe des Datenspeicherungslaufwerks (15) und die Auflösung der Einbindung einer tragbaren Datenspeicherkassette an dem freigegebenen Datenspeicherungslaufwerk (15) abwartet; und dann, wenn während der vorgegebenen Zeitdauer die Freigabe erfolgt, das freigegebene Datenspeicherungslaufwerk (15) der Anforderung zuordnet; ansonsten nach dem Verstreichen der Zeitdauer das Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk (15) der Anforderung zuordnet; und bei der Zuordnung eines Datenspeicherungslaufwerks zu der Anforderung der Bibliothek (17) angibt, den Haltezustand der Einbindung in Bezug auf die Anforderung aufzuheben.

6. Zuordnungssystem nach Anspruch 4 oder 5, bei dem die Bibliothek (17) eine Vielzahl virtueller Bibliotheken umfasst, die auf die wenigstens eine Anforderung nach einem Datenspeicherungslaufwerk (15) ansprechen, wobei das System Datenspeicherungslaufwerke (15) der automatisierten Datenspeicherbibliothek der Vielzahl von virtuellen Bibliotheken zuordnet, wobei wenigstens eine aus der Vielzahl von virtuellen Bibliotheken eine höhere Priorität besitzt als andere der virtuellen Bibliotheken; und wobei der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter (35) zusätzlich die Priorität der virtuellen Bibliothek der Anforderung nach einem Datenspeicherungslaufwerk ermittelt und nur dann, wenn die virtuelle Bibliothek die höhere Priorität besitzt, das Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk der Anforderung zuordnet und der Bibliothek (17) angibt, den Haltezustand der Einbindung in Bezug auf die Anforderung aufzuheben.

7. Zuordnungssystem nach Anspruch 4, 5 oder 6, bei dem der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter (35) zusätzlich einen Zähler beim Empfangen der Anforderung immer dann erhöht, wenn alle Datenspeicherungslaufwerke (15) des Vorrats zugeordnet sind, den erhöhten Zählerstand mit einem vorgegebenen Grenzwert vergleicht und das Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk zuordnet, wenn der erhöhte Zählerstand kleiner als der vorgegebene Grenzwert ist.

8. Zuordnungssystem nach Anspruch 4, 5 oder 6, bei dem der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter (35) zusätzlich nach der Zuordnung des Ersatz-Datenspeicherungslaufwerks eine Nachricht versendet, die die Verwendung des Ersatz-Datenspeicherungslaufwerks anzeigt.

9. Zuordnungssystem nach Anspruch 8, bei dem die versendete Nachricht des Laufwerkbetriebsmittel-Anbieters (35) eine Benachrichtigung an einen Systembetreiber enthält, dass eine Aktion unternommen werden kann, um wenigstens das eine Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk an den Vorrat zu übertragen.

10. Zuordnungssystem nach Anspruch 9, bei

dem der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter (35) außerdem auf eine Anforderung reagiert, um wenigstens ein Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk an den Vorrat zu übertragen, und wenigstens ein Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk an den Vorrat überträgt, wobei das Datenspeicherungslaufwerk als Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk gelöscht wird.

11. Zuordnungssystem nach Anspruch 10, bei dem die versendete Nachricht des Laufwerkbetriebsmittel-Anbieters (35) außerdem eine Benachrichtigung enthält, dass ein Misslingen der Übertragung des Datenspeicherungslaufwerks (15) an den Vorrat die zukünftige Nichtverfügbarkeit von Ersatz-Datenspeicherungslaufwerken zur Folge hat, und bei dem der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter (35) beim Fehlen einer Anforderung zur Übertragung von wenigstens einem Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk (15) an den Vorrat die Zuweisung von wenigstens einem aus der Vielzahl von Bibliotheks-Datenspeicherungslaufwerken (15) als Ersatz-Datenspeicherungslaufwerk löscht, so dass die zugewiesenen Ersatz-Datenspeicherungslaufwerke freigegeben werden.

12. Zuordnungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem der Laufwerkbetriebsmittel-Anbieter (35) außerdem anzeigt, dass in Reaktion auf die Einbindung eine Pseudo-Beendigungsantwort bereitgestellt werden soll.

13. Zuordnungsverfahren zum Zuordnen von Datenspeicherungslaufwerken (15) einer automatisierten Datenspeicherbibliothek (17) in Reaktion auf wenigstens eine Anforderung nach einem Datenspeicherungslaufwerk (15), wobei die Bibliothek (17) eine Vielzahl von tragbaren Datenspeicherkassetten (14) in Aufbewahrungsregalen aufbewahrt und die tragbaren Datenspeicherkassetten (14) zwischen den Aufbewahrungsregalen (16) und den Datenspeicherungslaufwerken (15) transportiert, um die tragbaren Datenspeicherkassetten (14) an den Datenspeicherungslaufwerken (15) einzubinden bzw. die Einbindung zu lösen, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

Zuweisen einer Vielzahl der Bibliotheks-Datenspeicherungslaufwerke (15) zu einem Vorrat und Zuordnen bzw. Freigeben der Datenspeicherungslaufwerke aus dem Vorrat; dadurch gekennzeichnet, dass beim Empfangen der Anforderung nach einem Datenspeicherungslaufwerk (15) dann, wenn alle Datenspeicherungslaufwerke des Vorrats zugeordnet sind, der Bibliothek (17) angegeben wird, alle Einbindungen einer tragbaren Datenspeicherkassette in Bezug auf die Anforderung zu halten.

14. Computerprogrammprodukt eines computerlesbaren Mediums, das mit einem programmierbaren Computer verwendet werden kann, wobei das Computerprogrammprodukt einen computerlesbaren Pro-

grammcode enthält, der darin ausgeführt werden kann, um Datenspeicherungslaufwerke (15) einer automatisierten Datenspeicherbibliothek (17) in Reaktion auf wenigstens eine Anforderung nach einem Datenspeicherungslaufwerk (15) zuzuordnen, wobei die Bibliothek (17) eine Vielzahl von tragbaren Datenspeicherkassetten (14) in Aufbewahrungsregalen (16) aufbewahrt und die tragbaren Datenspeicherkassetten (14) zwischen den Aufbewahrungsregalen (16) und den Datenspeicherungslaufwerken (15) transportiert, um die tragbaren Datenspeicherkassetten (14) an den Datenspeicherungslaufwerken (15) einzubinden bzw. die Einbindung zu lösen, wobei die wenigstens eine Hostanwendung mit den Datenspeicherungslaufwerken (15) und der automatisierten Datenspeicherbibliothek (17) verbunden ist, wobei das Computerprogrammprodukt umfasst:

computerlesbaren Programmcode, der bewirkt, dass ein Computerprozessor eine Vielzahl der Bibliotheks-Datenspeicherungslaufwerke (15) einem Vorrat zuweist und die Datenspeicherungslaufwerke aus dem Vorrat zuordnet und freigibt;

computerlesbaren Programmcode, der bewirkt, dass ein Computerprozessor beim Empfangen der Anforderung nach einem Datenspeicherungslaufwerk dann, wenn alle Datenspeicherungslaufwerke (15) des Vorrats zugeordnet sind, der Bibliothek angibt, alle Einbindungen einer tragbaren Datenspeicherkassette in Bezug auf die Anforderung zu halten.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

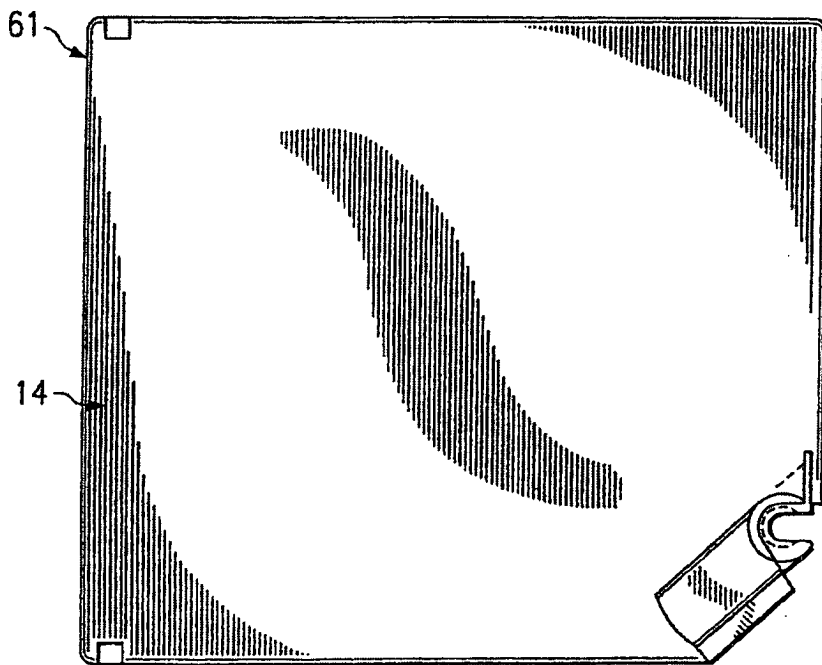
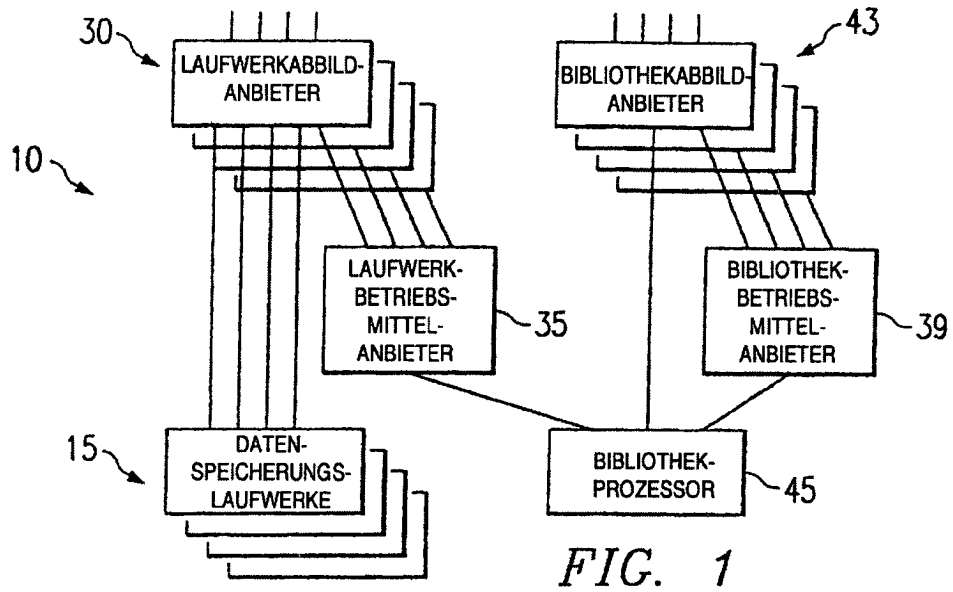


FIG. 4A

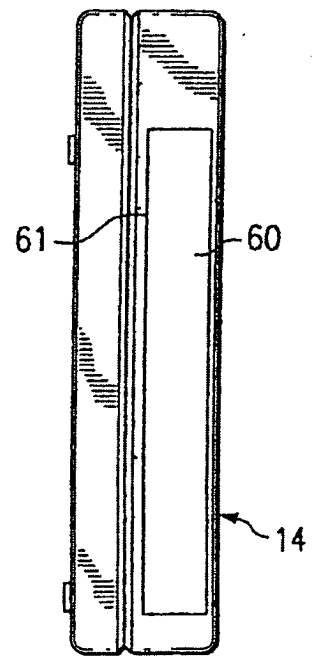


FIG. 4B

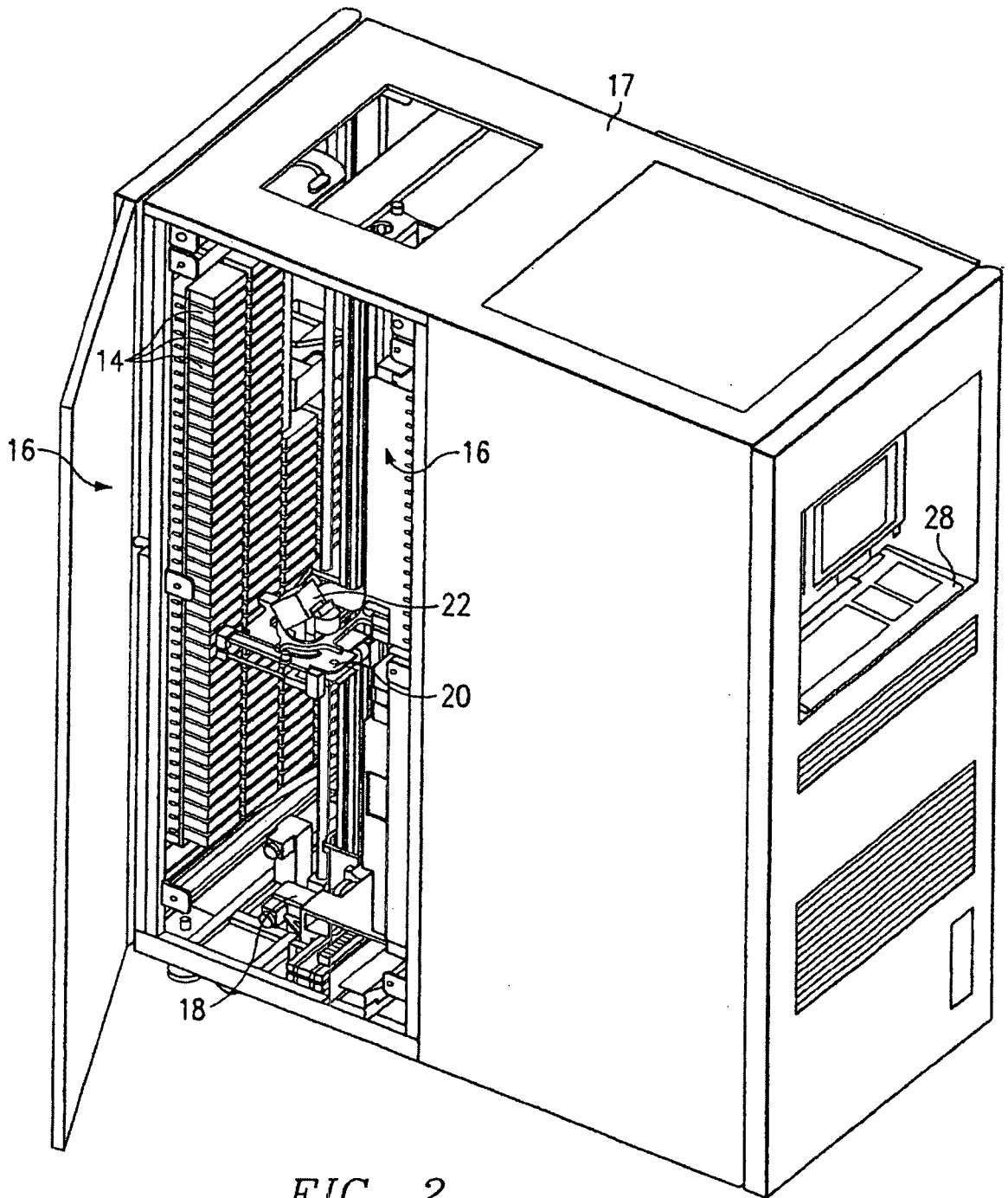


FIG. 2

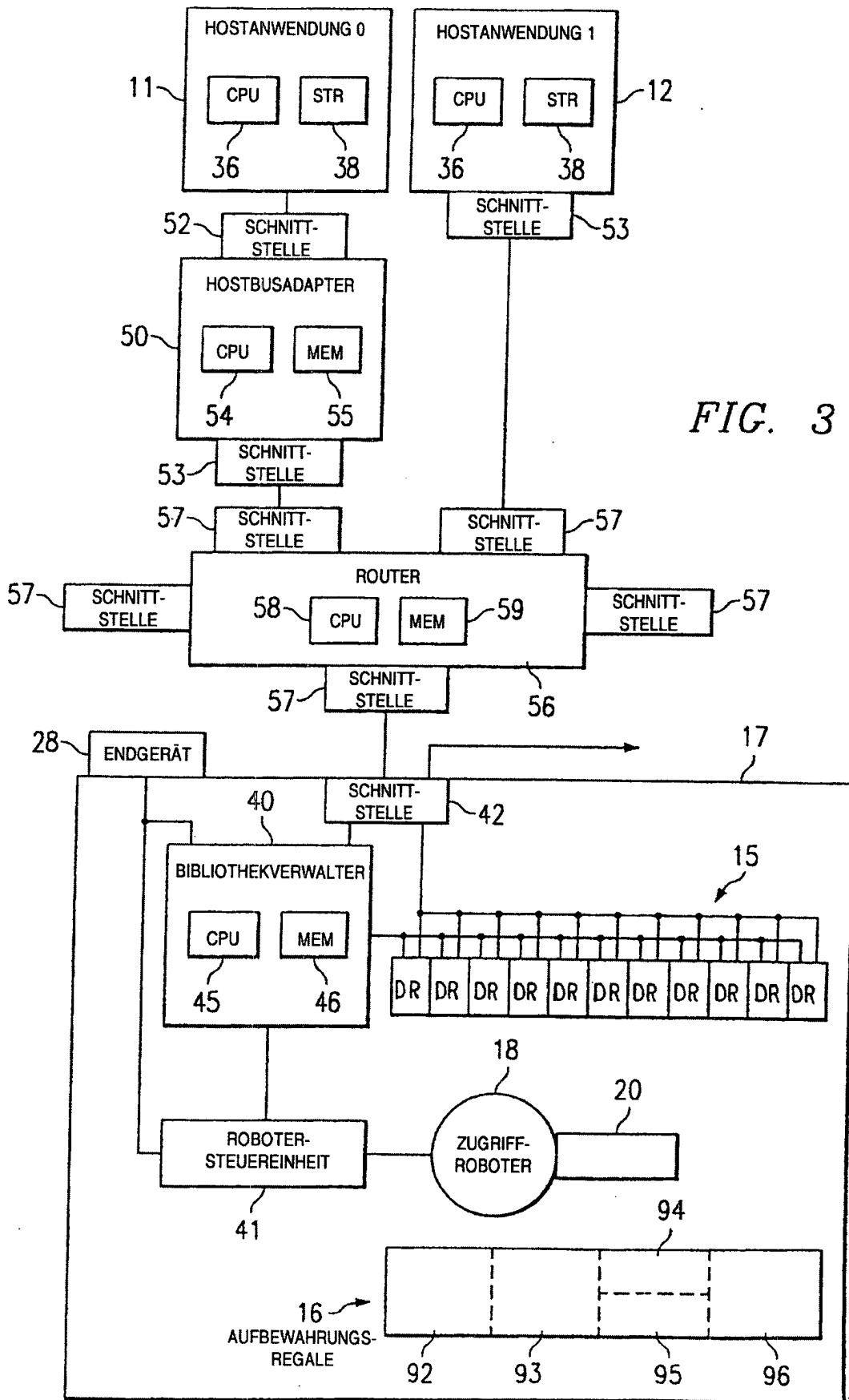


FIG. 3

FIG. 5A

70 →

LAUFWERKABBILD-TABELLE DER VIRTUELLEN BIBLIOTHEK 0

VIRTUELLES LAUFWERK		ZUGEORDNETES LAUFWERK DES VORRATS	
ID	CHARAKTERISTIKEN	ID	CHARAKTERISTIKEN
AA	~~~~~	DR3	~~~~~
AB	~~~~~	*	
BB	~~~~~	W	
BD	~~~~~	DR8	~~~~~
DE	~~~~~	DR4	
DA	~~~~~	*	
DF	~~~~~	*	

75 76 77 78

FIG. 5B

71 →

LAUFWERKABBILD-TABELLE DER VIRTUELLEN BIBLIOTHEK 1

VIRTUELLES LAUFWERK		ZUGEORDNETES LAUFWERK DES VORRATS	
ID	CHARAKTERISTIKEN	ID	CHARAKTERISTIKEN
BF	~~~~~	*	
CA	~~~~~	DR5	~~~~~
CC	~~~~~	*	
CF	~~~~~	*	
EA	~~~~~	DR0	~~~~~
EE	~~~~~	DR1	~~~~~
EF	~~~~~	*	
FA	~~~~~	*	

75 76 77 78

FIG. 6
80

LAUFWERKTABELLE

PHYSISCHES LAUFWERK		ZUORDNUNG
ID	CHARAKTERISTIKEN	
DR0	~~~~~	VL1/VD EA
DR1	~~~~~	VL1/VD EE(1)
DR2	~~~~~	FREIGEgeben
DR3	~~~~~	VLO/VD AA
DR4	~~~~~	VLO/VD DE
DR5	~~~~~	VL1/VD CA
DR6	~~~~~	FREIGEgeben
DR7	~~~~~	ERSATZ
DR8	~~~~~	VLO/VD BD
DR9	~~~~~	VLO/VD DF

81 83 82

BIBLIOTHEKABBILD-TABELLEN

VIRTUELLE BIBLIOTHEK				PHYSISCHE BIBLIOTHEK	
ID	VIRTUELLE LAUFWERKE	PRIORITÄT	BERECHTIGUNG ALS ERSATZ	PHYSISCHE LAUFWERKE	AUFBEWAHRUNGS-REGALE
0	AA	0	Y	DR0	0100
	AB			DR2	
	BB			DR3	11FF
	BD			DR4	
	DA			DR5	
	DE			DR6	
	DF			DR8	
1	BF	1	Y	DR0	1200
	CA			DR1	1FFF
	CC			DR3	
	CF			DR4	
	EA			DR5	
	EE			DR6	
	EF			DR8	
	FA				

90 87 88 89 97 91

FIG. 7
85

FIG. 8

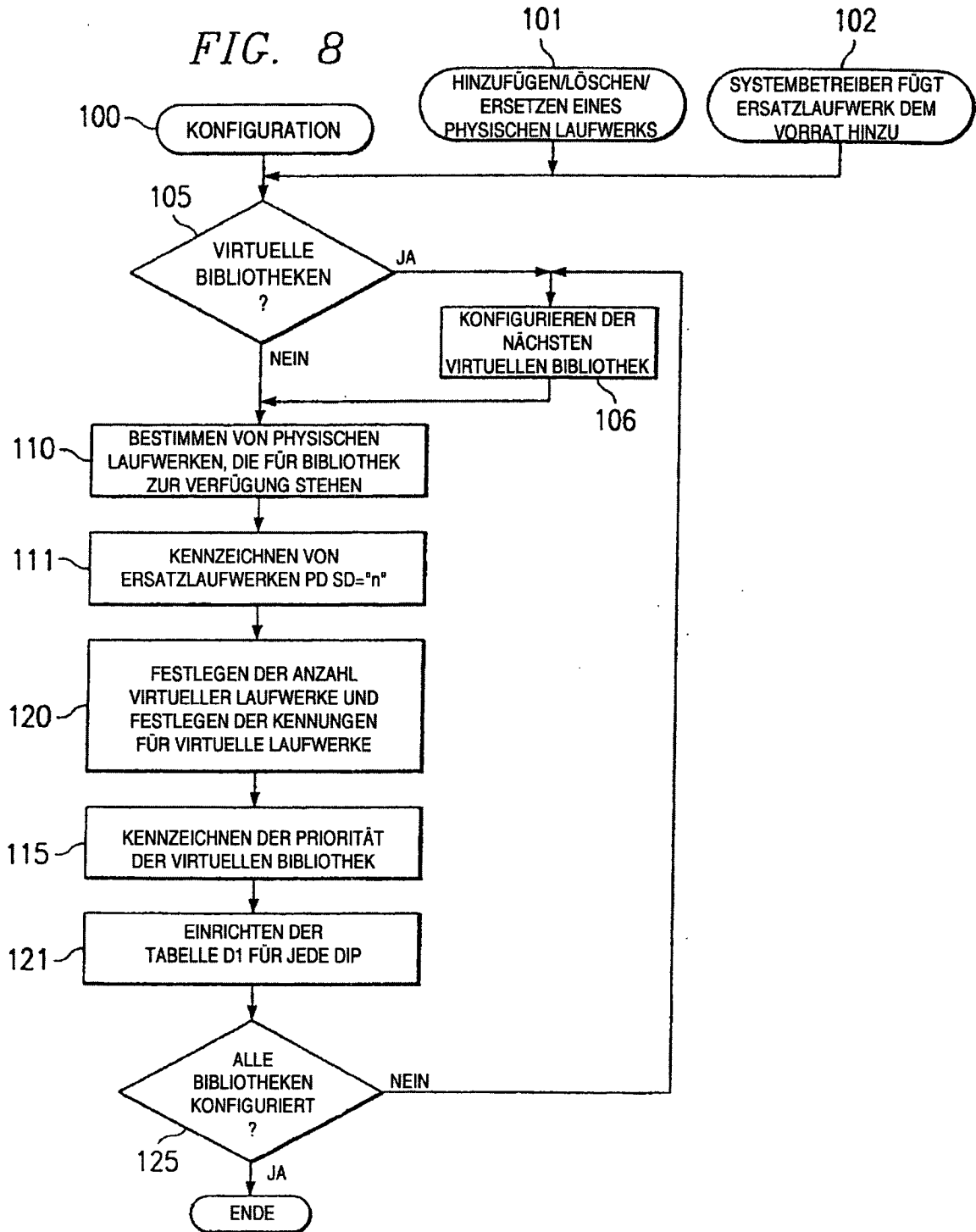


FIG. 9

LAUFWERKABBILD-ANBIETER

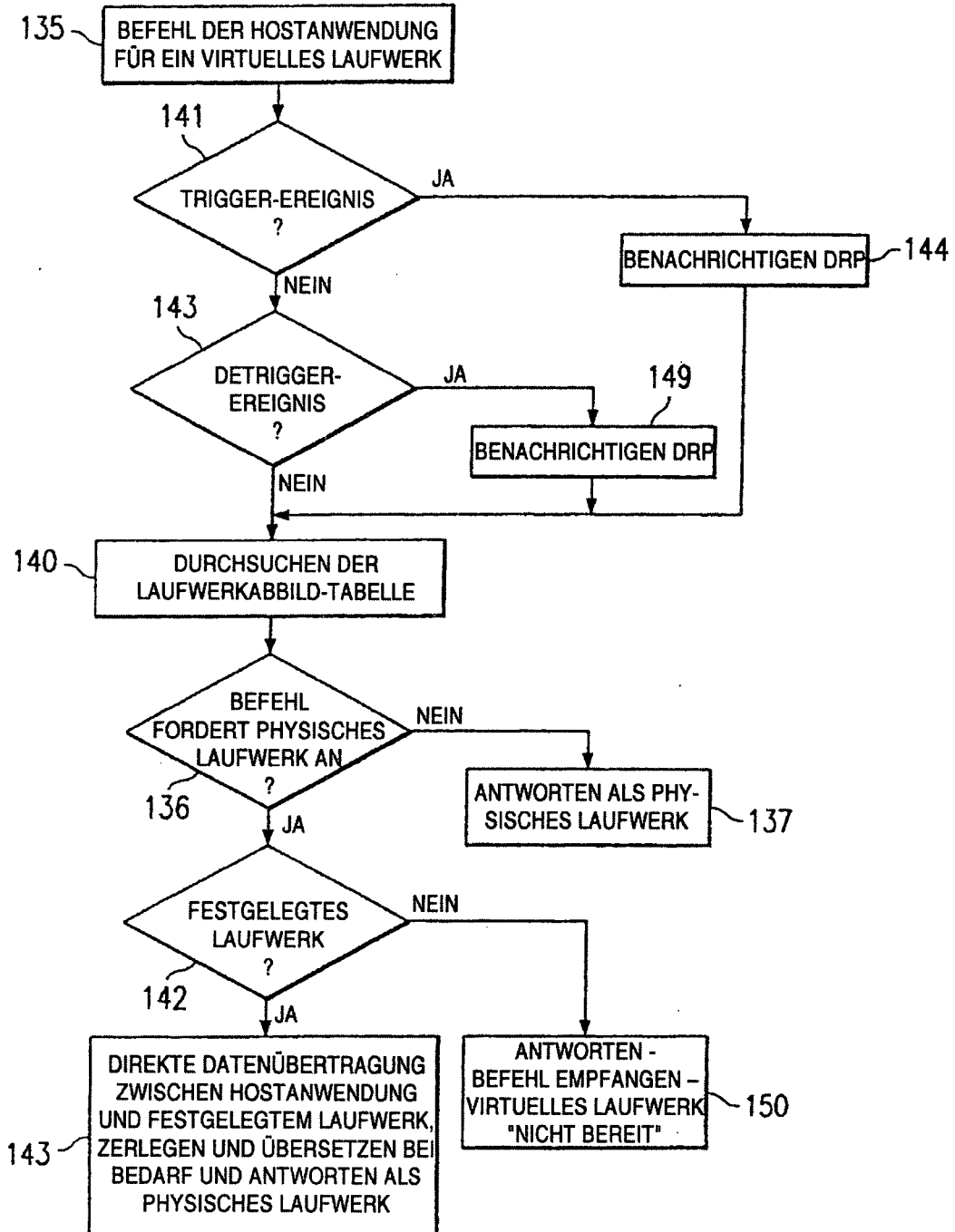
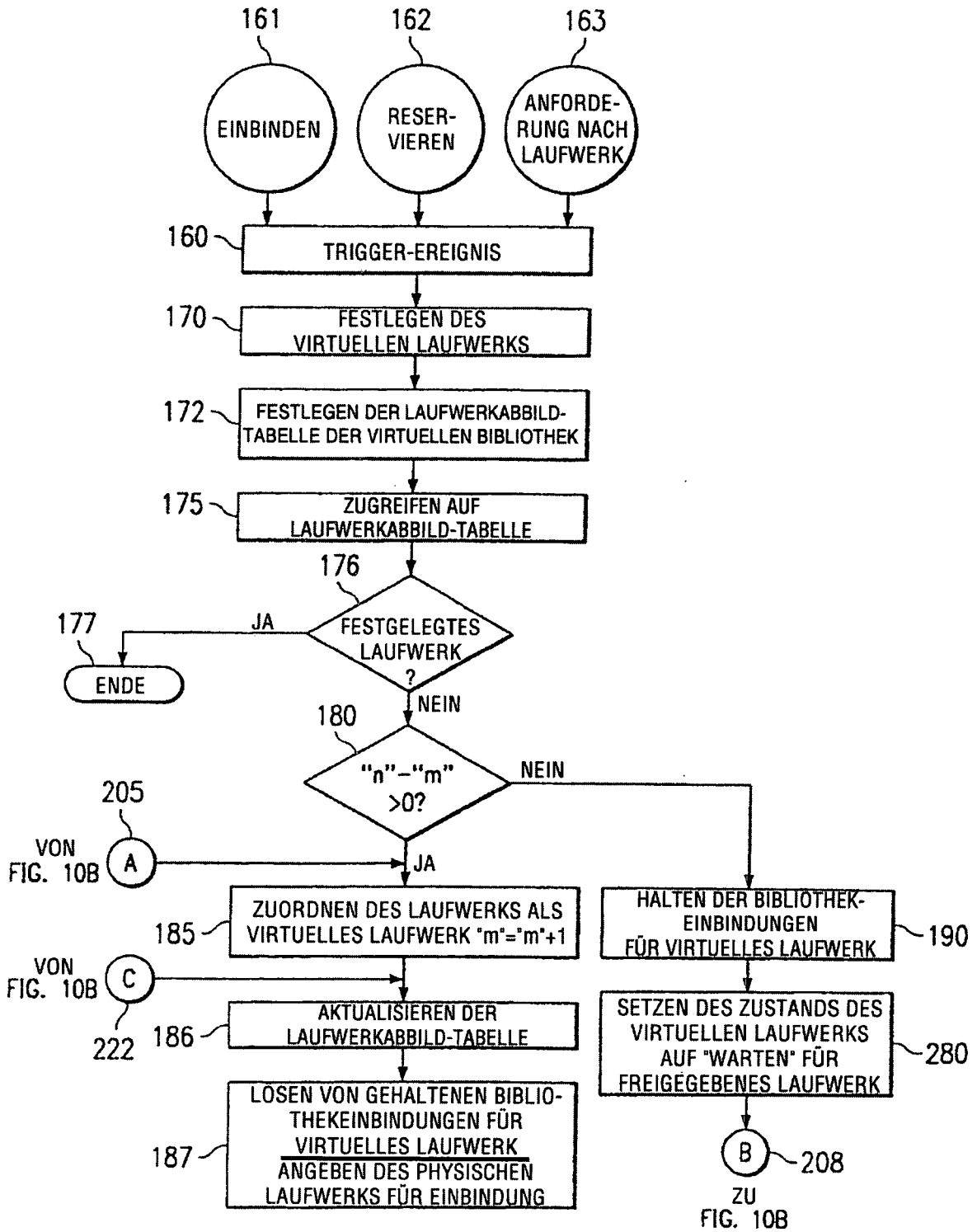
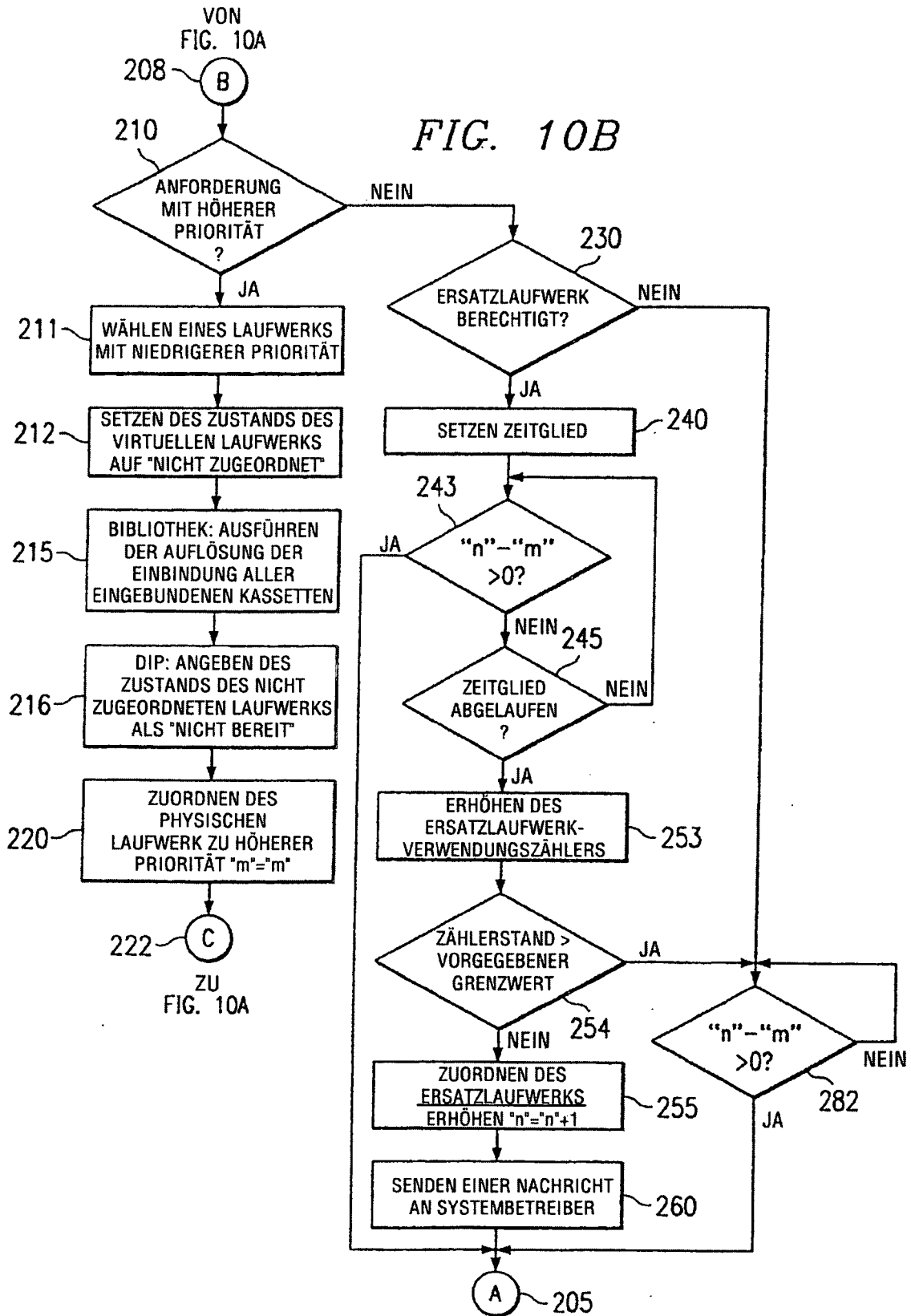


FIG. 10A

LAUFWERKBETRIEBSMITTEL-ANBIETER





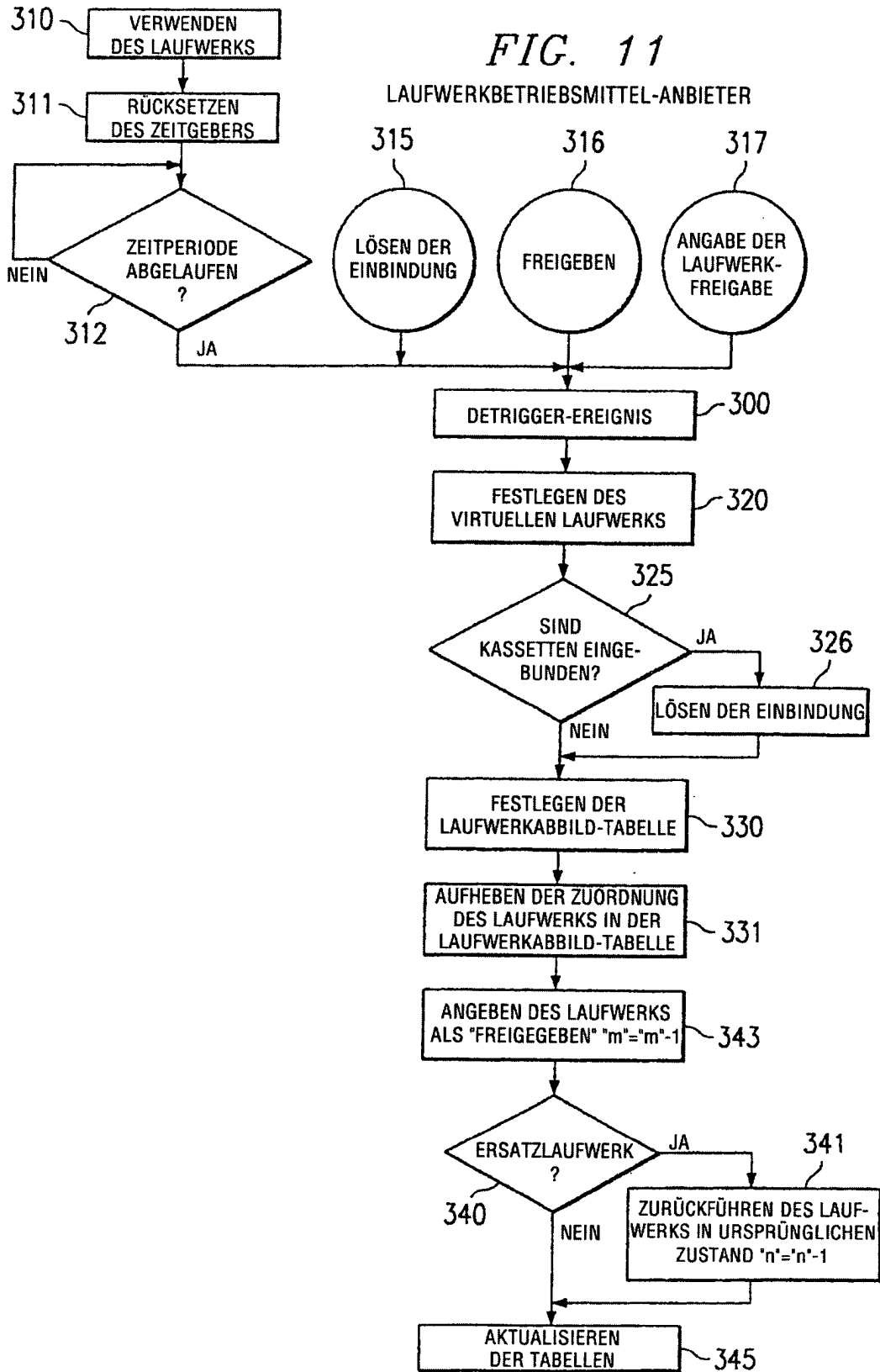


FIG. 12A

LAUFWERKBETRIEBSMITTEL-ANBIETER

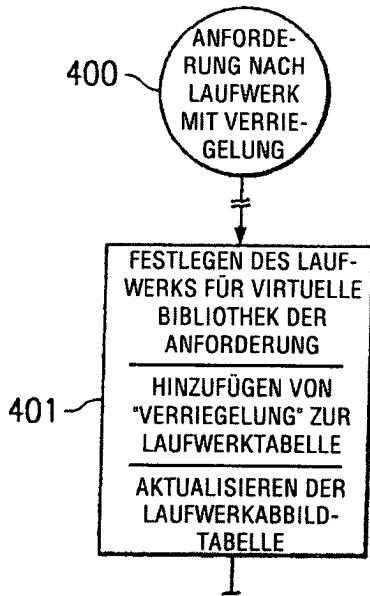


FIG. 12B

LAUFWERKBETRIEBSMITTEL-ANBIETER

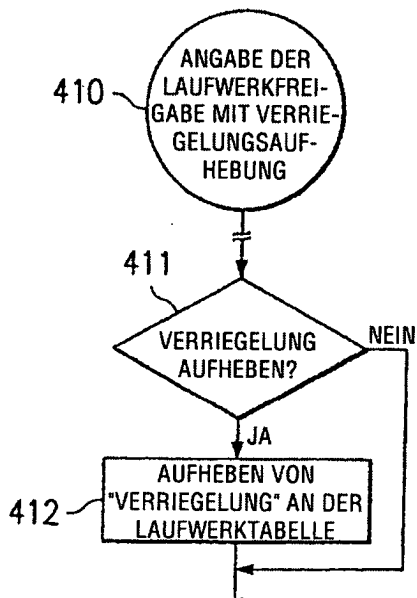


FIG. 12C

LAUFWERKBETRIEBSMITTEL-ANBIETER

