



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/053565**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 005 121.8**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB2018/056795**
(86) PCT-Anmeldetag: **06.09.2018**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **21.03.2019**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **10.06.2020**

(51) Int Cl.: **G06F 12/08 (2016.01)**

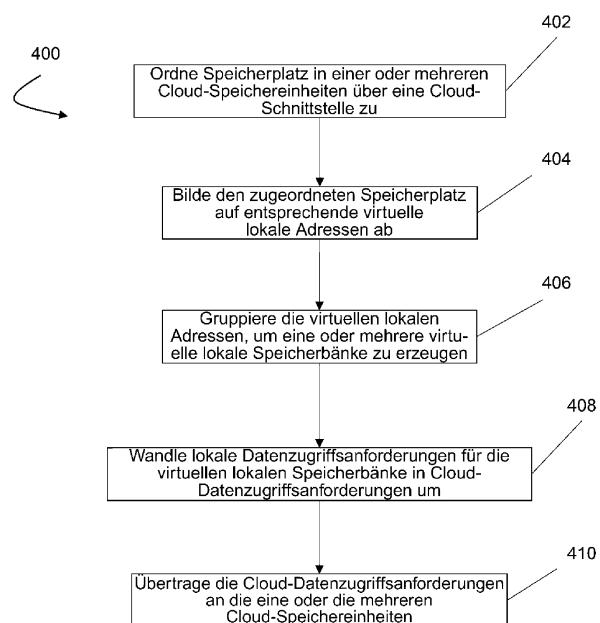
(30) Unionspriorität: 15/704,648 14.09.2017 US	(74) Vertreter: LifeTech IP Spies & Behrndt Patentanwälte PartG mbB, 80687 München, DE
(71) Anmelder: International Business Machines Corporation, Armonk, N.Y., US	(72) Erfinder: Gupta, Lokesh, Tucson, Ariz., US; Borlick, Matthew, Tucson, AZ, US

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **SPEICHERSYSTEM UNTER VERWENDUNG VON CLOUD-SPEICHER ALS EINE SPEICHERBANK**

(57) Zusammenfassung: Ein durch einen Computer realisiertes Verfahren zum Verwenden von Cloud-Speicher als eine Speicherbank weist ein Zuordnen von Speicherplatz in einer oder mehreren Cloud-Speichereinheiten über eine Cloud-Schnittstelle; ein Abbilden des zugeordneten Speicherplatzes auf entsprechende virtuelle lokale Adressen; ein Gruppieren der virtuellen lokalen Adressen, um aus dem zugeordneten Speicherplatz in einer oder den mehreren Cloud-Speichereinheiten eine oder mehrere virtuelle lokale Speicherbänke zu erzeugen; ein Umwandeln von lokalen Datenzugriffsanforderungen für die eine oder die mehreren virtuellen lokalen Speicherbänke in Cloud-Datenzugriffsanforderungen, die für die Cloud-Schnittstelle konfiguriert sind; und ein Übertragen der Cloud-Datenzugriffsanforderungen über die Cloud-Schnittstelle an die eine oder die mehreren Cloud-Speichereinheiten auf.



Beschreibung**Figurenliste****HINTERGRUND**

[0001] Speichernetzwerke wie z.B. Speicherbereichsnetzwerke (Storage Area Networks, SANs) werden dazu verwendet, verschiedene Arten von Datenspeichersystemen mit verschiedenen Arten von Servern (hier auch als „Host-Systeme“ bezeichnet) zu verbinden. Manche Server umfassen verschiedeneartige Hardware wie z.B. Datenspeichermedien, Speicher-Controller, Arbeitsspeicher sowie die zugehörigen Stromversorgungssysteme, Kühlsysteme usw.

[0002] Speicher-Controller steuern den Zugriff auf Datenspeichermedien und Arbeitsspeicher als Reaktion auf Lese- und Schreibanforderungen. Die Speicher-Controller können die Daten im Einklang mit Datenspeichereinheiten wie RAID (Redundant Array of Independent Disks, redundante Anordnung von unabhängigen Festplatten), JBOD (Just a Bunch of Disks) und anderen Redundanz- und Sicherheitsniveaus steuern. Als ein Beispiel verfügt ein IBM® ESS (Enterprise Storage Server) wie z.B. eine DS8000-Serie über redundante Cluster von Computereinheiten, Cache, nichtflüchtigem Speicher (Non-Volatile Storage, NVS) usw.

KURZDARSTELLUNG

[0003] Aspekte der Offenbarung umfassen ein (e) durch einen Computer realisierte(s) Verfahren, Computerprogrammprodukt, Datenverarbeitungseinheit und System zum Verwenden von Cloud-Speicher als eine Speicherbank. Ein Beispielverfahren weist ein Zuordnen von Speicherplatz in einer oder mehreren Cloud-Speichereinheiten über eine Cloud-Schnittstelle; ein Abbilden des zugeordneten Speicherplatzes auf entsprechende virtuelle lokale Adressen; ein Gruppieren der virtuellen lokalen Adressen, um aus dem zugeordneten Speicherplatz in der einen oder den mehreren Cloud-Speichereinheiten eine oder mehrere virtuelle lokale Speicherbänke zu erzeugen; ein Umwandeln von lokalen Datenzugriffsanforderungen für die eine oder die mehreren virtuellen lokalen Speicherbänke in Cloud-Datenzugriffsanforderungen, die für die Cloud-Schnittstelle konfiguriert sind; und ein Übertragen der Cloud-Datenzugriffsanforderungen über die Cloud-Schnittstelle an die eine oder die mehreren Cloud-Speichereinheiten auf.

[0004] Die obige Kurzdarstellung ist nicht dafür gedacht, jede veranschaulichte Ausführungsform bzw. jede Realisierung der vorliegenden Offenbarung zu beschreiben.

[0005] Unter der Voraussetzung, dass die Zeichnungen lediglich beispielhafte Ausführungsformen abbilden und daher nicht als Beschränkung des inhaltlichen Umfangs zu verstehen sind, werden die beispielhaften Ausführungsformen mit zusätzlicher Genauigkeit und Detailtreue anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben, bei denen:

Fig. 1 ein allgemeines Blockschaubild ist, das eine Ausführungsform einer Beispiel-Netzwerkumgebung abbildet;

Fig. 2 ein allgemeines Blockschaubild ist, das eine Ausführungsform eines Beispiel-Speicher-systems abbildet;

Fig. 3 ein Blockschaubild einer Ausführungsform eines Beispiel-Einheitenadapters ist;

Fig. 4 ein Ablaufplan ist, der eine Ausführungsform eines Beispielverfahrens eines Verwendens von Cloud-Speicher als eine Speicherbank für einen Speicher-Controller darstellt.

Entsprechend der üblichen Praxis sind die verschiedenen beschriebenen Merkmale nicht maßstabsgetreu gezeichnet, sondern gezeichnet, um spezifische Merkmale besonders hervorzuheben, die für die beispielhaften Ausführungsformen relevant sind.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0006] In der folgenden ausführlichen Beschreibung wird auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, die einen Bestandteil hiervon bilden und in denen zum Zwecke der Veranschaulichung spezifische veranschaulichende Ausführungsformen gezeigt werden. Dabei sollte jedoch klar sein, dass auch andere Ausführungsformen verwendet werden können und dass logische, mechanische und elektrische Änderungen vorgenommen werden können. Darüber hinaus ist das in den Zeichnungsfiguren und der Beschreibung dargelegte Verfahren nicht als Beschränkung der Reihenfolge zu verstehen, in denen die einzelnen Schritte durchgeführt werden können. Die folgende ausführliche Beschreibung ist somit nicht in einem beschränkenden Sinne zu verstehen.

[0007] Wie hier verwendet, sind die Phrasen „mindestens ein“, „ein oder mehrere“ sowie „und/oder“ offene Ausdrücke, die sowohl eine konjunktive als auch eine disjunktive Funktion umfassen. Zum Beispiel bedeutet jeder der Ausdrücke „mindestens eines von A, B und C“, „mindestens eines von A, B oder C“, „ein oder mehrere von A, B und C“, „ein oder mehrere von A, B oder C“ und „A, B und/oder C“ nur A, nur B, nur C, A und B, A und C, B und C oder A, B und C. Zusätzlich bezieht sich der Begriff „ein“ auf eines oder mehrere des betreffenden Elements. Somit können die Begriffe „ein“, „ein oder mehrere“ und „mindestens ein“ hier

austauschbar verwendet werden. Zu beachten ist ferner, dass die Begriffe „aufweisend“, „umfassend“ und „mit“ austauschbar verwendet werden können. Wie hier verwendet, bezieht sich der Begriff „automatisch“ und Abwandlungen davon auf jeden Prozess oder jede Operation, der bzw. die ohne wesentliche menschliche Eingabe auskommt, wenn der Prozess oder die Operation durchgeführt wird. Eine menschliche Eingabe gilt als wesentlich, wenn eine solche Eingabe festlegt oder steuert, wie oder wann der Prozess oder die Operation durchgeführt wird. Ein Prozess, der eine menschliche Eingabe verwendet, gilt auch dann als automatisch, wenn die Eingabe nicht festlegt oder steuert, wie oder wann der Prozess ausgeführt wird.

[0008] Wie hier verwendet, werden die Begriffe „ermitteln“, „berechnen“, „rechnen“ und Abwandlungen davon austauschbar verwendet und umfassen jede Art von Methodik, Prozess, mathematischer Operation oder Methode. Im Folgenden soll „in Verbindung“ oder „kommunikativ gekoppelt“ jede sowohl drahtlose als auch drahtgebundene elektrische Verbindung bedeuten, die zwei oder mehr Systemen, Komponenten, Modulen, Einheiten usw. gestattet, unter Verwendung eines beliebigen Protokolls oder Formats Daten, Signale oder andere Informationen auszutauschen. Des Weiteren müssen zwei kommunikativ gekoppelte Komponente nicht direkt miteinander verbunden sein, sondern können auch über andere zwischengelagerte Komponenten oder Einheiten miteinander verbunden sein.

[0009] **Fig. 1** ist ein allgemeines Blockschabild, das eine Ausführungsform einer Beispiel-Netzwerkarchitektur **100** abbildet. Die Netzwerkarchitektur **100** wird lediglich als Beispiel und nicht als Beschränkung vorgelegt. Tatsächlich können die hier offebarten Systeme und Verfahren zusätzlich zu der in **Fig. 1** gezeigten Netzwerkarchitektur **100** auf eine breite Vielfalt von verschiedenen Netzwerkarchitekturen anwendbar sein.

[0010] Wie gezeigt, umfasst die Netzwerkarchitektur **100** einen oder mehrere Clients oder Client-Computer **102-1** bis **102-N**, wobei N die Gesamtzahl von Client-Computern ist, und einen oder mehrere Hosts **106-1** bis **106-M**, wobei M die Gesamtzahl von Hosts ist (hier auch als „Server-Computer“ **106**, „Host-Systeme“ **106** oder „Host-Einheiten“ **106** bezeichnet). Obwohl in **Fig. 1** fünf Clients **102** gezeigt werden, sollte klar sein, dass bei anderen Ausführungsformen auch andere Anzahlen von Clients **102** verwendet werden können. Zum Beispiel kann bei manchen Ausführungsformen nur ein Client **102** realisiert sein. Bei anderen Ausführungsformen werden mehr als fünf oder weniger als fünf Clients **102** verwendet. Obwohl in **Fig. 1** vier Clients **106** gezeigt werden, sollte daher klar sein, dass jede geeignete Anzahl von Hosts **106** verwendet werden kann. Zum Beispiel wird bei manchen Ausführungsformen nur ein einzi-

ger Host **106** verwendet. Bei anderen Ausführungsformen können mehr als vier oder weniger als vier Speicher-Hosts **106** verwendet werden.

[0011] Jeder der Client-Computer **102** kann als ein Desktop Computer, tragbarer Computer, Laptop oder Notebook Computer, Netbook, Tablet Computer, Taschencomputer, Smartphone oder jede andere geeignete Art von elektronischer Einheit realisiert sein. Entsprechend kann jeder der Hosts **106** unter Verwendung eines beliebigen geeigneten Host-Computers oder Servers realisiert sein. Solche Server können IBM System z®- und IBM System i®-Server sowie UNIX-Server, Microsoft-Windows-Server und Linux-Plattformen umfassen, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein.

[0012] Die Client-Computer **102** sind über ein Netzwerk **104** mit den Hosts **106** kommunikativ gekoppelt. Das Netzwerk **104** kann zum Beispiel ein lokales Netzwerk (Local Area Network, LAN), ein Weitverkehrsnetzwerk (Wide Area Network, WAN), das Internet, ein Intranet oder Ähnliches umfassen. Im Allgemeinen veranlassen die Client-Computer **102** Datenübertragungssitzungen, während die Server-Computer **106** auf Anforderungen von den Client-Computern **102** warten. Bei bestimmten Ausführungsformen können die Computer **102** und/oder die Server **106** mit einem oder mehreren internen oder externen, direkt verbundenen Speichersystemen **112** verbunden sein (z.B. Anordnungen von Festplattenlaufwerken, Halbleiterlaufwerken, Bandlaufwerken usw.). Diese Computer **102**, **106** und direkt verbundenen Speichersystemen **112** können unter Verwendung von Protokollen wie ATA, SATA, SCSI, SAS, Fibre Channel oder Ähnlichem Daten austauschen.

[0013] Bei bestimmten Ausführungsformen kann die Netzwerkarchitektur **100** den Servern **106** nachgelagert ein Speichernetzwerk **108** wie z.B. ein Speicherbereichsnetzwerk (SAN) **108** oder ein LAN **108** umfassen (z.B. bei Verwendung eines mit einem Netzwerk verbundenen Speichers). In dem in **Fig. 1** gezeigten Beispiel verbindet das Netzwerk **108** die Server **106** mit einem oder mehreren Speicherteilsystemen **110**. Obwohl zu Veranschaulichungszwecken nur ein einziges Speicherteilsystem **110** gezeigt wird, sollte klar sein, dass bei anderen Ausführungsformen mehr als ein Speicherteilsystem **110** verwendet werden kann. Das Speicherteilsystem **110** verwaltet Verbindungen mit Anordnungen von Speichereinheiten **116**. Die Anordnungen von Speichereinheiten **116** können Anordnungen von Festplattenlaufwerken und/oder Halbleiterlaufwerken umfassen. Zusätzlich ist in dem in **Fig. 1** gezeigten Beispiel das Speicherteilsystem **110** konfiguriert, um eine Verbindung mit Speicheranordnungen aus Cloud-Speicher so herzustellen und diese so zu erzeugen, dass der Cloud-Speicher eine lokale Speicheranordnung zu

sein scheint, wie weiter unten ausführlicher beschrieben wird.

[0014] Um auf ein Speicherteilsystem **110** zuzugreifen, kann ein Host-System **106** über physische Verbindungen von einem oder mehreren Anschlüssen in dem Host **106** zu einem oder mehreren Anschlüssen in dem Speicherteilsystem **110** Daten austauschen. Eine Verbindung kann durch einen Switch, eine Fabric, eine direkte Verbindung oder Ähnliches erfolgen. Bei bestimmten Ausführungsformen können die Server **106** und Speicherteilsysteme **110** unter Verwendung eines Netzwerkstandards wie Fibre Channel (FC) oder iSCSI Daten austauschen.

[0015] **Fig. 2** ist ein allgemeines Blockschaubild einer Ausführungsform eines Speichersystems **200**. Das Speichersystem **200** umfasst eine oder mehrere Anordnungen von Speicherlaufwerken (z.B. Festplattenlaufwerke und/oder Halbleiterlaufwerke). Wie gezeigt, umfasst das Speichersystem **200** ein Speicherteilsystem **210**, eine Mehrzahl von Switches **202** und eine Mehrzahl von Speicherlaufwerken **216** wie z.B. Festplattenlaufwerke und/oder Halbleiterlaufwerke (z.B. Laufwerke auf Grundlage eines Flash-Arbeitsspeichers). Das Speicherteilsystem **210** kann einem oder mehreren Hosts (z.B. Open-System- und/oder Mainframe-Servern) ermöglichen, auf Daten auf der Mehrzahl von Speicherlaufwerken **216** zuzugreifen.

[0016] Bei manchen Ausführungsformen umfasst das Speicherteilsystem **210** einen oder mehrere Speicher-Controller **222**. In dem in **Fig. 2** gezeigten Beispiel umfasst das Speicherteilsystem einen Speicher-Controller **222a** und einen Speicher-Controller **222b**. Obwohl hierzu Erläuterungszwecken nur zwei Speicher-Controller **222** gezeigt sind, sollte klar sein, dass bei anderen Ausführungsformen mehr als zwei Speicher-Controller verwendet werden können. Das Speicherteilsystem **210** aus **Fig. 2** umfasst ferner Host-Adapter **224a**, **224b** und Einheitenadapter **226a**, **226b**, um das Speicherteilsystem **210** mit Host-Einheiten bzw. Speicherlaufwerken **204** zu verbinden. Mehrere Speicher-Controller **222a**, **222b** stellen eine Redundanz bereit, um dazu beizutragen sicherzustellen, dass Daten für die verbundenen Hosts verfügbar sind. Wenn somit ein Speicher-Controller (z.B. der Speicher-Controller **222a**) ausfällt, kann der andere Speicher-Controller (z.B. **222b**) die E/A-Last des ausgefallenen Speicher-Controllers übernehmen, um sicherzustellen, dass die Ein-/Ausgaben zwischen den Hosts und den Speicherlaufwerken **204** weitergehen. Dieser Prozess kann als eine „Funktionsübernahme“ bezeichnet werden.

[0017] Jeder Speicher-Controller **222** kann einen oder mehrere Prozessoren **228** bzw. Arbeitsspeicher **230** umfassen. Der Arbeitsspeicher **230** kann einen nichtflüchtigen Arbeitsspeicher (z.B. einen RAM) so-

wie einen nichtflüchtigen Arbeitsspeicher umfassen (z.B. einen ROM, EPROM, EEPROM, Flash-Arbeitsspeicher usw.). Der flüchtige und der nichtflüchtige Arbeitsspeicher können Software-Module speichern, die in dem bzw. den Prozessor(en) **228** ausgeführt werden und für den Zugriff auf Daten auf den Speicherlaufwerken **204** verwendet werden. Die Speicher-Controller **222** können mindestens eine Instanz dieser Software-Module beherbergen. Diese Software-Module können alle Lese- und Schreibanforderungen an logische Datenträger auf den Speicherlaufwerken **204** verwalten.

[0018] Im Besonderen ist jeder Speicher-Controller **222** über einen entsprechenden Einheitenadapter **226** mit den Speicherlaufwerken **204** kommunikativ gekoppelt. Jeder Einheitenadapter **226** ist konfiguriert, um Eingabe/Ausgabe(E/A)-Zugriffe auf die Speicherlaufwerke **216** zu verwalten. Zum Beispiel organisieren die Einheitenadapter **226** die Speicherlaufwerke **216** logisch und ermitteln, wo auf den Speicherlaufwerken **216** Daten gespeichert werden sollen. Die (auch als Plattenlaufwerksmodule (Disk Drive Modules, DDMs) bezeichneten) Speicherlaufwerke **216** können Gruppen von unterschiedlichen Arten von Laufwerken mit unterschiedlichen Leistungsmerkmalen umfassen. Zum Beispiel können die Speicherlaufwerke **216** eine Kombination von (vergleichsweise) langsam „Nearline“-Platten (z.B. mit einer Umdrehungsgeschwindigkeit von 7.200 Umdrehungen pro Minute (U/min)), SAS-Plattenlaufwerken (z.B. mit 10.000 oder 15.000 U/min) und vergleichsweise schnellen Halbleiterlaufwerken (SSDs) umfassen.

[0019] Die Einheitenadapter **226** sind über Switches **220** mit den Speicherlaufwerken **216** verbunden. Bei jedem der Switches **220** kann es sich um Fiber Switches handeln, welche die Speicherlaufwerke **216** über Lichtwellenleiterverbindungen mit den Einheitenadapters verbinden. Die Einheitenadapter **226** gruppieren die Speicherlaufwerke **216** logisch in Anordnungsstandorte **234**. Zu Veranschaulichungszwecken ist in **Fig. 2** ein einziger Anordnungsstandort **234** dargestellt, der aus den Speicherlaufwerken **216** besteht. Dabei sollte jedoch klar sein, dass bei anderen Ausführungsformen mehr als ein Anordnungsstandort enthalten sein kann, der aus den Speicherlaufwerken **216** besteht. Der Anordnungsstandort **234** kann als eine RAID-Anordnung **234** formatiert sein. Dabei sollte klar sein, dass jede Art von RAID-Anordnung (z.B. RAID 0, RAID 5, RAID 10 usw.) verwendet werden kann. Jede RAID-Anordnung wird auch als eine Speicherbank bezeichnet. Jede Speicherbank ist in eine Anzahl von gleich großen Partitionen unterteilt, die als Speicherbereiche bezeichnet werden. Die Größe eines jeden Speicherbereichs kann je nach der Realisierung variieren. Zum Beispiel kann die Größe eines jeden Speicherbereichs zumindest teilweise von der Speicher-

art des Speicherbereichs abhängig sein. Die Speicherart des Speicherbereichs (z.B. Festblock (FB) oder Count Key Data (CKD)) ist abhängig von der Art eines Hosts, der mit dem Speicherteilsystem verbunden ist (z.B. Open-Systems-Host oder Mainframe-Server). Die Speicherbereiche werden dann zu logischen Datenträgern gruppiert.

[0020] Das Speicherteilsystem **210** kann verschiedene Verwaltungsmerkmale und -funktionen ermöglichen, z.B. ohne darauf beschränkt zu sein, eine vollständige Plattenverschlüsselung, in einem nicht-flüchtigen Speicher (NVS) enthaltene Algorithmen (z.B. für Schwellenwertüberwachung, Zwischenspeicherung, Auslagerung), Speicherpool-Striping (Rotation von Speicherbereichen), dynamische Datenträgerweiterung, dynamische Datenverlagerung, intelligentes Speichern im Schreib-Cache und adaptiver Mehrstrom-Vorableszugriff. Ein Beispiel für ein Speichersystem **210** mit einer Architektur ähnlich der in **Fig. 2** veranschaulichten ist das Unternehmensspeichersystem der IBM DS8000™-Serie. Das DS 8000™ ist ein Speicherteilsystem mit einer hohen Leistung und Kapazität, das einen Platten- und Halbleiterspeicher bereitstellt, der für die Unterstützung eines kontinuierlichen Betriebs ausgelegt ist. Dessen ungeachtet sind die hier offenbarten Ausführungsformen nicht auf das Unternehmensspeichersystem der IBM DS8000™-Serie beschränkt, sondern können in jedem vergleichbaren oder analogen Speichersystem bzw. in jeder vergleichbaren oder analogen Gruppe von Speichersystemen realisiert sein, unabhängig von dem Hersteller, der Produktbezeichnung oder den Komponenten bzw. Komponentenbezeichnungen, die dem System zugehörig sind. Somit wird das IBM DS8000™ lediglich zu Beispielzwecken genannt und ist nicht als Beschränkung gedacht.

[0021] Zusätzlich umfasst in der in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsform jeder der Einheitenadapter **226** einen entsprechenden Netzwerkanschluss **232** wie z.B. einen Ethernet-Anschluss, der den Einheitenadapter **226** über ein Netzwerk wie z.B. das Internet mit den Cloud-Speichereinheiten **214** kommunikativ koppelt. In dem in **Fig. 2** gezeigten Beispiel umfasst jeder Einheitenadapter **226** des Weiteren ein entsprechendes Umwandlungsmodul **232**, das konfiguriert ist, um Cloud-Speichereinheiten **214** virtuellen RAID-Anordnungen zuzuordnen und in diesen zu gruppieren, so dass die Cloud-Speichereinheiten **214** für die Speicher-Controller **222b** eine lokale RAID-Anordnung oder eine lokale Speicherbank zu sein scheinen. Auf diese Weise sind die Merkmale und Funktionen der Speicher-Controller **222**, die für die lokalen Speicherbänke wie z.B. die RAID-Anordnung **234** verfügbar sind, auch für die Cloud-Speicherbank **214** verfügbar.

[0022] Wie weiter unten mit Blick auf die **Fig. 3** und **Fig. 4** ausführlicher beschrieben, ist das Umwand-

lungsmodul **232** konfiguriert, um eine Umwandlung zwischen Speicher-Controller-Befehlen und/oder E/A-Zugriffen und Cloud-Schnittstellenbefehlen und/oder E/A-Zugriffen vorzunehmen. Obwohl in diesem Beispiel ein Umwandlungsmodul **232** in den Einheitenadapters **226** enthalten ist, sollte erwähnt werden, dass das Umwandlungsmodul **232** bei anderen Ausführungsformen in den Speicher-Controllern **222** enthalten sein kann. Im Besonderen umfasst bei manchen Ausführungsformen jeder Speicher-Controller **222** ein entsprechendes Umwandlungsmodul, das die Umwandlung für Befehle an den entsprechenden Einheitenadapter **226** vornimmt.

[0023] Somit ermöglichen die hier beschriebenen Ausführungsformen Vorteile gegenüber herkömmlichen Cloud-Speichersystemen. Zum Beispiel ermöglichen herkömmliche Cloud-Speichersysteme in der Regel eine vergleichsweise grundlegende Funktionalität wie Fernarchivierung, Sicherung und Wiederherstellung. Allerdings sind solche herkömmlichen Systeme nicht in der Lage, fortschrittliche Verwaltungsfunktionen für die in der Cloud gespeicherten Daten durchzuführen, z.B. die oben erwähnten Verwaltungsfunktionen (beispielsweise NVS-Algorithmen, z.B. für Schwellenwertüberwachung, Zwischenspeicherung und Auslagerung). Durch die Verwendung des weiter unten ausführlicher beschriebenen Umwandlungsmoduls **232** ermöglichen die hier beschriebenen Ausführungsformen somit die Durchführung von fortschrittlichen Verwaltungsmerkmalen für in Cloud-Speichereinheiten gespeicherte Daten, was für herkömmliche Cloud-Speichersysteme nicht verfügbar ist. Im Besonderen sind die Speicher-Controller **222** und Einheitenadapter **226** durch die Verwendung des Umwandlungsmoduls **232** in der Lage, auf die virtuellen RAID-Anordnungen oder Speicherbänke, die aus Cloud-Speicher bestehen, so zuzugreifen und sie zu nutzen, als ob die virtuellen RAID-Anordnungen kein entfernt angeordneter Speicher, sondern mit den Einheitenadapters **226** verbundene lokale Laufwerke wären. Auf diese Weise sind die für lokale Laufwerke verfügbaren selben Verwaltungsmerkmale/-funktionen, wie die oben erwähnten, auch für den entfernt angeordneten Cloud-Speicher verfügbar, ohne dass der darunterliegende Code und/oder die Hardware geändert werden müssen, die der Realisierung dieser Verwaltungsmerkmale zugehörig sind.

[0024] **Fig. 3** ist ein Blockschaubild einer Ausführungsform einer Beispiel-Datenverarbeitungseinheit **300**, die als ein Einheitenadapter wie z.B. die Einheitenadapter **226** oder als ein Speicher-Controller wie z.B. die Speicher-Controller **222** realisiert sein kann. Zu Erläuterungszwecken wird die Datenverarbeitungseinheit **300** hier in Bezug auf einen Einheitenadapter beschrieben. In dem in **Fig. 3** gezeigten Beispiel umfasst der Einheitenadapter **300** einen Arbeitsspeicher **325**, einen Speicher **335**, eine Zwi-

schenverbindung **340** (z. B. einen BUS), einen oder mehrere Prozessoren **305** (hier auch als CPU **305** bezeichnet), eine E/A-Einheitenschnittstelle **350** und einen Netzwerkadapter oder - angeschluss **315**.

[0025] Jede CPU **305** ruft in dem Arbeitsspeicher **325** und/oder dem Speicher **335** gespeicherte Programmieranweisungen ab und führt sie aus. Die Zwischenverbindung **340** dient zum Verschieben von Daten wie z.B. Programmieranweisungen zwischen der CPU **305**, der E/A-Einheitenschnittstelle **350**, dem Speicher **335**, dem Netzwerkadapter **315** und dem Arbeitsspeicher **325**. Eine Zwischenverbindung **340** kann unter Verwendung eines oder mehrerer Busse realisiert sein. Bei verschiedenen Ausführungsformen können die CPUs **305** eine einzige CPU, mehrere CPUs oder eine einzige CPU mit mehreren Verarbeitungskernen sein. Bei manchen Ausführungsformen kann ein Prozessor **305** ein digitaler Signalprozessor (DSP) sein. Der Arbeitsspeicher **325** ist im Allgemeinen in Form eines Direktzugriffspeichers (z.B. eines statischen Direktzugriffsspeichers (Static Random Access Memory, SRAM), eines dynamischen Direktzugriffsspeichers (Dynamic Random Access Memory, DRAM) oder eines Flash-Speichers) umfassen. Der Speicher **335** ist im Allgemeinen enthalten, um für einen nichtflüchtigen Arbeitsspeicher wie z.B. ein Festplattenlaufwerk, eine Halbleiterinheit (Solid State Device, SSD), entfernbare Speicherkarten, einen optischen Speicher oder Flash-Speichereinheiten repräsentativ zu sein.

[0026] Bei manchen Ausführungsformen speichert der Arbeitsspeicher **325** Cloud-Umwandlungsanweisungen **301**, und der Speicher **335** speichert eine Abbildtabelle **307**. Allerdings werden bei verschiedenen Ausführungsformen die Cloud-Umwandlungsanweisungen **301** und die Abbildtabelle **307** teilweise in dem Arbeitsspeicher **325** und teilweise in dem Speicher **335** gespeichert, oder sie werden vollständig in dem Arbeitsspeicher **325** oder vollständig in dem Speicher **335** gespeichert.

[0027] Bei Ausführung durch die CPU **305** veranlassen die Cloud-Umwandlungsanweisungen **301** die CPU **305**, die Abbildtabelle **307** zu verwenden, um das weiter oben in Bezug auf **Fig. 2** erläuterte Umwandlungsmodul zu realisieren. Obwohl die Cloud-Umwandlungsanweisungen **301** und die Abbildtabelle **307** als in einem Einheitenadapter **300** gespeichert und durch ihn ausgeführt/verwendet abgebildet sind, ist zu beachten, dass bei anderen Ausführungsformen die Cloud-Umwandlungsanweisungen **301** und die Abbildtabelle **307** in einem Speicher-Controller wie z.B. dem in **Fig. 2** gezeigten Speicher-Controller **222a** und/oder dem Speicher-Controller **222b** gespeichert und durch ihn ausgeführt/verwendet werden können. Die Cloud-Umwandlungsanweisungen **301** veranlassen die CPU **305**, Speicherplatz in Cloud-Speichereinheiten wie z.B. den in **Fig. 2**

abgebildeten Cloud-Speichereinheiten **214** zuzuordnen. Der Speicherplatz kann statisch oder nach Bedarf zugeordnet werden. Zum Beispiel kann der Speicherplatz im Vorhinein oder während der Laufzeit zugeordnet werden. Des Weiteren können die Cloud-Speicherbänke mit unterschiedlicher Speicherkapazität erzeugt werden.

[0028] Die Cloud-Umwandlungsanweisungen **301** veranlassen die CPU **305** des Weiteren, den zugeordneten Speicher in eine oder mehrere virtuelle Speicherbänke zu gruppieren und eine Abbildung zwischen den Cloud-Speichereinheiten und der einen oder den mehreren virtuellen Speicherbänken in Abbildtabelle **307** zu speichern. Im Besonderen veranlassen die Cloud-Umwandlungsanweisungen **301** die CPU **305** zur Erzeugung der Abbildtabelle **307**, die den zugeordneten Speicherplatz auf entsprechende virtuelle lokale Adressen abbildet und die virtuellen lokalen Adressen gruppiert, um eine oder mehrere virtuelle lokale Speicherbänke oder RAID-Anordnungen zu erzeugen. Somit scheinen die virtuellen Speicherbänke von Cloud-Speicher für einen Speicher-Controller, der über die E/A-Einheitenschnittstellen **350** mit dem Einheitenadapter **300** kommunikativ gekoppelt ist, lokale, direkt verbundene Speicherbänke zu sein. Die E/A-Einheitenschnittstellen **350** koppeln außerdem den Einheitenadapter **300** kommunikativ mit lokalen Speicherbänken von Speichereinheiten wie z.B. Halbleiterlaufwerken und Nearline-Laufwerken (z.B. den oben erläuterten Speicherlaufwerken **216**). Die E/A-Einheitenschnittstellen **350** können zum Beispiel Lichtwellenleiter-Anschlüsse umfassen.

[0029] Wenn ein E/A-Zugriff (z.B. eine Lese- oder Schreibanforderung) empfangen wird, veranlassen die Cloud-Umwandlungsanweisungen **301** die CPU **305**, zu ermitteln, ob die Anforderung auf Daten gerichtet ist, die in einer virtuellen Speicherbank eines Cloud-Speichers gespeichert sind. Wenn die Anforderung auf Daten gerichtet ist, die in einer virtuellen Speicherbank eines Cloud-Speichers gespeichert sind, wandeln die Cloud-Umwandlungsanweisungen **301** den E/A-Zugriff für eine Übertragung über eine Cloud-Schnittstelle an die Cloud-Speichereinheit um. Zum Beispiel können die Cloud-Umwandlungsanweisungen **301** den E/A-Zugriff unter Verwendung von Befehlen, eines Formats, einer Einheitenadresse usw. umwandeln, die durch die Cloud-Schnittstelle für den Zugriff auf die Cloud-Speichereinheiten verwendet werden. Wie hier verwendet, können die Begriffe E/A-Zugriff, Lese/Schreibzugriff und Datenzugriff austauschbar verwendet werden. Ohne darauf beschränkt zu sein, können beispielhafte Cloud-Schnittstellen den IBM® Cloud Manager oder die Amazon® Simple Storage Service(Amazon S3)-Schnittstelle umfassen. Wie weiter oben erläutert, machen die Cloud-Umwandlungsanweisungen **301** Cloud-Speicher somit ähnlich wie andere lokale

Speichereinheiten auf transparente Art und Weise für einen Speicher-Controller verfügbar.

[0030] Zusätzlich kann der Einheitenadapter 300 bei manchen Ausführungsformen mehrere Dienstniveaus für eine Speicherung und Verbindung mit der virtuellen Speicherbank eines Cloud-Speichers ermöglichen. Zum Beispiel gibt es bei manchen derartigen Ausführungsformen drei Dienstniveaus. Allerdings können bei anderen Ausführungsformen, die mehrere Dienstniveaus bereitstellen, zwei oder mehr als drei Dienstniveaus bereitgestellt werden. In diesem Beispiel werden drei Dienstniveaus verwendet, und die Auswahl des Dienstniveaus erfolgt auf Grundlage der Komprimierbarkeit der Daten, einer entsprechenden Eingabe/Ausgabe-Datenrate für die virtuellen lokalen Speicherbänke und einer Dienstniveaureinbarung (Service Level Agreement, SLA). Wenn eine Dienstniveaureinbarung zum Beispiel eine geringe Dienstgüte angibt, die E/A-Datenrate für die virtuelle lokale Speicherbank unter einem Schwellenwert liegt und die Daten, auf die zugegriffen wird, komprimierbar sind, wird ein erstes Dienstniveau ausgewählt. Eine geringe Dienstgüte kann jede Dienstgüte unterhalb eines vordefinierten Schwellenwerts für das Dienstniveau sein. Das erste Dienstniveau ist das niedrigste Dienstniveau aus den drei Optionen in diesem Beispiel. Es kann zum Beispiel höhere Latenzen und einen geringeren Durchsatz als die beiden anderen Dienstniveaus umfassen. Wenn die Dienstniveaureinbarung eine geringe Dienstgüte angibt, die E/A-Datenrate für die virtuelle lokale Speicherbank unter einem Schwellenwert liegt und die Daten nicht komprimierbar sind, wird das zweite Dienstniveau ausgewählt. Das zweite Dienstniveau weist einen höheren Durchsatz und/oder weniger Latenz als das erste Dienstniveau auf. Das letzte oder dritte Dienstniveau wird für alle anderen Daten verwendet (z.B. wenn die SLA ein Dienstniveau über dem vordefinierten Schwellenwert angibt und/oder die E/A-Datenrate über einem Schwellenwert liegt). Das dritte Dienstniveau weist einen höheren Durchsatz und/oder weniger Latenz als das erste und zweite Dienstniveau auf. Indem verschiedene Dienstniveaus bereitgestellt werden, kann der Einheitenadapter 326 die virtuellen Speicherbänke eines Cloud-Speichers nutzen, um bei der Erfüllung der Kundenanforderungen an Datenspeicherung und -zugriff eine größere Flexibilität bereitzustellen. Obwohl das erste, zweite und dritte Beispielniveau mit Blick auf Latenz und Durchsatz als unterschiedlich beschrieben werden, ist darauf hinzuweisen, dass zur Unterscheidung der Dienstniveaus auch andere Faktoren herangezogen werden können. Zum Beispiel weisen bei manchen Ausführungsformen die drei Dienstniveaus dieselbe Latenz und denselben Durchsatz, aber unterschiedliche Kosten- und Redundanzniveaus auf.

[0031] **Fig. 4** ist ein Ablaufplan, der eine Ausführungsform eines Verfahrens 400 eines Verwendens von Cloud-Speicher als eine Speicherbank darstellt. Das Verfahren 400 kann durch einen Einheitenadapter wie z.B. die Einheitenadapter 226 oder durch einen Speicher-Controller wie z.B. die Speicher-Controller 222 realisiert sein. Zum Beispiel kann das Verfahren 300 durch eine CPU wie z.B. die CPU 305 in der Datenverarbeitungseinheit 300 realisiert sein, die Anweisungen wie z.B. die Cloud-Umwandlungsanweisungen 301 ausführt. Dabei sollte klar sein, dass die Reihenfolge von Aktionen in dem Beispielverfahren 400 zu Erläuterungszwecken bereitgestellt wird und dass das Verfahren bei anderen Ausführungsformen in einer anderen Reihenfolge durchgeführt werden kann. Entsprechend versteht sich von selbst, dass bei anderen Ausführungsformen manche Aktionen weggelassen oder zusätzliche Aktionen hinzugefügt werden können.

[0032] In Block 402 wird Speicherplatz in einer oder mehreren Cloud-Speichereinheiten über eine Cloud-Schnittstelle zugeordnet. Eine Cloud-Schnittstelle ist eine Schnittstelle, die konfiguriert ist, um einen Zugriff auf die Cloud-Speichereinheiten zu ermöglichen. Zum Beispiel kann die Cloud-Schnittstelle als eine Anwendungsprogrammschnittstelle (Application Programming Interface, API) realisiert sein. Beispiel-Cloud-Schnittstellen werden weiter oben erläutert. Ein Zuordnen des Cloud-Speichers kann ein Anfordern einer angegebenen Menge an Speicher über die Cloud-Schnittstelle umfassen. Dieser Speicherplatz kann statisch angefordert werden, bevor er benötigt wird, oder er kann dynamisch angefordert werden, sobald Speicherplatz benötigt wird. Wie hier verwendet, handelt es sich bei Cloud-Speichereinheiten zudem um Speichereinheiten, auf die nicht über ein lokales Netzwerk oder eine direkte Datenübertragungsleitung, sondern über ein Weitverkehrsnetzwerk wie z. B. das Internet zugegriffen wird.

[0033] In Block 404 wird der zugeordnete Speicherplatz auf entsprechende virtuelle lokale Adressen abgebildet. Zum Beispiel weist bei manchen Ausführungsformen der Einheitenadapter oder Speicher-Controller den zugeordneten Speicherplatz entsprechenden virtuellen lokalen Adressen zu. Wie hier verwendet, ist eine virtuelle lokale Adresse eine Arbeitsspeicheradresse, die eine Adresse einer Speicher-Einheit zu sein scheint, die über eine lokale Verbindung mit dem Einheitenadapter verbunden ist. Eine lokale Verbindung bezieht sich auf eine Verbindung, die nicht über ein Weitverkehrsnetzwerk oder ein entfernt angeordnetes Netzwerk wie beispielsweise das Internet hergestellt wird.

[0034] In Block 406 werden die virtuellen lokalen Adressen, die dem zugeordneten Speicherplatz in der einen oder den mehreren Cloud-Speichereinheiten entsprechen, gruppiert oder organisiert, um ei-

ne oder mehrere virtuelle lokale Speicherbänke (z.B. RAID-Anordnungen) zu erzeugen. Somit werden die virtuellen lokalen Adressen so angeordnet, dass sie als eine lokale RAID-Anordnung von Speichereinheiten direkt mit dem Einheitenadapter verbunden zu sein scheinen.

[0035] In Block 408 werden lokale Datenzugriffsanforderungen für die eine oder die mehreren virtuellen lokalen Speicherbänke in Cloud-Datenzugriffsanforderungen umgewandelt, die gemäß der Cloud-Schnittstelle (z.B. gemäß Anforderungen der API der Cloud-Schnittstelle) konfiguriert sind. Wie hier verwendet, handelt es sich bei lokalen Datenzugriffsanforderungen um Anforderungen, welche die virtuellen lokalen Adressen verwenden und gemäß Anforderungen des Einheitenadapters für ein Zugreifen auf lokale, direkt mit dem Einheitenadapter verbundene RAID-Anordnungen formatiert sind. Entsprechend handelt es sich bei Cloud-Datenzugriffsanforderungen um Datenzugriffsanforderungen, die gemäß Anforderungen der Cloud-Schnittstelle konfiguriert sind und Adressen für die Cloud-Speichereinheiten verwenden. Die Datenzugriffsanforderungen können Lese- und SchreibAnforderungen sowie verschiedene Verwaltungsmerkmale wie Schwellenwertfestlegung, Datenverschlüsselung usw. umfassen.

[0036] In Block 410 werden die umgewandelten Cloud-Datenzugriffsanforderungen über die Cloud-Schnittstelle und einen Netzwerkanschluss des Einheitenadapters an die eine oder die mehreren Cloud-Speichereinheiten übertragen. Auf diese Weise ermöglicht das Verfahren 400 wie oben beschrieben einem Speicherteilsystem, Cloud-Speicher mit denselben für den Cloud-Speicher verfügbaren Merkmalen zu verwenden, wie dies für lokale RAID-Anordnungen der Fall ist, die über eine lokale Verbindung mit dem Einheitenadapter verbunden sind.

[0037] Bei der vorliegenden Erfindung kann es sich um ein System, ein Verfahren und/oder ein Computerprogrammprodukt mit einem beliebigen möglichen Grad an technischer Integration handeln. Das Computerprogrammprodukt kann (ein) durch einen Computer lesbare(s) Speichermedium (oder -medien) umfassen, auf dem/denen durch einen Computer lesbare Programmanweisungen gespeichert sind, um einen Prozessor dazu zu veranlassen, Aspekte der vorliegenden Erfindung auszuführen.

[0038] Bei dem durch einen Computer lesbaren Speichermedium kann es sich um eine physische Einheit handeln, die Anweisungen zur Verwendung durch eine Anweisungsausführungseinheit behalten und speichern kann. Bei dem durch einen Computer lesbaren Speichermedium kann es sich zum Beispiel um eine elektronische Speichereinheit, eine magnetische Speichereinheit, eine optische Speichereinheit, eine elektromagnetische Speichereinheit, eine

Halbleiterspeichereinheit oder jede geeignete Kombination daraus handeln, ohne auf diese beschränkt zu sein. Zu einer nicht erschöpfenden Liste spezifischer Beispiele des durch einen Computer lesbaren Speichermediums gehören die Folgenden: eine tragbare Computerdiskette, eine Festplatte, ein Direktzugriffsspeicher (RAM), ein Nur-Lese-Speicher (ROM), ein löscherbarer programmierbarer Nur-Lese-Speicher (EPROM bzw. Flash-Speicher), ein statischer Direktzugriffsspeicher (SRAM), ein tragbarer Compact-Disc-Nur-Lese-Speicher (CD-ROM), eine DVD (Digital Versatile Disc), ein Speicher-Stick, eine Diskette, eine mechanisch kodierte Einheit wie zum Beispiel Lochkarten oder erhabene Strukturen in einer Rille, auf denen Anweisungen gespeichert sind, und jede geeignete Kombination daraus. Ein durch einen Computer lesbares Speichermedium soll in der Verwendung hierin nicht als flüchtige Signale an sich aufgefasst werden, wie zum Beispiel Funkwellen oder andere sich frei ausbreitende elektromagnetische Wellen, elektromagnetische Wellen, die sich durch einen Wellenleiter oder ein anderes Übertragungsmedium ausbreiten (z.B. durch ein Lichtwellenleiterkabel geleitete Lichtimpulse) oder durch einen Draht übertragene elektrische Signale.

[0039] Hierin beschriebene, durch einen Computer lesbare Programmanweisungen können von einem durch einen Computer lesbaren Speichermedium auf jeweilige Datenverarbeitungs-/Verarbeitungseinheiten oder über ein Netzwerk wie zum Beispiel das Internet, ein lokales Netzwerk, ein Weitverkehrsnetzwerk und/oder ein drahtloses Netzwerk auf einen externen Computer oder eine externe Speichereinheit heruntergeladen werden. Das Netzwerk kann Kupferübertragungskabel, Lichtwellenübertragungsleiter, drahtlose Übertragung, Leitwegrechner, Firewalls, Vermittlungseinheiten, Gateway-Computer und/oder Edge-Server aufweisen. Eine Netzwerkadapterkarte oder Netzwerkschnittstelle in jeder Datenverarbeitungs-/Verarbeitungseinheit empfängt durch einen Computer lesbare Programmanweisungen aus dem Netzwerk und leitet die durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen zur Speicherung in einem durch einen Computer lesbaren Speichermedium innerhalb der entsprechenden Datenverarbeitungs-/Verarbeitungseinheit weiter.

[0040] Bei durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen zum Ausführen von Arbeitsschritten der vorliegenden Erfindung kann es sich um Assembler-Anweisungen, ISA-Anweisungen (Instruction Set Architecture), Maschinenanweisungen, maschinenabhängige Anweisungen, Mikrocode, Firmware-Anweisungen, zustandseinstellende Daten, Konfigurationsdaten für eine integrierte Schaltung oder sowohl um Quellcode als auch um Objektcode handeln, die in einer beliebigen Kombination aus einer oder mehreren Programmiersprachen geschrieben werden, darunter objektorientierte Pro-

grammiersprachen wie Smalltalk, C++ o.ä. sowie herkömmliche prozedurale Programmiersprachen wie die Programmiersprache „C“ oder ähnliche Programmiersprachen. Die durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen können vollständig auf dem Computer des Benutzers, teilweise auf dem Computer des Benutzers, als eigenständiges Software-Paket, teilweise auf dem Computer des Benutzers und teilweise auf einem entfernt angeordneten Computer oder vollständig auf dem entfernt angeordneten Computer oder Server ausgeführt werden. In letzterem Fall kann der entfernt angeordnete Computer mit dem Computer des Benutzers durch eine beliebige Art Netzwerk verbunden sein, darunter ein lokales Netzwerk (LAN) oder ein Weitverkehrsnetzwerk (WAN), oder die Verbindung kann mit einem externen Computer hergestellt werden (zum Beispiel über das Internet unter Verwendung eines Internet-Dienstanbieters). In einigen Ausführungsformen können elektronische Schaltungen, darunter zum Beispiel programmierbare Logikschaltungen, im Feld programmierbare Gatter-Anordnungen (FPGA, Field Programmable Gate Arrays) oder programmierbare Logikanordnungen (PLA, Programmable Logic Arrays) die durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen ausführen, indem sie Zustandsinformationen der durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen nutzen, um die elektronischen Schaltungen zu personalisieren, um Aspekte der vorliegenden Erfindung durchzuführen.

[0041] Aspekte der vorliegenden Erfindung sind hierin unter Bezugnahme auf Ablaufplandarstellungen und/oder Blockschaubilder bzw. Schaubilder von Verfahren, Vorrichtungen (Systemen) und Computerprogrammprodukten gemäß Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. Es wird darauf hingewiesen, dass jeder Block der Ablaufpläne und/oder der Blockschaubilder bzw. Schaubilder sowie Kombinationen von Blöcken in den Ablaufplänen und/oder den Blockschaubildern bzw. Schaubildern mittels durch einen Computer lesbare Programmanweisungen ausgeführt werden können.

[0042] Diese durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen können einem Prozessor eines Universalcomputers, eines Spezialcomputers oder einer anderen programmierbaren Datenverarbeitungsvorrichtung bereitgestellt werden, um eine Maschine zu erzeugen, so dass die über den Prozessor des Computers bzw. der anderen programmierbaren Datenverarbeitungsvorrichtung ausgeführten Anweisungen ein Mittel zur Umsetzung der in dem Block bzw. den Blöcken der Ablaufpläne und/oder der Blockschaubilder bzw. Schaubilder festgelegten Funktionen/Schritte erzeugen. Diese durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen können auch auf einem durch einen Computer lesbaren Speichermedium gespeichert sein, das einen Computer, eine programmierbare Datenverarbeitungsvor-

richtung und/oder andere Einheiten so steuern kann, dass sie auf eine bestimmte Art funktionieren, so dass das durch einen Computer lesbare Speichermedium, auf dem Anweisungen gespeichert sind, ein Herstellungsprodukt aufweist, darunter Anweisungen, welche Aspekte der/des in dem Block bzw. den Blöcken des Ablaufplans und/oder der Blockschaubilder bzw. Schaubilder angegebenen Funktion/Schritte umsetzen.

[0043] Die durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen können auch auf einen Computer, eine andere programmierbare Datenverarbeitungsvorrichtung oder eine andere Einheit geladen werden, um das Ausführen einer Reihe von Prozessschritten auf dem Computer bzw. der anderen programmierbaren Vorrichtung oder anderen Einheit zu verursachen, um einen durch einen Computer umgesetzten Prozess zu erzeugen, so dass die auf dem Computer, einer anderen programmierbaren Vorrichtung oder einer anderen Einheit ausgeführten Anweisungen die in dem Block bzw. den Blöcken der Ablaufpläne und/oder der Blockschaubilder bzw. Schaubilder festgelegten Funktionen/Schritte umsetzen.

[0044] Die Ablaufpläne und die Blockschaubilder bzw. Schaubilder in den Figuren veranschaulichen die Architektur, die Funktionalität und den Betrieb möglicher Ausführungen von Systemen, Verfahren und Computerprogrammprodukten gemäß verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. In diesem Zusammenhang kann jeder Block in den Ablaufplänen oder Blockschaubildern bzw. Schaubildern ein Modul, ein Segment oder einen Teil von Anweisungen darstellen, die eine oder mehrere ausführbare Anweisungen zur Ausführung der bestimmten logischen Funktion(en) aufweisen. In einigen alternativen Ausführungen können die in dem Block angegebenen Funktionen in einer anderen Reihenfolge als in den Figuren gezeigt stattfinden. Zwei nacheinander gezeigte Blöcke können zum Beispiel in Wirklichkeit im Wesentlichen gleichzeitig ausgeführt werden, oder die Blöcke können manchmal je nach entsprechender Funktionalität in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden. Es ist ferner anzumerken, dass jeder Block der Blockschaubilder bzw. Schaubilder und/oder der Ablaufpläne sowie Kombinationen aus Blöcken in den Blockschaubildern bzw. Schaubildern und/oder den Ablaufplänen durch spezielle auf Hardware beruhende Systeme umgesetzt werden können, welche die festgelegten Funktionen oder Schritte durchführen, oder Kombinationen aus Spezial-Hardware und Computeranweisungen ausführen.

BEISPIELAUSFÜHRUNGSFORMEN

[0045] Beispiel 1 umfasst ein durch einen Computer realisiertes Verfahren zum Verwenden von Cloud-Speicher als eine Speicherbank. Das Verfah-

ren weist ein Zuordnen von Speicherplatz in einer oder mehreren Cloud-Speichereinheiten über eine Cloud-Schnittstelle; ein Abbilden des zugeordneten Speicherplatzes auf entsprechende virtuelle lokale Adressen; ein Gruppieren der virtuellen lokalen Adressen, um aus dem zugeordneten Speicherplatz in der einen oder den mehreren Cloud-Speichereinheiten eine oder mehrere virtuelle lokale Speicherbänke zu erzeugen; ein Umwandeln von lokalen Datenzugriffsanforderungen für die eine oder die mehreren virtuellen lokalen Speicherbänke in Cloud-Datenzugriffsanforderungen, die für die Cloud-Schnittstelle konfiguriert sind; und ein Übertragen der Cloud-Datenzugriffsanforderungen über die Cloud-Schnittstelle an die eine oder die mehreren Cloud-Speichereinheiten auf.

[0046] Beispiel 2 umfasst das Verfahren aus Beispiel 1, wobei ein Übertragen der Cloud-Datenzugriffsanforderung des Weiteren ein Zuweisen eines ersten Dienstniveaus, eines zweiten Dienstniveaus oder eines dritten Dienstniveaus zu der Cloud-Datenzugriffsanforderung aufweist. Das erste Dienstniveau hat höhere Latenzen und einen geringen Durchsatz als die zweiten und dritten Dienstniveaus, und das zweite Dienstniveau hat höhere Latenzen und einen geringeren Durchsatz als das dritte Dienstniveau.

[0047] Beispiel 3 umfasst das Verfahren aus Beispiel 2, des Weiteren aufweisend ein Zuweisen des ersten Dienstniveaus zu der Cloud-Datenzugriffsanforderung als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt und der Datenzugriffsanforderung zugehörige Daten komprimierbar sind.

[0048] Beispiel 4 umfasst das Verfahren aus einem beliebigen der Beispiele 2 und 3, des Weiteren aufweisend ein Zuweisen des zweiten Dienstniveaus zu der Cloud-Datenzugriffsanforderung als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt und der Datenzugriffsanforderung zugehörige Daten nicht komprimierbar sind.

[0049] Beispiel 5 umfasst das Verfahren aus einem beliebigen der Beispiele 2 bis 4, des Weiteren aufweisend ein Zuweisen des dritten Dienstniveaus zu der Cloud-Datenzugriffsanforderung als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte über einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt oder eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate über einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt.

[0050] Beispiel 6 umfasst das Verfahren aus einem beliebigen der Beispiele 1 bis 5, wobei ein Gruppieren der virtuellen lokalen Adressen, um eine oder mehrere virtuelle lokale Speicherbänke zu erzeugen, ein Gruppieren der virtuellen lokalen Adressen aufweist, um eine Mehrzahl von virtuellen lokalen Speicherbänken zu erzeugen, wobei jede aus der Mehrzahl von virtuellen lokalen Speicherbänken eine andere Größe aufweist.

[0051] Beispiel 7 umfasst ein Speichersystem. Das Speichersystem weist einen Host-Adapter mit einem oder mehreren Anschläßen, die konfiguriert sind, um den Host-Adapter mit einer oder mehreren Host-Einheiten kommunikativ zu koppeln; einen Speicher-Controller, der einen Prozessor und einen Arbeitsspeicher aufweist, wobei der Speicher-Controller mit dem Host kommunikativ gekoppelt ist; und einen Einheitenadapter auf, der einen Prozessor und einen Arbeitsspeicher aufweist, wobei der Einheitenadapter mit dem Speicher-Controller kommunikativ gekoppelt ist. Der Einheitenadapter weist des Weiteren eine Mehrzahl von Anschläßen, die mit einer Mehrzahl von lokalen Speicherlaufwerken kommunikativ gekoppelt sind, und mindestens einen Netzwerkanschluss auf, der über ein Netzwerk mit einer Mehrzahl von Cloud-Speichereinheiten kommunikativ gekoppelt ist. Entweder der Einheitenadapter oder der Speicher-Controller ist des Weiteren konfiguriert, um ein Umwandlungsmodul zu realisieren. Das Umwandlungsmodul ist konfiguriert, um Speicherplatz in einer oder mehreren der Cloud-Speichereinheiten zuzuordnen; den zugeordneten Speicherplatz entsprechenden virtuellen lokalen Adressen zuzuweisen; den zugeordneten Speicherplatz in eine oder mehrere virtuelle lokale redundante Anordnungen von unabhängigen Festplatten (RAID-Anordnungen) zu organisieren; und lokale Datenzugriffsanforderungen für die eine oder die mehreren virtuellen lokalen RAID-Anforderungen in Cloud-Datenzugriffsanforderungen umzuwandeln, die gemäß Anforderungen einer Anwendungsprogrammschnittstelle (API) zum Zugreifen auf die Mehrzahl von Cloud-Speichereinheiten konfiguriert sind.

[0052] Beispiel 8 umfasst das Speichersystem aus Beispiel 7, wobei das Umwandlungsmodul des Weiteren konfiguriert ist, um der Cloud-Datenzugriffsanforderung ein erstes Dienstniveau, ein zweites Dienstniveau oder ein drittes Dienstniveau zuzuweisen. Das erste Dienstniveau hat höhere Latenzen und einen geringen Durchsatz als die zweiten und dritten Dienstniveaus, und das zweite Dienstniveau hat höhere Latenzen und einen geringeren Durchsatz als das dritte Dienstniveau.

[0053] Beispiel 9 umfasst das Speichersystem aus Beispiel 8, wobei das Umwandlungsmodul des Weiteren konfiguriert ist, um als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine

Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt und der Datenzugriffsanforderung zugehörige Daten komprimierbar sind, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das erste Dienstniveau zuzuweisen.

[0054] Beispiel 10 umfasst das Speichersystem aus einem beliebigen der Beispiele 8 und 9, wobei das Umwandlungsmodul des Weiteren konfiguriert ist, um als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt und der Datenzugriffsanforderung zugehörige Daten nicht komprimierbar sind, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das zweite Dienstniveau zuzuweisen.

[0055] Beispiel 11 umfasst das Speichersystem aus einem beliebigen der Beispiele 8 bis 10, wobei das Umwandlungsmodul des Weiteren konfiguriert ist, um als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte über einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt oder eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate über einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das dritte Dienstniveau zuzuweisen.

[0056] Beispiel 12 umfasst das Speichersystem aus einem beliebigen der Beispiele 7 bis 11, wobei das Umwandlungsmodul des Weiteren konfiguriert ist, um den zugeordneten Speicherplatz in eine Mehrzahl von virtuellen lokalen RAID-Anordnungen zu organisieren, wobei jede aus der Mehrzahl von virtuellen lokalen RAID-Anforderungen eine andere Größe aufweist.

[0057] Beispiel 13 umfasst das Speichersystem aus einem beliebigen der Beispiele 7 bis 12, wobei der Netzwerkanschluss des Einheitenadapters ein Ethernet-Anschluss ist.

[0058] Beispiel 14 umfasst ein Computerprogrammprodukt, aufweisend ein durch einen Computer lesbare Speichermedium mit einem darin gespeicherten, durch einen Computer lesbaren Programm. Das durch einen Computer lesbare Programm veranlasst bei Ausführung durch einen Prozessor den Prozessor, Speicherplatz in einer oder mehreren Cloud-Speichereinheiten über eine Cloud-Schnittstelle zuzuordnen; den zugeordneten Speicherplatz auf entsprechende virtuelle lokale Adressen abzubilden; die virtuellen lokalen Adressen zu gruppieren, um aus dem zugeordneten Speicherplatz in der einen oder den mehreren Cloud-Speichereinheiten eine oder mehrere virtuelle lokale redundante Anordnungen von Festplatten(RAID)-Anordnungen zu erzeugen; lokale Datenzugriffsanforderungen für die eine oder die mehreren virtuellen lokalen RAID-Anforde-

rungen in Cloud-Datenzugriffsanforderungen umzuwandeln, die für die Cloud-Schnittstelle konfiguriert sind; und die Cloud-Datenzugriffsanforderungen über die Cloud-Schnittstelle an die eine oder die mehreren Cloud-Speichereinheiten zu übertragen.

[0059] Beispiel 15 umfasst das Computerprogrammprodukt aus Beispiel 14, wobei das durch einen Computer lesbare Programm des Weiteren konfiguriert ist, um den Prozessor zu veranlassen, der Cloud-Datenzugriffsanforderung ein erstes Dienstniveau, ein zweites Dienstniveau oder ein drittes Dienstniveau zuzuweisen. Das erste Dienstniveau hat höhere Latenzen und einen geringen Durchsatz als das zweite und dritte Dienstniveau, und das zweite Dienstniveau hat höhere Latenzen und einen geringeren Durchsatz als das dritte Dienstniveau.

[0060] Beispiel 16 umfasst das Computerprogrammprodukt aus Beispiel 15, wobei das durch einen Computer lesbare Programm des Weiteren konfiguriert ist, um den Prozessor zu veranlassen, als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt und der Datenzugriffsanforderung zugehörige Daten komprimierbar sind, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das erste Dienstniveau zuzuweisen.

[0061] Beispiel 17 umfasst das Computerprogrammprodukt aus einem beliebigen der Beispiele 15 und 16, wobei das durch einen Computer lesbare Programm des Weiteren konfiguriert ist, um den Prozessor zu veranlassen, als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt und der Datenzugriffsanforderung zugehörige Daten nicht komprimierbar sind, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das zweite Dienstniveau zuzuweisen.

[0062] Beispiel 18 umfasst das Computerprogrammprodukt aus einem beliebigen der Beispiele 15 bis 17, wobei das durch einen Computer lesbare Programm des Weiteren konfiguriert ist, um den Prozessor zu veranlassen, als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte über einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt oder eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate über einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das dritte Dienstniveau zuzuweisen.

[0063] Beispiel 19 umfasst das Computerprogrammprodukt aus einem beliebigen der Beispiele 14 bis 18, wobei das durch einen Computer lesbare Programm des Weiteren konfiguriert ist, um den Prozes-

sor zu veranlassen, die virtuellen lokalen Adressen zu gruppieren, um eine Mehrzahl von virtuellen lokalen RAID-Anordnungen zu erzeugen, wobei jede aus der Mehrzahl von virtuellen lokalen RAID-Anforderungen eine andere Größe aufweist.

[0064] Beispiel 20 umfasst das Computerprogrammprodukt aus einem beliebigen der Beispiele 14 bis 19, wobei das durch einen Computer lesbare Programm des Weiteren konfiguriert ist, um den Prozessor zu veranlassen, lokale Datenzugriffsanforderungen für die eine oder die mehreren virtuellen lokalen RAID-Anordnungen entsprechend den Anforderungen einer Anwendungsprogrammschnittstelle (API) der Cloud-Schnittstelle in Cloud-Datenzugriffsanforderungen umzuwandeln.

[0065] Beispiel 21 umfasst eine Datenverarbeitungseinheit. Die Datenverarbeitungseinheit weist einen Netzwerkadapter, der konfiguriert ist, um die Datenverarbeitungseinheit über ein Netzwerk mit einer oder mehreren Cloud-Speichereinheiten kommunikativ zu koppeln; ein Speichermedium, das konfiguriert ist, um Daten zu speichern; und einen Prozessor auf, der mit dem Netzwerkadapter und dem Speichermedium kommunikativ gekoppelt ist. Der Prozessor ist konfiguriert, um Speicherplatz in einer oder mehreren Cloud-Speichereinheiten über eine Anwendungsprogrammschnittstelle (API) zuzuordnen, die der einen oder den mehreren Cloud-Speichereinheiten zugehörig ist; eine Abbildtabelle zu erzeugen, die den zugeordneten Speicherplatz auf entsprechende virtuelle lokale Adressen abbildet und die virtuellen lokalen Adressen gruppert, um aus dem zugeordneten Speicherplatz in der einen oder den mehreren Cloud-Speichereinheiten eine oder mehrere virtuelle lokale Speicherbänke zu erzeugen, wobei die Abbildtabelle in dem Speichermedium gespeichert ist; Datenzugriffsanforderungen für die eine oder die mehreren virtuellen lokalen Speicherbänke in Cloud-Datenzugriffsanforderungen umzuwandeln, die für die API konfiguriert sind, die der einen oder den mehreren Cloud-Speichereinheiten zugehörig ist; und die Cloud-Datenzugriffsanforderungen über die API, die der einen oder den mehreren Cloud-Speichereinheiten zugehörig ist, an die eine oder die mehreren Cloud-Speichereinheiten zu übertragen.

[0066] Beispiel 22 umfasst die Datenverarbeitungseinheit aus Beispiel 21, wobei der Prozessor des Weiteren konfiguriert ist, um der Cloud-Datenzugriffsanforderung zumindest teilweise auf Grundlage einer Komprimierbarkeit von Daten, die der Cloud-Datenzugriffsanforderung zugehörig sind, einer Eingabe/Ausgabe-Datenrate, die der einen oder den mehreren virtuellen lokalen Speicherbänken zugehörig ist, und einer Dienstgütevereinbarung ein erstes Dienstniveau, ein zweites Dienstniveau oder ein drittes Dienstniveau zuzuweisen.

[0067] Beispiel 23 umfasst die Datenverarbeitungseinheit aus Beispiel 22, wobei der Prozessor des Weiteren konfiguriert ist, um als Reaktion auf ein Ermitteln, dass die Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, die Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt und die der Datenzugriffsanforderung zugehörigen Daten komprimierbar sind, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das erste Dienstniveau zuzuweisen.

[0068] Beispiel 24 umfasst die Datenverarbeitungseinheit aus einem beliebigen der Beispiele 22 und 23, wobei der Prozessor des Weiteren konfiguriert ist, um als Reaktion auf ein Ermitteln, dass die Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, die Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt und die der Datenzugriffsanforderung zugehörige Daten nicht komprimierbar sind, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das zweite Dienstniveau zuzuweisen.

[0069] Beispiel 25 umfasst die Datenverarbeitungseinheit aus einem beliebigen der Beispiele 22 bis 24, wobei der Prozessor des Weiteren konfiguriert ist, um als Reaktion auf ein Ermitteln, dass die Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte über einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt oder die Eingabe/Ausgabe-Datenrate über einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das dritte Dienstniveau zuzuweisen.

[0070] Obwohl hier spezifische Ausführungsformen veranschaulicht und beschrieben wurden, sollte für den Fachmann offensichtlich sein, dass anstelle der gezeigten spezifischen Ausführungsformen jede Anordnung verwendet werden kann, die zur Erfüllung desselben Zwecks dient. Es ist somit ausdrücklich beabsichtigt, dass diese Erfindung ausschließlich durch die Ansprüche und deren Entsprechungen beschränkt wird.

Patentansprüche

1. Durch einen Computer realisiertes Verfahren zum Verwenden eines Cloud-Speichers als eine Speicherbank, wobei das Verfahren aufweist:
ein Zuordnen von Speicherplatz in einer oder mehreren Cloud-Speichereinheiten über eine Cloud-Schnittstelle;
ein Abbilden des zugeordneten Speicherplatzes auf entsprechende virtuelle lokale Adressen;
ein Gruppieren der virtuellen lokalen Adressen, um aus dem zugeordneten Speicherplatz in der einen oder den mehreren Cloud-Speichereinheiten eine oder mehrere virtuelle lokale Speicherbänke zu erzeugen;
ein Umwandeln von lokalen Datenzugriffsanforderungen für die eine oder die mehreren virtuellen lo-

kalen Speicherbänke in Cloud-Datenzugriffsanforderungen, die für die Cloud-Schnittstelle konfiguriert sind; und
ein Übertragen der Cloud-Datenzugriffsanforderungen über die Cloud-Schnittstelle an die eine oder die mehreren Cloud-Speichereinheiten.

2. Durch einen Computer realisiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Übertragen der Cloud-Datenzugriffsanforderung des Weiteren ein Zuweisen eines ersten Dienstniveaus, eines zweiten Dienstniveaus oder eines dritten Dienstniveaus zu der Cloud-Datenzugriffsanforderung aufweist; wobei das erste Dienstniveau höhere Latenzen und einen geringen Durchsatz als das zweite und dritte Dienstniveau und das zweite Dienstniveau höhere Latenzen und einen geringeren Durchsatz als das dritte Dienstniveau hat.

3. Durch einen Computer realisiertes Verfahren nach Anspruch 2, des Weiteren aufweisend ein Zuweisen des ersten Dienstniveaus zu der Cloud-Datenzugriffsanforderung als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt und der Datenzugriffsanforderung zugehörige Daten komprimierbar sind.

4. Durch einen Computer realisierbares Verfahren nach Anspruch 2, des Weiteren aufweisend ein Zuweisen des zweiten Dienstniveaus zu der Cloud-Datenzugriffsanforderung als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt und der Datenzugriffsanforderung zugehörige Daten nicht komprimierbar sind.

5. Durch einen Computer realisierbares Verfahren nach Anspruch 2, des Weiteren aufweisend ein Zuweisen des dritten Dienstniveaus zu der Cloud-Datenzugriffsanforderung als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte über einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt oder eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate über einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt.

6. Durch einen Computer realisierbares Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Gruppieren der virtuellen lokalen Adressen, um eine oder mehrere virtuelle lokale Speicherbänke zu erzeugen, ein Gruppieren der virtuellen lokalen Adressen aufweist, um eine Mehrzahl von virtuellen lokalen Speicherbänken zu erzeugen, wobei jede aus der Mehrzahl von virtuellen lokalen Speicherbänken eine andere Größe aufweist.

7. Speichersystem, aufweisend:

einen Host-Adapter mit einem oder mehreren Anschläßen, die konfiguriert sind, um den Host-Adapter mit einer oder mehreren Host-Einheiten kommunikativ zu koppeln;
einen Speicher-Controller, der einen Prozessor und einen Arbeitsspeicher aufweist, wobei der Speicher-Controller mit dem Host kommunikativ gekoppelt ist; und
einen Einheitenadapter, der einen Prozessor und einen Arbeitsspeicher aufweist, wobei der Einheitenadapter mit dem Speicher-Controller kommunikativ gekoppelt ist;
wobei der Einheitenadapter des Weiteren eine Mehrzahl von Anschläßen, die mit einer Mehrzahl von lokalen Speicherlaufwerken kommunikativ gekoppelt sind, und mindestens einen Netzwerkanschluss aufweist, der über ein Netzwerk mit einer Mehrzahl von Cloud-Speichereinheiten kommunikativ gekoppelt ist;
wobei entweder der Einheitenadapter oder der Speicher-Controller des Weiteren konfiguriert ist, um ein Umwandlungsmodul zu realisieren, das konfiguriert ist, um:
Speicherplatz in einer oder mehreren der Cloud-Speichereinheiten zuzuordnen;
den zugeordneten Speicherplatz entsprechenden virtuellen lokalen Adressen zuzuweisen;
den zugeordneten Speicherplatz in eine oder mehrere virtuelle lokale redundante Anordnungen von unabhängigen Festplatten (Redundant Array of Independent Disks, RAID-Anordnungen) zu organisieren; und
lokale Datenzugriffsanforderungen für die eine oder die mehreren virtuellen lokalen RAID-Anforderungen in Cloud-Datenzugriffsanforderungen umzuwandeln, die gemäß Anforderungen einer Anwendungsprogrammschnittstelle (Application Programming Interface, API) zum Zugreifen auf die Mehrzahl von Cloud-Speichereinheiten konfiguriert sind.

8. System nach Anspruch 7, wobei das Umwandlungsmodul des Weiteren konfiguriert ist, um der Cloud-Datenzugriffsanforderung ein erstes Dienstniveau, ein zweites Dienstniveau oder ein drittes Dienstniveau zuzuweisen; wobei das erste Dienstniveau höhere Latenzen und einen geringen Durchsatz als das zweite und dritte Dienstniveau und das zweite Dienstniveau höhere Latenzen und einen geringeren Durchsatz als das dritte Dienstniveau hat.

9. System nach Anspruch 8, wobei das Umwandlungsmodul des Weiteren konfiguriert ist, um als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt und der Datenzugriffsanforderung zugehörige Daten komprimierbar sind, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das erste Dienstniveau zuzuweisen.

10. System nach Anspruch 8, wobei das Umwandlungsmodul des Weiteren konfiguriert ist, um als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt und der Datenzugriffsanforderung zugehörige Daten nicht komprimierbar sind, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das zweite Dienstniveau zuzuweisen.

11. System nach Anspruch 8, wobei das Umwandlungsmodul des Weiteren konfiguriert ist, um als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte über einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt oder eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate über einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das dritte Dienstniveau zuzuweisen.

12. System nach Anspruch 7, wobei das Umwandlungsmodul des Weiteren konfiguriert ist, um den zugeordneten Speicherplatz in eine Mehrzahl von virtuellen lokalen RAID-Anordnungen zu organisieren, wobei jede aus der Mehrzahl von virtuellen lokalen RAID-Anforderungen eine andere Größe aufweist.

13. System nach Anspruch 7, wobei der Netzwerkanschluss des Einheitenadapters ein Ethernet-Anschluss ist.

14. Computerprogrammprodukt, aufweisend ein durch einen Computer lesbaren Speichermedium mit darin enthaltenen Programmanweisungen, wobei das durch einen Computer lesbare Programm bei Ausführung durch einen Prozessor den Prozessor veranlasst:

Speicherplatz in einer oder mehreren Cloud-Speicherreinheiten über eine Cloud-Schnittstelle zuzuordnen; den zugeordneten Speicherplatz auf entsprechende virtuelle lokale Adressen abzubilden;

die virtuellen lokalen Adressen zu gruppieren, um aus dem zugeordneten Speicherplatz in der einen oder den mehreren Cloud-Speicherreinheiten eine oder mehrere virtuelle lokale redundante Anordnungen von unabhängigen Festplatten (RAID-Anordnungen) zu erzeugen;

lokale Datenzugriffsanforderungen für die eine oder die mehreren virtuellen lokalen Speicherbänke in Cloud-Datenzugriffsanforderungen umzuwandeln, die für die Cloud-Schnittstelle konfiguriert sind; und die Cloud-Datenzugriffsanforderungen über die Cloud-Schnittstelle an die eine oder die mehreren Cloud-Speicherreinheiten zu übertragen.

15. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 14, wobei das durch einen Computer lesbare Programm des Weiteren konfiguriert ist, um den Prozessor zu veranlassen, der Cloud-Datenzugriffsanforderung ein erstes Dienstniveau, ein zweites Dienstniveau oder ein drittes Dienstniveau zuzuweisen, wobei das erste Dienstniveau höhere Latenzen und einen geringen Durchsatz als das zweite und dritte Dienstniveau und das zweite Dienstniveau höhere Latenzen und einen geringeren Durchsatz als das dritte Dienstniveau hat.

16. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 15, wobei das durch einen Computer lesbare Programm des Weiteren konfiguriert ist, um den Prozessor zu veranlassen, als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt und der Datenzugriffsanforderung zugehörige Daten komprimierbar sind, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das erste Dienstniveau zuzuweisen.

17. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 15, wobei das durch einen Computer lesbare Programm des Weiteren konfiguriert ist, um den Prozessor zu veranlassen, als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt und der Datenzugriffsanforderung zugehörige Daten nicht komprimierbar sind, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das zweite Dienstniveau zuzuweisen.

18. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 15, wobei das durch einen Computer lesbare Programm des Weiteren konfiguriert ist, um den Prozessor zu veranlassen, als Reaktion auf ein Ermitteln, dass eine Dienstniveaueinbarung eine Dienstgüte über einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt oder eine Eingabe/Ausgabe-Datenrate über einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das dritte Dienstniveau zuzuweisen.

19. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 14, wobei das durch einen Computer lesbare Programm des Weiteren konfiguriert ist, um den Prozessor zu veranlassen, die virtuellen lokalen Adressen zu gruppieren, um eine Mehrzahl von virtuellen lokalen RAID-Anordnungen zu erzeugen, wobei jede aus der Mehrzahl von virtuellen lokalen RAID-Anforderungen eine andere Größe aufweist.

20. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 14, wobei das durch einen Computer lesbare Programm des Weiteren konfiguriert ist, um den Prozessor zu veranlassen, lokale Datenzugriffsanforderungen für die eine oder die mehreren virtuellen lokalen RAID-Anordnungen entsprechend den Anforderungen einer Anwendungsprogrammschnittstelle (API) der Cloud-Schnittstelle in Cloud-Datenzugriffsanforderungen umzuwandeln.

21. Datenverarbeitungseinheit, aufweisend:
einen Netzwerkadapter, der konfiguriert ist, um die Datenverarbeitungseinheit über ein Netzwerk mit einer oder mehreren Cloud-Speichereinheiten kommunikativ zu koppeln;
ein Speichermedium, das konfiguriert ist, um Daten zu speichern; und
einen Prozessor, der mit dem Netzwerkadapter und dem Speichermedium kommunikativ gekoppelt ist, wobei der Prozessor konfiguriert ist, um:
Speicherplatz in einer oder mehreren Cloud-Speichereinheiten über eine Anwendungsprogrammschnittstelle (API) zuzuordnen, die der einen oder den mehreren Cloud-Speichereinheiten zugehörig ist;
eine Abbildtabelle zu erzeugen, die den zugeordneten Speicherplatz auf entsprechende virtuelle lokale Adressen abbildet und die virtuellen lokalen Adressen gruppert, um aus dem zugeordneten Speicherplatz in der einen oder den mehreren Cloud-Speichereinheiten eine oder mehrere virtuelle lokale Speicherbänke zu erzeugen, wobei die Abbildtabelle in dem Speichermedium gespeichert ist;
Datenzugriffsanforderungen für die eine oder die mehreren virtuellen lokalen Speicherbänke in Cloud-Datenzugriffsanforderungen umzuwandeln, die für die API konfiguriert sind, die der einen oder den mehreren Cloud-Speichereinheiten zugehörig ist; und
die Cloud-Datenzugriffsanforderungen über die API, die der einen oder den mehreren Cloud-Speichereinheiten zugehörig ist, an die eine oder die mehreren Cloud-Speichereinheiten zu übertragen.

22. Datenverarbeitungseinheit nach Anspruch 21, wobei der Prozessor des Weiteren konfiguriert ist, um der Cloud-Datenzugriffsanforderung zumindest teilweise auf Grundlage einer Komprimierbarkeit von Daten, die der Cloud-Datenzugriffsanforderung zugehörig sind, einer Eingabe/Ausgabe-Datenrate, die der einen oder den mehreren virtuellen lokalen Speicherbänken zugehörig ist, und einer Dienstgütevereinbarung ein erstes Dienstniveau, ein zweites Dienstniveau oder ein drittes Dienstniveau zuzuweisen.

23. Datenverarbeitungseinheit nach Anspruch 22, wobei der Prozessor des Weiteren konfiguriert ist, um als Reaktion auf ein Ermitteln, dass die Dienstniveauvereinbarung eine Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, die Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt und die der Datenzugriffsanforderung zugehörigen Daten komprimierbar sind, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das erste Dienstniveau zuzuweisen.

24. Datenverarbeitungseinheit nach Anspruch 22, wobei der Prozessor des Weiteren konfiguriert ist, um als Reaktion auf ein Ermitteln, dass die Dienstniveauvereinbarung eine Dienstgüte unter einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt, die Eingabe/Ausgabe-Datenrate unter einem zweiten vordefi-

nierten Schwellenwert liegt und die der Datenzugriffsanforderung zugehörige Daten nicht komprimierbar sind, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das zweite Dienstniveau zuzuweisen.

25. Datenverarbeitungseinheit nach Anspruch 22, wobei der Prozessor des Weiteren konfiguriert ist, um als Reaktion auf ein Ermitteln, dass die Dienstniveauvereinbarung eine Dienstgüte über einem ersten vordefinierten Schwellenwert angibt oder die Eingabe/Ausgabe-Datenrate über einem zweiten vordefinierten Schwellenwert liegt, der Cloud-Datenzugriffsanforderung das dritte Dienstniveau zuzuweisen.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

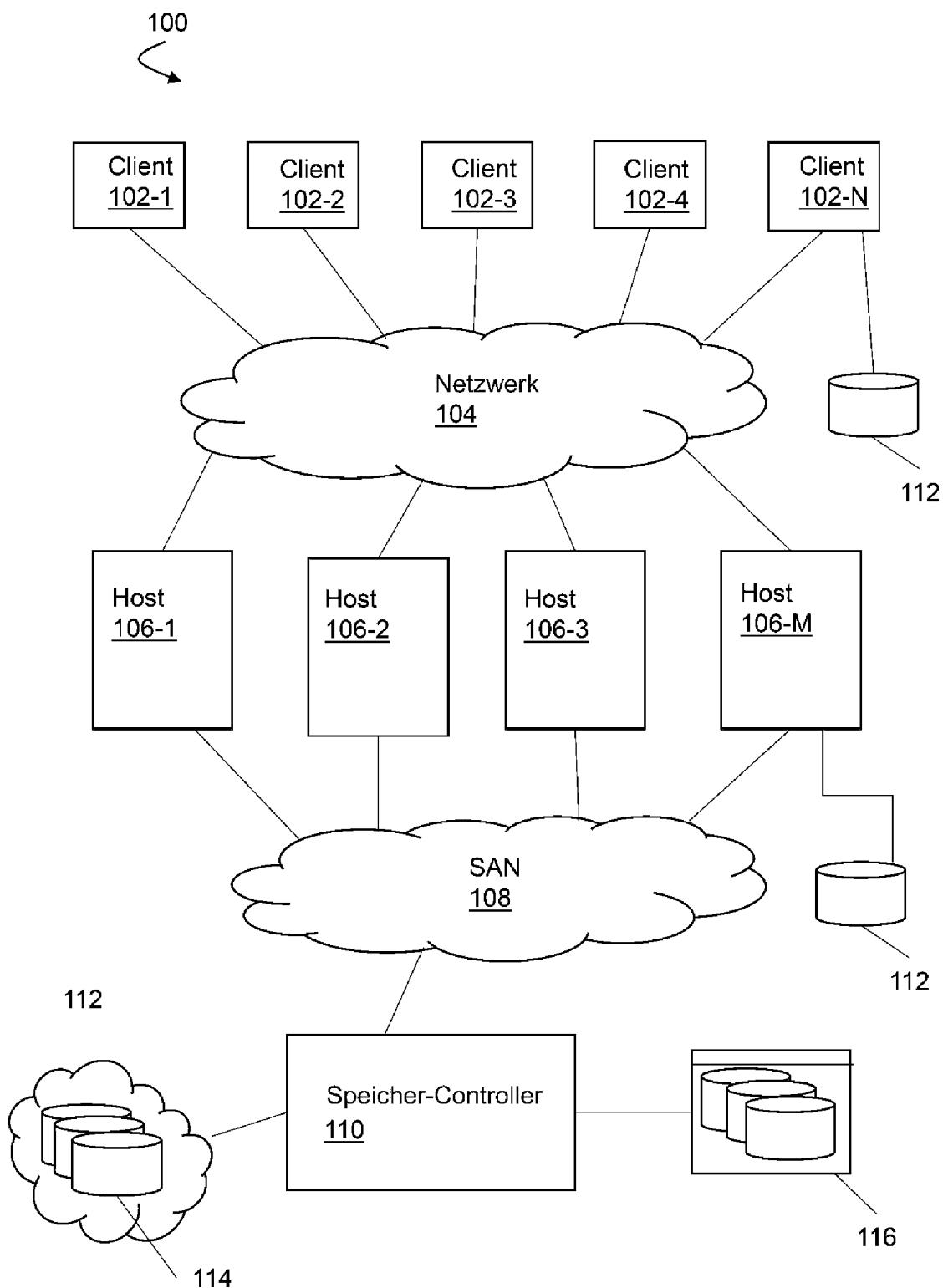
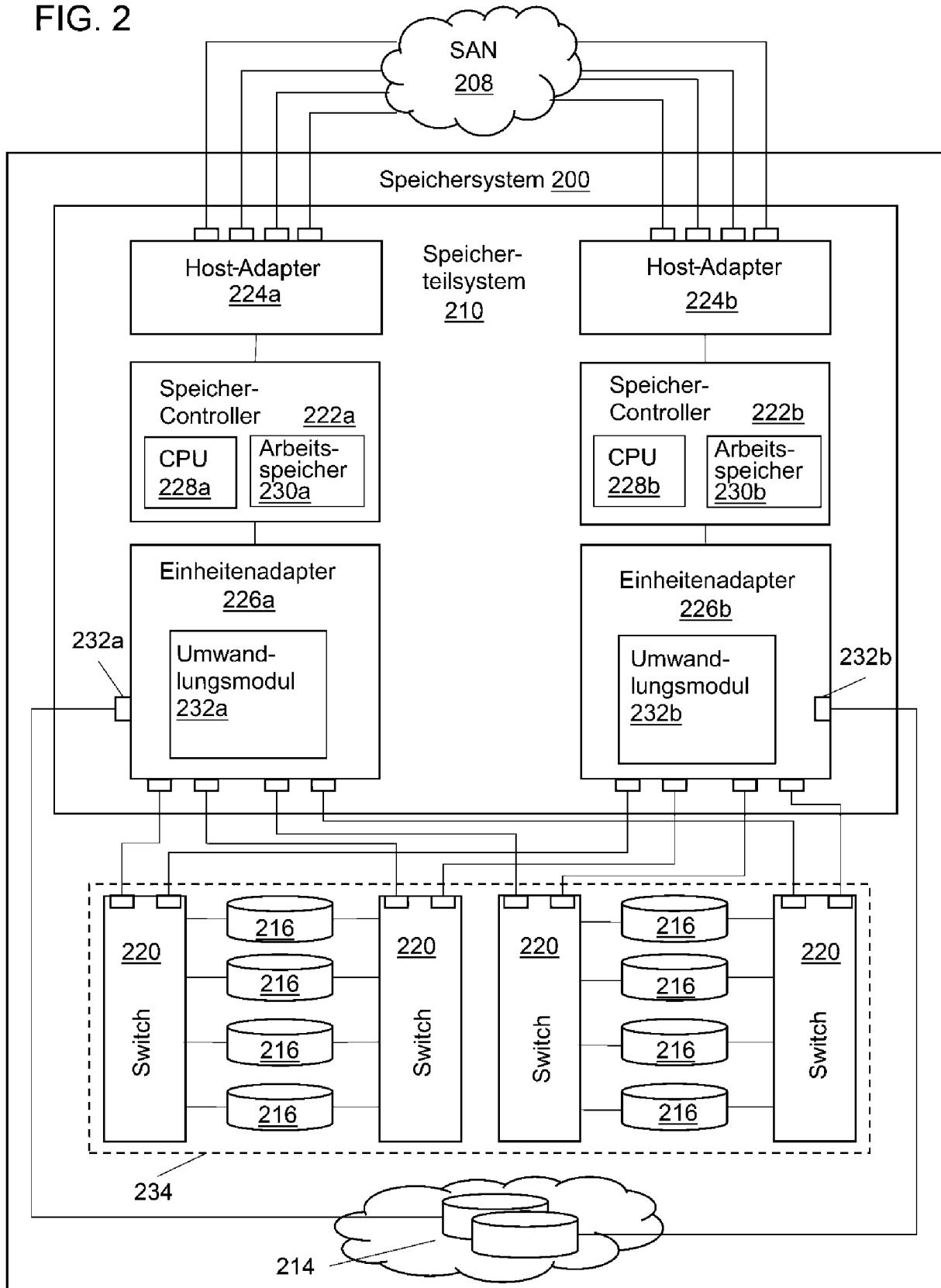


FIG. 1

FIG. 2



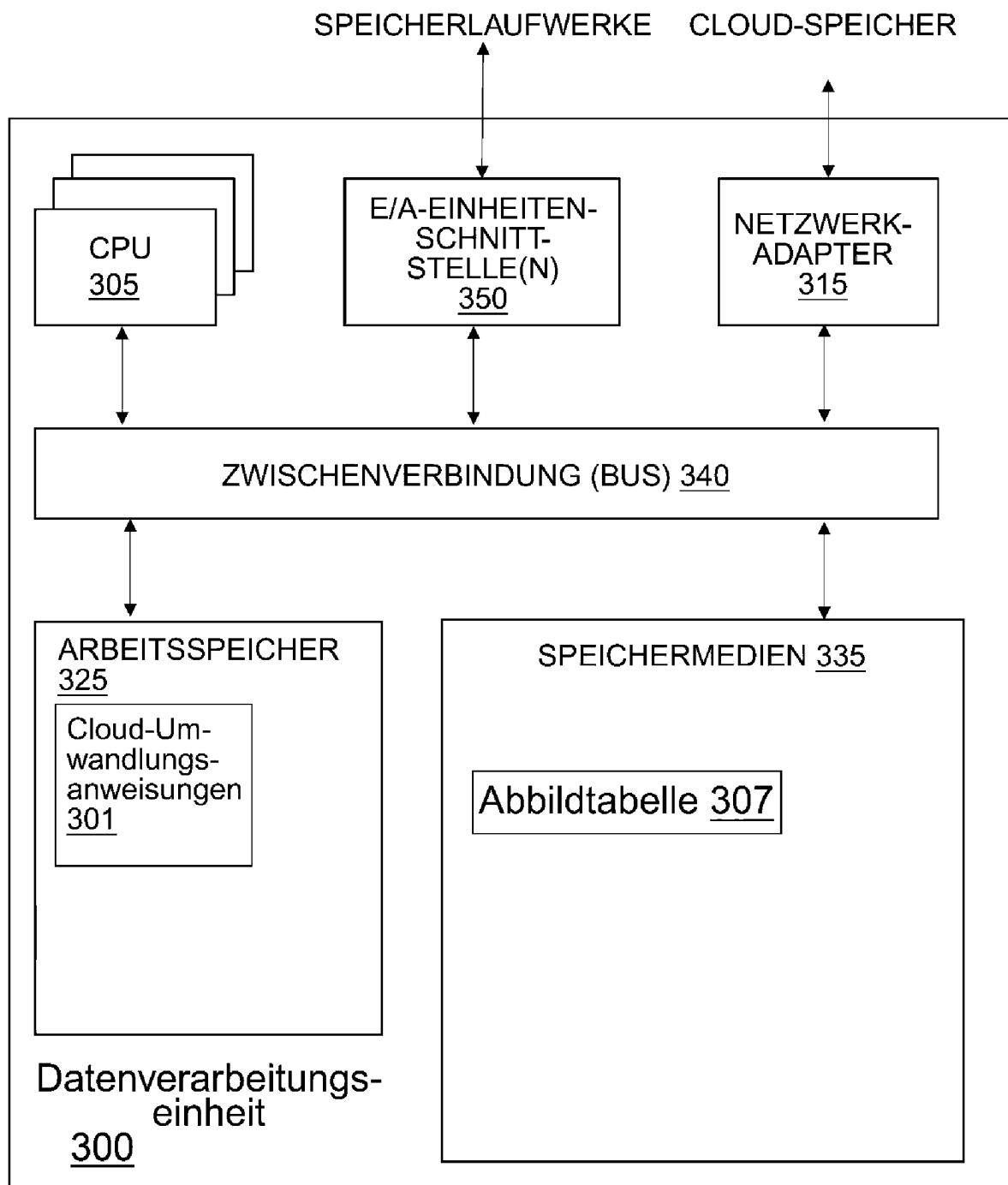


FIG. 3

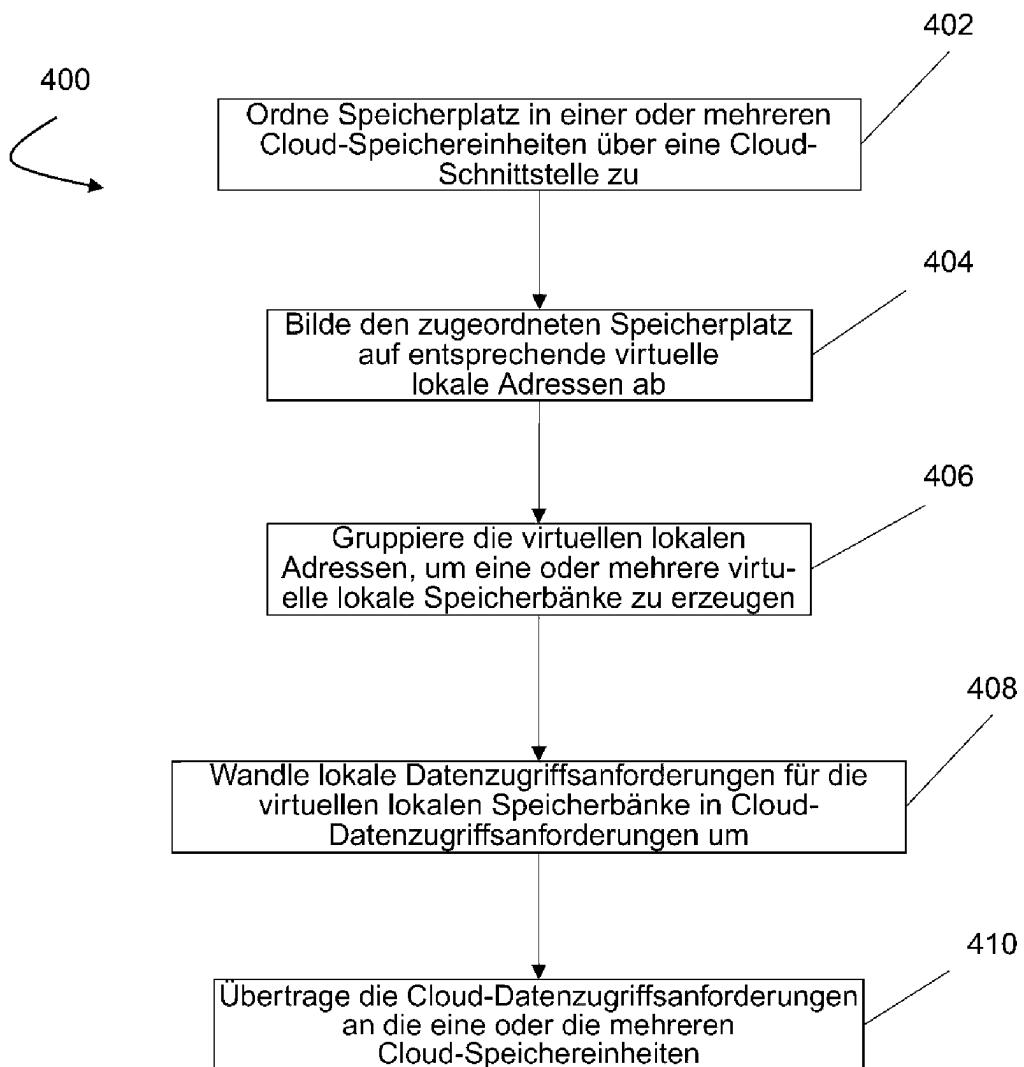


FIG. 4