



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 125 060.9**

(22) Anmeldetag: **18.09.2019**

(43) Offenlegungstag: **18.06.2020**

(51) Int Cl.: **G06F 12/16 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
16/223,041 **17.12.2018** **US**

(74) Vertreter:
Mewburn Ellis LLP, 80333 München, DE

(71) Anmelder:
Western Digital Technologies, Inc., San Jose, CA, US

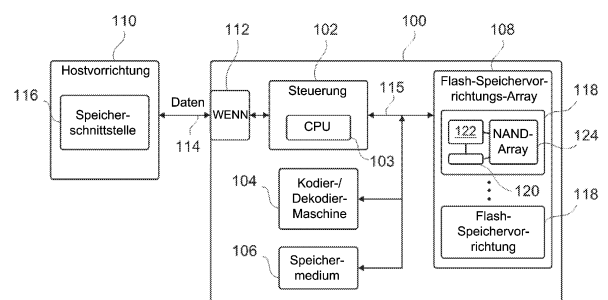
(72) Erfinder:
Sarkar, Jay, San Jose, CA, US; Peterson, Cory, San Jose, CA, US

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **DATENSPEICHERSYSTEME UND VERFAHREN ZUM AUTONOMEN ANPASSEN DER LEISTUNG, KAPAZITÄT UND/ODER DER BETRIEBSANFORDERUNGEN EINES DATENSPEICHERSYSTEMS**

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung, Medien, Verfahren und Systeme für Datenspeichersysteme und Verfahren zum autonomen Anpassen der Leistung, Lebensdauer, Kapazität und/oder Betriebsanforderungen von Datenspeichersystemen. Ein Datenspeichersystem kann eine Steuerung und eine oder mehrere nichtflüchtige Speichervorrichtungen umfassen. Die Steuerung ist dazu eingerichtet, eine Kategorie für eine Arbeitslast von einer oder mehreren Operationen zu bestimmen, die vom Datenspeichersystem unter Verwendung eines maschinell gelernten Modells verarbeitet werden. Die Steuerung ist dazu eingerichtet, eine erwartete Beeinträchtigung der einen oder mehreren nichtflüchtigen Speichervorrichtungen zu bestimmen. Die Steuerung ist dazu eingerichtet, basierend auf der erwarteten Beeinträchtigung und einer tatsächlichen Nutzung von physischem Speicher des Datenspeichersystems durch ein Host-System eine Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems einzustellen.



Beschreibung

HINTERGRUND

[0001] Eine breite Palette von Datenspeichersystemen kommt im Allgemeinen in einem Rechenzentrum und anderen Computeranordnungen zur Anwendung. Solche Datenspeichersysteme müssen im Allgemeinen bestimmte betriebliche Anforderungen, wie Leistung und Betriebssicherheit über die Betriebsdauer, erfüllen. Während jedes Datenspeichersystem für eine erwartete Nutzung eingerichtet werden kann, kann die tatsächliche Nutzung während des Betriebs der Datenspeichersysteme von der erwarteten Nutzung abweichen. Daher kann zwischen Leistung und Erwartung eine Diskrepanz bestehen und/oder die Betriebsdauer der Datenspeichersysteme kann schneller als erwartet beeinträchtigt werden und das Risiko erhöhen, dass bestimmte Datenspeichersysteme mit beeinträchtigter Leistung arbeiten oder offline genommen werden. Darüber hinaus kann die Erfüllung der betrieblichen Anforderungen und Spezifikationen schwieriger werden.

[0002] Die im Hintergrundabschnitt vorgesehene Beschreibung sollte nicht als Stand der Technik angenommen werden, lediglich weil sie in dem Hintergrundabschnitt erwähnt wird oder diesem zugeordnet ist. Der Hintergrundabschnitt kann Informationen einschließen, die einen oder mehrere Aspekte der vorliegenden Technologie beschreiben, und die Beschreibung in diesem Abschnitt schränkt die Erfindung nicht ein.

Figurenliste

Fig. 1 veranschaulicht eine beispielhafte Grafik (Diagramm), die die Überlebens- und Ausfallwahrscheinlichkeit von Datenspeichersystemen auf der Grundlage von Arbeitslasten mit hoher und niedriger Entropie gemäß veranschaulichender Implementierungen darstellt.

Fig. 2 veranschaulicht eine beispielhafte Grafik (Diagramm), die eine Reihe von Datenspeichersystemen einer Population von Datenspeichersystemen gemäß veranschaulichender Implementierungen darstellt, die, nachdem sie der gleichen Dauer von Arbeitslasten mit hoher und niedriger Entropie ausgesetzt waren, überlebt haben und ausgefallen sind.

Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das Komponenten eines Datenspeichersystems gemäß veranschaulichender Implementierungen darstellt.

Fig. 4 ist ein Flussdiagramm eines beispielhaften Verfahrens zum Trainieren von Datenspeichersystemen, um eine Kategorie von Arbeitslast gemäß veranschaulichender Implementierungen zu klassifizieren.

Fig. 5 ist ein Flussdiagramm eines beispielhaften Verfahrens zum Einstellen von physischem Speicherplatz, der einem Host-System gemäß veranschaulichenden Implementierungen zur Verfügung steht.

[0003] Bei einer oder mehreren Implementierungen können nicht alle der dargestellten Komponenten in jeder Figur erforderlich sein, und eine oder mehrere Implementierungen können zusätzliche Komponenten einschließen, die in einer Figur nicht gezeigt sind. Variationen in der Anordnung und dem Typ der Komponenten können vorgenommen werden, ohne vom Umfang der vorliegenden Offenbarung abzuweichen. Zusätzliche Komponenten, unterschiedliche Komponenten oder weniger Komponenten können innerhalb des Umfangs der vorliegenden Offenbarung verwendet werden.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0004] Die nachstehend dargelegte detaillierte Beschreibung ist als eine Beschreibung verschiedener Konfigurationen der vorliegenden Offenbarung gedacht und soll nicht die einzigen Konfigurationen darstellen, in denen die vorliegende Offenbarung in der Praxis umgesetzt werden kann. Die beigefügten Zeichnungen sind in dieses Dokument integriert und Bestandteil der detaillierten Beschreibung. Die detaillierte Beschreibung beinhaltet spezifische Details, um ein gründliches Verständnis der vorliegenden Offenbarung zu ermöglichen. Jedoch wird für Fachleute offensichtlich sein, dass die vorliegende Offenbarung ohne diese spezifischen Details in der Praxis umgesetzt werden kann. In einigen Fällen sind Strukturen und Komponenten in Blockdiagrammform gezeigt, um zu vermeiden, dass die Konzepte der vorliegenden Offenbarung unklar werden. Gleiche Komponenten sind zum leichteren Verständnis mit identischen Elementnummern gekennzeichnet.

[0005] Die vorliegende Beschreibung bezieht sich im Allgemeinen auf Datenspeichersysteme und insbesondere auf, beispielsweise ohne Einschränkung, Datenspeichersysteme und Verfahren zum autonomen Anpassen der Leistung, Kapazität und/oder der Betriebsanforderungen eines Datenspeichersystems. Rechenzentren implementieren im Allgemeinen eine große Anzahl von Datenspeichersystemen, die unterschiedliche Leis-

tungs- und/oder Betriebsdauieranforderungen und -spezifikationen erfüllen müssen. Solche Datenspeichersysteme beinhalten Solid-State-Laufwerke, FastNAND, Phasenwechselspeicher, resistiven Direktzugriffsspeicher, Computerspeicher und/oder dergleichen. Die Betriebssicherheit über die Betriebsdauer und Leistung von Datenspeichersystemen innerhalb der betrieblichen Anforderungen und Spezifikationen der Datenspeichersysteme können vom Durchsatz der Daten, die auf einem Datenspeichersystem gespeichert sind, und/oder dem Entropiegrad der auf einem Datenspeichersystem gespeicherten Daten abhängig sein. In einigen Implementierungen kann sich der Datendurchsatz auf die Menge der Daten beziehen, die pro Zeiteinheit auf ein Datenspeichersystem übertragen und/oder in diesem gespeichert werden, beispielsweise in Einheiten von Megabyte pro Sekunde (MB/s) oder Ein-/Ausgabeoperationen pro Sekunde (Input Output Operations per second - IOPs). In einigen Implementierungen kann der Durchsatz eines Datenspeichersystems in Programmier-/Löschzyklen oder in durchschnittlich pro Zeiteinheit verbrauchten Programmier-/Löschzyklen angegeben werden. In einigen Implementierungen kann sich der Entropiegrad der Daten darauf beziehen, wie viel von den Daten, die aus dem oder in das Datenspeichersystem gelesen oder geschrieben werden, sequenzielle Adressen aufweisen und/oder wie viel von den Daten mit zufälligen Adressen gelesen oder geschrieben werden.

[0006] Ein Beispiel für den Zusammenhang zwischen dem Entropiegrad der in Datenspeichersysteme geschriebenen Daten und der damit verbundenen Wahrscheinlichkeit, mit der und dem Prozentsatz, zu dem solche Datenspeichersysteme aufgrund der jeweiligen Belastung durch die Arbeitslast ausfallen oder überleben, ist in den **Fig. 1** und **Fig. 2** grafisch dargestellt.

[0007] **Fig. 1** veranschaulicht eine Population oder einen Satz von Datenspeichersystemen, die nach der Verarbeitung von Daten-Arbeitslasten mit hohen und niedrigen Entropiegraden allmählich ausgefallen sind oder überlebt haben. In einigen Implementierungen kann eine Arbeitslast mit hohem Entropiegrad eine zufällige Arbeitslast sein, bei der Daten, die aus den Datenspeichersystemen gelesen oder in diese geschrieben werden, in zufällig adressierten Speicherblöcken über den Pool von in einem Datenspeichersystem verfügbaren Speicherblöcke gespeichert werden. In einigen Implementierungen kann eine Arbeitslast mit niedrigem Entropiegrad eine sequenzielle Arbeitslast sein, bei der Daten, die aus Datenspeichersystemen gelesen oder in diese geschrieben werden, in zusammenhängend adressierten Speicherblöcken über den Pool von in einem Datenspeichersystem verfügbaren Speicherblöcke gespeichert werden. Der Unterschied zwischen den von der Population oder dem Satz von Datenspeichersystemen verarbeiteten Arbeitslasten wird in **Fig. 2** dargestellt veranschaulicht eine Population oder einen Satz von Datenspeichersystemen, die nach dem Verarbeiten von Daten-Arbeitslasten mit einem hohen vs. niedrigen Entropiegrad ausgefallen sind oder überlebt haben.

[0008] Wie aus **Fig. 1** und **Fig. 2** ersichtlich, beeinflusst der Entropiegrad einer Arbeitslast, die von einem Datenspeichersystem verarbeitet wird, die Wahrscheinlichkeit, dass die Datenspeichersysteme ausfallen oder überleben. Wie beispielsweise in **Fig. 1** ersichtlich, fallen die Datenspeichersysteme, die einer Arbeitslast mit hoher Entropie ausgesetzt sind, früher und zu einem größeren Bruchteil aus als diejenigen, die einer Arbeitslast mit niedriger Entropie ausgesetzt sind. Ebenso, wie in **Fig. 2** ersichtlich, überleben mehr Datenspeichersysteme, die eine Arbeitslast mit geringer Entropie verarbeiten, als die Datenspeichersysteme, die eine Arbeitslast mit hoher Entropie verarbeiten. Die Datenspeichersysteme, die Arbeitslasten mit niedriger Entropie verarbeiten, können länger überleben als die Datenspeichersysteme, die Arbeitslasten mit hoher Entropie verarbeiten, und wie in **Fig. 2** zu sehen ist, überlebt ein größerer Anteil der Datenspeichersysteme, die eine Arbeitslast mit niedriger Entropie verarbeiten, als der Datenspeichersysteme, die eine Arbeitslasten mit hoher Entropie verarbeiten.

[0009] Datenspeichersysteme, die in Umgebungen mit hohem Durchsatz wie Rechenzentren, eingesetzt werden, verarbeiten Arbeitslasten verschiedener Entropiegrade. Dementsprechend variiert die Belastung jedes der Datenspeichersysteme über seine Lebensdauer, was sich gravierend auf die Leistung und Betriebsdauer der Datenspeichersysteme auswirken kann und dazu führen kann, dass die Datenspeichersysteme gegen die betrieblichen Anforderungen und/oder Spezifikationen verstoßen. Solche Datenspeichersysteme verfügen jedoch nicht über ausreichende - wenn überhaupt - Techniken oder Verfahren, die es den Datenspeichersystemen proaktiv ermöglichen können, die Verarbeitungsfähigkeit der Datenspeichersysteme dynamisch anzupassen, um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass die Datenspeichersysteme die betrieblichen Anforderungen und/oder Spezifikationen (z. B. Garantiespezifikationen) erfüllen und sich an diese anzupassen.

[0010] Eine oder mehrere Implementierungen der gegenständlichen Technologie richten sich auf Techniken und Verfahren, die die Verarbeitungsfähigkeit von Datenspeichersystemen dynamisch anpassen, um die Leistung und/oder Betriebsdauer der Datenspeichersysteme zu verbessern. Hierin werden Techniken und Verfahren beschrieben, die es Datenspeichersystemen ermöglichen, eine Menge an physischem Speicherplatz eines Datenspeichersystems, das einem Host-System zur Verfügung steht, das kommunikativ mit dem Datenspei-

chersystem gekoppelt ist, einzustellen. Wie hierin beschrieben, sind die Datenspeichersysteme dazu eingerichtet, eine Menge an physischem Speicherplatz, der dem Host-System zur Verfügung steht, basierend auf einem oder mehreren Faktoren, wie beispielsweise einer Kategorie oder einem Typ von Arbeitslast, die vom Datenspeichersystem verarbeitet wird, einer erwarteten Beeinträchtigungswirkung auf das Datenspeichersystem, einer Nutzungshistorie des physischen Speicherplatzes des Datenspeichersystems durch ein Host-System und dergleichen, einzustellen.

[0011] Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das beispielhafte Komponenten eines Datenspeichersystems **100** gemäß einem oder mehreren Aspekten der gegenständlichen Technologie darstellt. Das Datenspeichersystem **100** schließt unter anderem die Steuerung **102**, die Codier-/Decodier-Maschine **104**, das Speichermedium **106** und das nichtflüchtige Speichervorrichtungs-Array **108** ein. Wie in Fig. 3 dargestellt, kann das Datenspeichersystem **100** mit einer Host-Vorrichtung **110** über die Host-Schnittstelle **112** verbunden sein.

[0012] Die Steuerung **102** kann mehrere interne Komponenten (nicht gezeigt), wie einen oder mehrere Prozessoren **103**, einen Nur-Lese-Speicher, eine nichtflüchtige Komponentenschnittstelle (beispielsweise einen Multiplexer zum Verwalten von Befehls- und Datentransport entlang einer Verbindung zu dem nichtflüchtigen Speichervorrichtungs-Array **108**), eine E/A-Schnittstelle, eine Fehlerkorrekturschaltung und dergleichen, beinhalten. Ein Prozessor der Steuerung **102** kann den Betrieb der Komponenten in der Datenspeichersteuerung **102** überwachen und steuern. Der Prozessor und/oder die Steuerung **102** können ein Mehrkernprozessor, ein Allzweck-Mikroprozessor, ein Mikrocontroller, ein digitaler Signalprozessor (DSP), ein anwendungsspezifischer integrierter Schaltkreis (ASIC), eine anwenderprogrammierbare Gatteranordnung (Field Programmable Gate Array, FPGA), ein programmierbarer Logikbaustein (PLD), eine Steuerung, eine Zustandsmaschine, ein Logikgatter, einzelne Hardwarekomponenten oder eine Kombination der Vorstehenden sein. In einigen Implementierungen können eines oder mehrere Elemente der Steuerung **102** in einem einzelnen Chip integriert sein. In einigen Implementierungen können die Elemente in zwei oder mehr einzelnen Komponenten implementiert sein.

[0013] Die Steuerung **102** kann einen Code oder Anweisungen ausführen, um die hierin beschriebenen Operationen und Funktionen durchzuführen. Zum Beispiel kann die Steuerung **102** Operationen zum Verwalten von Anforderungsfluss- und Adressenabbildungen durchführen, Berechnungen durchführen und Befehle erzeugen. Eine oder mehrere Sequenzen von Anweisungen können als Firmware in Speicher in der Steuerung **102** gespeichert sein. Eine oder mehrere Sequenzen von Anweisungen können Software sein, die von dem Speichermedium **106** und dem nichtflüchtigen Speichervorrichtungs-Array **108** gespeichert und gelesen wird oder von der Host-Vorrichtung **110** empfangen wird (zum Beispiel über die Host-Schnittstelle **112**). Das Speichermedium **106** und das nichtflüchtige Speichervorrichtungs-Array **108** beinhalten Beispiele von maschinen- oder computerlesbaren Medien, auf denen Anweisungen/Codes, die durch die Steuerung **102** ausführbar sind, gespeichert werden können. Die Begriffe maschinen- oder computerlesbare Medien können allgemein jedes materielle und nichtflüchtige Medium oder jeden Datenträger bezeichnen, das/der verwendet wird, um Anweisungen an die Steuerung **102** bereitzustellen, einschließlich sowohl flüchtiger Medien, wie beispielsweise einem dynamischen Speicher, der für Speichermedien oder für Puffer in der Steuerung **102** verwendet wird, als auch nichtflüchtige Medien, wie elektronische Medien, optische Medien und magnetische Medien. Die hierin beschriebenen Operationen und Funktionen können auch unter Verwendung zum Beispiel von logischen Schaltungen in Hardware oder einer Kombination von Hardware und Software/Firmware implementiert sein.

[0014] Nach einigen Aspekten stellt das Speichermedium **106** den flüchtigen Speicher dar, der zum temporären Speichern von Daten und Informationen verwendet wird, die dazu dienen, das Datenspeichersystem **100** zu verwalten. Nach Aspekten der vorliegenden Offenbarung ist das Speichermedium **106** ein Speicher mit wahlfreiem Zugriff (RAM), wie ein RAM mit doppelter Datenrate (DDR). Andere Typen von RAM können auch verwendet werden, um das Speichermedium **106** zu implementieren. Das Speichermedium **106** kann unter Verwendung eines einzelnen RAM-Moduls oder mehrerer RAM-Module implementiert werden. Während das Speichermedium **106** als von der Steuerung **102** verschieden dargestellt ist, versteht es sich, dass das Speichermedium **106** in die Steuerung **102** integriert sein kann, ohne vom Umfang der vorliegenden Offenbarung abzuweichen. Alternativ kann das Speichermedium **106** ein nichtflüchtiger Speicher sein, wie eine Magnetplatte, ein Flash-Speicher, ein Peripherie-SSD und dergleichen.

[0015] Die Host-Schnittstelle **112** kann mit der Host-Vorrichtung **110** gekoppelt werden, um Daten von der Host-Vorrichtung **110** zu empfangen und Daten an diese zu senden. Die Host-Schnittstelle **112** kann sowohl elektrische als auch physische Verbindungen enthalten, um die Host-Vorrichtung **110** betriebsmäßig mit der Steuerung **102** zu koppeln. Die Host-Schnittstelle **112** kann Daten, Adressen und Steuersignale zwischen der Host-Vorrichtung **110** und der Steuerung **102** kommunizieren. Auf diese Weise kann die Steuerung **102**, als

Reaktion auf einen Schreibbefehl von der Host-Vorrichtung **110**, von der Host-Vorrichtung **110** empfangene Daten im nichtflüchtigen Speichervorrichtungs-Array **108** speichern und im nichtflüchtigen Speichervorrichtungs-Array **108** gespeicherte Daten lesen und die gelesenen Daten, als Reaktion auf einen Lesebefehl von der Host-Vorrichtung **110**, über die Host-Schnittstelle **112** an die Host-Vorrichtung **110** übertragen.

[0016] Host-Vorrichtung **110** stellt jede Vorrichtung dar, die mit dem Datenspeichersystem **100** gekoppelt werden kann und Daten in dem Datenspeichersystem **100** speichert. Die Host-Vorrichtung **110** kann ein Rechen-system, wie ein Personalcomputer, ein Server, eine Workstation, ein Laptop-Computer, ein PDA, ein Smartphone und dergleichen, sein. Alternativ kann die Host-Vorrichtung **110** eine elektronische Vorrichtung, wie eine Digitalkamera, ein digitaler Audioplayer, ein digitaler Videorecorder und dergleichen, sein.

[0017] Wie weiterhin in **Fig. 3** dargestellt, können die Host-Vorrichtung **110** und das Datenspeichersystem **100** über einen Bus **114** miteinander kommunizieren. Der Bus kann geeignete Schnittstellenstandards verwenden, einschließlich, aber nicht beschränkt auf: Serial Advanced Technology Attachment (SATA), Advanced Technology Attachment (ATA), Small Computer System Interface (SCSI), PCI-extended (PCI-X), Fiber-Channel-Technologie, Serial Attached SCSI (SAS), Secure Digital (SD), Embedded Multi-Media Card (EMMC), Universal Flash Storage (UFS) und Peripheral Component Interconnect Express (PCIe). Gemäß einigen Aspekten kann das Datenspeichersystem **100** Stifte (oder eine Buchse) einschließen, um sich mit einer entsprechenden Buchse (oder Stiften) auf der Host-Vorrichtung **110** zu verbinden, um eine elektrische und physikalische Verbindung herzustellen.

[0018] Die Steuerung kann einen internen Systembus **115** einschließen. Der Systembus **115** kann eine Kombination aus einem Steuerbus, Adressbus und Datenbus einschließen und die Komponenten der Steuerung **102** (z. B. einen darin befindlichen Prozessor und/oder Speicher) mit anderen Komponenten des Datenspeichersystems **100** verbinden, einschließlich der Kodier-/Dekodier-Maschine **104**, des Speichermediums **106**, des nichtflüchtigen Speichervorrichtungs-Arrays **108** und der Host-Schnittstelle **112**. Daten werden zwischen den verschiedenen Komponenten über den Systembus **115** übertragen. Der Systembus **115** kann sich teilweise außerhalb und teilweise innerhalb der Steuerung **102** befinden.

[0019] Die Host-Vorrichtung **110** und das Datenspeichersystem **100** können über eine verdrahtete oder drahtlose Verbindung miteinander kommunizieren und können lokal oder entfernt voneinander sein. Nach einem oder mehreren anderen Aspekten beinhaltet das Datenspeichersystem **100** (oder die Host-Schnittstelle **112**) einen drahtlosen Transceiver, um das Host-Gerät **110** und das Datenspeichersystem **100** in drahtlose Kommunikation miteinander zu bringen.

[0020] Die Steuerung **102** kann Daten und/oder Speicherzugriffsbefehle von einem Speicherschnittstellenmodul **116** (z. B. einem Gerätetreiber) der Host-Vorrichtung **110** empfangen. Von der Speicherschnittstelle **116** kommunizierte Speicherzugriffsbefehle können von dem Host-System **110** ausgegebene Schreib- und Lesebefehle beinhalten. Lese- und Schreibbefehle können eine logische Adresse (z. B. logische Blockadressen oder LBAs) vorgeben, die verwendet wird, um auf Daten zuzugreifen, die in dem Datenspeichersystem **100** gespeichert sind. Die Steuerung **102** kann Befehle in dem nichtflüchtigen Speichervorrichtungs-Array **108** als Reaktion auf Befehle ausführen, die von dem Speicherschnittstellenmodul **116** empfangen werden.

[0021] Das nichtflüchtige Speichervorrichtungs-Array **108** kann mehrere nichtflüchtige Speichervorrichtungen **118** einschließen. Eine nichtflüchtige Speichervorrichtung **118** stellt eine nichtflüchtige Speichervorrichtung zum Speichern von Daten dar. Gemäß Aspekten der vorliegenden Technologie schließt die nichtflüchtige Speichervorrichtung **118** beispielsweise einen NAND-Flash-Speicher ein. Jede nichtflüchtige Speichervorrichtung **118** kann einen einzelnen nichtflüchtigen Speicherchip oder ein -Modul beinhalten, oder sie kann mehrere nichtflüchtige Speicherchips oder -Module beinhalten. Zum Beispiel können in einem nichtflüchtigen Speichervorrichtungs-Array **108** einige der nichtflüchtigen Speichervorrichtungen **118** ein nichtflüchtiges Modul aufweisen, während andere mehr als ein nichtflüchtiges Modul aufweisen können. Die nichtflüchtige Speichervorrichtung **118** ist nicht auf irgendeine bestimmte Kapazität oder Konfiguration beschränkt. Zum Beispiel können die Anzahl physischer Blöcke, die Anzahl physischer Seiten pro physischem Block, die Anzahl von Sektoren pro physischer Seite und die Größe der Sektoren innerhalb des Umfangs der vorliegenden Technologie variieren.

[0022] Die nichtflüchtigen Speichervorrichtungen **118** können in mehreren Kanälen angeordnet sein, wobei jeder Kanal eine oder mehrere nichtflüchtige Speichervorrichtungen **118** aufweist. Eine nichtflüchtige Speichervorrichtung **118** kann eine oder mehrere nichtflüchtige Speicherschnittstellen (nicht dargestellt) einschließen. Jede nichtflüchtige Speicherschnittstelle verbindet die Steuerung **102** über einen entsprechenden Kanal mit einer der nichtflüchtigen Speichervorrichtungen. Jeder der Kanäle (nicht dargestellt) kann unter Verwendung

von einem oder mehreren physischen E/A-Bussen implementiert werden, die zwischen einer der nichtflüchtigen Speicherschnittstellen und der/den entsprechenden nichtflüchtigen Vorrichtung(en) gekoppelt sind. Jeder Kanal ermöglicht der entsprechenden nichtflüchtigen Speicherschnittstelle, Lese-, Schreib- und/oder Löschbefehle an die entsprechende nichtflüchtige(n) Speichervorrichtung(en) zu senden. Jede nichtflüchtige Speicherschnittstelle kann ein Register (z. B. ein First-In-First-Out- (FIFO) -Register) beinhalten, das Lese-, Schreib- und/oder Löschbefehle von der Steuerung **102** für die entsprechende nichtflüchtige Speichervorrichtung in einer Warteschlange anordnet. Obwohl sich der Begriff „Kanal“, wie vorstehend verwendet, auf den Bus bezieht, der zwischen einer nichtflüchtigen Speicherschnittstelle und der entsprechenden nichtflüchtigen Speichervorrichtung gekoppelt ist, kann sich der Begriff „Kanal“ auch auf die entsprechende nichtflüchtige Speichervorrichtung beziehen, die durch einen Bus (z. B. den Systembus **115**) adressierbar ist.

[0023] Die nichtflüchtige Speichervorrichtung **118** kann über eine Standardschnittstellenspezifikation verfügen. Dieser Standard stellt sicher, dass Chips von mehreren Herstellern austauschbar verwendet werden können. Die Schnittstelle der nichtflüchtigen Speichervorrichtung **118** kann verwendet werden, um auf interne Register **120** und eine interne nichtflüchtige Steuerung **122** zuzugreifen. Bei einigen Implementierungen können die Register **120** Adress-, Befehls- und/oder Datenregister einschließen, die intern die notwendigen Daten zu und von einem NAND-Speicherzellen-Array **124** abrufen und ausgeben. Beispielsweise kann das Speicherzellen-Array **124** einen Single-Level-Cell-(SLC)-Speicher, einen Multi-Level-Cell-(MLC)-Speicher, eine Three-Level-Cell-(TLC)-Speichervorrichtung usw. aufweisen. In einigen Aspekten kann das nichtflüchtige Speichervorrichtungs-Array **108** eine oder mehrere Hybridspeichervorrichtungen aufweisen, die in einem oder mehreren von einem SLC-, MLC- oder TLC-Modus arbeiten können. Andere Typen von nichtflüchtigem Speicher wie 3D-NAND-Flash-Speicher, FastNAND, Z-NAND, Phasenwechselspeicher, Resistiver Direktzugriffsspeicher (RRAM) und/oder dergleichen werden ebenfalls in der gegenständlichen Technologie berücksichtigt.

[0024] Ein Datenregister (z. B. von Registern **120**) kann Daten, die in dem Speicherzellen-Array **124** gespeichert werden sollen, oder Daten nach einem Abruf aus dem Speicherzellen-Array **124** beinhalten und kann außerdem zur temporären Datenspeicherung verwendet werden und/oder wie ein Puffer wirken. Ein Adressregister kann die Speicheradresse speichern, von der Daten an die Host-Vorrichtung **110** abgerufen werden, oder die Adresse, an die Daten gesendet und gespeichert werden. Nach einigen Aspekten ist ein Befehlsregister enthalten, um die Parität, die Unterbrechungssteuerung und dergleichen zu steuern. Nach einigen Aspekten ist die interne nichtflüchtige Speichersteuerung **122** über ein Steuerregister zugänglich, um das allgemeine Verhalten der nichtflüchtigen Speichervorrichtung **118** zu steuern. Die interne nichtflüchtige Steuerung **122** und/oder das Steuerregister können die Anzahl von Stoppbits, die Wortlänge, die Empfänger-Taktquelle steuern und können außerdem das Umschalten des Adressiermodus, der Paging-Steuerung, der Coprozessorsteuerung und dergleichen steuern.

[0025] Die Kodier-/Dekodier-Maschine **104** stellt eine oder mehrere Komponenten dar, die Codewörter kodieren und/oder dekodieren können, die in dem nichtflüchtigen Speichervorrichtungs-Array **108** gespeichert und/oder aus diesem gelesen werden sollen. Die Kodier-/Dekodier-Maschine **104** kann einen Kodierer und einen Dekodierer einschließen. Der Dekodierer kann einen harten Dekodierer und einen Soft-Decision-ECC-Dekodierer einschließen. Die Kodier-/Dekodier-Maschine **104** kann die von der Host-Vorrichtung **110** empfangenen Daten in Codewörter kodieren und Codewörter aus der nichtflüchtigen Speichervorrichtung **118** vor dem Senden der dekodierten Daten an den Host dekodieren. Bei einigen Implementierungen kann die Kodier-/Dekodier-Maschine **104** eine oder mehrere Speichervorrichtung(en) und/oder eine oder mehrere Verarbeitungseinheit(en) aufweisen, die verwendet werden, um eine Fehlerkorrektur durchzuführen (z. B. unter Verwendung von LDPC, BCH oder Turbo-Codes). Die Kodier-/Dekodier-Maschine **104** kann auch ein unspezifisches Informationsmodul beinhalten, das unspezifische metrische Eingaben für Kodier- und Dekodierungsoperationen bestimmt und/oder beibehält. Obwohl die Kodier-/Dekodier-Maschine **104** als von der Steuerung **102** verschieden dargestellt ist, versteht es sich, dass die Kodier-/Dekodier-Maschine **104** in die Steuerung **102** integriert sein kann, ohne vom Umfang der vorliegenden Offenbarung abzuweichen.

[0026] Die Steuerung **102** kann dazu eingerichtet sein, eine Menge an physischem Speicherplatz des Datenspeichersystems **100**, basierend auf den Ausgängen eines maschinell gelernten Moduls (nicht dargestellt), das in dem Datenspeichersystem **100** enthalten ist, dynamisch einzustellen. In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102** das maschinell gelernte Modul beinhalten. Das maschinell gelernte Modul implementiert ein maschinell gelerntes Modell, das dazu trainiert wurde, eine Kategorie oder einen Typ von Arbeitslast zu bestimmen, die vom Datenspeichersystem **100** verarbeitet werden. Das maschinell gelernte Modell kann dazu trainiert werden, die Kategorie oder den Typ von Arbeitslast basierend auf Werten der Eingangsparameter für das maschinell gelernte Modell zu bestimmen. Die Kategorie oder der Typ von Arbeitslast kann den Entropiegrad der zu verarbeitenden Daten angeben. In einigen Implementierungen kann die Arbeitslast die Verar-

beitung aller datenbezogenen Operationen beinhalten, die sich auf die vom Host-System **110** empfangenen Befehle, wie Lese- und/oder Schreibbefehle, beziehen. Das maschinell gelernte Modell kann mithilfe von Trainingsdaten trainiert werden, die von einer Population oder einem Satz von Datenspeichersystemen gewonnen wurden. In einigen Implementierungen kann die Population oder der Satz von Datenspeichersystemen Datenspeichersysteme mit verschiedenen physischen Speicherplatzmerkmalen und logischen Schemata beinhalten. Die Trainingsdaten enthalten Daten, die sich auf einen Satz von Eingangsparametern aus Datenspeichersystemen der Population ab dem Zeitpunkt beziehen, zu dem diese Datenspeichersysteme erstmalig belastet werden, bis das Datenspeichersystem ausgefallen oder bis eine vorgegebene Zeitspanne für die Erfassung dieser Daten abgelaufen ist. Beispielsweise schließen die Daten für den Satz von Eingangsparametern Daten ab dem Zeitpunkt ein, zu dem die Daten in diese Datenspeichersysteme geschrieben werden und bis zu einem Jahr nach dem ersten Zeitpunkt oder bis zum Ausfall des Datenspeichersystems. Die Trainingsdaten schließen Daten ein, die sich auf den Ausfallpunkt eines ausgefallenen Datenspeichersystems beziehen.

[0027] Die Eingangsparameter für das maschinell gelernte Modell des maschinell gelernten Moduls können (i) Parameter, die sich auf verschiedene nichtflüchtige Speicheranordnungen **108** und/oder Vorrichtungen **118** beziehen (z. B. Management- und Defekterkennungsparameter), und (ii) Betriebsparameter des Datenspeichersystems sein. Diese Parameter können Hardware-Defektparameter einschließen, z. B. Fehlermuster auf Blockebene in einer nichtflüchtigen Speicherkomponente oder andere Hardwaredefekte, die Teil einer Fehlerberechnung sein können, wie beispielsweise eine Bitfehlerrate. Diese Eingangsparameter können auch Parameter einschließen, die sich auf die Hardware und Firmware eines Datenspeichersystems beziehen. Diese Eingangsparameter können Parameter einschließen, die Hardwaredefekte und Ausfälle identifizieren, und Daten aus proaktiven und/oder reaktiven Firmware-Algorithmen ausgeben, die dazu eingerichtet sind, den normalen Betrieb eines Datenspeichersystems zu unterstützen. In einer oder mehreren Implementierungen ist ein proaktiver Firmware-Algorithmus ein Algorithmus, der Daten ausgibt, die eine Steuerung eines Datenspeichersystems dabei unterstützen, normale Operationen eines Datenspeichersystems durchzuführen. Beispiele für solche Ausgangsdaten schließen ein, sind aber nicht beschränkt auf Verschleißausgleichsinformationen in Bezug auf die nichtflüchtigen Speichervorrichtungen des Datenspeichersystems. In einer oder mehreren Implementierungen ist ein reaktiver Firmware-Algorithmus ein Algorithmus, der Daten mittels RAID- oder Löschkodierungsmechanismen basierend auf redundant im Datenspeichersystem gespeicherten Daten wiederherstellt, die von einer Steuerung eines Datenspeichersystems dazu verwendet werden, die Wiederherstellung nach einem Defekt einer nichtflüchtigen Speichervorrichtung des Datenspeichersystems zu unterstützen. Beispiele für solche Ausgangsdaten schließen ein, sind aber nicht beschränkt auf datenbezogene Datenwiederherstellung auf Blockebene einer nichtflüchtigen Speichervorrichtung unter Verwendung von Wiederholungsversuchen, RAID oder ähnlichen Schemata innerhalb des Datenspeichersystems.

[0028] Beispiele für solche nichtflüchtigen Speicherverwaltungs- und Defekterkennungsparameterdaten schließen ein, sind aber nicht beschränkt auf nichtflüchtige Speicherübersetzungsschicht-Verwaltungsereignisdaten, steuerungsinitierte Datenbewegung für nichtflüchtige Speicher-Endurance-Verwaltungsereignisdaten, nichtflüchtige Daten-Caching-Verwaltungsereignisdaten der Speicherübersetzungsschicht, nichtflüchtige Defektdichtedaten auf Speicherseiten-, Block- und Chip-Ebene, nichtflüchtige Speicher-Lese-, Programmier- und Löschausfall-Defektdichtedaten, nichtflüchtige Defektverwaltungsdaten auf Speicherseiten-, nichtflüchtige Speicherübersetzungsschicht-Backup-Ereignisdaten, steuerungsinitierte Hintergrunddatenbewegung in nichtflüchtigen Speicher-Ereignisdaten, steuerungsinitierte Hintergrunddatenbewegung im nichtflüchtigen Speicher zur proaktiven Verwaltung von Beeinträchtigungsdaten auf Seiten-, Block- und Chipebene, steuerungsinitierte Datenbewegung im nichtflüchtigen Speicher zum reaktiven Verwalten von Programmier- und Löscherfehler-Ereignisdaten, steuerungsinitierte Datenbewegung im nichtflüchtigen Speicher zum Verwalten der Defragmentierung der nichtflüchtigen Speicherereignisdaten, steuerungsinitierte Sicherung des Benutzerdaten-Cache für Leistungsverlustmanagement-Ereignisdaten, nichtflüchtige Speicher-Neueinleseverfahren-Ereignisdaten, steuerungsverwaltete Daten über den verfügbaren nichtflüchtigen beschreibbaren Speicherplatz, nichtflüchtige Speicherdaten über Rohbit-Fehlerraten, steuerungsinitierte nichtflüchtige Speicherlöscher- oder Überschreibvorgangsverwaltungsdaten, steuerungsinitierte Defektverwaltung durch redundantes Array unabhängiger Festplatten (RAID), die für Ausfalldaten auf Seiten-, Block- oder Chipebene neu erstellt werden, steuerungsinitiertes Ereignis für die Bewegung und Korrektur nichtflüchtiger Speicherdaten als Reaktion auf Fehlerdaten.

[0029] In einigen Implementierungen kann das Datenspeichersystem **100** mehrere Sensoren einschließen. Beispiele für derartige Sensoren schließen, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein, Temperatursensoren und dergleichen ein. Einer oder mehrere der Sensoren können dazu eingerichtet sein, die von den Sensoren erfassten Daten an die Steuerung **102** zu übertragen. Die Steuerung **102** kann dazu eingerichtet sein, die Daten von den Sensoren zu empfangen und, basierend auf den Daten von den Sensoren, Operationen durchzuführen.

ren. In einigen Implementierungen können die Sensordaten als ein oder mehrere Eingangsparameter für das maschinell gelernte Modell des maschinell gelernten Moduls ausgewählt werden, und Daten von den Sensoren werden an das maschinell gelernte Modul als Eingangsdaten für die als Eingangsparameter in das maschinell gelernte Modell ausgewählten Sensoren übertragen.

[0030] Das maschinell gelernte Modell des maschinell gelernten Moduls wird mit verschiedenen Kategorien oder Typen von Arbeitslasten trainiert, die auf verschiedene Populationen oder Sätze von Datenspeichersystemen angewendet werden, um verschiedene Größen und Kombinationen seiner Eingangsparameterwerte zu identifizieren, die von den verschiedenen Entropien, Kategorien oder Typen von Arbeitslasten beeinflusst werden. In einigen Implementierungen ist eine Größe eines Wertes eines Eingangsparameters eine Größe des Wertes. Das maschinell gelernte Modell wird unter Verwendung von Eingangsparameterdaten von Datenspeichersystemen trainiert, die ausgefallen sind, beeinträchtigt wurden und überlebt haben, damit das maschinell gelernte Modell lernen kann, einen Satz von Größen von Werten von Eingangsparametern und Kombinationen von Eingangsparametern zu identifizieren, die am stärksten von der Kategorie oder dem Typ von Arbeitslast betroffen sind, die vom Datenspeichersystem verarbeitet wird. In einigen Implementierungen kann das maschinell gelernte Modell unter Verwendung von Eingangsparameterdaten von Datenspeichersystemen trainiert werden, die ausgefallen sind und überlebt haben, damit das maschinell gelernte Modell lernen kann, einen Satz der Eingangsparameter einzuordnen, die am stärksten von der Kategorie oder dem Typ von Arbeitslast betroffen sind, die vom Datenspeichersystem verarbeitet wird. Das maschinell gelernte Modell kann dazu eingerichtet sein, bestimmte Entscheidungsfunktionen aus verschiedenen Eingangstrainingsdaten für das maschinell gelernte Modell zu lernen.

[0031] Die Steuerung **102** kann dazu eingerichtet sein, ein Belastungsniveau zu bestimmen, dem das Datenspeichersystem ausgesetzt ist, indem es verschiedene Belastungsfaktoren für ein Datenspeichersystem berechnet. In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, ein Belastungsniveau zu bestimmen, dem das Datenspeichersystem basierend auf einem Belastungsbeschleunigungsfaktor ausgesetzt ist. Die Steuerung **102** kann dazu eingerichtet sein, einen Belastungsbeschleunigungsfaktor basierend auf einer Funktion der von einem Host-System angesteuerten Ansteuerungs-Schreibvorgänge pro Tag, von spezifizierten Ansteuerungs-Schreibvorgängen des Datenspeichersystems pro Tag und einem Koeffizienten zu bestimmen. So kann beispielsweise die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, einen Belastungsbeschleunigungsfaktor basierend auf Folgendem zu bestimmen:

$$\text{Belastungsbeschleunigungsfaktor} = \left(\frac{\text{Vom Host angesteuerte DWD}}{\text{DWD - Spezifikation}} \right)^{0,57} \quad (1)$$

[0032] In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102** zum Bestimmen eines Belastungsniveaus dazu eingerichtet sein, einen durchschnittlichen Programmier-/Löschzyklus pro Tag basierend auf einer Funktion der Schreibfaktordaten des Datenspeichersystems, eine übermäßige Bereitstellung des Datenspeichersystems, von Host-System angesteuerten Ansteuerungen pro Tag zu bestimmen. So kann beispielsweise die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, durchschnittliche Programmier-/Löschzyklen pro Tag basierend auf Folgendem zu bestimmen:

$$\frac{\text{Durchschnittliche PE - Zyklen}}{\text{Zeit in 24 - Stunden - Einheiten}} = \frac{\text{Schreibfaktor}}{1 + O.P.} * \frac{\text{Host - Schreibvorgänge}}{\text{Kapazität}} \quad (2)$$

oder

$$\text{Durchschnittliche PE - Zyklen pro Tag} = \frac{\text{Schreibfaktor}}{1 + O.P.} * \text{Vom Host angesteuertes DWD} \quad (3)$$

[0033] In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, zu bestimmen, wann der physische Speicherplatz, der einem Host-System basierend auf der Bestimmung eines Belastungsniveaus, dem das Datenspeichersystem ausgesetzt ist, zur Verfügung steht, eingestellt werden soll. In einigen Implementierungen kann das Datenspeichersystem ein Belastungsniveau, dem das Datenspeichersystem ausgesetzt ist, oder ein erwartetes Belastungsniveau basierend auf der Menge an physischem Speicherplatz, der den Datenspeichersystemen zur Verfügung steht, bestimmen. So kann beispielsweise die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, die Belastungsbeschleunigung basierend auf Folgendem zu bestimmen:

$$\text{Belastungsbeschleunigungsfaktor} = \left[\left(\frac{\text{Vom Host angesteuerte Zyklen pro Tag}}{\text{DWD - Spez.Zyklen pro Tag}} \right) * \left(\frac{1 + OP_{\text{Anfänglich}}}{1 + OP_{\text{Moduliert}}} \right) * \left(\frac{\text{Schreib - Fak}_1}{\text{Schreib - Fak}_2} \right)^{\wedge 0,57} \right]^1 \quad (4)$$

[0034] In der vorstehenden Funktion bezieht sich $OP_{\text{anfänglich}}$ auf eine anfängliche Menge an übermäßig bereitgestelltem physischem Speicherplatz eines Datenspeichersystems, $OP_{\text{moduliert}}$ auf eine autonom eingestellte Menge an übermäßig bereitgestelltem physischem Speicherplatz des Datenspeichersystems, Schreib-Amp₁ auf den Schreibfaktor des Datenspeichersystems mit der anfänglich übermäßig bereitgestellten Menge, $OP_{\text{anfänglich}}$, und Schreib-Amp₂ bezieht sich auf den Schreibfaktor des Datenspeichersystems mit dem modulierten oder übermäßig bereitgestelltem physischem Speicherplatz eines Datenspeichersystems. In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102**, basierend auf der vorstehend beschriebenen Funktion, dazu eingerichtet sein, zu bestimmen, ob das Belastungsniveau, dem das Datenspeichersystem ausgesetzt ist, reduziert wird, um ein Schwellenwert-Belastungsniveau basierend auf dem eingestellten physischen Speicherplatz, der dem Host-System **110** zur Verfügung steht, zu erfüllen.

[0035] Weitere Einzelheiten des Trainings des maschinell gelernten Modells zur Bestimmung einer Kategorie der Arbeitslast und zum Einstellen des dem Host-System zur Verfügung stehenden physischen Speicherplatzes werden hierin und unter Bezugnahme auf die **Fig. 4** und **Fig. 5** beschrieben.

[0036] Nun in Bezug auf **Fig. 4** wird ein Flussdiagramm dargestellt, das einen Prozess des Trainierens eines maschinell gelernten Modells für eine Kategorie oder einen Typ von Arbeitslast veranschaulicht, die von Datenspeichersystemen verarbeitet wird. Zum Zweck der Veranschaulichung eines klar verständlichen Beispiels werden Komponenten des Datenspeichersystems **100**, das in Bezug auf **Fig. 3** gezeigt und beschrieben wurde, dafür verwendet, den Prozess des Trainierens eines maschinell gelernten Modells zu beschreiben.

[0037] Das Verfahren **400** schließt das Übertragen, durch ein Host-System **110**, von einem Satz von Datenspeichersystemen, die kommunikativ mit dem Host-System **110** gekoppelt sind ein, wie beispielsweise das Datenspeichersystem **100**, einen Typ oder eine Kategorie von Arbeitslast (Block **401**). Der Typ oder die Kategorie von Arbeitslast kann das Lesen oder Schreiben von Daten mit einem bestimmten Entropiegrad einschließen. Wenn beispielsweise der Typ oder die Kategorie von Arbeitslast zufällig ist, kann der Entropiegrad der Daten der Operationen hoch sein. In diesem Beispiel können die Operationen beispielsweise das Lesen oder Speichern von Daten in eine(r) oder mehrere(n) bzw. von nichtflüchtige(n) Speichervorrichtungen des Datenspeichersystems einschließen, und diese Operationen werden zum Verarbeiten der Arbeitslast durchgeführt. Auf ähnliche Weise kann, wenn der Typ oder die Kategorie der Arbeitslast sequenziell ist, der Entropiegrad der Daten der Operationen niedrig sein.

[0038] Die übertragene Arbeitslast wird an jedem Datenspeichersystem (z. B. Datenspeichersystem **100**) des Satzes von Datenspeichersystemen (Block **402**) empfangen. Die Steuerung jedes Datenspeichersystems, wie beispielsweise die Steuerung **102**, kann die Verarbeitung der empfangenen Arbeitslast einleiten. In einigen Implementierungen kann die empfangene Arbeitslast beschleunigt verarbeitet werden, um eine Menge an Arbeitslast zu simulieren, die in ihrer Größe vergleichbar ist mit einer Menge, die ein Datenspeichersystem über seine Lebensdauer verarbeiten kann. Bei jedem Datenspeichersystem kann die Steuerung des Datenspeichersystems, wie beispielsweise die Steuerung **102**, dazu eingerichtet sein, Werte eines Satzes von Eingangsparametern in das maschinell gelernte Modell zu überwachen, die beispielsweise im Datenspeichersystem (z. B. innerhalb eines Datenspeichersystems **100** oder einer Komponente des Datenspeichersystems, wie beispielsweise der Steuerung **102**, und/oder des Speichermediums **106**) implementiert sind (Block **403**). In einigen Implementierungen kann das Datenspeichersystem mit einem Satz von Regeln eingerichtet sein, die die Eingangsparameter für das maschinell gelernte Modell vorgeben, und die Steuerung des Datenspeichersystems kann dazu eingerichtet sein, den Satz von Eingangsparametern zu bestimmen, die basierend auf dem gespeicherten Satz von Regeln überwacht werden sollen.

[0039] Jedes Datenspeichersystem überträgt Daten, die sich auf die Eingangsparameter beziehen, an das Host-System (Block **404**). Die Daten, die sich auf die Eingangsparameter beziehen, können Werte der Eingangsparameter und dergleichen einschließen, sind aber nicht darauf beschränkt. In einigen Implementierungen kann jedes Datenspeichersystem dazu eingerichtet sein, Werte der Eingangsparameter bei Ablauf der vorgegebenen Zeitspanne zu übertragen. Beispielsweise einige Monate, nachdem die Verarbeitung der emp-

fangenen Arbeitslast durch das Datenspeichersystem initiiert wurde. In einigen Implementierungen kann jedes Datenspeichersystem dazu eingerichtet sein, Werte der Eingangsparemeter bei Ausfall von Komponenten des Datenspeichersystems, wie beispielsweise einer nichtflüchtigen Speichervorrichtung, zu übertragen. In einigen Implementierungen kann jedes Datenspeichersystem dazu eingerichtet sein, Werte der Eingangsparemeter zu übertragen, wenn eine Leistungskennzahl des Datenspeichersystems unter einem Schwellenwert liegt.

[0040] Von jedem Datenspeichersystem des Satzes von Datenspeichersystemen empfängt das Host-System die Daten im Zusammenhang mit den Eingangsparemetern (Block **405**). Das Host-System kann auf einen oder mehrere der Eingangsparemeter einen bestimmten Rangwert anwenden (Block **406**). Das Host-System kann auf einen Eingangsparemeter einen bestimmten Rangwert anwenden, je nachdem, ob ein Wert des Eingangsparemeters einen Schwellenwert für den Parameter erfüllt. In einigen Implementierungen kann das Host-System einen bestimmten Rangwert basierend auf einem Satz von Regeln anwenden, die verschiedene Schwellenwerte für verschiedene Eingangsparemeter vorgeben. In einigen Implementierungen können die vorgegebenen Schwellenwerte einen Mindestwert des Eingangsparemeters darstellen, damit das Host-System auf den Eingangsparemeter einen bestimmten Rangwert anwenden kann. So kann beispielsweise das Host-System vergleichen, ob der Rangwert eines Eingangsparemeters größer oder gleich einem Schwellenwert ist, und wenn der Wert eines Eingangsparemeters nicht größer oder gleich dem Schwellenwert ist, dann kann das Host-System dazu eingerichtet sein, keinen Rangwert auf den Eingangsparemeter anzuwenden. In einigen Implementierungen kann das Host-System dazu eingerichtet sein, einen auf einen Eingangsparemeter angewandten Rangwert durch Erhöhen oder Verringern des Rangwertes zu aktualisieren. In einigen Implementierungen kann das Host-System dazu eingerichtet sein, den Rang eines Eingangsparemeters basierend auf Änderungen am Wert des Eingangsparemeters, der von verschiedenen Datenspeichersystemen empfangen wurde, zu aktualisieren. In einigen Implementierungen kann das Host-System dazu eingerichtet sein, die Eingangsparemeter basierend auf den auf die Eingangsparemeter angewandten Rangwerten zu bewerten. In einigen Implementierungen kann das Host-System dazu eingerichtet sein, die Ränge basierend auf Änderungen an den Rangwerten, die auf die Eingangsparemeter angewandt werden, zu aktualisieren.

[0041] Das Host-System kann die auf den einen oder mehrere Parameter angewandten Rangwerte kalibrieren (Block **407**). Das Host-System kann die Rangwerte basierend auf den Daten, die sich auf die von jedem Datenspeichersystem empfangenen Eingangsparemeter beziehen, kalibrieren oder einstellen, um ein maschinell gelerntes Modell, wie beispielsweise ein Zufalls-Forest-Modell, zu konstruieren. In einigen Implementierungen kann das Host-System die Rangwerte basierend auf den Werten der von jedem Datenspeichersystem empfangenen Eingangsparemeter kalibrieren oder einstellen. In einigen Implementierungen kann das Host-System durch den Prozess der Kalibrierung einen Bereich von Rangwerten für einen oder mehrere der Eingangsparemeter bestimmen, basierend auf den Rangwerten, die von jedem Datenspeichersystem des Satzes von Datenspeichersystemen auf den einen oder die mehreren Parameter angewendet werden. In einigen Implementierungen kann das Host-System ein maschinell gelerntes Modell trainieren, um verschiedene Entscheidungsfunktionen für eine Kategorie von Arbeitslast zu erlernen. In einigen Implementierungen kann eine Entscheidungsfunktion ein oder mehrere Zwischenschritte des Maschinenlernens darstellen, die von einem maschinell gelerntem Modell dazu verwendet werden, einen endgültigen Ausgang bereitzustellen. Jedes maschinell gelernte Modell kann mit den verschiedenen Entscheidungsfunktionen einer Kategorie von Arbeitslast trainiert werden, basierend auf aggregierten Daten von Eingangsparemetern, die von einer Population von Datenspeichersystemen empfangen wurden, die diese Kategorie für die Arbeitslast empfangen haben.

[0042] Somit wird für jede Kategorie oder jeden Typ von Arbeitslast das maschinell gelernte Modell mit den Werten und/oder der Kombination der Eingangsparemeter trainiert, die zu dem trainierten Modell führen. Wie vorstehend beschrieben, wird in einigen Implementierungen das maschinell gelernte Modell mit einer Reihe von Entscheidungsfunktionen und/oder Rangwerten trainiert, die aus den Werten der Eingangsparemeter gelernt werden. In einem oder mehreren Beispielen kann ein Host-System eine Entscheidungsfunktion oder einen Satz von Gewichtungen der Eingangsparemeter einer bestimmten Kategorie oder einem bestimmten Typ von Arbeitslast zuordnen. In einigen Implementierungen kann ein Datenspeichersystem, wie beispielsweise das Datenspeichersystem **100**, Regeln oder Anweisungen speichern, die verschiedene Sätze von Entscheidungsfunktionen vorgeben, die aus Eingangsparemetern für verschiedene Kategorien oder Typen von Arbeitslast gelernt wurden, und die maschinell gelernten Modelle können dazu eingerichtet sein, eine Wahrscheinlichkeit einer Kategorie oder eines Typs einer Arbeitslast zu bestimmen, basierend auf einem Vergleich der Gewichtungen, die von einer Steuerung, wie beispielsweise der Steuerung **102**, des Datenspeichersystems und einem oder mehreren der spezifizierten Gewichtungsätze auf die Eingangsparemeter angewendet werden.

[0043] Während das Vorstehende einen Prozess des Trainings eines maschinell gelernten Modells für eine Kategorie oder einen Typ von Arbeitslast beschreibt, kann derselbe Prozess dazu verwendet werden, das ma-

schinell gelernte Modell für mehrere Kategorien/Typen von Arbeitslast zu trainieren und abzuleiten. In einem Beispiel kann ein Satz von Datenspeichersystemen dazu verwendet werden, ein maschinell gelerntes Modell für eine Kategorie oder einen Typ von Arbeitslast zu trainieren und daraus abzuleiten, und ein anderer Satz von Datenspeichersystemen kann dazu verwendet werden, das maschinell gelernte Modell für eine andere Kategorie oder einen anderen Typ von Arbeitslast zu trainieren und daraus abzuleiten. Wenn es zusätzliche Kategorien/Typen von Arbeitslast gibt, können zusätzliche Sätze von Datenspeichersystemen verwendet werden. In einem Beispiel werden verschiedene Sätze von Datenspeichersystemen für die jeweiligen Kategorien/Typen von Arbeitslast verwendet. In einem weiteren Beispiel kann ein Satz von Datenspeichersystemen dazu verwendet werden, z. B. sequenziell, jede(n) der Kategorien/Typen von Arbeitslast abzuleiten. In einem anderen Beispiel kann eine Kombination der beiden vorgenannten Beispiele verwendet werden.

[0044] Um nun auf **Fig. 5** zurückzukommen, ist ein Flussdiagramm dargestellt, das einen Prozess zum Bestimmen eines Typs von Arbeitslast und zum Einstellen einer Menge an physischem Speicherplatz, der dem Host-System zur Verfügung steht, z. B. durch Einstellen der Menge an übermäßig bereitgestelltem Speicherplatz im Datenspeichersystem, veranschaulicht. In einigen Implementierungen bezieht sich ein übermäßig bereitgestellter Speicherplatz auf die Menge an Speicherplatz eines Datenspeichersystems, der für verschiedene Operationen eines Datenspeichersystems reserviert ist und nicht für die Verwendung durch ein Host-System zur Verfügung steht. Beispiele für solche Operationen sind unter anderem das Verschieben von Daten von Speicherblöcken, die über einem Verschleißausgleichsschwellenwert liegen, in Speicherblöcke, die unter dem Verschleißausgleichsschwellenwert liegen, Speicherbereinigungs-Operationen, um Speicherblöcke mit veralteten oder ungültigen Daten freizugeben, die durch neuere Daten aktualisiert wurden, die an anderer Stelle im Datenspeichersystem gespeichert sind. Zur Veranschaulichung eines klar verständlichen Beispiels werden Komponenten des Datenspeichersystems **100**, die in Bezug auf **Fig. 3** dargestellt und beschrieben sind, dazu verwendet, den Prozess der Bestimmung eines Typs von Arbeitslast und der Einstellung einer dem Host-System zur Verfügung stehenden Menge an physischem Speicherplatz zu beschreiben.

[0045] Das Verfahren **500** schließt das Bestimmen einer Kategorie oder eines Typs der Arbeitslast einer oder mehrerer Operationen (Block **501**) durch die Steuerung des Datenspeichersystems (z. B. Steuerung **102**) ein. Die eine oder die mehreren Operationen können vom Datenspeichersystem **100** verarbeitet werden (z. B. von der Steuerung **102** verarbeitete Operationen, von der nichtflüchtigen Speichervorrichtung **108** verarbeitete Operationen, von den nichtflüchtigen Speichervorrichtungen **118** verarbeitete Operationen, von der nichtflüchtigen Speichersteuerung **122** verarbeitete Operationen und/oder eine Kombination von diesen). Die Steuerung **102** kann dazu eingerichtet sein, eine Kategorie oder einen Typ der Arbeitslast unter Verwendung eines maschinell gelernten Modells und von Daten, die den Eingangsparametern des maschinell gelernten Modells zugeordnet sind oder damit zusammenhängen, zu bestimmen. Beispiele für Daten, die den Eingangsparametern zugeordnet sind oder sich auf sie beziehen, sind, ohne darauf beschränkt zu sein, die Werte der Eingangsparameter. Die Werte der Eingangsparameter können sich ändern, wenn das Datenspeichersystem **100** die Operationen der Arbeitslast verarbeitet. Die Steuerung **102** kann dazu eingerichtet sein, eine Kategorie der Arbeitslast basierend auf der Ausgabe des maschinell gelernten Modells zu bestimmen.

[0046] Wie vorstehend beschrieben, kann das maschinell gelernte Modell dazu eingerichtet sein, eine Wahrscheinlichkeit einer oder mehrerer Kategorien oder Typen von Arbeitslast für die verarbeitete Arbeitslast zu bestimmen. Das maschinell gelernte Modell kann dazu eingerichtet sein, die Wahrscheinlichkeit basierend auf den Werten der Eingangsparameter durch die Steuerung **102** und den Satz kalibrierter Gewichtungen für die Eingangsparameter zu bestimmen, mit denen das maschinell gelernte Modell trainiert wird. So kann beispielsweise das maschinell gelernte Modell eine Wahrscheinlichkeit einer Kategorie oder eines Typs der Arbeitslast bestimmen, basierend auf einem Vergleich von Entscheidungsfunktionen, die sich aus Eingangsparametern durch die Steuerung **102** und einem oder mehreren Sätzen von kalibrierten Gewichtungen der Eingangsparameter für verschiedene Kategorien oder Typen von Arbeitslast zusammensetzen, die durch Regeln, Anweisungen oder maschinell gelernte Entscheidungsfunktionen, die im Datenspeichersystem gespeichert sind, vorgegeben sind.

[0047] In einigen Implementierungen kann das maschinell gelernte Modell für jede der einen oder mehreren Kategorien oder Typen von Arbeitslast eine Wahrscheinlichkeit bestimmen, dass die Arbeitslast von dieser Kategorie oder diesem Typ sein kann. Wenn es beispielsweise drei Kategorien oder Typen von Arbeitslast gibt (z. B. zufällig, gemischt, sequenziell), kann das maschinell gelernte Modell dazu eingerichtet sein, eine Wahrscheinlichkeit für jeden der drei Typen zu bestimmen (z. B. Arbeitslast ist von der zufälligen Kategorie = 30 %, Arbeitslast ist von der gemischten Kategorie = 45 %, Arbeitslast ist von der sequenziellen Kategorie = 75 %, und dergleichen). Das maschinell gelernte Modell kann dazu eingerichtet sein, die bestimmte Wahrscheinlichkeit von einer oder mehreren Kategorien oder Typen als Ausgabe bereitzustellen. Die Steuerung **102** kann

dazu eingerichtet sein, eine Kategorie oder einen Typ von Arbeitslast basierend auf der Wahrscheinlichkeitsausgabe des maschinell gelernten Modells zu bestimmen. So kann beispielsweise die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, die Kategorie oder den Typ mit der höchsten Wahrscheinlichkeit zu bestimmen und diese Kategorie oder diesen Typ als Kategorie oder Typ der Arbeitslast zu bestimmen.

[0048] Die Steuerung **102** bestimmt eine erwartete Beeinträchtigung einer oder mehrerer der nichtflüchtigen Speicherkomponenten oder -Vorrichtungen (z. B. nichtflüchtige Speichervorrichtung **108**, nichtflüchtige Speichervorrichtungen **118** und/oder eine Kombination von diesen) des Datenspeichersystems **100** (Block **502**). Die Steuerung **102** kann die erwartete Beeinträchtigung basierend auf der bestimmten Kategorie oder dem bestimmten Typ von Arbeitslast bestimmen. In einigen Implementierungen bezieht sich die erwartete Beeinträchtigung auf die Beeinträchtigung oder Reduzierung der Betriebsdauer des Datenspeichersystems aufgrund eines erwarteten Ausmaßes von Verschleiß der nichtflüchtigen Speicherkomponenten des Datenspeichersystems. In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, einen erwarteten Entropiegrad der Daten der Arbeitslast oder bezogen auf die Arbeitslast basierend auf der bestimmten Kategorie oder dem bestimmten Typ von Arbeitslast zu bestimmen, und die erwartete Beeinträchtigung basierend auf dem erwarteten Entropiegrad der Daten zu bestimmen. Wenn beispielsweise bestimmt wird, dass eine Arbeitslast der Kategorie der zufälligen Arbeitslast entspricht, kann die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, zu bestimmen, dass der erwartete Entropiegrad der Daten der Arbeitslast oder bezogen auf die Arbeitslast hoch ist und dass die erwartete Beeinträchtigung einer oder mehrerer der nichtflüchtigen Speicherkomponenten oder -Vorrichtungen des Datenspeichersystems hoch ist. In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, einen erwarteten Entropiegrad der Daten der Arbeitslast oder bezogen auf die Arbeitslast basierend auf der bestimmten Kategorie oder dem bestimmten Typ von Arbeitslast und Regeln, Entscheidungsfunktionen bestimmter maschinell gelernter Modelle oder Anweisungen, die einen erwarteten Entropiegrad für jede Typenkategorie oder jeden Typ von Arbeitslast angeben, zu bestimmen.

[0049] In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, ein erwartetes Ausmaß von Beeinträchtigung basierend auf dem Entropiegrad der Daten der Arbeitslast oder bezogen auf die Arbeitslast zu bestimmen. Wenn beispielsweise der erwartete Entropiegrad der Daten der Arbeitslast oder bezogen auf die Arbeitslast hoch ist, kann die Steuerung **102** bestimmen, dass das erwartete Ausmaß von Beeinträchtigung bis zu einem entsprechenden Grad hoch ist. In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, ein erwartetes Ausmaß von Beeinträchtigung bis zu einem entsprechenden Grad des erwarteten Entropiegrades der Daten zu bestimmen. Wenn beispielsweise der erwartete Entropiegrad der Daten niedrig ist, dann kann die Steuerung **102** bestimmen, dass das erwartete Ausmaß von Beeinträchtigung niedrig ist, oder wenn der erwartete Entropiegrad der Daten hoch ist, dann kann die Steuerung **102** bestimmen, dass das erwartete Ausmaß von Beeinträchtigung hoch ist. In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, eine erwartete Beeinträchtigung basierend auf der Kategorie oder dem Typ von Arbeitslast und des Belastungsniveaus zu bestimmen, dem das Datenspeichersystem **100** oder eine oder mehrere seiner Komponenten ausgesetzt sind (z. B. Steuerung **102**, nichtflüchtiges Speichervorrichtungs-Array **108**, nichtflüchtige Speichervorrichtungen **118** und dergleichen). In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, einen Wert oder ein Ausmaß für die erwartete Beeinträchtigung zu bestimmen.

[0050] Die Steuerung **102** bestimmt, ob eine dem Host-System zur Verfügung stehende Menge an physischem Speicherplatz eingestellt werden soll (Block **503**). In einigen Implementierungen kann die Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischem Speicherplatz im Verhältnis zum übermäßig bereitgestellten Speicherplatz eingestellt werden. So kann beispielsweise die Menge an physischem Speicherplatz, die dem Host-System zur Verfügung steht, reduziert werden, indem der übermäßig bereitgestellte Speicherplatz erhöht wird. Auf ähnliche Weise kann die Menge an physischem Speicherplatz, der dem Host-System zur Verfügung steht, erhöht werden, indem der übermäßig bereitgestellte Speicherplatz verringert wird. Die Steuerung **102** kann dazu eingerichtet sein, zu bestimmen, ob eine Menge an physischem Speicherplatz, der dem Host-System zur Verfügung steht, basierend auf der erwarteten Beeinträchtigung der nichtflüchtigen Speicherkomponenten oder -Vorrichtungen des Datenspeichersystems eingestellt werden soll. In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, zu bestimmen, dass eine Menge an physischem Speicherplatz eingestellt wird, wenn die erwartete Beeinträchtigung einen bestimmten Schwellenwert (z. B. größer als oder gleich dem bestimmten Schwellenwert) erfüllt. Wenn die Steuerung **102** beispielsweise bestimmt, dass die erwartete Beeinträchtigung hoch ist und der Schwellenwert im mittleren Bereich liegt, kann die Steuerung **102** festlegen, dass sie die Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischem Speicherplatz einstellt. Wie vorstehend beschrieben, kann die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, die Menge an physischem Speicherplatz, der dem Host-System zur Verfügung steht, einzustellen, indem der übermäßig bereitgestellte Speicherplatz im Datenspeichersystem gegen die Menge an physischem Speicherplatz ausgetauscht wird, die dem Host-System zur Verfügung steht (z. B. Erhöhen des übermäßig bereitgestellten Speicherplatzes durch

Verringern der Menge an physischem Speicherplatz, der dem Host-System zur Verfügung steht, oder Erhöhen der Menge an physischem Speicherplatz, die dem Host-System zur Verfügung steht, durch Verringern des übermäßig bereitgestellten Speicherplatzes). Auf ähnliche Weise, wenn die Steuerung **102** bestimmt, dass die erwartete Beeinträchtigung ein Wert von 40 auf einer Skala von 100 ist und der Schwellenwert **35** beträgt, kann die Steuerung **102** bestimmen, die Menge an physischem Speicherplatz, der dem Host-System zur Verfügung steht, einzustellen. Wenn die Steuerung **102** bestimmt, die dem Host-System zur Verfügung stehende Menge an physischem Speicherplatz nicht einzustellen („NEIN“ bei Block **503**), wird das Verfahren **500** beendet. Wenn die Steuerung **102** bestimmt, die dem Host-System zur Verfügung stehende Menge an physischem Speicherplatz einzustellen („JA“ bei Block **503**), fährt das Verfahren **500** mit Block **504** fort.

[0051] Die Steuerung **102** berechnet oder bestimmt die tatsächliche Nutzung des dem Host-System zur Verfügung stehenden physischen Speicherplatzes (Block **504**) durch das Host-System. In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102** die tatsächliche Nutzung durch das Host-System basierend auf der historischen Nutzung des Datenspeichersystems durch die Steuerung **102** bestimmen. In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102** die tatsächliche Nutzung basierend auf einem historischen Nutzungsmuster des Host-Systems über einen bestimmten Zeitraum bestimmen. So kann beispielsweise die Steuerung **102** die tatsächliche Nutzung basierend auf einem durchschnittlichen Nutzungsgrad des physischen Speicherplatzes durch das Host-System über die letzten einhundert Tage bestimmen.

[0052] Die Steuerung **102** bestimmt, ob die tatsächliche Nutzung einen Schwellen-Nutzungsgrad erfüllt (Block **505**). In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, zu bestimmen, ob die tatsächliche Nutzung einen Schwellen-Nutzungsgrad erfüllt, basierend darauf, ob die tatsächliche Nutzung gleich oder kleiner als der Schwellen-Nutzungsgrad ist. In einigen Implementierungen kann der Schwellen-Nutzungsgrad als ein Bruchteil des dem Host-System zur Verfügung stehenden physischen Speicherplatzes angegeben werden. Wenn die Steuerung **102** feststellt, dass die tatsächliche Nutzung nicht den Schwellen-Nutzungsgrad erfüllt („NEIN“ bei Block **505**), wird das Verfahren beendet. Wenn die Steuerung **102** bestimmt, dass die tatsächliche Nutzung den Schwellen-Nutzungsgrad erfüllt („JA“ bei Block **505**), fährt das Verfahren mit Block **506** fort.

[0053] Die Steuerung **102** stellt die Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischem Speicherplatz ein (Block **506**). Die Steuerung **102** kann dazu eingerichtet sein, den dem Host-System zur Verfügung stehenden physischen Speicherplatz einzustellen, indem sie den verfügbaren physischen Speicherplatz reduziert und die maximale logische Blockadresse (LBA) auf eine neue maximale LBA reduziert, die dem reduzierten physischen Speicherplatz und/oder dem erhöhten übermäßig bereitgestellten Speicherplatz entspricht. In einigen Implementierungen wird der dem Host-System zur Verfügung stehende physische Speicherplatz erhöht und die maximale LBA auf eine neue maximale LBA erhöht, die dem erhöhten dem Host-System zur Verfügung stehenden physischen Speicherplatz und/oder dem verringerten übermäßig bereitgestellten Speicherplatz entspricht. In einigen Implementierungen kann die Steuerung **102** dazu eingerichtet sein, eine Warnung an das Host-System zu übertragen und die Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischem Speicherplatz basierend auf einer Reaktion vom Host-System einzustellen. In einigen Implementierungen kann die Warnung einen Ausgang des maschinell gelernten Modells und/oder andere Daten beinhalten, wie z. B. Kategorie der Arbeitslast, erwartete Beeinträchtigung, Nutzungshistorie des physischen Speicherplatzes und dergleichen. So kann beispielsweise die Warnung an das Host-System eine erwartete Beeinträchtigung und die Wahrscheinlichkeit einer Kategorie der Arbeitslast anzeigen, und das Host-System kann eine Reaktion, basierend auf der erwarteten Beeinträchtigung und die Wahrscheinlichkeit einer Kategorie der Arbeitslast, an das Datenspeichersystem bereitstellen, um den physischen Speicherplatz zu verringern. Die Steuerung **102** kann basierend auf der empfangenen Reaktion des Host-Systems dazu eingerichtet sein, den dem Host-System zur Verfügung stehenden physischen Speicherplatz zu verringern, die maximale LBA entsprechend dem reduzierten physischen Speicherplatz zu reduzieren und die Änderungen an der maximalen LBA an das Host-System zu kommunizieren.

[0054] Die Blöcke des in **Fig. 4** und **Fig. 5** dargestellten Flussdiagramms wurden als sequenziell auftretend beschrieben. Die vorliegende Technologie ist nicht auf die beschriebene sequentielle Durchführung des dargestellten Prozesses beschränkt. Einer oder mehrere der Blöcke kann/können parallel zu anderen Blöcken in dem dargestellten Prozess ausgeführt werden. Andere Variationen in dem dargestellten Prozess liegen innerhalb des Umfangs der vorliegenden Technologie.

[0055] Verschiedene Beispiele von Aspekten der Offenbarung werden nachfolgend beschrieben. Diese dienen als Beispiele und schränken die vorliegende Technologie nicht ein.

[0056] In einer oder mehreren Implementierungen schließt ein Datenspeichersystem eine Steuerung und eine oder mehrere nichtflüchtige Speichervorrichtungen ein. Die Steuerung ist dazu eingerichtet, eine Kategorie für eine Arbeitslast von einer oder mehreren Operationen zu bestimmen, die vom Datenspeichersystem unter Verwendung eines maschinell gelernten Modells verarbeitet werden, basierend auf Daten, die einer Vielzahl von Eingangsparametern für das maschinell gelernte Modell zugeordnet sind. Die Steuerung ist dazu eingerichtet, basierend auf der bestimmten Kategorie eine erwartete Beeinträchtigung der einen oder mehreren nichtflüchtigen Speichervorrichtungen zu bestimmen. Die Steuerung ist dazu eingerichtet, basierend auf der erwarteten Beeinträchtigung und einer tatsächlichen Nutzung von physischem Speicher des Datenspeichersystems durch ein Host-System eine Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems einzustellen.

[0057] In einer oder mehreren Implementierungen ist die Steuerung dazu eingerichtet, basierend auf der Kategorie für die Arbeitslast und die erwartete Beeinträchtigung zu bestimmen, ob sie eine Menge an physischem Speicher des Datenspeichersystems, das einem Host-System zur Verfügung steht, einstellen soll. Die Steuerung ist dazu eingerichtet, basierend auf einer Nutzungshistorie durch das Host-System eine tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System zu berechnen, wenn bestimmt wird, dass die Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems einzustellen ist. Die Steuerung ist dazu eingerichtet, zu bestimmen, ob die tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System eine Schwellennutzung erfüllt. Die Steuerung ist dazu eingerichtet, die Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems einzustellen, wenn die tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System die Schwellennutzung erfüllt. In einem oder mehreren Beispielen kann die Steuerung die Menge an physischem Speicher einstellen, indem sie den übermäßig bereitgestellten Speicherplatz erhöht. In einem oder mehreren Beispielen kann die Steuerung die Menge an physischem Speicher einstellen, indem sie den übermäßig bereitgestellten Speicherplatz verringert.

[0058] In einer oder mehreren Implementierungen ist die Steuerung dazu eingerichtet, basierend auf der Kategorie für die Arbeitslast und die erwartete Beeinträchtigung eine Lebensdauer- und Leistungsmessung von einer oder mehreren nichtflüchtigen Speichervorrichtungen des Datenspeichersystems zu bestimmen. In einer oder mehreren Implementierungen ist die Steuerung dazu eingerichtet, basierend auf der Kategorie für die Arbeitslast, der erwarteten Beeinträchtigung, der Lebensdauer und/oder der Leistung einer oder mehrerer nichtflüchtiger Speichervorrichtungen zu bestimmen, ob sie eine Menge an physischem Speicher des Datenspeichersystems, das einem Host-System zur Verfügung steht, einstellen soll.

[0059] In einer oder mehreren Implementierungen schließt ein computerimplementiertes Verfahren das Bestimmen einer Kategorie für eine Arbeitslast von einer oder mehreren Operationen ein, die vom Datenspeichersystem unter Verwendung eines maschinell gelernten Modells verarbeitet werden, basierend auf Daten, die einer Vielzahl von Eingangsparametern für das maschinell gelernte Modell zugeordnet sind. Das Verfahren schließt das Bestimmen, basierend auf der bestimmten Kategorie, einer erwarteten Beeinträchtigung einer oder mehrerer nichtflüchtiger Speichervorrichtungen des Datenspeichersystems ein. Das Verfahren schließt das Einstellen, basierend auf der erwarteten Beeinträchtigung und einer tatsächlichen Nutzung von physischem Speicher des Datenspeichersystems durch ein Host-System, einer Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems ein.

[0060] In einer oder mehreren Implementierungen schließt das Verfahren das Bestimmen, basierend auf der Kategorie für die Arbeitslast und die erwartete Beeinträchtigung, ob eine Menge an physischem Speicher des Datenspeichersystems, das einem Host-System zur Verfügung steht, eingestellt werden soll ein. Das Verfahren schließt als Reaktion auf das Bestimmen der einzustellenden Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems das Berechnen einer tatsächlichen Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System basierend auf einer Nutzungshistorie durch das Host-System ein. Das Verfahren schließt als Reaktion auf das Bestimmen der einzustellenden Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems das Bestimmen ein, ob die tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System eine Schwellennutzung erfüllt. Das Verfahren schließt als Reaktion auf das Bestimmen, dass die tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System die Schwellennutzung erfüllt, das Einstellen der Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems ein.

[0061] In einer oder mehreren Implementierungen schließt das Verfahren das Bestimmen, basierend auf der Kategorie für die Arbeitslast und die erwartete Beeinträchtigung, einer Lebensdauer- und Leistungsmessung von einer oder mehreren nichtflüchtigen Speichervorrichtungen des Datenspeichersystems ein. In einer oder

mehreren Implementierungen schließt das Verfahren das Bestimmen ein, basierend auf der Kategorie für die Arbeitslast, der erwarteten Beeinträchtigung, Lebensdauer und/oder Leistung einer oder mehrerer nichtflüchtiger Speichervorrichtungen, ob eine Menge an physischem Speicher des Datenspeichersystems, das einem Host-System zur Verfügung steht, eingestellt werden soll.

[0062] In einer oder mehreren Implementierungen schließt das Datenspeichersystem eine oder mehrere nichtflüchtige Speichervorrichtungen ein. Das Datenspeichersystem schließt ein Mittel zum Bestimmen einer Kategorie für eine Arbeitslast von einer oder mehreren Operationen ein, die vom Datenspeichersystem unter Verwendung eines maschinell gelernten Modells, basierend auf Daten, die einer Vielzahl von Eingangsparametern für das maschinell gelernte Modell zugeordnet sind, verarbeitet werden. Das Datenspeichersystem schließt ein Mittel zum Bestimmen, basierend auf der bestimmten Kategorie, einer erwarteten Beeinträchtigung einer oder mehrerer nichtflüchtiger Speichervorrichtungen des Datenspeichersystems ein. Das Datenspeichersystem schließt ein Mittel zum Einstellen, basierend auf der erwarteten Beeinträchtigung und einer tatsächlichen Nutzung von physischem Speicher des Datenspeichersystems durch ein Host-System, einer Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems ein.

[0063] In einer oder mehreren Implementierungen schließt das Datenspeichersystem ein Mittel zum Bestimmen ein, basierend auf der Kategorie für die Arbeitslast und die erwartete Beeinträchtigung, ob eine Menge an physischem Speicher des Datenspeichersystems, das einem Host-System zur Verfügung steht, eingestellt werden soll. Als Reaktion auf das Bestimmen der einzustellenden Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems schließt das Datenspeichersystem ein Mittel zum Berechnen einer tatsächlichen Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System basierend auf einer Nutzungshistorie durch das Host-System ein. Als Reaktion auf das Bestimmen der einzustellenden Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems schließt das Datenspeichersystem ein Mittel zum Bestimmen ein, ob die tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System eine Schwellennutzung erfüllt. Als Reaktion auf das Bestimmen, dass die tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System die Schwellennutzung erfüllt, schließt das Datenspeichersystem Mittel zum Einstellen der Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems ein.

[0064] In einer oder mehreren Implementierungen schließt das Datenspeichersystem Mittel zum Bestimmen, basierend auf der Kategorie für die Arbeitslast und die erwartete Beeinträchtigung, einer Lebensdauer- und Leistungsmessung von einer oder mehreren nichtflüchtigen Speichervorrichtungen des Datenspeichersystems ein. In einer oder mehreren Implementierungen schließt das Datenspeichersystem Mittel zum Bestimmen ein, basierend auf der Kategorie für die Arbeitslast, der erwarteten Beeinträchtigung, Lebensdauer und/oder Leistung einer oder mehrerer nichtflüchtiger Speichervorrichtungen, ob eine Menge an physischem Speicher des Datenspeichersystems, das einem Host-System zur Verfügung steht, eingestellt werden soll.

[0065] In einer oder mehreren Implementierungen kann ein nichtflüchtiges maschinenlesbares Medium maschinenausführbare Anweisungen einschließen, die bei Ausführung durch einem Prozessor ein Verfahren ausführen. Das Verfahren schließt das Bestimmen einer Kategorie für eine Arbeitslast von einer oder mehreren Operationen ein, die vom Datenspeichersystem verarbeitet werden, unter Verwendung eines maschinell gelernten Modells, basierend auf Daten, die einer Vielzahl von Eingangsparametern für das maschinell gelernte Modell zugeordnet sind. Das Verfahren schließt das Bestimmen, basierend auf der bestimmten Kategorie, einer erwarteten Beeinträchtigung einer oder mehrerer nichtflüchtiger Speichervorrichtungen des Datenspeichersystems ein. Das Verfahren schließt das Einstellen, basierend auf der erwarteten Beeinträchtigung und einer tatsächlichen Nutzung von physischem Speicher des Datenspeichersystems durch ein Host-System, einer Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems ein.

[0066] In einer oder mehreren Implementierungen schließt das nichtflüchtige, maschinenlesbare Medium darauf maschinenausführbare Anweisungen ein, die, wenn sie von einem Prozessor ausgeführt werden, ein Verfahren durchführen, das das Bestimmen, basierend auf der Kategorie für die Arbeitslast und der erwarteten Beeinträchtigung, einschließt, ob eine Menge an physischem Speicher des Datenspeichersystems, das einem Host-System zur Verfügung steht, eingestellt werden soll. Das Verfahren schließt als Reaktion auf das Bestimmen der einzustellenden Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems das Berechnen einer tatsächlichen Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System basierend auf einer Nutzungshistorie durch das Host-System ein. Das Verfahren schließt als Reaktion auf das Bestimmen der einzustellenden Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems das Bestimmen ein, ob die tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System eine Schwellennutzung erfüllt. Das Verfahren schließt als Reaktion auf das Bestimmen

men, dass die tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System die Schwellennutzung erfüllt, das Einstellen der Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems im Verhältnis zum übermäßig bereitgestellten Speicherplatz ein.

[0067] In einer oder mehreren Implementierungen schließt das nichtflüchtige, maschinenlesbare Medium maschinenausführbare Anweisungen ein, die, wenn sie von einem Prozessor ausgeführt werden, das Verfahren durchführen, das das Bestimmen, basierend auf der Kategorie für die Arbeitslast und der erwarteten Beeinträchtigung, eine Lebensdauer- und Leistungsmessung einer oder mehrerer nichtflüchtiger Speichervorrichtungen des Datenspeichersystems einschließt. In einer oder mehreren Implementierungen schließt das Verfahren das Bestimmen ein, basierend auf der Kategorie für die Arbeitslast, der erwarteten Beeinträchtigung, Lebensdauer und/oder Leistung einer oder mehrerer nichtflüchtiger Speichervorrichtungen, ob eine Menge an physischem Speicher des Datenspeichersystems, das einem Host-System zur Verfügung steht, eingestellt werden soll.

[0068] Es versteht sich, dass andere Konfigurationen der vorliegenden Technologie für Fachleute aus der folgenden detaillierten Beschreibung leicht ersichtlich werden, wobei verschiedene Konfigurationen der vorliegenden Technologie zur Veranschaulichung gezeigt und beschrieben werden. Die vorliegende Technologie ermöglicht andere und unterschiedliche Konfigurationen und ihre verschiedenen Details ermöglichen Modifikationen in verschiedener anderer Hinsicht, ohne vom Umfang der vorliegenden Technologie abzuweichen. Dementsprechend sind die Zeichnungen und die detaillierte Beschreibung als veranschaulichend und nicht als einschränkend zu betrachten.

[0069] Viele der vorstehend beschriebenen Funktionen eines beispielhaften Prozesses und dargelegten Merkmale und Anwendungen können als Software- oder Firmware-Prozesse implementiert sein, die als ein Satz von Anweisungen spezifiziert sind, die auf einem computerlesbaren Speichermedium aufgezeichnet sind (auch als computerlesbares Medium bezeichnet). Wenn diese Anweisungen von einer oder mehreren Verarbeitungseinheit(en) (z. B. einem oder mehreren Prozessoren, Prozessorkernen oder anderen Verarbeitungseinheiten) ausgeführt werden, veranlassen sie die Verarbeitungseinheit(en) zum Durchführen der in den Anweisungen angegebenen Maßnahmen. Beispiele prozessorlesbarer Medien beinhalten, sind aber nicht begrenzt auf, flüchtige Speicher, nichtflüchtige Speicher, sowie andere Formen von Medien wie etwa magnetische Medien, optische Medien und elektronische Medien. Das prozessorlesbare Medium enthält keine Trägerwellen und elektronische Signale, die drahtlos oder über verdrahtete Verbindungen übertragen werden.

[0070] Der Begriff „Software“ soll gegebenenfalls Firmware beinhalten, die sich im Speicher oder anderen im Speicher gespeicherten Anwendungen befindet, die zur Verarbeitung durch einen Prozessor in den Arbeitsspeicher gelesen werden können. Auch können in einigen Implementierungen mehrere Softwareaspekte der vorliegenden Offenbarung als Unterteile eines größeren Programms implementiert werden, während die übrigen individuellen Softwareaspekte der vorliegenden Offenbarung beibehalten werden. In einigen Implementierungen können auch mehrere Software Aspekte als separate Programme implementiert werden. Schließlich liegt jede beliebige Kombination von separaten Programmen, die zusammen einen hier beschriebenen Softwareaspekt implementieren, innerhalb des Umfangs der vorliegenden Offenbarung. Bei einigen Implementierungen definieren die Softwareprogramme, wenn sie installiert sind, um auf einem oder mehreren elektronischen Systemen zu arbeiten, eine oder mehrere spezifische Maschinenimplementierungen, die die Operationen der Softwareprogramme ausführen und durchführen.

[0071] Ein Computerprogramm (auch als Programm, Software, Softwareanwendung, Skript oder Code bekannt) kann in jeder Form von Programmiersprache geschrieben sein, einschließlich kompilierter oder interpretierter Sprachen, deklarativer oder prozeduraler Sprachen, und kann in jeder Form eingesetzt werden, einschließlich als ein eigenständiges Programm oder als Modul, Komponente, Subroutine, Objekt oder eine andere Einheit, die zur Verwendung in einer Computerumgebung geeignet ist. Ein Computerprogramm kann, muss aber nicht, einer Datei in einem Dateisystem entsprechen. Ein Programm kann in einem Abschnitt einer Datei gespeichert sein, der andere Programme oder Daten (z. B. ein oder mehrere Skripte, die in einem Markup Language Dokument gespeichert sind) in einer einzelnen Datei, die dem betreffenden Programm zugeordnet ist, oder in mehreren koordinierten Dateien (z. B. Dateien, die ein oder mehrere Module, Unterprogramme oder Codeanteile speichern) enthält.

[0072] Es versteht sich, dass veranschaulichende Blöcke, Module, Elemente, Komponenten, Verfahren und Algorithmen, die in diesem Dokument beschrieben werden, als elektronische Hardware, Computersoftware oder Kombinationen von beiden implementiert sein können. Um diese Austauschbarkeit von Hardware und Software zu veranschaulichen, wurden verschiedene veranschaulichende Blöcke, Module, Elemente, Kompo-

zenten, Verfahren und Algorithmen vorstehend allgemein hinsichtlich ihrer Funktionalität beschrieben. Ob eine derartige Funktionalität als Hardware oder Software implementiert ist, hängt von der spezifischen Anwendung und Designeinschränkungen ab, denen das Gesamtsystem unterliegt. Fachleute können die beschriebene Funktionalität auf verschiedene Arten für jede bestimmte Anwendung implementieren. Verschiedene Komponenten und Blöcke können anders angeordnet sein (z. B. in einer anderen Reihenfolge angeordnet oder in einer anderen Weise aufgeteilt sein), ohne vom Umfang der vorliegenden Offenbarung abzuweichen.

[0073] Es versteht sich, dass die spezifische Reihenfolge oder Hierarchie von Schritten in den offenbarten Prozessen als eine Veranschaulichung einiger beispielhafter Ansätze dargestellt wird. Basierend auf Designpräferenzen und/oder anderen Überlegungen versteht es sich, dass die spezifische Reihenfolge oder Hierarchie von Schritten in den Prozessen anders angeordnet werden kann. Zum Beispiel können in einigen Implementierungen einige der Schritte gleichzeitig ausgeführt werden. Somit stellen die beigefügten Verfahrensansprüche Elemente der verschiedenen Schritte in einer beispielhaften Reihenfolge dar und sollen nicht auf die spezielle dargestellte Reihenfolge oder Hierarchie beschränkt sein.

[0074] Die vorhergehende Beschreibung wird bereitgestellt, um es einem Fachmann zu ermöglichen, die verschiedenen hierin beschriebenen Aspekte in der Praxis umzusetzen. Die vorhergehende Beschreibung stellt verschiedene Beispiele der vorliegenden Offenbarung bereit, und die vorliegende Offenbarung ist nicht auf diese Beispiele beschränkt. Verschiedene Modifikationen dieser Aspekte werden dem Fachmann leicht ersichtlich sein, und die hierin definierten generischen Prinzipien können auf andere Aspekte angewendet werden. Daher sollen die Ansprüche nicht auf die hier gezeigten Aspekte beschränkt sein, sondern sollen den vollen Schutzzumfang erhalten, der mit den in Sprachform niedergelegten Ansprüchen konsistent ist, wobei die Bezugnahme auf ein Element im Singular nicht „ein und nur ein“ Element bedeuten soll, sofern dies nicht speziell angegeben ist, sondern „ein oder mehrere“. Sofern nicht spezifisch anders angegeben, bezieht sich der Ausdruck „einige“ auf ein(en) oder mehrere. Pronomen im grammatikalischen Maskulin (z. B. sein) schließen das grammatikalische Feminin und Neutrum (z. B. ihr und sein) ein, und umgekehrt. Überschriften und Untertitel, falls vorhanden, werden nur der Einfachheit halber verwendet und schränken die vorliegende Offenbarung nicht ein.

[0075] Die Prädikatswörter „ingerichtet, um“, „betreibbar, um“ und „programmiert, um“ implizieren keine spezielle materielle oder immaterielle Modifikation eines Subjekts, sondern sollen stattdessen austauschbar verwendet werden. Zum Beispiel kann ein Prozessor, der eingerichtet ist, um eine Operation oder eine Komponente zu überwachen, auch bedeuten, dass der Prozessor so programmiert ist, die Operation zu überwachen und zu steuern, oder der Prozessor betreibbar ist, die Operation zu überwachen und zu steuern. Ebenfalls kann ein Prozessor, der eingerichtet ist, um Code auszuführen, als ein Prozessor ausgelegt sein, der programmiert ist, um Code auszuführen oder betreibbar ist, um Code auszuführen.

[0076] Die Ausdrücke „in Kommunikation mit“ und „gekoppelt“ bedeuten „in direkter Kommunikation mit“ oder „in indirekter Kommunikation mit“ über eine oder mehrere Komponenten, die in diesem Dokument benannt oder nicht benannt sind.

[0077] Ein Ausdruck, wie etwa ein „Aspekt“, bedeutet nicht, dass ein solcher Aspekt für die vorliegende Offenbarung wesentlich ist oder dass ein derartiger Aspekt für alle Konfigurationen der vorliegenden Offenbarung gilt. Eine Offenbarung, die sich auf einen Aspekt bezieht, kann auf alle Konfigurationen oder eine oder mehrere Konfigurationen angewendet werden. Ein Aspekt kann ein oder mehrere Beispiele bereitstellen. Ein Ausdruck, wie beispielsweise ein Aspekt, kann sich auf einen oder mehrere Aspekte beziehen und umgekehrt. Ein Ausdruck, wie etwa eine „Implementierung“, impliziert nicht, dass eine solche Implementierung für die vorliegende Offenbarung wesentlich ist oder dass eine solche Implementierung für alle Konfigurationen der vorliegenden Offenbarung gilt. Eine Offenbarung, die sich auf eine Implementierung bezieht, kann für alle Aspekte oder einen oder mehrere Aspekte gelten. Eine Implementierung kann ein oder mehrere Beispiele bereitstellen. Ein Ausdruck, wie beispielsweise eine „Implementierung“, kann sich auf eine oder mehrere Implementierungen beziehen und umgekehrt. Ein Ausdruck, wie beispielsweise eine „Konfiguration“, impliziert nicht, dass eine solche Konfiguration für die vorliegende Offenbarung wesentlich ist oder dass eine solche Konfiguration für alle Konfigurationen der vorliegenden Offenbarung gilt. Eine Offenbarung, die sich auf eine Konfiguration bezieht, kann auf alle Konfigurationen oder eine oder mehrere Konfigurationen angewendet werden. Eine Konfiguration kann ein oder mehrere Beispiele bereitstellen. Ein Ausdruck, wie z. B. eine „Konfiguration“, kann sich auf eine oder mehrere Konfigurationen beziehen und umgekehrt.

[0078] Das Wort „beispielhaft“ wird in der Bedeutung „als Beispiel oder zur Veranschaulichung dienend“ verwendet. Jeder Aspekt oder jedes Design, der bzw. das hier als „beispielhaft“ beschrieben wird, ist nicht zwangsläufig als bevorzugt oder vorteilhaft gegenüber anderen Aspekten oder Designs zu verstehen.

Patentansprüche

1. Datenspeichersystem, aufweisend:
eine Steuerung; und
eine oder mehrere nichtflüchtige Speichervorrichtungen,
wobei die Steuerung eingerichtet ist, um:
eine Kategorie für eine Arbeitslast von einer oder mehreren Operationen zu bestimmen, die vom Datenspeichersystem verarbeitet werden, unter Verwendung eines maschinell gelernten Modells, basierend auf Daten, die mit einer Vielzahl von Eingangsparametern für das maschinell gelernte Modell verknüpft sind;
basierend auf der bestimmten Kategorie, eine erwartete Beeinträchtigung der einen oder mehreren nichtflüchtigen Speichervorrichtungen zu bestimmen; und
basierend auf der erwarteten Beeinträchtigung und einer tatsächlichen Nutzung von physischem Speicher des Datenspeichersystems durch ein Host-System, eine Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems einzustellen.

2. Datenspeichersystem nach Anspruch 1, wobei die Steuerung eingerichtet ist, um:
basierend auf der Kategorie für die Arbeitslast und der erwarteten Beeinträchtigung, zu bestimmen, ob eine Menge an physischem Speicher des Datenspeichersystems, das einem Host-System zur Verfügung steht, eingestellt werden soll;
wenn die Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems eingestellt werden soll, eine tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System basierend auf einer Nutzungshistorie durch das Host-System zu berechnen;
zu bestimmen, ob die tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System eine Schwellennutzung erfüllt; und
wenn die tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System die Schwellennutzung erfüllt, die Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems einzustellen.

3. Datenspeichersystem nach Anspruch 2, wobei, wenn die tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System die Schwellennutzung erfüllt, wobei die Steuerung eingerichtet ist, um:
die Menge an physischem Speicher des Datenspeichersystems, das dem Host-System zur Verfügung steht, zu verringern und die maximale logische Blockadresse zu reduzieren.

4. Datenspeichersystem nach Anspruch 1, wobei die Steuerung eingerichtet ist, um:
die Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems einzustellen, indem die maximale logische Blockadresse (LBA) eingestellt wird.

5. Datenspeichersystem nach Anspruch 1, wobei die Steuerung eingerichtet ist, um:
eine Menge an übermäßig bereitgestelltem physischem Speicher des Datenspeichersystems, das dem Host-System zur Verfügung steht, zu verringern; und
die maximale logische Blockadresse auf eine bereits verfügbare maximale logische Blockadresse zu erhöhen.

6. Datenspeichersystem nach Anspruch 1, wobei die Steuerung eingerichtet ist, um:
eine Warnung an das Host-System zu übertragen, wobei die Warnung angibt, dass die Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems einstellbar ist.

7. Datenspeichersystem nach Anspruch 6, wobei die Steuerung eingerichtet ist, um:
eine Nachricht vom Host-System als Reaktion auf die Warnung zu empfangen; und
basierend auf der Nachricht, die Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischem Speicher des Datenspeichersystems einzustellen.

8. Computer-implementiertes Verfahren für ein Datenspeichersystem, aufweisend:
Bestimmen einer Kategorie für eine Arbeitslast von einer oder mehreren Operationen, die vom Datenspeichersystem verarbeitet werden, unter Verwendung eines maschinell gelernten Modells, basierend auf Daten, die mit einer Vielzahl von Eingangsparametern für das maschinell gelernte Modell verknüpft sind;

Bestimmen, basierend auf der bestimmten Kategorie, einer erwarteten Beeinträchtigung einer oder mehrerer nichtflüchtiger Speichervorrichtungen des Datenspeichersystems; und
Einstellen, basierend auf der erwarteten Beeinträchtigung und einer tatsächlichen Nutzung von physischem Speicher des Datenspeichersystems durch ein Host-System, einer Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems.

9. Computer-implementiertes Verfahren nach Anspruch 8, ferner umfassend:

Bestimmen, basierend auf der Kategorie für die Arbeitslast und der erwarteten Beeinträchtigung, ob eine Menge an physischem Speicher des Datenspeichersystems, das einem Host-System zur Verfügung steht, eingestellt werden soll;
als Reaktion auf das Bestimmen der einzustellenden Menge des dem Host-System zur Verfügung stehenden physischen Speichers des Datenspeichersystems:
Berechnen, basierend auf einer Nutzungshistorie durch das Host-System, einer tatsächlichen Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System;
Bestimmen, ob die tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System eine Schwellennutzung erfüllt; und
als Reaktion auf das Bestimmen, dass die tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System eine Schwellennutzung erfüllt:
Einstellen der Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischem Speicher des Datenspeichersystems.

10. Computer-implementiertes Verfahren nach Anspruch 8, ferner umfassend:

Einstellen der Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischem Speicher des Datenspeichersystems durch Verringern der Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischen Speichers des Datenspeichersystems.

11. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 10, ferner umfassend:

Einstellen der maximalen LBA durch Reduzieren der maximalen LBA.

12. Computer-implementiertes Verfahren nach Anspruch 8, ferner umfassend:

Einstellen der Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischem Speicher durch Erhöhen der Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischem Speicher; und
Erhöhen der maximalen LBA auf eine bereits verfügbare maximale LBA.

13. Computer-implementiertes Verfahren nach Anspruch 8, ferner umfassend:

Übertragen einer Warnung an das Host-System, wobei die Warnung angibt, dass die Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems einstellbar ist.

14. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 13, ferner umfassend:

Empfangen einer Nachricht vom Host-System als Reaktion auf die übertragene Warnung; und
Einstellen, basierend auf der Nachricht, der Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischem Speicher des Datenspeichersystems.

15. Datenspeichersystem, aufweisend:

eine Vielzahl von nichtflüchtigen Speichervorrichtungen;
Mittel zum Bestimmen einer Kategorie für eine Arbeitslast von einer oder mehreren Operationen, die vom Datenspeichersystem verarbeitet werden, unter Verwendung eines maschinell gelernten Modells, basierend auf Daten, die einer Vielzahl von Eingangsparametern in das maschinell gelernte Modell zugeordnet sind;
Mittel zum Bestimmen, basierend auf der bestimmten Kategorie, einer erwarteten Beeinträchtigung einer oder mehrerer nichtflüchtiger Speichervorrichtungen des Datenspeichersystems; und
Einstellen, basierend auf der erwarteten Beeinträchtigung und einer tatsächlichen Nutzung von physischem Speicher des Datenspeichersystems durch ein Host-System, einer Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems.

16. Speichersystem nach Anspruch 15, umfassend:

Mittel zum Bestimmen, basierend auf der Kategorie für die Arbeitslast und der erwarteten Beeinträchtigung, ob eine Menge an physischem Speicher des Datenspeichersystems, das einem Host-System zur Verfügung steht, eingestellt werden soll;
als Reaktion auf das Bestimmen der einzustellenden Menge des dem Host-System zur Verfügung stehenden physischen Speichers des Datenspeichersystems:

Mittel zum Berechnen, basierend auf einer Nutzungshistorie durch das Host-System, einer tatsächlichen Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System;
Mittel zum Bestimmen, ob die tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System eine Schwellennutzung erfüllt; und
als Reaktion auf das Bestimmen, dass die tatsächliche Nutzung des physischen Speichers durch das Host-System eine Schwellennutzung erfüllt;
Mittel zum Einstellen der Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischem Speicher des Datenspeichersystems.

17. Speichersystem nach Anspruch 15, umfassend:

Mittel zum Einstellen der Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischem Speicher des Datenspeichersystems durch Verringern der Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischem Speicher des Datenspeichersystems.

18. Speichersystem nach Anspruch 17, umfassend:

Mittel zum Einstellen der maximalen LBA durch Reduzieren der maximalen LBA.

19. Speichersystem nach Anspruch 15, umfassend:

Mittel zum Einstellen der Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischem Speicher durch Erhöhen der Menge an dem Host-System zur Verfügung stehenden physischem Speicher; und
Mittel zum Erhöhen der maximalen LBA auf eine bereits verfügbare maximale LBA.

20. Speichersystem nach Anspruch 15, umfassend:

Mittel zum Übertragen einer Warnung an das Host-System, wobei die Warnung angibt, dass die Menge an physischem Speicher des dem Host-System zur Verfügung stehenden Datenspeichersystems einstellbar ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

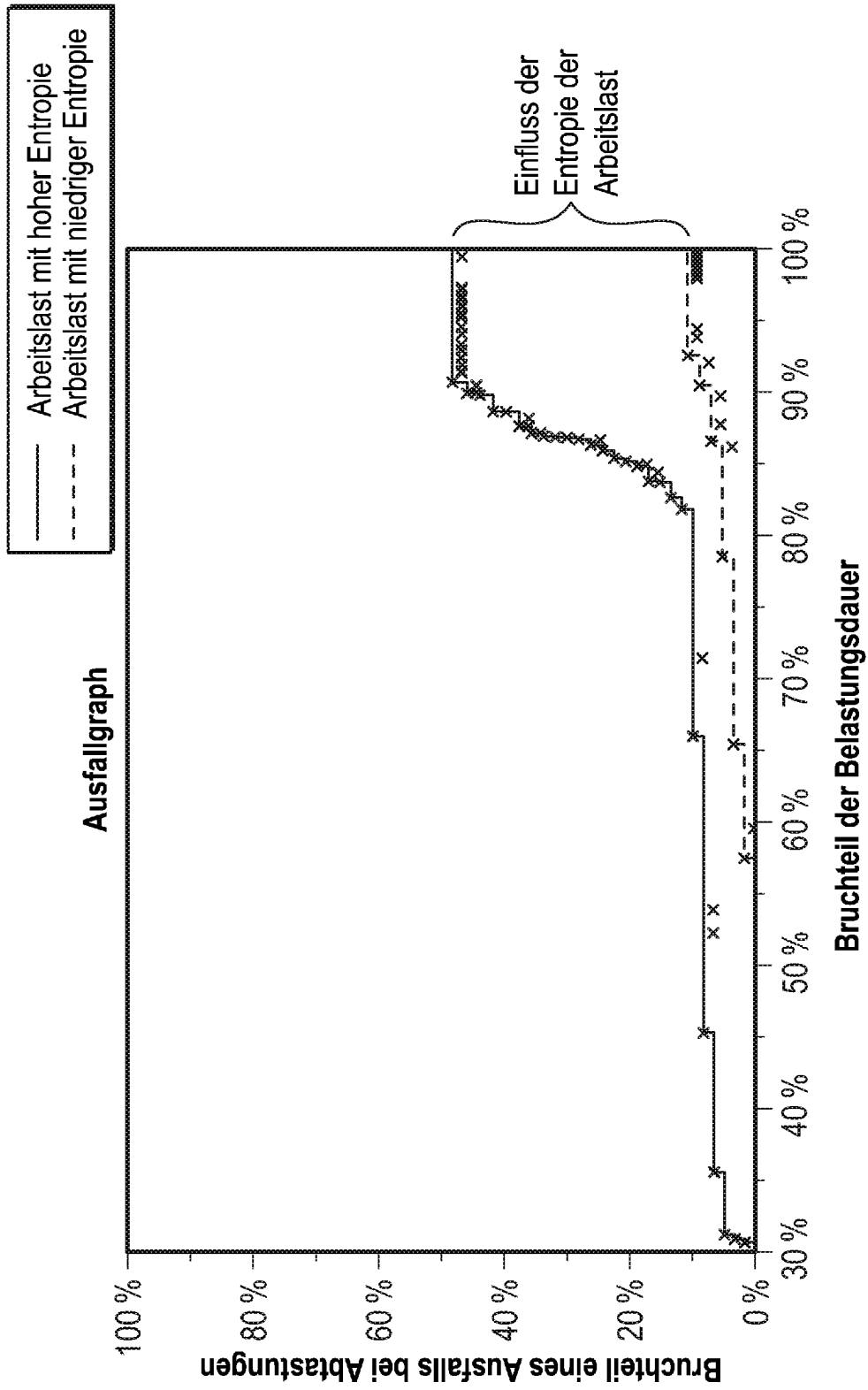
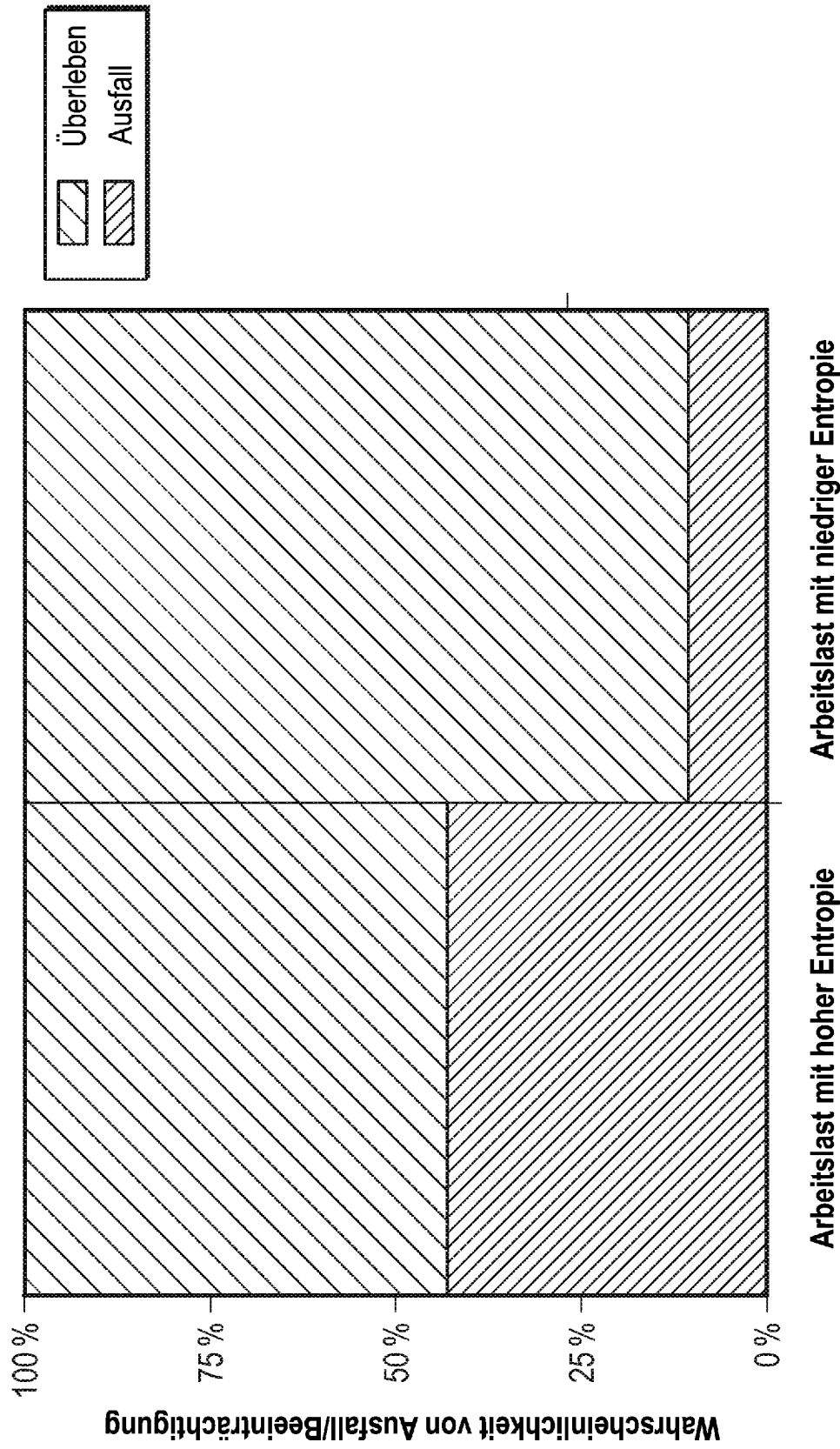


FIG. 1



Entropiegrad der Arbeitslast

FIG. 2

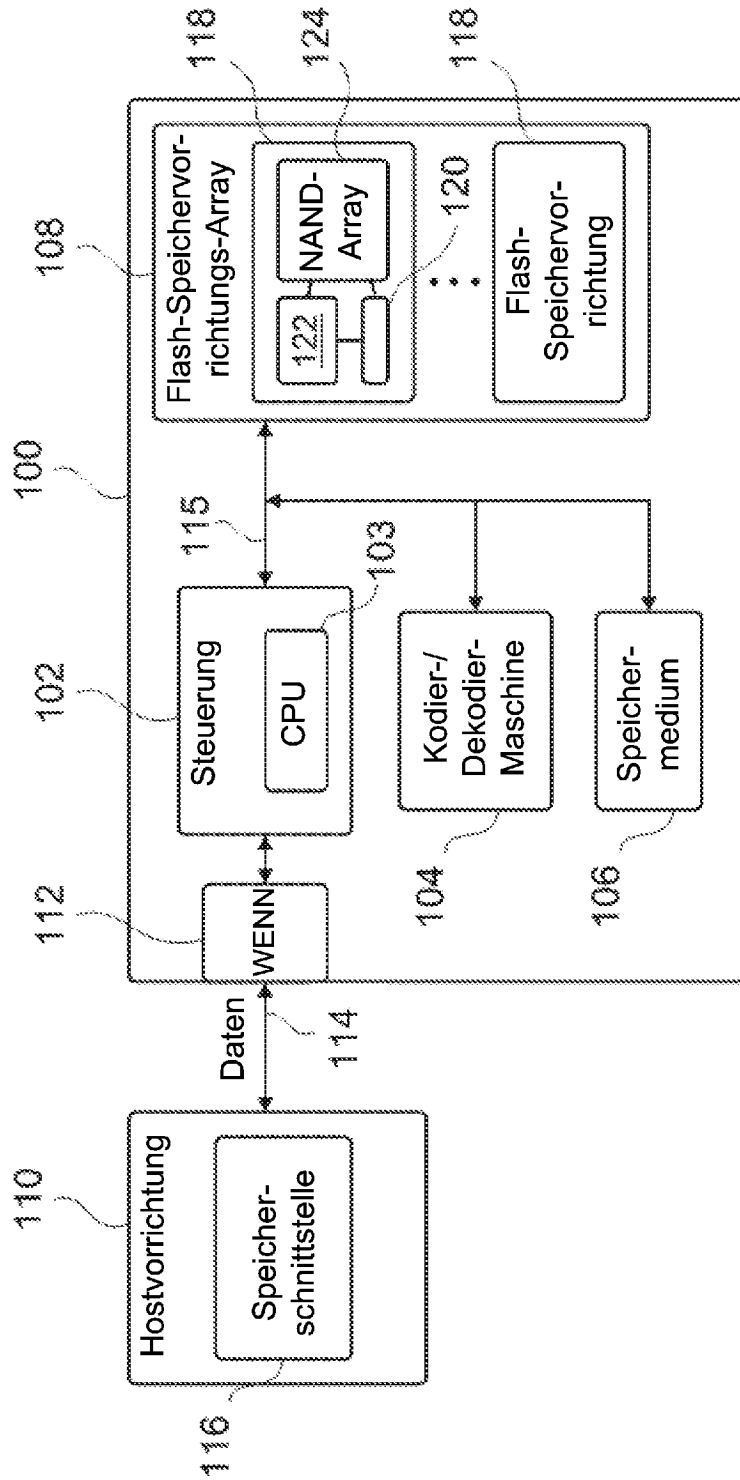


FIG. 3

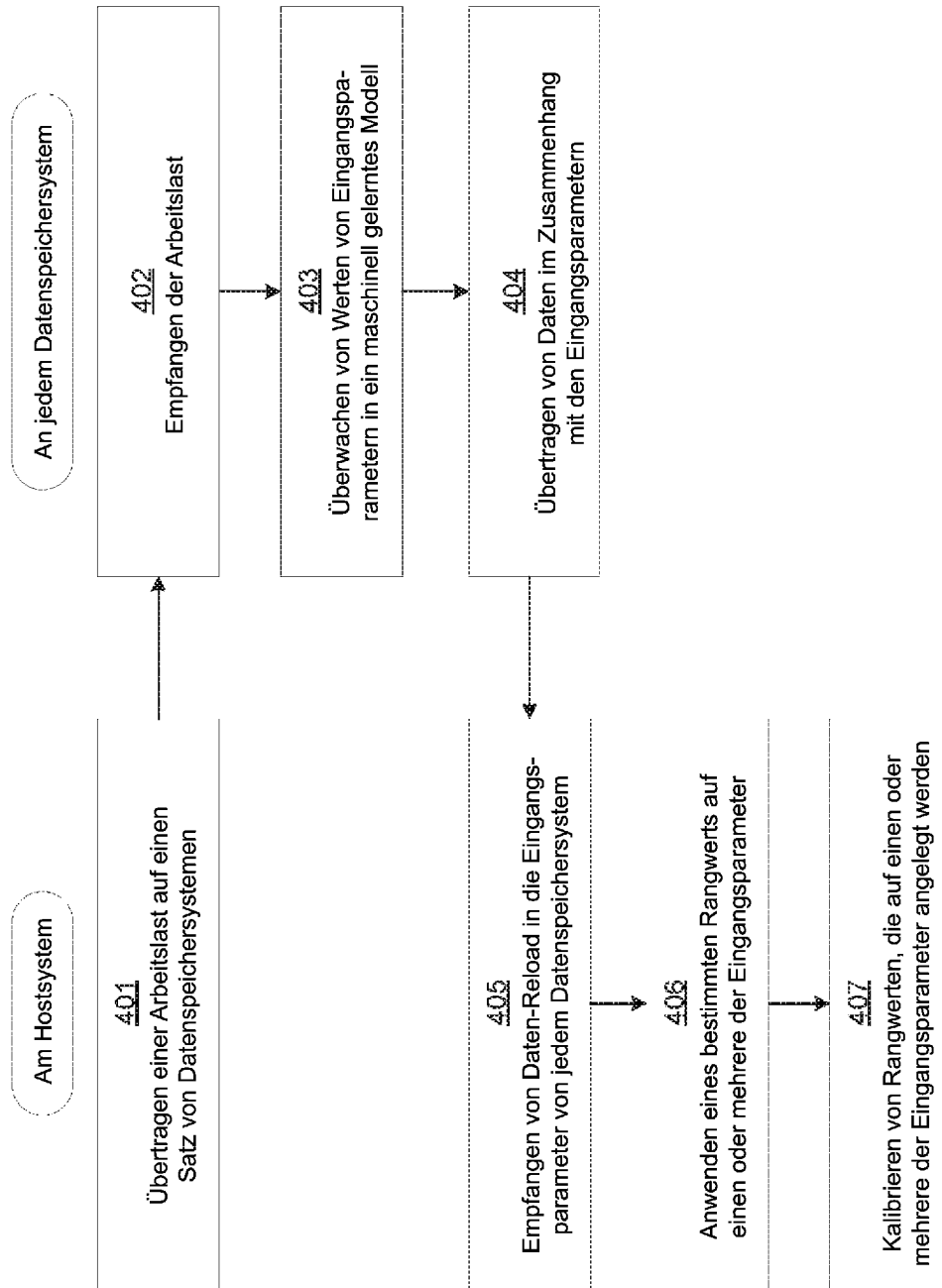


FIG. 4

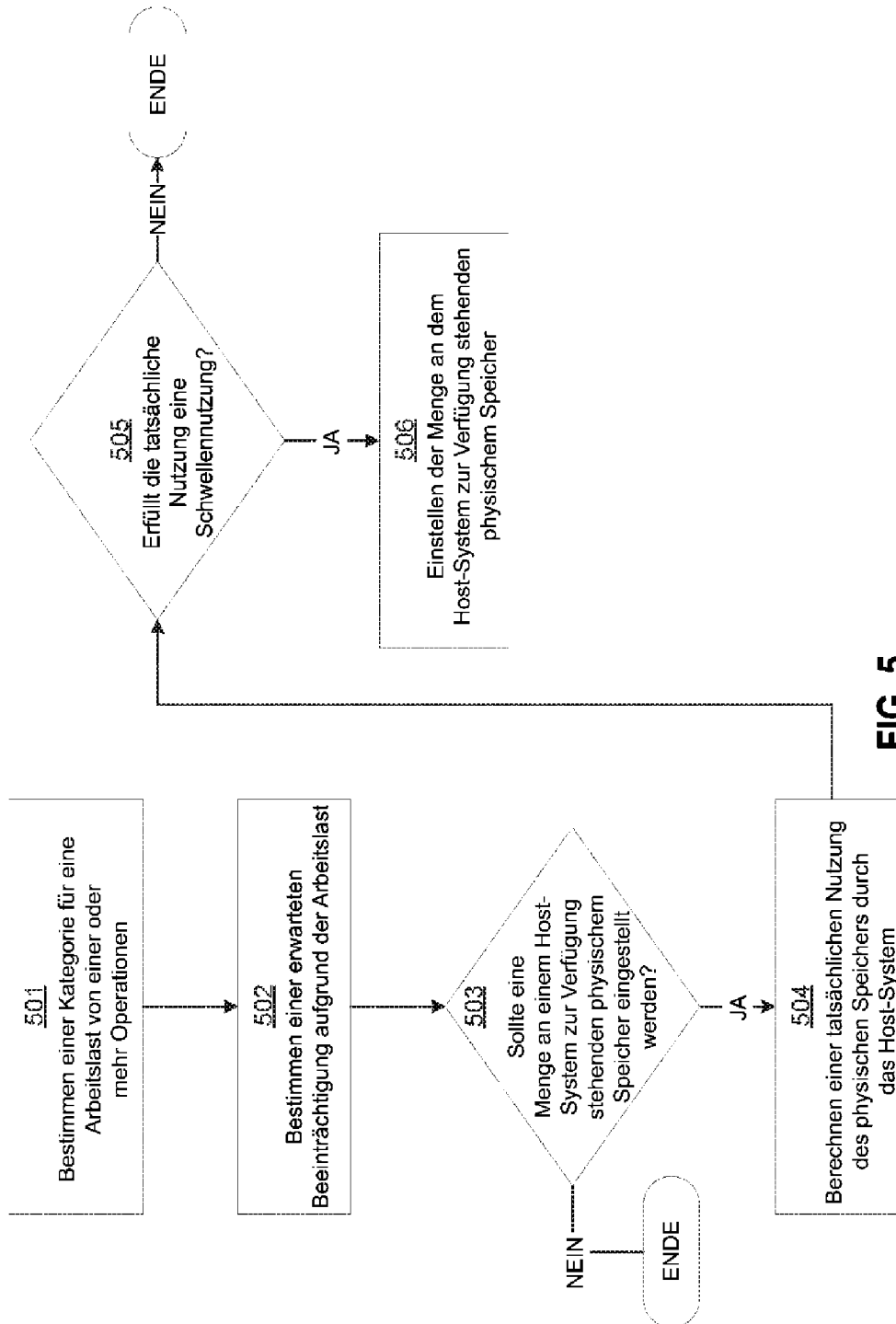


FIG. 5