



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 60 2005 005 325 T2 2009.03.19

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 751 663 B1

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G06F 11/20** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: 60 2005 005 325.5

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/EP2005/051845

(96) Europäisches Aktenzeichen: 05 742 739.5

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2005/109201

(86) PCT-Anmeldetag: 25.04.2005

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 17.11.2005

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 14.02.2007

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 12.03.2008

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 19.03.2009

(30) Unionspriorität:

0410540 12.05.2004 GB

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IS, IT, LI, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO,  
SE, SI, SK, TR

(73) Patentinhaber:

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

(72) Erfinder:

BEN-DOR, Shira, Givat Schmuel, IL;  
BUTTERWORTH, Henry, Eastleigh Hampshire  
SO53 5RP, GB; KREDI, Amir, 64161 Tel Aviv-Jaffa,  
IL; NISSAN-MESSING, Orit, Hod Hasharon, IL;  
WOLMAN, Adam, Hod Hasharon, IL; ZLOTNICK,  
Aviad, 15295 D.N.G.T., IL

(74) Vertreter:

Duscher, R., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,  
70176 Stuttgart

(54) Bezeichnung: SCHREIBSATZ-GRENZENVERWALTUNG FÜR HETEROGENE SPEICHERSTEUERUNGEN BEI  
DER UNTERSTÜTZUNG EINER ASYNCHRONEN AKTUALISIERUNG VON SEKUNDÄRSPEICHERUNG

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

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

**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Strategien zur Wiederherstellung nach einem Absturz für Computersysteme allgemein und insbesondere auf die Schreibsatz-Grenzverwaltung bei der Unterstützung einer asynchronen Aktualisierung von Sekundärspeicherungen.

## Hintergrundtechnik

**[0002]** Strategien zur Wiederherstellung nach einem Absturz für Computersysteme beinhalten allgemein das Kopieren von Daten, die an einem Primärstandort gespeichert sind, zu einem Sekundärstandort, der sich typischerweise in einer bestimmten Entfernung von dem Primärstandort befindet. Das Kopieren zwischen den primären und sekundären Kopien kann entweder synchron oder asynchron durchgeführt werden. Wenn das Kopieren synchron durchgeführt wird, wird beim Schreiben einer Aktualisierung in die primäre Kopie die Aktualisierung immer auch an den sekundären Standort zum Schreiben in die sekundäre Kopie gesendet. Erst nachdem der Sekundärstandort den Primärstandort informiert, dass die sekundäre Kopie aktualisiert wurde, bestätigt der Primärstandort die Aktualisierung der primären Kopie und ist zum Schreiben der nächsten Aktualisierung bereit. Auf diese Weise werden Aktualisierungen in derselben Reihenfolge in die primären und sekundären Kopien geschrieben. Wenn das Kopieren asynchron ausgeführt wird, können mehrere Aktualisierungen in die primäre Kopie geschrieben und bestätigt werden, bevor überhaupt Aktualisierungen an den Sekundärstandort gesendet werden, da die primäre Kopie unabhängig von der sekundären Kopie gepflegt wird. Die Aktualisierungen werden periodisch an den Sekundärstandort gesendet, typischerweise als ein Satz von Schreibvorgängen, der hier als eine „Farbe“ bezeichnet wird, und muss in die sekundäre Kopie nicht in derselben Reihenfolge wie in die primäre Kopie geschrieben werden.

**[0003]** Falls eine einzelne Farbe über mehrere Speichersteuereinheiten an dem Primärstandort hinweg verwaltet wird, ist es beim Wechseln zu der nächsten Farbe erforderlich, dass alle Speichersteuereinheiten in einer aufeinander abgestimmten Weise zur nächsten Farbe wechseln, um die Konsistenz „abhängiger Schreibvorgänge“ über die Farbgrenzen hinweg aufrechtzuerhalten. Beispielsweise ausgehend von der folgenden typischen Reihe abhängiger Schreibvorgänge für eine Datenbank-Aktualisierungstransaktion:

1. Führe einen Schreibvorgang zum Aktualisieren des Datenbank-Protokolls aus, wobei signalisiert wird, dass eine Aktualisierung der Datenbank durchgeführt wird, dann

2. Führe einen zweiten Schreibvorgang zum Aktualisieren der Datenbank aus, und schließlich
3. Führe einen dritten Schreibvorgang zum Aktualisieren des Datenbank-Protokolls aus, wobei signalisiert wird, dass die Aktualisierung der Datenbank erfolgreich durchgeführt wurde, ist es dringend geboten, dass diese abhängigen Schreibvorgänge entweder alle zu derselben Farbe oder, falls sie eine Farbgrenze überschreiten, der oder die früheren Schreibvorgänge zu der alten Farbe und der oder die späteren Schreibvorgänge zu der neuen Farbe gehören. Davon ausgehend, dass die Schreibvorgänge 1, 2 und 3 jeweils von einer anderen Speichersteuereinheit geschrieben werden, wenn die Schreibvorgänge 1 und 3 als Teil der Farbgruppe „Rot“ und der Schreibvorgang 2 als Teil der nächsten Farbgruppe „Blau“ geschrieben werden, würde in diesem Beispiel das Datenbank-Protokoll in der sekundären Kopie, falls die primäre Kopie nach dem Schreiben der Gruppe „Rot“ in die sekundäre Kopie aber vor dem Schreiben der Gruppe „Blau“ in die sekundäre Kopie verloren geht, fälschlicherweise anzeigen, dass der zweite Schreibvorgang zum Aktualisieren der Datenbank ausgeführt wurde, obgleich die Datenbank tatsächlich nie aktualisiert wurde.

**[0004]** Bei einer Technik zum Verwalten von Farben und Farbgrenzen über mehrere Speichersteuereinheiten an dem Primärstandort hinweg fragt jede Speichersteuereinheit vor dem Verknüpfen eines Schreibvorgangs mit einer Farbe einen Farbsteuerknoten ab, der die momentane Farbe verwaltet. Der Farbsteuerknoten benachrichtigt die Speichersteuereinheit von der momentanen Farbe, und die Speichersteuereinheit führt den Schreibvorgang als Teil dieser Farbe aus.

**[0005]** Bei einer anderen Technik zum Verwalten von Farben und Farbgrenzen über mehrere Speichersteuereinheiten an dem Primärstandort hinweg verwaltet ein Farbsteuerknoten die momentane Farbe, aber die Speichersteuereinheiten fragen den Farbsteuerknoten nicht nach der momentanen Farbe ab. Wenn der Farbsteuerknoten eine neue Farbe erzeugen möchte, sendet er stattdessen einen „Einfrieren“-Befehl an alle Speichersteuereinheiten, der die neue Farbe bezeichnet. Wenn eine Speichersteuereinheit den „Einfrieren“-Befehl empfängt, hält sie die Bestätigung der Schreiboperationen an die Anforderer zurück. Die Speichersteuereinheit sendet dann eine Bestätigung des „Einfrieren“-Befehls an den Farbsteuerknoten. Nachdem der Farbsteuerknoten eine Bestätigung von allen Speichersteuereinheiten empfangen hat, sendet er einen „Tauen“-Befehl an alle Speichersteuereinheiten. Wenn eine Speichersteuereinheit den „Tauen“-Befehl empfängt, kann sie die Schreiboperationen für ihre Anforderer bestätigen, und alle Schreiboperationen, für die die Bestäti-

gungen nach dem Empfangen des „Einfrieren“-Befehls gesendet wurden, werden als Teil einer neuen Farbe geschrieben betrachtet.

**[0006]** Obgleich es für ein Speichersystem vorteilhaft wäre, sowohl das Abfragen von Steuereinheiten als auch das Einfrieren/Tauen von Steuereinheiten z. B. bei der Unterstützung der Systemskalierung oder -Migration zu verwenden, ist ein Verfahren zum Verwalten von Farben und Farbgrenzen über mehrere heterogene Speichersteuereinheiten an dem Primärstandort hinweg erforderlich.

**[0007]** Die US-Patentanmeldung 2004/088484 A1 (Yamamoto Akira u. a.) vom 6. Mai 2004 (2004-05-06) beschreibt ein Schema zur Wiederherstellung nach einem Absturz in einem Datenverarbeitungssystem unter Verwendung des Fernkopierens von Daten in Echtzeit, z. B. das Schattenkopieren von DASD-Daten, zu einem Sekundärstandort zur Wiederherstellung nach einem Absturz. Es wird unabhängig von den speziellen Anwendungsdaten, die wiederhergestellt werden, ausgeführt und beruht auf der zentralen Eigenschaft des Erzeugens von Datenkonsistenz-Gruppen mit selbstbeschreibenden Datensätzen für das wechselseitige Datenfernkopieren.

**[0008]** Weder beschreibt noch schlägt das Dokument D1 die Merkmale der Verwendung eines Speichersystems vor, das sowohl das Abfragen als auch das Einfrieren/Tauen von Steuereinheiten in Zusammenarbeit mit einem Migrationssteuerknoten (in der Beschreibung als „Farb“-Knoten bezeichnet) anwendet, um die asynchrone Aktualisierung der Sekundärspeicherung bereitzustellen.

#### Beschreibung der Erfindung

**[0009]** Die vorliegende Erfindung beschreibt ein System und Verfahren zur Schreibsatz-Grenzverwaltung für heterogene Speichersteuereinheiten bei der Unterstützung einer asynchronen Aktualisierung von Sekundärspeicherung.

**[0010]** Unter einem Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Datenspeichersystem bereitgestellt, das wenigstens eine Speichersteuereinheit mit einer ersten Farbstrategie, die funktionsmäßig zum Speichern von Daten auf einer ersten Datenspeichereinheit an einem Primärstandort als Teil einer momentanen Farbe des Primärstandorts geeignet ist, wenigstens eine Speichereinheit mit einer zweiten Farbstrategie, die funktionsmäßig zum Speichern von Daten auf einer zweiten Datenspeichereinheit an dem Primärstandort als Teil der momentanen Farbe geeignet ist, und einen Farbsteuerknoten enthält, der zum Bereitstellen neuer Farbdaten an jede der Steuereinheiten und gleichzeitigem Aufrechterhalten der Unversehrtheit abhängiger Schreibvorgänge über Farbgrenzen hinweg vorgesehen ist.

**[0011]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung handelt es sich bei der ersten Farbstrategie um die Strategie einer Einfrieren/Tauen-(F/T)-Speichersteuereinheit und bei der zweiten Farbstrategie um die einer Abfrage-Speichersteuereinheit.

**[0012]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Datenspeichersystem bereitgestellt, das wenigstens eine Einfrieren-/Tauen-(F/T)-Speichersteuereinheit, die funktionsmäßig zum Speichern von Daten auf einer ersten Datenspeichereinheit an einem Primärstandort als Teil einer momentanen Farbe des Primärstandorts geeignet ist, wenigstens eine Abfrage-Speichersteuereinheit, die zum Speichern von Daten auf einer zweiten Datenspeichereinheit an dem Primärstandort als Teil der momentanen Farbe funktionsmäßig geeignet ist, und einen Farbsteuerknoten enthält, der in Reaktion auf eine Abfrageanforderung durch die Abfrage-Speichersteuereinheit die momentane Farbe verwaltet und ausgibt und die F/T-Speichersteuereinheit zum Wechseln zu einer neuen Farbe veranlasst.

**[0013]** Unter einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist der Farbsteuerknoten funktionsmäßig zum Senden eines Einfrieren-Befehls an jede der F/T-Speichersteuereinheiten geeignet.

**[0014]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist die F/T-Speichersteuereinheit reagierend auf das Empfangen eines Einfrieren-Befehls funktionsmäßig zum Zurückhalten der Bestätigung von Schreiboperationen an die Anforderer der Schreiboperationen geeignet.

**[0015]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist die F/T-Speichersteuereinheit reagierend auf das Empfangen eines Einfrieren-Befehls funktionsmäßig zum Ausführen von Schreiboperationen geeignet.

**[0016]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist der Farbsteuerknoten funktionsmäßig zum Wechseln der momentanen Farbe zu einer neuen Farbe geeignet, nachdem ein Einfrieren-Befehl an jede der F/T-Speichersteuereinheiten gesendet wurde und in Reaktion auf das Empfangen einer Bestätigung vom Erhalt des Einfrieren-Befehls von jeder der F/T-Speichersteuereinheiten.

**[0017]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist der Farbsteuerknoten funktionsmäßig zum Senden eines Tauen-Befehls an die F/T-Speichersteuereinheit geeignet, nachdem zu der neuen Farbe gewechselt wurde.

**[0018]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist die F/T-Speichersteuereinheit in Reaktion auf das Empfangen eines Tauen-Befehls

funktionsmäßig zum Bestätigen von Schreiboperationen an Anforderer von Schreiboperationen geeignet, wobei jede der Schreiboperationen, für die die Schreibbestätigungen nach dem Empfangen eines Einfrieren-Befehls gesendet werden, als Teil der neuen Farbe geschrieben betrachtet werden.

**[0019]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung sind die Steuereinheiten funktionsmäßig zum asynchronen Kopieren von Daten geeignet, die als Teil irgendeiner der Farben an die entsprechenden Fernspeicher-Steuereinheiten an dem Sekundärstandort geschrieben wurden.

**[0020]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist die Abfrage-Speichersteuereinheit funktionsmäßig zum Abfragen des Farbsteuerknotens geeignet, um die momentane Farbe vor dem Speichern von Daten auf der zweiten Datenspeicherseinheit an dem Primärstandort als Teil der momentanen Farbe zu erhalten.

**[0021]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Verwalten von Farben und Farbgrenzen über mehrere heterogene Speichersteuereinheiten hinweg bereitgestellt, wobei das Verfahren das Senden eines Einfrieren-Befehls an wenigstens eine F/T-Speichersteuereinheit an einem primären Datenspeicherstandort einschließt, wodurch die F/T-Speichersteuereinheit zum Zurückhalten der Bestätigung von Schreiboperationen an die Anforderer der Schreiboperationen aktiviert wird, und das Wechseln der momentanen Farbe des Primärstandorts zu einer neuen Farbe beim Empfangen einer Bestätigung des Einfrieren-Befehls von jeder der F/T-Speichersteuereinheiten, wobei die momentane Farbe an wenigstens eine Abfrage-Speichersteuereinheit an dem Primärstandort in Reaktion auf eine Abfrageanforderung durch die Abfrage-Speichersteuereinheit bereitgestellt werden kann, und das Senden eines Tauen-Befehls an die F/T-Speichersteuereinheit beinhaltet, wodurch die F/T-Speichersteuereinheit zum Bestätigen der Schreiboperationen an die Anforderer aktiviert wird, wobei jede der Schreiboperationen, für die die Bestätigungen nach dem Empfangen des Einfrieren-Befehls durch die F/T-Speichersteuereinheit gesendet werden, als Teil der neuen Farbe geschrieben betrachtet wird.

**[0022]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Datenspeichersystem bereitgestellt, das wenigstens eine Einfrieren-/Tauen-(F/T)Speichersteuereinheit, die funktionsmäßig zum Speichern von Daten in einer ersten Datenspeichereinheit an einem Primärstandort als Teil einer momentanen Farbe des Primärstandorts geeignet ist, wenigstens eine Abfrage-Speichersteuereinheit, die funktionsmäßig zum Speichern von Daten in einer zweiten Speichereinheit an dem Primärstandort als

Teil der momentanen Farbe geeignet ist, einen Abfrage-Farbsteuerknoten, der funktionsmäßig zum Verwalten und Melden der momentanen Farbe an die Abfrage-Speichersteuereinheit in Reaktion auf eine Abfrage-Anforderung durch die Abfrage-Speichersteuereinheit geeignet ist, und einen F/T-Farbsteuerknoten enthält, der eine der F/T-Speichersteuereinheiten und den Abfrage-Farbsteuerknoten zum Wechseln zu einer neuen Farbe veranlassen kann.

**[0023]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist der F/T-Farbsteuerknoten funktionsmäßig zum Senden eines Einfrieren-Befehls an die F/T-Speichersteuereinheit geeignet.

**[0024]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist die F/T-Speichersteuereinheit in Reaktion auf das Empfangen eines Einfrieren-Befehls zum Zurückhalten der Bestätigung von Schreiboperationen an die Anforderer der Schreiboperationen geeignet.

**[0025]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist der F/T-Farbsteuerknoten reagierend auf das Empfangen einer Bestätigung vom Erhalt eines Einfrieren-Befehls von jeder der F/T-Speichersteuereinheiten funktionsmäßig zum Senden eines Befehls an den Abfrage-Farbsteuerknoten geeignet, um die momentane Farbe zu der neuen Farbe zu wechseln.

**[0026]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der Erfindung handelt es sich bei dem Befehl zum Wechseln der Farbe um einen Einfrieren-Befehl.

**[0027]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung handelt es sich bei dem Befehl zum Wechseln der Farbe um einen Tauen-Befehl.

**[0028]** Unter einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist der Farbsteuerknoten in Reaktion auf das Empfangen eines Farbwechsel-Befehls funktionsmäßig zum Wechseln der momentanen Farbe zu der neuen Farbe geeignet.

**[0029]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist der Farbsteuerknoten nach dem Wechseln zu der neuen Farbe funktionsmäßig zum Senden einer Farbwechsel-Bestätigung an den F/T-Farbsteuerknoten geeignet.

**[0030]** Unter einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist der F/T-Farbsteuerknoten in Reaktion auf das Empfangen einer Farbwechsel-Bestätigung funktionsmäßig zum Senden eines Tauen-Befehls an die F/T-Speichersteuereinheit geeignet.

**[0031]** Unter einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist die F/T-Speichersteuereinheit

in Reaktion auf das Empfangen eines Tauen-Befehls funktionsmäßig zum Bestätigen der Schreiboperationen an Anforderer von Schreiboperationen, für die die Bestätigungen nach dem Empfangen eines Einfrieren-Befehls durch die F/T-Speichersteuereinheit gesendet wurden, als Teil der neuen Farbe geschrieben betrachtet werden.

**[0032]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung sind die Steuereinheiten zum asynchronen Kopieren von Daten geeignet, die als Teil einer der Farben an die entsprechenden Fernspeicher-Steuereinheiten an einem Sekundarstandort gesendet wurden.

**[0033]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist die Abfrage-Steuereinheit zum Abfragen des Abfrage-Farbsteuerknotens geeignet, um die momentane Farbe vor dem Speichern der Daten auf der zweiten Datenspeichereinheit an dem Primärstandort als Teil der momentanen Farbe zu empfangen.

**[0034]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der Erfindung wird ein Verfahren zum Verwalten von Farben und Farbgrenzen über mehrere heterogene Speichersteuereinheiten hinweg bereitgestellt, wobei das Verfahren das Senden eines Einfrieren-Befehls an wenigstens eine F/T-Speichersteuereinheit an einem primären Datenspeicherstandort beinhaltet, wodurch die F/T-Speichersteuereinheit zum Zurückhalten der Bestätigung von Schreiboperationen an die Anforderer der Schreiboperationen aktiviert wird, und das Wechseln der momentanen Farbe eines Abfrage-Farbsteuerknotens an dem Primärstandort zu einer neuen Farbe beim Empfangen einer Bestätigung des Einfrieren-Befehls von jeder der F/T-Speichersteuereinheiten, wobei die momentane Farbe an wenigstens eine Abfrage-Speichersteuereinheit an dem Primärstandort in Reaktion auf eine Abfrageanforderung durch die Abfrage-Speichersteuereinheit bereitgestellt werden kann, und das Senden eines Tauen-Befehls an die F/T-Speichersteuereinheit nach dem Empfangen einer Bestätigung vom Empfang des Farbwechsels enthält, wodurch die F/T-Speichersteuereinheit zum Bestätigen der Schreiboperationen an die Anforderer aktiviert wird, wobei jede der Schreiboperationen, für die die Bestätigungen nach dem Empfangen des Einfrieren-Befehls durch die F/T-Speichersteuereinheit gesendet wurden, als Teil der neuen Farbe geschrieben betrachtet wird.

**[0035]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung beinhaltet der Schritt des Wechsels das Senden eines Einfrieren-Befehls an den Abfrage-Farbsteuerknoten.

**[0036]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung beinhaltet der Schritt des Wechsels das Senden eines Tauen-Befehls an den Abfrage-Farbsteuerknoten.

selns das Senden eines Tauen-Befehls an den Abfrage-Farbsteuerknoten.

**[0037]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist der F/T-Farbsteuerknoten funktionsmäßig zum Senden eines Einfrieren-Befehls an die F/T-Speichersteuereinheit und den Abfrage-Farbsteuerknoten geeignet.

**[0038]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist der F/T-Farbsteuerknoten in Reaktion auf das Empfangen einer Bestätigung des Empfangs eines Einfrieren-Befehls von jeder der F/T-Speichersteuereinheiten und dem Abfrage-Farbsteuerknoten funktionsmäßig zum Senden eines Tauen-Befehls an den Abfrage-Farbsteuerknoten zum Wechseln der momentanen Farbe zu der neuen Farbe geeignet.

**[0039]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Verwalten von Farben und Farbgrenzen über mehrere heterogene Speichersteuereinheiten hinweg bereitgestellt, wobei das Verfahren das Senden eines Einfrieren-Befehls an wenigstens eine F/T-Speichersteuereinheit und einen Abfrage-Farbsteuerknoten an einem primären Datenspeicher-Standort beinhaltet, wodurch die F/T-Speichersteuereinheit zum Zurückhalten der Bestätigung von Schreiboperationen an die Anforderer der Schreiboperationen aktiviert wird, das Wechseln der momentanen Farbe des Abfrage-Farbsteuerknotens an dem Primärstandort zu einer neuen Farbe in Reaktion auf das Empfangen einer Bestätigung des Einfrieren-Befehls von jeder der F/T-Speichersteuereinheiten und dem Abfrage-Farbsteuerknoten, wobei die momentane Farbe an wenigstens eine Abfrage-Speichersteuereinheit an dem Primärstandort in Reaktion auf eine Abfrageanforderung durch die Abfrage-Speichersteuereinheit bereitgestellt werden kann, und das Senden eines Tauen-Befehls an die F/T-Speichersteuereinheit nach dem Empfangen einer Bestätigung des Empfangs des Farbwechsels enthält, wodurch die F/T-Speichersteuereinheit zum Bestätigen der Schreiboperationen an die Anforderer aktiviert wird, wobei alle Schreibvorgänge, für die die Bestätigungen nach dem Empfangen des Einfrieren-Befehls durch die F/T-Speichersteuereinheit gesendet wurden, als Teil der neuen Farbe geschrieben betrachtet werden.

**[0040]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung gehört zu dem Schritt des Wechsels das Senden eines Tauen-Befehls an den Abfrage-Farbsteuerknoten.

**[0041]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist der F/T-Farbsteuerknoten in Reaktion auf das Empfangen einer Bestätigung des Empfangs eines Einfrieren-Befehls von dem Abfrage-Farbsteuerknoten funktionsmäßig zum Senden

eines Tauen-Befehls an den Abfrage-Farbsteuerknoten geeignet.

**[0042]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist der F/T-Farbsteuerknoten in Reaktion auf das Empfangen einer Bestätigung vom Erhalt eines Tauen-Befehls von dem Abfrage-Farbsteuerknoten funktionsmäßig zum Senden eines Tauen-Befehls an die F/T-Speichersteuereinheit geeignet.

**[0043]** Unter einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist der Abfrage-Farbsteuerknoten funktionsmäßig zum Wechseln der momentanen Farbe zu der neuen Farbe in Reaktion auf das Empfangen eines Einfrieren- oder Tauen-Befehls von dem F/T-Farbsteuerknoten geeignet.

**[0044]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Verwalten von Farben und Farbgrenzen über mehrere heterogene Speichersteuereinheiten hinweg bereitgestellt, wobei das Verfahren das Senden eines ersten Einfrieren-Befehls an wenigstens eine F/T-Speichersteuereinheit an einem primären Datenspeicher-Standort beinhaltet, wodurch die F/T-Speichersteuereinheit zum Zurückhalten der Bestätigung von Schreiboperationen an die Anforderer der Schreiboperationen aktiviert wird, das Senden eines zweiten Einfrieren-Befehls an den Abfrage-Farbsteuerknoten, nachdem der F/T-Farbsteuerknoten eine Bestätigung vom Erhalt eines ersten Einfrieren-Befehls von jeder der F/T-Speichersteuereinheiten empfangen hat, das Senden eines ersten Tauen-Befehls an den Abfrage-Farbsteuerknoten, nachdem der F/T-Farbsteuerknoten eine Bestätigung vom Erhalt des zweiten Einfrieren-Befehls von dem Abfrage-Farbsteuerknoten empfangen hat, das Wechseln der momentanen Farbe des Abfrage-Farbsteuerknotens an dem Primärstandort zu einer neuen Farbe in Reaktion auf den zweiten Einfrieren- oder den ersten Tauen-Befehl und das Senden eines zweiten Tauen-Befehls an die F/T-Speichersteuereinheit enthält, nachdem eine Bestätigung vom Erhalt des ersten Tauen-Befehls empfangen wurde, wodurch die F/T-Speichersteuereinheit zum Bestätigen der Schreiboperationen an die Anforderer aktiviert wird, wobei jede der Schreiboperationen, für die die Bestätigungen nach dem Empfangen des Einfrieren-Befehls durch die F/T-Speichersteuereinheit gesendet wurden, als Teil der neuen Farbe geschrieben betrachtet wird.

**[0045]** Unter einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Realisieren eines Datenspeichersystems bereitgestellt, wobei das Verfahren das Verwenden wenigstens einer Speichersteuereinheit mit einer ersten Farbstrategie, die funktionsmäßig zum Speichern von Daten auf einer ersten Datenspeichereinheit an einem Primärstandort als Teil einer momentanen Farbe des Pri-

märstandorts geeignet ist, und wenigstens einer Speichersteuereinheit mit einer zweiten Farbstrategie, die funktionsmäßig zum Speichern von Daten auf einer zweiten Datenspeichereinheit an dem Primärstandort als Teil der momentanen Farbe geeignet ist, und eines Farbsteuerknotens beinhaltet, der funktionsmäßig zum Bereitstellen von neuen Farbdaten an jede der Steuereinheiten geeignet ist und gleichzeitig die Unversehrtheit abhängiger Schreibvorgänge über die Farbgrenzen hinweg erhält.

**[0046]** Unter einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Computerprogramm bereitgestellt, das auf einem computerlesbaren Medium untergebracht ist, wobei das Computerprogramm ein erstes Codesegment, das funktionsmäßig zum Steuern wenigstens einer Speichersteuereinheit mit einer ersten Farbstrategie geeignet ist, um Daten auf einer ersten Datenspeichereinheit an dem Primärstandort als Teil einer momentanen Farbe des Primärstandortes zu speichern, ein zweites Codesegment, das funktionsmäßig zum Steuern wenigstens einer Speichersteuereinheit mit einer zweiten Farbstrategie geeignet ist, um Daten auf einer zweiten Datenspeichereinheit an dem Primärstandort als Teil der momentanen Farbe zu speichern, und ein drittes Codesegment enthält, das funktionsmäßig zum Steuern eines Farbsteuerknotens geeignet ist, um jeder der Steuereinheiten neuen Farbdaten bereitzustellen und gleichzeitig die Unversehrtheit abhängiger Schreibvorgänge über Farbgrenzen hinweg zu erhalten.

**[0047]** Es ist klar, dass sich in der Beschreibung und den Ansprüchen durchwegs Bezüge auf das Abfragen zum Empfangen der momentanen Farbe auf das Empfangen von Farbdaten unter Verwendung einer beliebigen bekannten Datenwiedergabetechnik beziehen kann einschließlich solcher, bei denen die Farbe in numerischer Form wie z. B. eine mit einer Farbe verknüpften Seriennummer wiedergegeben wird.

**[0048]** Diese Aufgaben werden auf vorteilhafte Weise gelöst, indem grundlegend die in den unabhängigen Ansprüchen dargelegten Eigenschaften verwendet werden. Weitere Verbesserungen werden durch die Unteransprüche bereitgestellt.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0049]** Die vorliegende Erfindung wird aus der folgenden ausführlichen Beschreibung vollständiger verstanden und bewertet werden, wenn sie in Verbindung mit den angefügten Zeichnungen gelesen wird, in denen:

**[0050]** [Fig. 1](#) ein vereinfachtes Blockschaltbild eines Systems aus einer primären und sekundären Datenspeicherung darstellt, das gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung

funktioniert und aufgebaut ist;

[0051] [Fig. 2](#) ein vereinfachtes Flussdiagramm eines Verfahrens zum Verwalten von Farben und Farbgrenzen über mehrere heterogene Speichersteuereinheiten hinweg darstellt, das gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung funktioniert;

[0052] [Fig. 3](#) ein vereinfachtes Blockschaltbild eines Systems aus einer primären und sekundären Datenspeicherung darstellt, das gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung funktioniert und aufgebaut ist; und

[0053] Die [Fig. 4](#), [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) vereinfachte Flussdiagramme von Verfahren zum Verwalten von Farben und Farbgrenzen über mehrere Speichersteuereinheiten hinweg darstellen, die gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung funktionieren.

#### Ausführungsform der Erfindung

[0054] Nun wird auf [Fig. 1](#) Bezug genommen, die ein vereinfachtes Blockschaltbild eines Systems aus primärer und sekundärer Datenspeicherung darstellt, das gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung funktioniert und aufgebaut ist.

[0055] In dem System aus [Fig. 1](#) enthält ein Primärstandort **100** die Speichersteuereinheiten **104a**, **104b** und **104c**, die jeweils mit den Speichereinheiten **106a**, **106b** und **106c** verbunden sind. Die Speichersteuereinheiten **104a**, **104b** und **104c** verwalten den Eingabe-/Ausgabe-(E/A) Zugriff auf die Datenträger in den Speichereinheiten **106a**, **106b**, **106c** von den Hostsystemen (nicht gezeigt). Die Speichersteuereinheiten **104a**, **104b** und **104c** sind vorzugsweise zum asynchronen Kopieren von Daten an entsprechende Fernspeicher-Steuereinheiten **108a**, **108b** und **108c** an einem Sekundärstandort **102** über die Verbindungen **112a**, **112b** und **112c** ausgelegt. Die Speichersteuereinheiten **104a**, **104b** und **104c** übertragen vorzugsweise periodisch Sätze von Schreibvorgängen, die hier als „Farben“ bezeichnet werden, an die entfernten Speichersteuereinheiten **108a**, **108b** und **108c** entsprechend dem Stand der Technik, wo die Fernspeicher-Steuereinheiten **108a**, **108b** und **108c** die Daten an ihre jeweils angeschlossenen Speichereinheiten **114a**, **114b** und **114c** schreiben. Obgleich [Fig. 1](#) eine bestimmte Anzahl von Komponenten an den Standorten **100** und **102** wie z. B. jeweils drei Speichersteuereinheiten und Speichereinheiten zeigt, kann selbstverständlich eine beliebige Anzahl von Speichersteuereinheiten und Speichersteinheiten verwendet werden.

[0056] Der Sekundärstandort **102** kann sich hunderte oder tausende Kilometer von dem Primärstandort **100** entfernt befinden. Die Verbindungen **112a**, **112b**,

**112c** zwischen Paaren von Speichersteuereinheiten können eine eigens dafür vorgesehene Verbindung wie z. B. ein eigenes Lichtwellenleiter-Netzwerk, eine von einer Fernmeldegesellschaft bereitgestellte Verbindung, eine Lichtwellenleiter-Verbindung für große Entfernung mit Einmoden-Übertragern (channel extenders) umfassen oder durch ein Netzwerk wie z. B. ein Speichernetzwerk (Storage Area Network, SAN), ein Primarnetzwerk (Primary Area Network, LAN) oder das Internet führen.

[0057] Hostsysteme (nicht gezeigt) am Primärstandort **100** können Ein-/Ausgabe-(E/A)-Operationen an den Datenträgern in den Speichereinheiten **106a**, **106b** und **106c** ausführen. Die Hostsysteme können mit den Speichersteuereinheiten **104a**, **104b** und **104c** über ein Netzwerk oder eine Verbindung nach dem Stand der Technik Daten übertragen.

[0058] Die Speichersteuereinheiten **104a**, **104b**, **104c**, **108a**, **108b** und **108c** enthalten vorzugsweise eine Prozessoranordnung, und sie können eine beliebige Speichersteuereinheit oder einen beliebigen Server nach dem Stand der Technik wie z. B. der IBM Enterprise Storage Server (ESS<sup>®</sup>), 3990 Storage Controller umfassen. Die Speichereinheiten **106a**, **106b**, **106c**, **114a**, **114b** und **114c** können einen Verbund von Speichereinheiten wie z. B. ein einfaches Laufwerksbündel (Just a Bunch of Disks, JBOD) oder eine redundante Verbundanordnung unabhängiger Laufwerke (Redundant Array of Independent Disks, RAID) umfassen.

[0059] Jede Speichersteuereinheit **104a**, **104b** und **104c** am Primärstandort **100** ist vorzugsweise über das Netzwerk **118** mit einem Farbsteuerknoten **110** zusammengeschaltet, der vorzugsweise mit mehreren Speichersteuereinheiten, die am gleichen Datenspeicherstandort betrieben werden, gleichzeitig arbeitet, wobei nicht alle Speichersteuereinheiten dieselbe Farbstrategie aufweisen. Beispielsweise kann der Farbsteuerknoten **110** einen Bezeichner verwalten, der den momentanen Schreibsatz für die Abfrage-Speichersteuereinheiten kennzeichnet, der hier als „die momentane Farbe“ bezeichnet wird, während er die Einfrieren-/Tauen-(F/T) Speichersteuereinheiten zum Wechseln zum nächsten Schreibsatz/Farbe veranlasst, indem er „Einfrieren“-Befehle an die F/T-Speichersteuereinheiten ausgibt. An dem Primärstandort **100** können eine beliebige Anzahl und eine beliebige Zusammenstellung von Abfrage-Speichersteuereinheiten und F/T-Speichersteuereinheiten verwendet werden, wobei es sich bei den Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** z. B. um F/T-Speichersteuereinheiten, die die momentane Farbe verwalten bis der Farbsteuerknoten **110** einen „Einfrieren“-Befehl an sie ausgibt, und bei der Speichersteuereinheit **104c** um eine Abfrage-Speichersteuereinheit handelt, die den Farbsteuerknoten **110** abfragt und vor dem Verknüpfen eines Schreibvor-

gangs mit einer Farbe die momentane Farbe anfordert, wobei die Speichersteuereinheiten **104a**, **104b** und **104c** den Schreibvorgang in die Speicherung als Teil dieser Farbe nach dem Stand der Technik ausführen.

**[0060]** Nun wird auf [Fig. 2](#) Bezug genommen, die ein vereinfachtes Flussdiagramm eines Verfahrens zum Verwalten von Farben und Farbgrenzen über mehrere heterogene Speichersteuereinheiten hinweg darstellt, wobei das Verfahren gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung funktioniert. Das Verfahren aus [Fig. 2](#) kann mit Bezug auf das primäre und sekundäre Datenspeichersystem aus [Fig. 1](#) verstanden werden, wobei das Verfahren aus [Fig. 2](#) vorzugsweise durch die Speichersteuereinheiten **104a**, **104b** und **104c** und den Farbsteuerknoten **110** umgesetzt wird. In dem Verfahren aus [Fig. 2](#) können die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** die momentane Farbe verwalten und alle Schreibvorgänge als Teil dieser Farbe ausführen, während die Abfrage-Speichersteuereinheit **104c** den Farbsteuerknoten **110** nach der momentanen Farbe abfragt, bevor ein Schreibvorgang als Teil dieser Farbe ausgeführt wird. Unmittelbar vor dem Wechseln zu einer neuen Farbe z. B. gemäß einem vorgegebenen Schema gibt der Farbsteuerknoten **110** einen „Einfrieren“-Befehl an die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** aus, der die neue Farbe bezeichnet. Beim Empfangen des „Einfrieren“-Befehls können die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** weiterhin Schreibvorgänge ausführen, halten aber die Bestätigung von Schreiboperationen an die Anforderer zurück oder können die gesamten Schreiboperationen aussetzen. Die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** senden dann eine Bestätigung des „Einfrieren“-Befehls an den Farbsteuerknoten **110**. Nachdem der Farbsteuerknoten **110** eine Bestätigung von allen F/T-Speichersteuereinheiten empfangen hat, wechselt er seine Farbe. Deshalb antwortet der Farbsteuerknoten von diesem Zeitpunkt an auf Abfragen, die er von der Abfrage-Speichersteuereinheit **104c** erhält, indem er die neue Farbe angibt. Der Farbsteuerknoten **110** sendet dann einen „Tauen“-Befehl an die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b**, die beim Empfangen des „Tauen“-Befehls ggf. ausgesetzte Schreibvorgänge ausführen können und an die Anforderer von Schreibvorgängen eine Bestätigung der Schreibvorgänge senden, die nach dem Empfangen des „Einfrieren“-Befehls ausgeführt wurden, wobei alle Schreibvorgänge, für die die Bestätigungen nach dem Empfangen des „Einfrieren“-Befehls gesendet wurden, als Teil der neuen Farbe geschrieben betrachtet werden.

**[0061]** Nun wird auf [Fig. 3](#) Bezug genommen, die ein vereinfachtes Blockschaltbild eines Systems aus einer primären und sekundären Datenspeicherung darstellt, das gemäß einer bevorzugten Ausführungs-

form der Erfindung funktioniert und aufgebaut ist. Das System aus [Fig. 3](#) ist dem System aus [Fig. 1](#) im Wesentlichen ähnlich mit der bemerkenswerten Ausnahme, dass die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** am Primärstandort **100** Daten mit einem F/T-Farbsteuerknoten **300** austauschen, der die Einfrieren-/Tauen-(F/T) Speichersteuereinheiten zum Wechseln zu der nächsten Farbe veranlasst, indem er „Einfrieren“-Befehle an die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** ausgibt, während die Abfrage-Speichersteuereinheit **104c** Daten mit einem Abfrage-Farbsteuerknoten **302** austauscht, der als Abfrage-Farbsteuerknoten funktioniert und die momentane Farbe für die Abfrage-Speichersteuereinheiten verwaltet.

**[0062]** Nun wird auf [Fig. 4](#) Bezug genommen, die ein vereinfachtes Flussdiagramm eines Verfahrens zum Verwalten von Farben und Farbgrenzen über mehrere heterogene Speichersteuereinheiten hinweg darstellt, das gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung funktioniert. Das Verfahren aus [Fig. 4](#) kann mit Bezug auf das primäre und sekundäre Datenspeichersystem aus [Fig. 3](#) verstanden werden, wobei das Verfahren aus [Fig. 4](#) vorzugsweise mit den Speichersteuereinheiten **104a**, **104b** und **104c**, dem Abfrage-Farbsteuerknoten **302** und dem F/T-Farbsteuerknoten **300** umgesetzt wird. In dem Verfahren aus [Fig. 4](#) verwalten die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** die momentane Farbe und führen alle Schreibvorgänge als Teil dieser Farbe aus, während die Abfrage-Speichersteuereinheit **104c** den Abfrage-Farbsteuerknoten **302** nach der momentanen Farbe abfragt, bevor ein Schreibvorgang als Teil dieser Farbe durchgeführt wird. Unmittelbar vor dem Wechseln zu einer neuen Farbe z. B. gemäß einem bevorzugten Schema gibt der F/T-Farbsteuerknoten **300** einen „Einfrieren“-Befehl an die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** aus, der die neue Farbe bezeichnet. Beim Empfangen des „Einfrieren“-Befehls können die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** weiterhin Schreibvorgänge ausführen, halten aber die Bestätigung von Schreiboperationen an die Anforderer zurück oder können die gesamten Schreibvorgänge aussetzen. Die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** senden dann eine Bestätigung des „Einfrieren“-Befehls an den F/T-Farbsteuerknoten **300**. Wenn der F/T-Farbsteuerknoten **300** eine Bestätigung des „Einfrieren“-Befehls von allen F/T-Speichersteuereinheiten empfängt, sendet er einen Befehl möglicherweise in Form eines normalen „Einfrieren“- oder „Tauen“-Befehls an den Abfrage-Farbsteuerknoten **302**, um seine Farbe zu wechseln. Nachdem der Abfrage-Farbsteuerknoten **302** den Befehl von dem F/T-Farbsteuerknoten **300** zum Wechseln der Farbe empfangen hat, wechselt der Farbsteuerknoten **302** seine Farbe und sendet eine Bestätigung an den F/T-Farbsteuerknoten **300**. Deshalb antwortet der Abfrage-Farbsteuerknoten **302** ab diesem Zeit-

punkt auf Abfragen, die er von der Abfrage-Speichersteuereinheit **104c** empfängt, mit der Angabe der neuen Farbe. Nachdem der F/T-Farbsteuerknoten **300** die Bestätigung von dem Abfrage-Farbsteuerknoten **302** erhält, die angibt, dass er seine Farbe gewechselt hat, sendet der F/T-Farbsteuerknoten **300** einen „Tauen“-Befehl an die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b**, der beim Empfangen des „Tauen“-Befehls ggf. ausgesetzte Schreibvorgänge ausführen und eine Bestätigung der Schreibvorgänge, die nach dem Empfangen des „Einfrieren“-Befehls ausgeführt wurden, an ihre Anforderer senden kann, wobei alle Schreibvorgänge, für die die Bestätigungen nach dem Empfangen des „Einfrieren“-Befehls gesendet wurden, als Teil der neuen Farbe geschrieben betrachtet werden. Es ist auch möglich, dass der F/T-Farbsteuerknoten **300** einen „Tauen“-Befehl an den Abfrage-Farbsteuerknoten **302** sendet, der nicht beachtet wird.

**[0063]** Nun wird auf [Fig. 5](#) Bezug genommen, die ein vereinfachtes Flussdiagramm eines Verfahrens zum Verwalten von Farben und Farbgrenzen über mehrere heterogene Speichersteuereinheiten hinweg darstellt, das gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ausgeführt wird. Das Verfahren aus [Fig. 5](#) kann mit Bezug auf das primäre und sekundäre Datenspeichersystem aus [Fig. 3](#) verstanden werden, wobei das Verfahren aus [Fig. 5](#) vorzugsweise durch die Speichersteuereinheiten **104a**, **104b** und **104c**, dem Abfrage-Farbsteuerknoten **302** und dem F/T-Farbsteuerknoten **300** umgesetzt wird. In dem Verfahren aus [Fig. 5](#) verwalten die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** die momentane Farbe und führen alle Schreibvorgänge als Teil dieser Farbe aus, während die Abfrage-Speichersteuereinheit **104c** den Abfrage-Farbsteuerknoten **302** nach der momentanen Farbe abfragt, bevor ein Schreibvorgang als Teil dieser Farbe durchgeführt wird. Unmittelbar vor dem Wechseln zu einer neuen Farbe z. B. nach einem vorgegebenen Schema gibt der F/T-Farbsteuerknoten **300** einen „Einfrieren“-Befehl, der die neue Farbe bezeichnet, an die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** sowie den Abfrage-Farbsteuerknoten **302** aus. Beim Empfangen des „Einfrieren“-Befehls können die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** weiterhin Schreibvorgänge ausführen, halten die Bestätigung von Schreibvorgängen an die Anforderer aber zurück oder können die gesamten Schreibvorgänge aussetzen. Die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** und der Abfrage-Farbsteuerknoten **302** senden dann eine Bestätigung des „Einfrieren“-Befehls an den F/T-Farbsteuerknoten **300**. Nachdem der F/T-Farbsteuerknoten **300** eine Bestätigung von allen F/T-Speichersteuereinheiten und dem Abfrage-Farbsteuerknoten **302** empfangen hat, sendet der F/T-Farbsteuerknoten **300** einen Befehl möglicherweise in der Form eines normalen „Tauen“-Befehls an den Abfrage-Farbsteuerknoten **302**, um seine

Farbe zu wechseln. Nachdem der Abfrage-Farbsteuerknoten **302** den Befehl zum Wechseln seiner Farbe von dem F/T-Farbsteuerknoten **300** empfangen hat, wechselt der Abfrage-Farbsteuerknoten **302** seine Farbe und sendet eine Bestätigung an den F/T-Farbsteuerknoten **300**. Deshalb antwortet der Abfrage-Farbsteuerknoten **302** ab diesem Zeitpunkt auf Abfragen, die er von der Abfrage-Speichersteuereinheit **104c** erhält, mit der Angabe der neuen Farbe. Nachdem der F/T-Farbsteuerknoten **300** die Bestätigung von dem Abfrage-Farbsteuerknoten **302** mit der Angabe, dass er seine Farbe gewechselt hat, empfangen hat, sendet der F/T-Farbsteuerknoten **300** einen „Tauen“-Befehl an die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b**, die beim Empfangen des „Tauen“-Befehls ggf. ausgesetzte Schreibvorgänge ausführen können und an die Anforderer der Schreibvorgänge eine Bestätigung der Schreibvorgänge senden, die nach dem Empfangen des „Einfrieren“-Befehls ausgeführt wurden, wobei alle Schreibvorgänge, für die die Bestätigungen nach dem Empfangen des „Einfrieren“-Befehls gesendet wurden, als Teil der neuen Farbe geschrieben betrachtet werden.

**[0064]** Nun wird auf [Fig. 6](#) Bezug genommen, die ein vereinfachtes Flussdiagramm eines Verfahrens zum Verwalten von Farben und Farbgrenzen über mehrere heterogene Speichersteuereinheiten hinweg darstellt, das gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird. Das Verfahren aus [Fig. 6](#) kann mit Bezug auf das primäre und sekundäre Datenspeichersystem aus [Fig. 3](#) verstanden werden, wobei das Verfahren aus [Fig. 6](#) vorzugsweise durch die Speichersteuereinheiten **104a**, **104b** und **104c**, den Abfrage-Farbsteuerknoten **302** und den F/T-Farbsteuerknoten **300** umgesetzt wird. In dem Verfahren aus [Fig. 6](#) verwalten die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** die momentane Farbe und führen alle Schreibvorgänge als Teil dieser Farbe aus, während die Abfrage-Speichersteuereinheit **104c** den Abfrage-Farbsteuerknoten **302** nach der momentanen Farbe abfragt, bevor ein Schreibvorgang als Teil dieser Farbe ausgeführt wird. Unmittelbar vor dem Wechseln zu einer neuen Farbe z. B. nach einem vorgegebenen Schema gibt der F/T-Farbsteuerknoten **300** einen „Einfrieren“-Befehl an die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** aus, der die neue Farbe bezeichnet. Beim Empfangen des „Einfrieren“-Befehls können die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** weiterhin Schreibvorgänge ausführen, halten aber die Bestätigung der Schreibvorgänge an die Anforderer zurück oder können alle Schreibvorgänge aussetzen. Die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b** senden dann eine Bestätigung des „Einfrieren“-Befehls an den F/T-Farbsteuerknoten **300**. Nachdem der F/T-Farbsteuerknoten **300** eine Bestätigung von allen F/T-Speichersteuereinheiten erhalten hat, sendet der F/T-Farbsteuerknoten **300** einen „Einfrieren“-Befehl an den Abfrage-Farbsteuerknoten **302**.

Nachdem der Abfrage-Farbsteuerknoten **302** den „Einfrieren“-Befehl von dem F/T-Farbsteuerknoten **300** empfangen hat, kann der Abfrage-Farbsteuerknoten **302** seine Farbe wechseln. Der Abfrage-Farbsteuerknoten **302** sendet dann eine Bestätigung an den F/T-Farbsteuerknoten **300**. Nachdem der F/T-Farbsteuerknoten **300** die Bestätigung von dem Abfrage-Farbsteuerknoten **302** empfangen hat, sendet der F/T-Farbsteuerknoten **300** einen „Tauen“-Befehl an den Farbsteuerknoten **302**.

**[0065]** Nachdem der Farbsteuerknoten **302** den „Tauen“-Befehl von dem F/T-Farbsteuerknoten **300** empfangen hat, kann der Abfrage-Farbsteuerknoten **302** seine Farbe wechseln. Auf diese Weise ist es möglich, dass der Abfrage-Farbsteuerknoten **302** seine Farbe wechselt, nachdem er einen „Einfrieren“- oder „Tauen“-Befehl empfangen hat. Der Abfrage-Farbsteuerknoten sendet dann eine Bestätigung des „Tauen“-Befehls an den F/T-Farbsteuerknoten **300**. Nachdem der F/T-Farbsteuerknoten **300** die Bestätigung des „Tauen“-Befehls vom Abfrage-Farbsteuerknoten **302** empfangen hat, sendet der F/T-Farbsteuerknoten **300** einen „Tauen“-Befehl an die F/T-Speichersteuereinheiten **104a** und **104b**, die beim Empfangen des „Tauen“-Befehls ggf. ausgesetzte Schreibvorgänge ausführen können und an die Anforderer der Schreibvorgänge eine Bestätigung der Schreibvorgänge senden, die nach dem Empfangen des „Einfrieren“-Befehls durchgeführt wurden, wobei alle Schreibvorgänge, für die die Bestätigungen nach dem Empfangen des „Einfrieren“-Befehls gesendet wurden, als Teil der neuen Farbe geschrieben betrachtet werden.

**[0066]** Es ist klar, dass einer oder mehrere Schritte jedes hier beschriebenen Verfahrens ausgelassen oder in einer anderer Reihenfolge als hier gezeigt durchgeführt werden können, ohne den wahren Erfindungsgedanken und -Umfang zu verlieren.

**[0067]** Während die hier beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen mit Bezug auf bestimmte Computer-Hardware und -Software beschrieben oder auch nicht beschrieben wurden, können die hier beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen selbstverständlich ohne weiteres mit gewöhnlichen Techniken in Computer-Hard- und Software umgesetzt werden.

**[0068]** Während die vorliegende Erfindung mit Bezug auf eine oder mehrere spezifische Ausführungsformen beschrieben wurde, dient die Beschreibung zum Veranschaulichen der Erfindung als Ganzes und darf nicht als Einschränkung der Erfindung auf die dargestellten Ausführungsformen ausgelegt werden. Es ist selbstverständlich, dass verschiedene Modifikationen, die der Fachmann gegebenenfalls vornimmt, obgleich sie hier nicht speziell gezeigt werden, trotzdem im Umfang der Erfindung enthalten sind.

## Patentansprüche

1. Datenspeichersystem mit heterogenen Speichersteuereinheiten, das Folgendes umfasst:  
eine erste Speichersteuereinheit (**104a**) mit einer ersten Schreibstrategie, die funktionsmäßig zum Speichern von Daten auf einer ersten Datenspeichereinheit (**106a**) an einem Primärstandort (**100**) als Teil eines momentanen Satzes von Schreibvorgängen für den Primärstandort (**100**) geeignet ist;  
eine zweite Speichersteuereinheit (**104b**) mit einer zweiten Schreibstrategie, die funktionsmäßig zum Speichern von Daten auf einer zweiten Datenspeichereinheit (**106b**) an dem Primärstandort als Teil des momentanen Satzes von Schreibvorgängen geeignet ist; und einen Steuerknoten (**110**), der funktionsmäßig zum Bereitstellen von neuen Schreibsatz-Daten an jede der Steuereinheiten (**104a**, **104b**) geeignet ist, wobei die Unversehrtheit von abhängigen Schreibvorgängen über Schreibsatzgrenzen hinweg erhalten wird:  
wobei es sich bei der ersten Speichersteuereinheit (**104a**) um eine Einfrieren-/Tauen-(F/T)Speichersteuereinheit mit einer Einfrieren-/Tauen-Strategie und bei der zweiten Speichersteuereinheit (**104b**) um eine Abfrage-Speichersteuereinheit mit einer Abfragestrategie handelt.

2. Datenspeichersystem nach Anspruch 1, bei dem der erste Steuerknoten (**110**) zum Verwalten und Bekanntgeben des momentanen Schreibsatzes an die Abfrage-Speichersteuereinheit in Reaktion auf eine Abfrage-Anforderung durch die Abfrage-Steuereinheit und zum Verlassen der F/T-Steuereinheit, zu einem neuen Schreibsatz zu wechseln, funktionsmäßig geeignet ist.

3. System nach Anspruch 2, bei dem der Farbsteuerknoten (**100**) funktionsmäßig zum Senden eines Einfrieren-Befehls an jede der F/T-Speichersteuereinheiten (**104a**) geeignet ist.

4. System nach Anspruch 2 oder 3, bei dem die F/T-Speichersteuereinheit (**104a**) in Reaktion auf das Empfangen eines Einfrieren-Befehls funktionsmäßig zum Zurückhalten der Bestätigung von Schreiboperationen von Anforderern der Schreiboperationen geeignet ist.

5. System nach Anspruch 4, bei dem die F/T-Speichersteuereinheit (**104a**) in Reaktion auf das Empfangen eines Einfrieren-Befehls funktionsmäßig zum Ausführen von Schreiboperationen geeignet ist.

6. System nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei dem der Steuerknoten (**110**) zum Wechseln des momentanen Schreibsatzes zu dem neuen Schreibsatz nach dem Senden eines Einfrieren-Befehls an jede der F/T-Speichersteuereinheiten und in Reaktion auf das Empfangen einer Bestätigung des Eingangs des

Einfrieren-Befehls von jeder der F/T-Speichersteuer-einheiten (**104a**) funktionsmäßig geeignet ist.

7. System nach einem der Ansprüche 2 bis 6, bei dem der Steuerknoten (**100**) funktionsmäßig zum Senden eines Tauen-Befehls an die F/T-Speichersteuereinheit (**104a**) nach dem Wechsel zu dem neuen Schreisatz geeignet ist.

8. System nach einem der Ansprüche 2 bis 7, bei dem die F/T-Speichersteuereinheit (**104a**) in Reaktion auf das Empfangen eines Tauen-Befehls funktionsmäßig zum Bestätigen von Schreiboperationen an die Anforderer der Schreiboperationen geeignet ist, wobei jede der Schreiboperationen, für die die Bestätigungen nach dem Empfangen eines Einfrieren-Befehls von der F/T-Speichersteuereinheit gesendet werden, als Teil des neuen Schreisatzes geschrieben betrachtet wird.

9. System nach einem der Ansprüche 2 bis 8, bei dem die Steuereinheiten (**104a, 104b**) funktionsmäßig zum asynchronen Kopieren von Daten geeignet sind, die als Teil irgendeines der Schreisätze in die entsprechenden Fernspeicher-Steuereinheiten an einem Sekundarstandort (**102**) geschrieben wurden.

10. System nach einem der Ansprüche 2 bis 9, bei dem die Abfrage-Steuereinheit (**104b**) funktionsmäßig zum Abfragen des Steuerknotens (**100**) geeignet ist, um den momentanen Schreisatz vor dem Speichern der Daten auf der zweiten Datenspeicher-einheit an einem Primärstandort als Teil des momen-tanen Schreisatzes zu empfangen.

11. Verfahren zum Verwalten von Schreisätzen und Schreisatzgrenzen über mehrere heterogene Speichersteuereinheiten hinweg, wobei das Verfah-ren Folgendes umfasst:

Senden eines Einfrieren-Befehls an wenigstens eine Einfrieren-/Tauen-(F/T)Speichersteuereinheit an ei-nem primären Datenspeicher-Standort, wodurch die F/T-Speichersteuereinheit zum Zurückhalten der Be-stätigung der Schreiboperationen von den Anforde-rern der Schreiboperationen aktiviert wird;

Wechseln des momentanen Schreisatzes des Pri-märstandortes zu einem neuen Schreisatz beim Empfangen einer Bestätigung des Einfrieren-Befehls von jeder der F/T-Speichersteuereinheiten, wobei der momentane Schreisatz an wenigstens eine Ab-frage-Speichersteuereinheit an dem Primärstandort in Reaktion auf eine Abfrageanforderung durch die Abfrage-Speichersteuereinheit bereitgestellt werden kann; und

Senden eines Tauen-Befehls an die F/T-Speichersteuereinheit, wodurch sie zum Bestätigen der Schreiboperationen an die Anforderer aktiviert wird, wobei jede der Schreiboperationen, für die die Bestä-tigungen nach dem Empfangen des Einfrieren-Befehls durch die F/T-Speichersteuereinheit gesendet

wurden, als Teil des neuen Schreisatzes geschrie-ben betrachtet werden.

12. Computerprogramm, das auf einem compu-terlesbaren Medium untergebracht ist und Folgendes umfasst:

ein erstes Codesegment, das zum Steuern wenigs-tens einer Speichersteuereinheit mit einer ersten Schreibstrategie zum Speichern von Daten auf einer ersten Datenspeichereinheit an einem Primärstand-ort als Teil eines momentanen Schreisatzes des Pri-märstandorts funktionsmäßig geeignet ist;

ein zweites Codesegment, das zum Steuern wenigs-tens einer Speichersteuereinheit mit einer zweiten Schreibstrategie zum Speichern von Daten auf einer zweiten Datenspeichereinheit an dem Primärstandort als Teil des momentanen Schreisatzes funktions-mäßig geeignet ist; und

ein drittes Codesegment, das funktionsmäßig zum Steuern eines Steuernknotens geeignet ist, um jeder der Steuereinheiten neue Schreisatz-Daten bereit-zustellen und gleichzeitig die Unversehrtheit der ab-hängigen Schreibvorgänge über die Schreisatz-grenzen hinweg zu erhalten,

wobei es sich bei der ersten Speichersteuereinheit (**104a**) um eine Einfrieren-/Tauen-(F/T)Speichersteuereinheit mit einer Einfrieren-/Tauen-Strategie und bei der zweiten Speichersteuereinheit (**104b**) um eine Abfrage-Speichersteuereinheit mit einer Abfra-gestrategie handelt.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

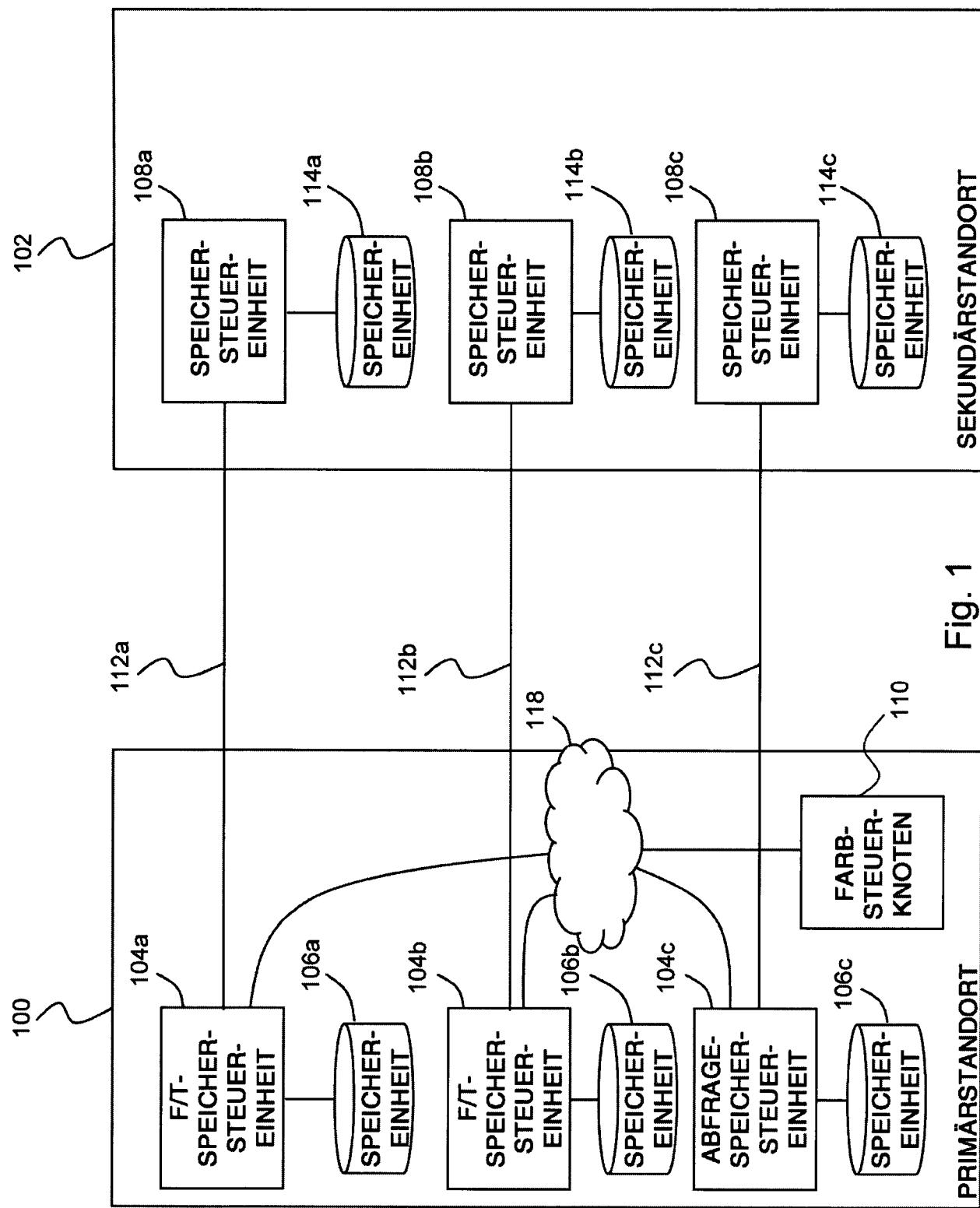


Fig. 1

SEKUNDÄRSTANDORT

PRIMÄRSTANDORT

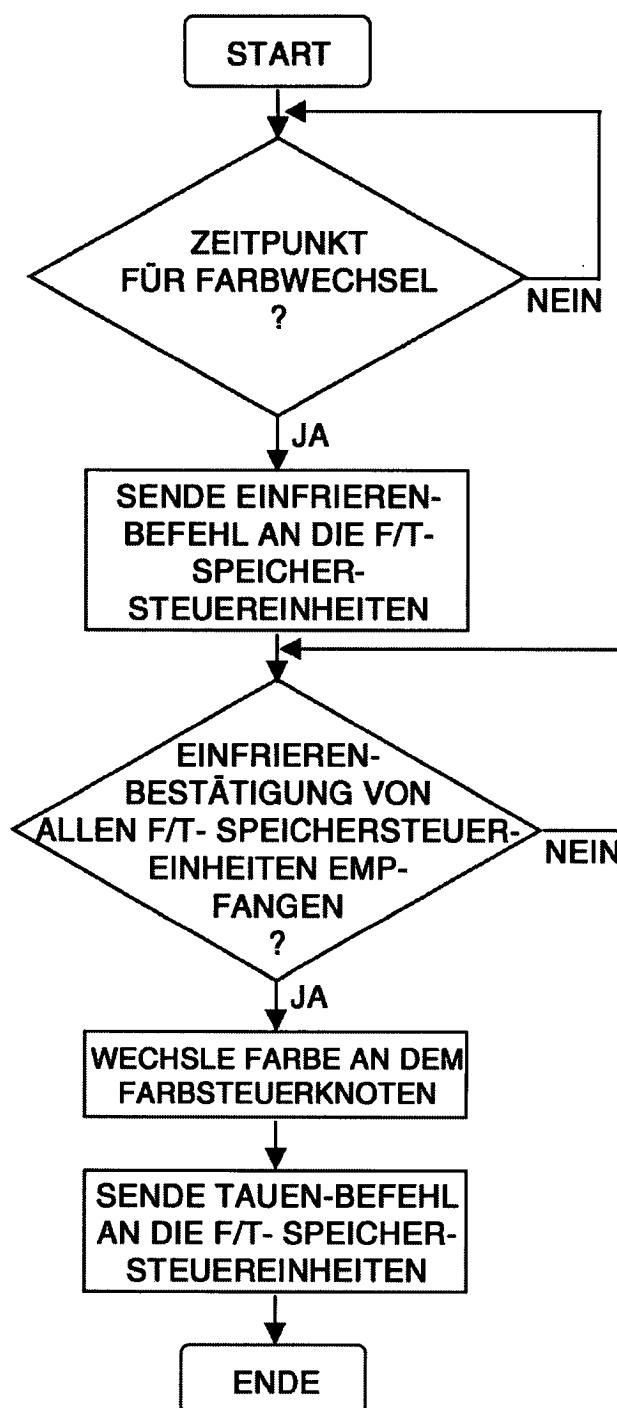


Fig. 2

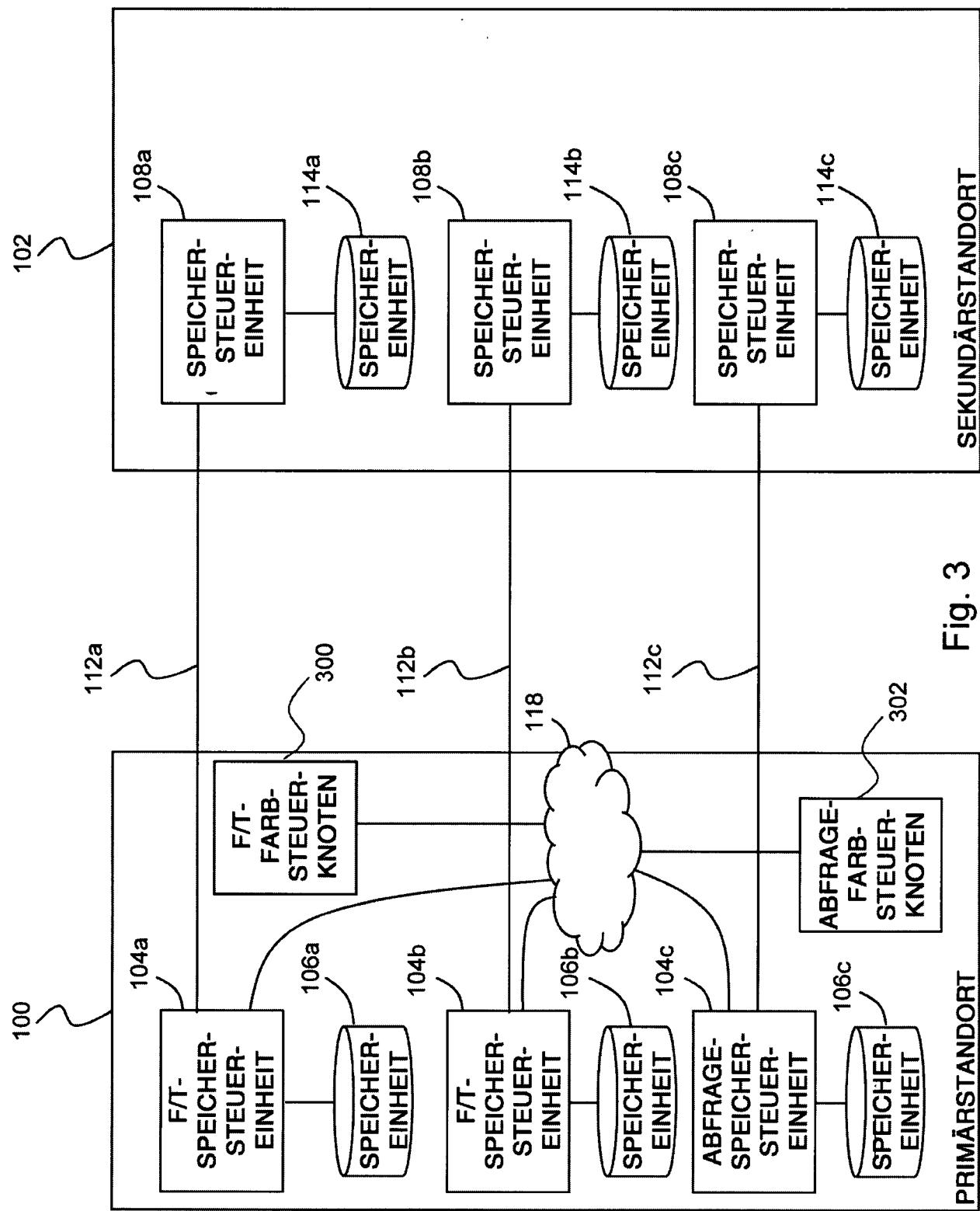


Fig. 3

**PRIMÄRSTANDORT**

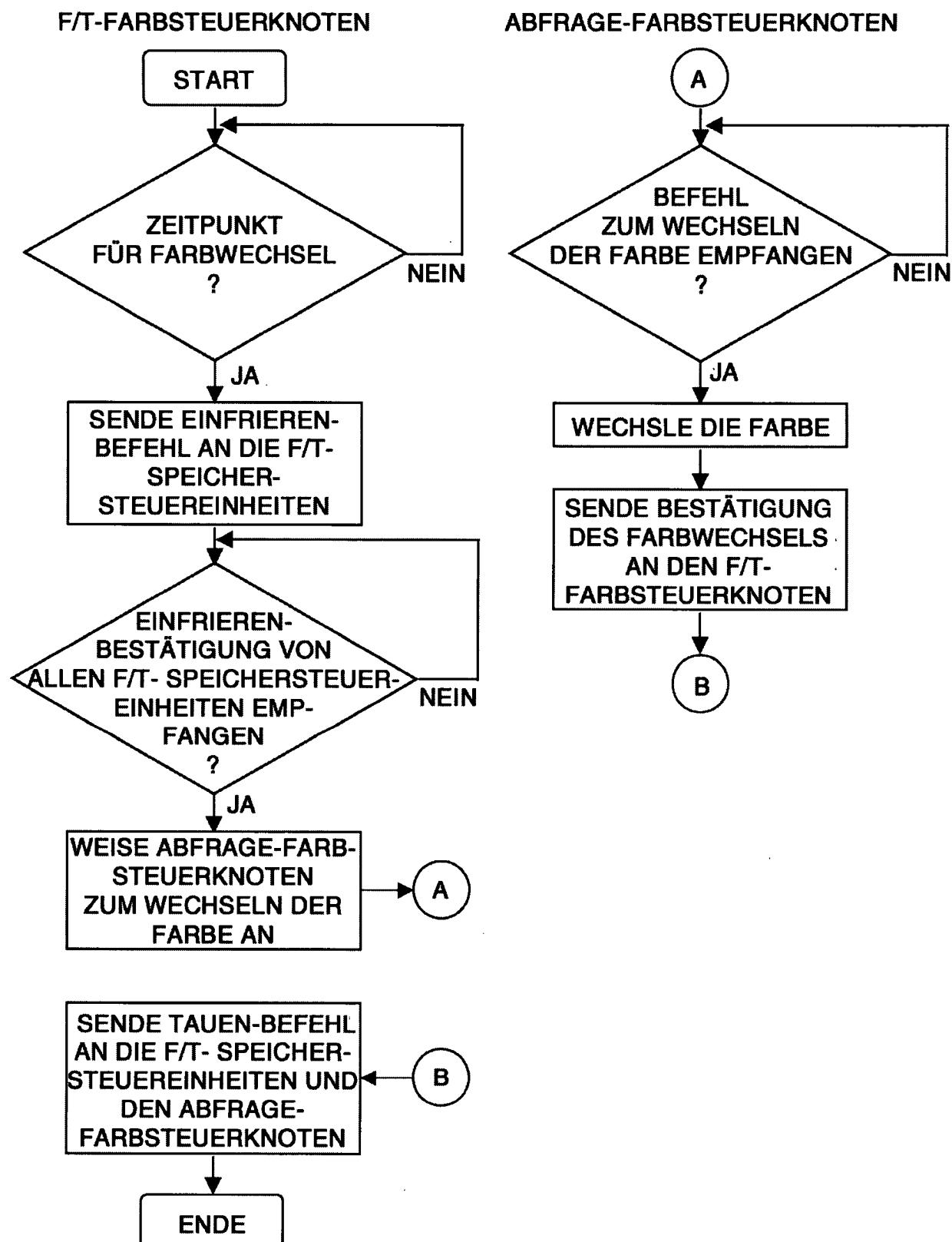


Fig. 4

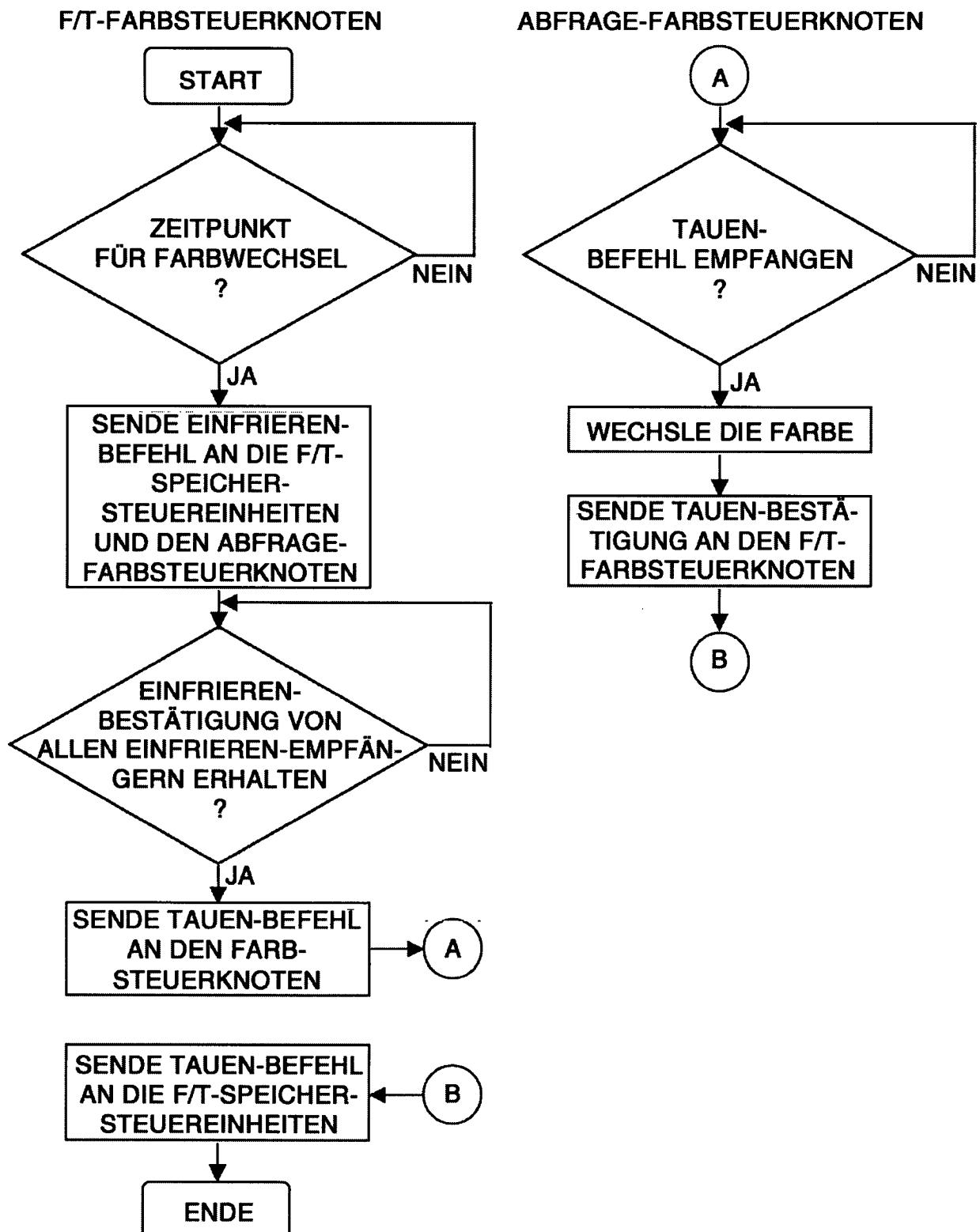


Fig. 5

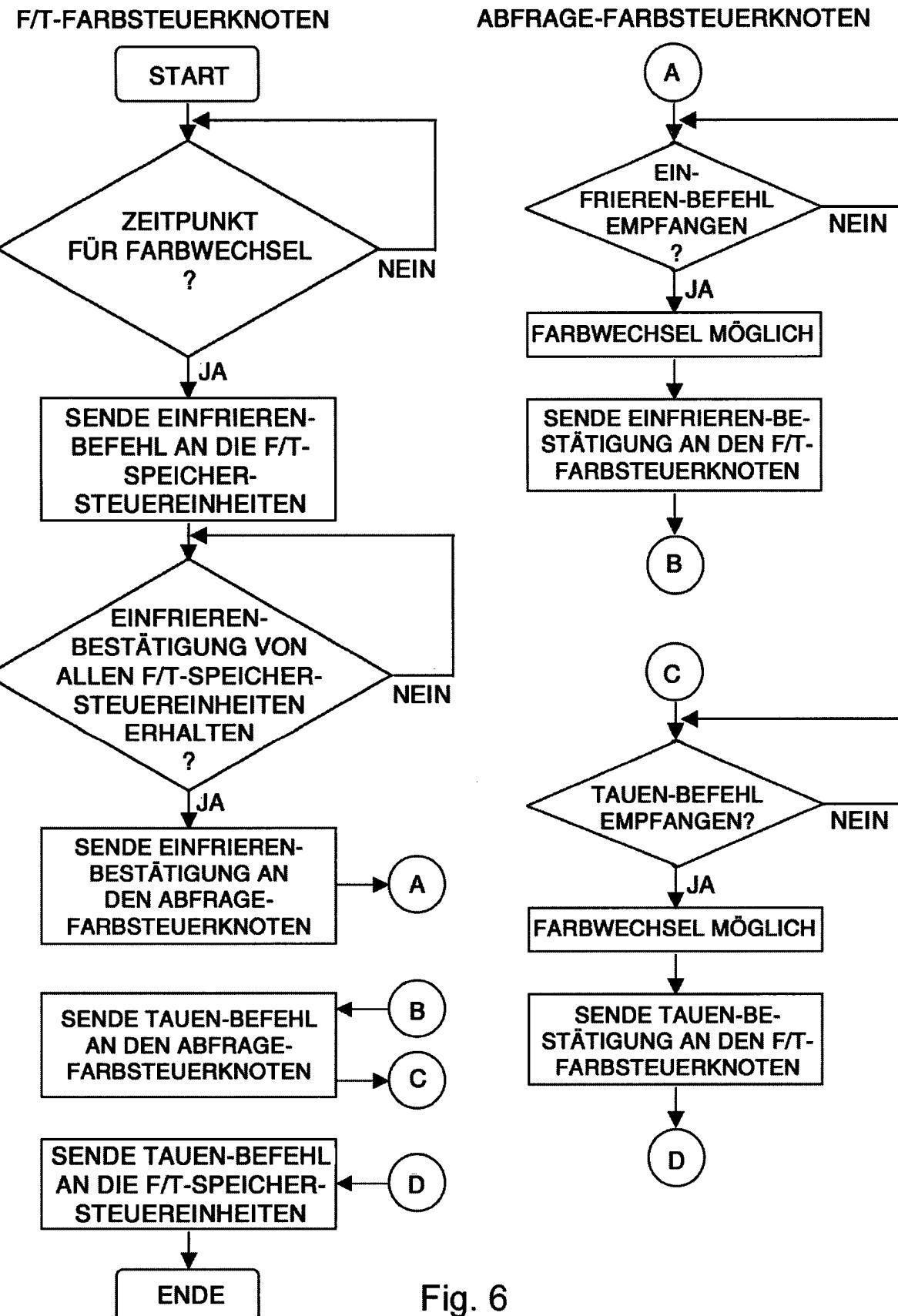


Fig. 6