

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 299/2003
(22) Anmeldetag: 2003-02-28
(43) Veröffentlicht am: 2008-02-15

(51) Int. Cl.⁸: **A62C 27/00** (2006.01)
A62C 37/00 (2006.01)
A62C 31/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)

(30) Priorität:
28.02.2002 US 360479 beansprucht.
13.06.2002 US 388451 beansprucht.

(73) Patentanmelder:
OSHKOSH TRUCK CORPORATION
54902 OSHKOSH (US)

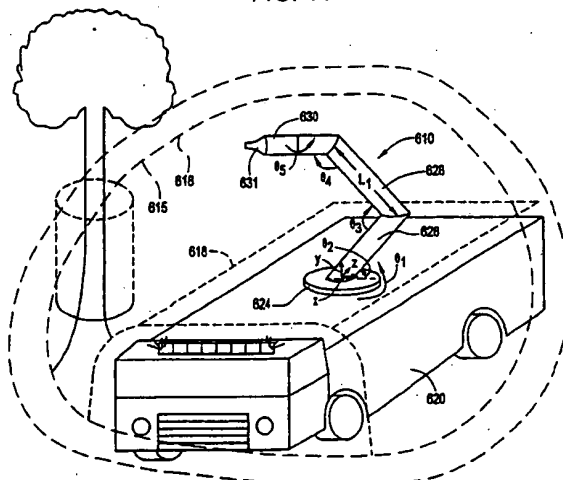
(56) Entgegenhaltungen:
EP 41060A DE 3620603A
EP 1088960A DE 3434287A
DE 3509313A EP 867595A
US 5788158

(54) VERFAHREN ZUM STEUERN DER BEWEGUNG EINES DREHAUFBAUS AUF EINEM FEUERWEHRFAHRZEUG SOWIE DREHAUFBAU-STEUERSYSTEM

- (57) Zum Steuern der Bewegung eines, mit zumindest zwei miteinander schwenkbar verbundenen Armen versehenen Drehaufbaus (610) auf einem Feuerwehrfahrzeug (620), werden Bedieneingaben, die zur Generierung erster Steuersignale zur Steuerung der Bewegung des Drehaufbaus verwendbar sind, erfasst, wobei die Bedieneingaben gegebenenfalls die Bewegung des Drehaufbaus (610) derart dirigieren, dass er gegen ein Hindernis, insbesondere das Feuerwehrfahrzeug (620), stoßen kann, wobei Informationen über eine zulässige Weg-Einhüllende (618), die einen zulässigen Bewegungsbereich definiert, welcher kleiner als der Gesamtbewegungsbereich des Drehaufbaus (610) ist, in einer Mikroprozessor-basierten Drehaufbau-Steuereinheit (662) gespeichert werden und nach Empfang eines Bedieneingabebefehls für die Bewegung des Drehaufbaus längs einer bestimmten Wegstrecke diese Wegstrecke mit der Weg-Einhüllenden (618) verglichen sowie mit Hilfe der Mikroprozessor-basierten Drehaufbau-Steuereinheit (662) festgestellt wird, ob der Drehaufbau aufgrund der Bedieneingaben gegen ein Hindernis stoßen kann, und in Reaktion hierauf gesonderte Steuersignale erzeugt werden, die die Bewegung des Drehaufbaus (610) derart

dirigieren, dass der Drehaufbau (610) nicht gegen das Hindernis stößt.

FIG. 14



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern der Bewegung eines, mit zumindest zwei miteinander schwenkbar verbundenen Armen versehenen Drehaufbaus auf einem Feuerwehrfahrzeug, bei welchem Verfahren Bedienereingaben, die zur Generierung erster Steuersignale zur Steuerung der Bewegung des Drehaufbaus verwendbar sind, erfasst werden, wobei die

5 Bedienereingaben gegebenenfalls die Bewegung des Drehaufbaus derart dirigieren, dass der Drehaufbau gegen ein Hindernis, insbesondere das Feuerwehrfahrzeug, stoßen kann.

Weiters bezieht sich die Erfindung auf ein Drehaufbau-Steuersystem für ein Feuerwehrfahrzeug mit einem Drehaufbau, der mit zumindest zwei miteinander schwenkbar verbundenen Armen und einer daran angebrachten Feuerlöschmittel-Düse ausgebildet ist, mit einem Antriebssystem für den Drehaufbau bzw. die Düse und mit einer Steuereinheit.

10

Bei Fahrzeugen zur Brandbekämpfung wie Schwebelplattformwägen, Leiterfahrzeugen, Pumpfahrzeugen, Tankfahrzeugen, etc. kommt oft ein Drehaufbau zur Abgabe von Feuerlöschmitteln (z.B. Wasser, Schaum, Schaumbildnern, etc.) auf Flächen wie Brände, verschüttete Chemikalien, Schwelfeuer oder dgl. zum Einsatz. Derartige Drehaufbauten weisen typisch einen Arm oder mehrere Arme auf, der bzw. die mit Hilfe eines elektrischen, hydraulischen oder pneumatischen Antriebssystems ausziehbar, drehbar oder anderweitig beweglich ist bzw. sind. Während der Brandbekämpfung kann der Drehaufbau unter Einsatz des Antriebssystems zur Bewegung der einzelnen Arme im dreidimensionalen Raum herumbewegt werden. Sobald eine Düse des Drehaufbaus in eine bestimmte Position und Ausrichtung gegenüber einem Feuer gebracht worden ist, kann ein Löschmittel aus der Düse abgegeben und auf das Feuer gerichtet werden.

15
20

Diese Positionierung des Drehaufbaus und seine Ausrichtung auf ein Ziel wird möglicherweise von einer Bedienungsperson gesteuert. Gemäß einem Ansatz positioniert und orientiert der Bediener den Drehaufbau unter Verwendung eines Joysticks, der mit den Antrieben des Drehaufbaus gekoppelt ist. Wenn es aufgrund eines Feuers zu einer starken Rauchentwicklung kommt, wird die Sicht des Bedieners auf den Drehaufbau und die genaue Stelle des Feuers behindert. Dieser Umstand wird dadurch noch verstärkt, dass der gewaltige Strom von Wasser oder einem anderen Löschmittel durch den Drehaufbau Kräfte erzeugt, die die Positionierung des Drehaufbaus beeinträchtigen und es umso schwieriger für den Bediener machen, die genaue Position des Drehaufbaus festzustellen. Das führt dazu, dass der Bediener den Drehaufbau oft unabsichtlich mit anderen Objekten, beispielsweise dem Feuerwehrfahrzeug, auf dem der Drehaufbau befestigt ist, kollidieren lässt. Darüber hinaus ist auch die Fähigkeit des Bedieners, die Position und Ausrichtung der Düse für eine maximale Löscheffizienz zu steuern, stark eingeschränkt, weil die Sicht des Bedieners auf die Drehaufbaudüse sowie auf das Feuer stark eingeschränkt sein kann.

25
30
35

Weiters sind bestehende Drehaufbauten oft mühsam und schwierig zu bedienen. Beispielsweise kann der Drehaufbau typischerweise händisch eingefahren und in seiner Lage blockiert werden, um eine Beschädigung während der Fortbewegung des Fahrzeugs zu vermeiden. Der Vorgang des Verstauens und Blockierens des Drehaufbaus kann jedoch zeitaufwendig sein, weil die Nähe des Drehaufbaus zu anderen Ausrüstungsteilen auf dem Feuerwehrfahrzeug größte Sorgfalt bei der Steuerung erforderlich macht. Darüber hinaus ist es, wenn das Feuerwehrfahrzeug am Brandort ankommt und der Drehaufbau zum ersten Mal ausgefahren wird, notwendig, dass ein Feuerwehrmann den Drehaufbau händisch aus seiner Verstauposition ausfährt, wodurch die Aufmerksamkeit des Feuerwehrmanns von anderen wichtigen Aktivitäten abgelenkt wird. Schließlich schränkt die zur Steuerung des Drehaufbaus verwendete Bediener-schnittstelle die Fähigkeit des Bedieners ein, den Drehaufbau von einer Vielfalt von unterschiedlichen günstigen Ausgangspunkten aus zu steuern und von einer Vielzahl von unterschiedlichen Ansichten des Drehaufbaus und des Feuers zu profitieren. Eine Vielzahl von anderen Problemen ergibt sich noch aus der Schwierigkeit und/oder dem Aufwand bei der Bedienung von Drehaufbauten durch Bediener.

40
45
50

Die vorstehenden Probleme sind besonders gravierend, wenn - wie im vorliegenden Fall - der

55

Drehaufbau mehrere gelenkig miteinander verbundene Arme aufweist, da dann eine ungleich höhere Anzahl von Bewegungen zu steuern ist, verglichen mit dem Fall eines einfachen Drehens sowie Auf- und Ab-Schwenken eines Werferrohrs wie etwa gemäß DE 3 620 603 A oder EP 41 060 A.

5

Demgemäß ist es Ziel der Erfindung, eine Steuerung für einen Drehaufbau zur Verfügung zu stellen, welche zumindest einige der oben genannten Probleme überwindet und so die Löschefizienz steigert und die Sicherheit der Löschmannschaft erhöht.

- 10 Zur Lösung der gestellten Aufgabe sieht die Erfindung ein Verfahren sowie ein Drehaufbau-Steuersystem gemäß den beiliegenden unabhängigen Ansprüchen vor. Besonders vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Bei der vorliegenden Steuerung werden die Bewegungen der Arme des Drehaufbaus, soweit sie durch Bedienungseingaben vorgegeben werden, im Hinblick auf ein mögliches Stoßen gegen ein Hindernis überprüft, wobei für den Fall einer möglichen Kollision gesonderte Steuerungssignale für die Bewegung des Drehaufbaus bzw. seiner Gelenkarme generiert werden, um die Arme des Drehaufbaus schließlich derart zu bewegen, dass keine Kollision mit einem Hindernis erfolgt. Das Hindernis kann dabei nicht nur ein Teil des Feuerwehrfahrzeugs, wie etwa dessen Alarmlicht, sein, sondern auch ein in der Umgebung des Feuerwehrfahrzeugs vorhandenes Hindernis, das mit Hilfe von Sensoren erfasst wird. Auf diese Weise kann der Drehaufbau mit seinen Gelenkarmen ohne Kollision zuverlässig und rasch auf ein Abgabeziel gerichtet werden, um Feuerlöschmittel, wie Wasser oder ein anderes Löschmittel, wirkungsvoll abzugeben. Die zulässige Weg-Einhüllende kann dreidimensional sein, und sie kann den vom Feuerwehrfahrzeug eingenommenen dreidimensionalen Raum enthalten; darüber hinaus kann sie auch eine Struktur enthalten, die nicht Teil des Feuerwehrfahrzeugs ist. Die Steuerung kann ferner derart vorgesehen sein, dass der Drehaufbau dann, wenn eine Kollision droht, nahe an der Grenze der zulässigen Weg-Einhüllenden gestoppt wird. Ferner kann vorgesehen sein, dass der Drehaufbau entlang eines Randes der zulässigen Weg-Einhüllenden bewegt wird, wenn beim Bewegen entlang der gewünschten Wegstrecke der Drehaufbau die definierte zulässige Weg-Einhüllende überschreiten würde.

Ferner kann die Steuerung so ausgelegt sein, dass die Bewegung des Drehaufbaus verlangsamt wird, wenn sich der Drehaufbau einer Position nähert, in der er gegen ein Hindernis, insbesondere das Feuerwehrfahrzeug, stoßen würde.

Eine hinsichtlich einfacher Ausführung, hoher Zuverlässigkeit und problemloser Wartung günstiges Steuersystem gemäß der Erfindung ist weiters dadurch gekennzeichnet, dass Mikroprozessor-basierte Schnittstellenmodule über eine Energieübertragungsleitung mit einer Energiequelle sowie weiters über ein Kommunikationsnetzwerk miteinander und über entsprechende feste Kommunikationsverbindungen mit Eingabe- und Ausgabegeräten verbunden sind, wobei die Schnittstellenmodule ein oder mehrere Schnittstellenmodul(e) enthalten, das bzw. die mit Positionssensoren, dem Antriebssystem und einem mit einer Bedienerschnittstelle verbundenen Eingabegerät verbunden ist bzw. sind, dass die Schnittstellenmodule, die Eingabegeräte und die Ausgabegeräte über das gesamte Feuerwehrfahrzeug verteilt sind, wobei ein jeweiliges Schnittstellenmodul örtlich in Bezug auf die entsprechenden Eingabe- und Ausgabegeräte angeordnet ist, mit denen das jeweilige Schnittstellenmodul verbunden ist, um eine verteilte Datensammlung von den Eingabegeräten und eine verteilte Energieverteilung zu den Ausgabegeräten zu ermöglichen, und dass ein oder mehrere Schnittstellenmodul(e) Informationen von den Positionssensoren verarbeitet bzw. verarbeiten, um einen drohenden Zusammenstoß des Drehaufbaus mit einem Hindernis auf einem Weg des Drehaufbaus zu detektieren und als Reaktion die Bewegung des Drehaufbaus zur Verhinderung des Zusammenstoßes mit dem Hindernis zu begrenzen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen und unter

Bezugnahme auf die Zeichnung noch weiter erläutert. Es zeigen: Fig. 1 eine allgemeine schematische Ansicht eines Feuerwehrfahrzeugs mit Drehaufbau und mit einem allgemeinen Steuersystem; Fig. 2 in einem Blockschaltbild des Steuersystems der Fig. 1 ausgewählte Aspekte des Steuersystems in größerem Detail; Fig. 3 eine schematische Ansicht eines Feuerwehrfahrzeugs mit einem Drehaufbau-Steuersystem; Fig. 4 ein detaillierteres Blockschaltbild des Steuersystems der Fig. 3; Fig. 5 eine schematische Ansicht eines Fahrzeugs mit einem alternativen Steuersystem gemäß einer erfindungsgemäßen Ausführungsform der Erfindung; die Fig. 6 und 7 Blockschaltbilder des Steuersystems der Fig. 5 wobei ausgewählte Aspekte des Steuersystems in größerem Detail veranschaulicht werden; Fig. 8 in einem Diagramm schematisch die Speicherinhalte eines beispielhaften Schnittstellenmoduls in größerem Detail; Fig. 9 ein Blockschaltbild des Steuersystems der Fig. 5, mit ausgewählten Aspekten des Steuersystems in größerem Detail; Fig. 10 eine Ein-Ausgabe-(I/O)-Zustandstabelle zur Fig. 9 in größerem Detail; Fig. 11 ein Ablaufdiagramm, das den Betrieb des Steuersystems der Fig. 9 in größerem Detail beschreibt; Fig. 12 ein Datenflussdiagramm, das den Datenfluss durch ein beispielhaftes Schnittstellenmodul während des Verfahrens der Fig. 11 beschreibt; Fig. 13 ein Blockschaltbild eines Steuersystems zur Steuerung eines Drehaufbaus gemäß der Erfindung; Fig. 14 eine schematische Darstellung eines Feuerwehrfahrzeuges mit einem Drehaufbau mehr im Detail; Fig. 15 ein Blockschaltbild von Ein-Ausgabe-(I/O)-Geräten des Drehaufbaus, die an Schnittstellenmodule im Steuersystem der Fig. 13 angeschlossen sind; Fig. 16 ein Blockschaltbild, das ausgewählte Aspekte und Funktionen des Steuersystems der Fig. 13 in größerem Detail zeigt; Fig. 17 in einem Ablaufdiagramm ein Verfahren zum Beschränken eines Drehaufbaus auf eine zulässige Weg-Einhüllende; Fig. 18 ein Ablaufdiagramm für ein Verfahren zum Feststellen der Position des Drehaufbaus in Bezug auf die zulässige Weg-Einhüllende in Verbindung mit dem Verfahren der Fig. 17; Fig. 19 in einem Ablaufdiagramm ein anderes Verfahren zum Feststellen der Position des Drehaufbaus in Bezug auf die zulässige Weg-Einhüllende in Verbindung mit dem Verfahren der Fig. 17; Fig. 20 ein Blockschaltbild eines Brandpositionsanzeigers gemäß Fig. 16; Fig. 21 ein Blockschaltbild eines alternativen Brandpositionsanzeigers gemäß Fig. 16; Fig. 22 in einem Ablaufdiagramm den Betrieb eines Drehaufbau-Ausrichtmoduls gemäß Fig. 16; die Fig. 23 und 24 Ablaufdiagramme, die den Betrieb von Drehaufbau-Lern- und Drehaufbau-Schwenkmodulen gemäß Fig. 16 zeigen; Fig. 25 ein Blockschaltbild, das einen Regelkreis der Fig. 16 in größerem Detail zeigt; Fig. 26 ein Blockschaltbild eines Drehaufbau-Steuersystems zur Steuerung eines ersten und eines zweiten Drehaufbaus; und Fig. 27 ein Blockschaltbild eines Durchsatz-Steuersystems für den Drehaufbau der Fig. 14.

Die US 6,421,593 B offenbart verschiedenartige Steuersystem-Architekturen in Verbindung mit Feuerwehrfahrzeugen, nämlich Löschfahrzeugen und anderen Arten von Gerätschaftbedienungsfahrzeugen. Die hier geoffenbarten Drehaufbau-Steuersysteme und -verfahren können unter Verwendung eines unabhängigen Steuersystems oder unter Verwendung einer in dieser US 6,421,593 B beschriebenen Steuersystem-Architektur implementiert werden. Aus Gründen der Zweckdienlichkeit wird der Inhalt der genannten US 6,421,593 B nachstehend wiedergegeben, mit einer allgemeinen Beschreibung von Mikroprozessor-basierten Steuersystemen, wonach anhand der Fig. 13 bis 27 im speziellen bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Drehaufbau-Steuersystems und -verfahrens unter Verweis auf die vorhergehenden Erläuterungen beschrieben wird.

A. Löschfahrzeug-Steuersystem

1. Architektur des allgemeinen Löschfahrzeug-Steuersystems

In Fig. 1 ist ein Löschfahrzeug 10 mit einem Steuersystem 12 veranschaulicht. Übersichtsmäßig weist das Steuersystem 12 eine zentrale Steuereinheit 14, eine Mehrzahl von Schnittstellenmodulen 20, 30 auf Mikroprozessorbasis, sowie eine Mehrzahl von Eingabegeräten 40 und von Ausgabegeräten 50 (nachstehend auch kurz I/O-Geräte 40, 50 bezeichnet) auf. Die zentrale Steuereinheit 14 und die Schnittstellenmodule 20, 30 sind über ein Kommunikationsnetzwerk 60 miteinander verbunden.

Genauer gesagt ist die zentrale Steuereinheit 14 eine Mikroprozessor-basierte Einrichtung, und sie enthält einen Mikroprozessor 15, der ein im Speicher der zentralen Steuereinheit 14 gespeichertes Steuerprogramm 16 (siehe Fig. 2) ausführt. Im Allgemeinen führt die Steuereinheit 14 das Programm zur Sammlung und Steuerung von Eingabezustandsinformationen von den Eingabegeräten 40 und zur Steuerung der Ausgabegeräte 50 auf Basis der gesammelten Zustandsinformationen aus. Das Steuerprogramm kann Leistungsmerkmale wie ein Blockiersystem, einen Lademanager und einen Ladesequenzierer implementieren. Wie nachstehend beschrieben, ist die zentrale Steuereinheit 14 vorzugsweise nicht direkt, sondern vielmehr indirekt über die Schnittstellenmodule 20, 30 an die I/O-Geräte 40, 50 angeschlossen, wodurch eine verteilte Datensammlung und Netzverteilung möglich wird. Die I/O-Geräte 40, 50 befinden sich an einem Fahrgestell 11 des Löschfahrzeugs 10, das sowohl den Rumpf als auch den Unterkörper des Löschfahrzeugs 10 aufweist.

In der dargestellten Ausführungsform werden zwei Arten von Schnittstellenmodulen 20, 30 verwendet. Die Schnittstellenmodule 20 sind in erster Linie mit Schaltern und Niederleistungsanzeigen, wie LEDs, verbunden, die integral mit einem bestimmten Schalter ausgeführt und zum Vorsehen einer optischen Rückmeldung an einen Bediener betreffend den Zustand des bestimmten Schalters verwendet werden. Aus diesem Grund werden die Schnittstellenmodule 20 hier auch als "SIMs" ("switch interface modules = Schalter-Interface-Module") bezeichnet. Das Bezugszeichen "20" wird hier zur Bezeichnung der Schnittstellenmodule 20 in ihrer Gesamtheit verwendet, wogegen sich die Bezugszeichen 21, 22 und 23 auf spezielle Schnittstellenmodule 20 beziehen.

Die Schnittstellenmodule 30 sind an die restlichen I/O-Geräte 40, 50 am Fahrzeug 10 angeschlossen, welche nicht an die Schnittstellenmodule 20 angeschlossen sind, und werden auch als "VIMs" ("vehicle interface modules = Fahrzeug-Interface-Module") bezeichnet. Die Schnittstellenmodule 30 unterscheiden sich von den Schnittstellenmodulen 20 in erster Linie dadurch, dass die Schnittstellenmodule 30 sowohl analoge als auch digitale Eingaben und Ausgaben bearbeiten und eine höhere Ausgabeleistung zum Treiben von Einrichtungen wie Messinstrumenten, Ventilen, Elektromagneten, Fahrzeugbeleuchtung und dgl. liefern können. Die analogen Ausgaben können echte Analogausgaben oder Impulsbreitenmodulationsausgaben sein, die zur Emulation von analogen Ausgaben verwendet werden. Wiederum wird das Bezugszeichen "30" zur Bezeichnung der Schnittstellenmodule 30 in ihrer Gesamtheit verwendet, wogegen die Bezugszeichen 31, 32, 33, 34 und 35 zur Bezeichnung von speziellen Schnittstellenmodulen 30 verwendet werden.

Auch wenn in der dargestellten Ausführungsform zwei verschiedene Arten von Schnittstellenmodulen 20, 30 verwendet werden, kann es je nach Anwendung wünschenswert sein, nur einen einzigen Schnittstellenmodul-Typ zu verwenden, um den Bestandsaufwand gering zu halten. Außerdem ist, wenn in Fig. 1 drei Schnittstellenmodule 20 und fünf Schnittstellenmodule 30 gezeigt sind, diese Anordnung wiederum einfach nur ein Beispiel. Es kann wünschenswert sein, jedes Schnittstellenmodul mit mehr I/O-Stellen zu versehen, um die Anzahl an erforderlichen Schnittstellenmodulen zu verringern, oder mehr Schnittstellenmodule mit einer kleineren Anzahl von I/O-Stellen zu verwenden, um das Steuersystem 12 stärker verteilt zu gestalten. Natürlich wird die Anzahl von Schnittstellenmodulen auch von der Gesamtzahl der I/O-Stellen im Steuersystem beeinflusst.

Fig. 1 zeigt eine approximative Verteilung der Schnittstellenmodule 20, 30 über das gesamte Löschfahrzeug 10. Im Allgemeinen werden die Schnittstellenmodule 20, 30 zur Minimierung der Verdrahtung derart platziert, dass sie sich so nahe wie möglich bei den Eingabegeräten 40, von denen Informationen über den Eingabezustand empfangen werden, und bei den gesteuerten Ausgabegeräten 50 befinden. Wie in Fig. 1 gezeigt, gibt es eine große Konzentration von Schnittstellenmodulen 20, 30 im Bereich des Vorderteils des Löschfahrzeugs 10, mit einem zusätzlichen Schnittstellenmodul 34 in der Mitte des Löschfahrzeugs 10 und einem weiteren Schnittstellenmodul 35 im hinteren Teil des Löschfahrzeugs 10. Die große Konzentration an

Schnittstellenmodulen 20, 30 im vorderen Bereich des Löschfahrzeugs 10 ist durch die große Anzahl von Schaltern (einschließlich solchen mit integrierten LED-Feedback-Ausgabegeräten), die in der Kabine des Löschfahrzeugs 10 angeordnet sind, sowie die große Anzahl von anderen Ausgabegeräten (Messgeräten, Leuchten) bedingt, die eher in der Kabine oder an anderer Stelle nahe dem vorderen Bereich des Löschfahrzeugs 10 angeordnet sind. Das in der Mitte des Fahrzeugs 10 angeordnete Schnittstellenmodul 34 wird in Verbindung mit den I/O-Geräten 40, 50 verwendet, die sich beim Pumpenbedienfeld des Löschfahrzeugs (d.h. dem Bedienfeld mit I/O-Geräten 40, 50 zur Steuerung des Pumpensystems des Fahrzeugs durch den Bediener) befinden. Das im hinteren Teil des Löschfahrzeugs 10 befindliche Schnittstellenmodul 35 wird in Verbindung mit der Beleuchtung und anderen Ausrüstungen am hinteren Teil des Löschfahrzeugs 10 verwendet.

Der Vorteil einer derartigen Verteilung der Schnittstellenmodule 20, 30 wird verständlicher unter Bezugnahme auf Fig. 2, in der die gegenseitige Verbindung der Schnittstellenmodule 20, 30 veranschaulicht ist. Wie in Fig. 2 gezeigt, erhalten die Schnittstellenmodule 20, 30 Energie von einer Stromquelle 100 über eine Versorgungsleitung 103 zugeführt. Die Versorgungsleitung 103 kann beispielsweise aus einer einzigen Stromleitung bestehen, die über das gesamte Löschfahrzeug 10 zu jedem Schnittstellenmodul 20, 30 verlegt ist. Die Schnittstellenmodule 20, 30 verteilen dann den Strom an die Ausgabegeräte 50, die in Fig. 2 genauer mit den Bezugszeichen 51a, 52a, 53a, 54a-c, 55a-c, 56a-b, 57a-c und 58a-d angedeutet sind.

Aus den Fig. 1 und 2 ist daher ersichtlich, dass es aufgrund der relativen Verteilung der Schnittstellenmodule 20, 30 über das gesamte Löschfahrzeug 10 in Kombination mit der Anordnung der Versorgungsleitung 103 möglich ist, die Menge an Verdrahtung am Löschfahrzeug 10 drastisch zu reduzieren. Die Stromquelle 100 liefert Energie an die Schnittstellenmodule 20, 30, die unter anderem als Energieverteilungszentren fungieren, und nicht direkt an die Ausgabegeräte 50. Da die Schnittstellenmodule 20, 30 so nahe bei den I/O-Geräten 40, 50 angeordnet sind, können die meisten I/O-Geräte 40, 50 unter Verwendung von nur wenigen Metern Draht an die Schnittstellenmodule 20, 30 angeschlossen werden. Dadurch entfällt die Notwendigkeit eines Kabelbaums, der sich über die Länge des Löschfahrzeugs 10 (etwa 12 Meter) erstreckt, um eine separate Verbindung zu jedem I/O-Gerät 40, 50 herzustellen.

Unter weiterer Bezugnahme auf Fig. 2 werden nunmehr die Schalter-Schnittstellenmodule 20 und die Verbindung der Schnittstellenmodule 20 mit verschiedenen I/O-Geräten genauer beschrieben. Die Schnittstellenmodule 20 basieren auf Mikroprozessoren, wie zuvor ausgeführt, und sie enthalten einen Mikroprozessor, der ein Programm zur Ermöglichung der Datenübertragung über ein Kommunikationsnetzwerkwerk 60 ausführt, wie nachstehend detaillierter beschrieben wird.

Derselbe oder ein anderer Mikroprozessor der Schnittstellenmodule 20 kann auch zur Verarbeitung von Eingabesignalen verwendet werden, die von den Eingabegeräten 40 empfangen werden. Insbesondere führen die Schnittstellenmodule 20 vorzugsweise eine Entprellfilterung der Schalteingaben durch, so dass es Voraussetzung ist, dass die Schalterposition mechanisch stabil wird, bevor ein Schalterübergang an die zentrale Steuereinheit 14 gemeldet wird. Beispielsweise kann eine Verzögerung von fünfzig Millisekunden erforderlich sein, bevor ein Schalterübergang gemeldet wird. Die Durchführung einer derartigen Filterung an den Schnittstellenmodulen 20 verringert die von der zentralen Steuereinheit 14 zur Interpretation von Schaltereingaben nötige Verarbeitungsmenge und auch die über das Kommunikationsnetzwerk 60 erforderliche Kommunikationsmenge, da nicht jeder Schalterübergang gemeldet werden muss.

Physisch können die Schnittstellenmodule 20 in der Nähe der Dachverkleidung der Fahrerkabine des Löschfahrzeugs 10 angeordnet sein. Es ist üblich, Schalterbedienfelder für einen leichten Zugriff durch einen Bediener des Löschfahrzeugs 10 entlang der Dachverkleidung der Fahrerkabine anzuordnen. Darüber hinaus sind die Schnittstellenmodule 20 bei einer bevorzugten Ausführungsform, wie nachstehend detailliert ausgeführt, an Schaltern mit integrierten LEDs

zur Anzeige des Zustands des vom Schalter gesteuerten Ausgabegeräts angeschlossen, um eine maximale Bediener-Rückkopplung vorzusehen. Diese LEDs sind Ausgabegeräte, die an die Schnittstellenmodule 20 angeschlossen sind. Durch die Anordnung der Schnittstellenmodule 20 nahe der Dachverkleidung der Kabine verringert sich daher die Menge an Drähten, die zur Verbindung der Schnittstellenmodule 20 sowohl mit den Schaltern als auch mit den LED-Anzeigen erforderlich sind.

In einer bevorzugten Ausführungsform haben die Schnittstellenmodule 20 jeweils zwischen 10 und 25 Eingänge und Ausgänge insbesondere 16 digitale (Ein-/Aus-Schalter)-Eingänge und 16 LED-Ausgänge. Die meisten dieser Eingänge und Ausgänge werden in Verbindung mit Schaltern mit integrierten LEDs verwendet. Es sei jedoch bemerkt, dass die Schalter und die LEDs nicht eins zu eins übereinstimmen und die Eingänge und die Ausgänge der Schnittstellenmodule 20 nicht paarweise zusammenpassen müssen. So können zum Beispiel einige Eingänge digitale Sensoren (ohne entsprechende Ausgangsgeräte) und einige Ausgänge gewöhnliche digitale Anzeigen (ohne entsprechende Eingangsgeräte) sein. Darüber hinaus könnten die den Schalteingängen für die Schnittstellenmodule 21 zugeordneten LED-Anzeigen genauso gut vom Schnittstellenmodul 23 wie vom Schnittstellenmodul 21 angesteuert werden, auch wenn diese Anordnung nicht bevorzugt ist. Natürlich ist es nicht notwendig, dass alle Eingänge und Ausgänge an einem bestimmten Schnittstellenmodul 20 genutzt werden, und es ist vielmehr wahrscheinlich, dass einige ungenutzt bleiben.

Eine Möglichkeit der Herstellung einer festen Verbindung zwischen den I/O-Geräten 40, 50 und den Schnittstellenmodulen 20 besteht in der Verwendung einer einfachen festverdrahteten Verbindung. Wird beispielsweise ein Eingangsgerät in Form eines Schalters angenommen, so kann eine Klemme des Schalters (z.B. über einen Kabelbaum-Anschluss) mit einer Eingangsklemme des Schnittstellenmoduls 20 verbunden und die andere Klemme des Schalters hoch geschaltet (Bus-Spannung) oder tief geschaltet (Erde) sein. Desgleichen kann bei einem Ausgangsgerät in Form einer LED die eine LED-Klemme mit einer Ausgangsklemme des Schnittstellenmoduls 20 verbunden und die andere LED-Klemme wiederum hoch oder tief geschaltet sein. Andere feste Verbindungen wie HF-Verbindungen könnten ebenfalls verwendet werden.

Zur Gewährleistung einer maximalen Bediener-Rückkopplung haben die bei den Schaltern angeordneten LEDs drei Zustände, nämlich aus, ein und blinken. Der Aus-Zustand zeigt an, dass der Schalter abgeschaltet ist und daher das vom Schalter gesteuerte Gerät außer Betrieb ist. Umgekehrt zeigt der Ein-Zustand an, dass der Schalter eingeschaltet und das vom Schalter gesteuerte Gerät in Betrieb ist. Der Blinkzustand zeigt an, dass das Steuersystem 12 erkennt, dass ein Schalter an ist, dass die vom Schalter gesteuerte Einrichtung aber nichtsdestoweniger aus irgendeinem Grund außer Betrieb ist (z.B. aufgrund einer Störung einer Verriegelungsbedingung oder aufgrund des Betriebs des Lademanagers oder Ladesequenzers). Wichtig ist, dass die blinkende LED-Rückkopplung dadurch ermöglicht wird, dass die LEDs durch die Steuereinheit 14 und nicht direkt durch die Schalter selbst gesteuert werden, da die Schalter selbst nicht unbedingt den Ausgabezustand der Geräte kennen, die sie steuern.

Es wird nunmehr ein spezielles Beispiel für eine bevorzugte Verbindung der Schnittstellenmodule 21, 22 und 23 mit einer Mehrzahl von I/O-Geräten 40, 50 beschrieben. Viele oder alle I/O-Geräte 40, 50 könnten dieselben sein, wie sie bisher bei Löschfahrzeugen verwendet wurden. Es sei außerdem bemerkt, dass die nachstehend angeführte Ausführungsform bloß ein Beispiel ist und praktisch eine unbeschränkte Anzahl von Konfigurationen möglich ist. Das trifft hier insbesondere zu, weil Löschfahrzeuge eher einzeln oder paarweise gekauft werden und jedes verkaufte Löschfahrzeug daher zumindest in gewisser Hinsicht ein Einzelstück ist.

In Fig. 2 empfängt das Schnittstellenmodul 21 Eingänge von den Schaltern 41a, die ein Einsatzlichtsystem des Löschfahrzeugs 10 steuern. Wie zuvor ausgeführt, enthält das Einsatzlichtsystem die (z.B. rot und weiß) blinkenden Einsatzlichter, die üblicherweise mit Feuerwehrfahrzeugen assoziiert werden und zur Warnung anderer Autofahrer vor der Anwesenheit des Feu-

erwehrrfahrzeugs auf der Straße oder am Brandort dienen. Einer der Schalter 41a kann ein Not-Hauptschalter (E-Master) zum Ein- und Ausschalten sein, um die Ladesequenz zu initiieren, wie noch später genau beschrieben wird. Das Schnittstellenmodul 21 kann auch beispielsweise mit Schaltern 41b verbunden sein, die eine Notsirene und ein Signalhorn steuern. Das Schnittstellenmodul 21 ist auch mit LEDs 51a verbunden, die in den Schaltern 41a, 41b integriert sind und ein Bediener-Feedback betreffend die Positionen der Schalter 41a, 41b vorsehen, wie zuvor beschrieben wurde.

Das Schnittstellenmodul 22 empfängt Eingaben von Schaltern 42a zur Steuerung einer Rundumbeleuchtung des Löschfahrzeugs 10, von Schaltern 42b zur Steuerung einer Szenenbeleuchtung und von Schaltern 42c zur Steuerung der Beleuchtung zur Unterstützung der Bediener beim Ablesen von Messgeräten und anderen Einstellung am Pumpenbedienfeld. Das Schnittstellenmodul 22 ist auch mit LEDs 52a verbunden, die in den Schaltern 42a, 42b und 42c integriert sind und ein Bediener-Feedback betreffend die Positionen der Schalter 42a, 42b und 42c vorsehen.

Das Schnittstellenmodul 23 empfängt Eingaben von die Heizung und die Klimaanlage steuernden Schaltern 43a und von verschiedene andere elektrische Geräte steuernden Schaltern 43b. Das Schnittstellenmodul 23 ist mit LED-Anzeigen 53a verbunden, von denen manche in den Schaltern 43a, 43b integriert und andere einfach im Armaturenbrett oder an anderer Stelle in der Kabine des Löschfahrzeugs 10 montierte LED-Anzeigen sein können.

In Fig. 2 sind auch die Fahrzeug-Schnittstellenmodule 30 und die Verbindung der Schnittstellenmodule 30 mit verschiedenen I/O-Geräten genauer dargestellt. Wie zuvor ausgeführt, unterscheiden sich die Schnittstellenmodule 30 von den Schnittstellenmodulen 20 in erster Linie dadurch, dass die Schnittstellenmodule 30 sowohl Analog- als auch Digitaleingaben und -ausgaben bearbeiten und mehr Ausgangsleistung liefern können, um Ausgabegeräte, wie digital betriebene Messgeräte, Elektromagnete und dgl., anzusteuern. Die Schnittstellenmodule 30 haben vorzugsweise jeweils 15 bis 25 Eingänge und Ausgänge, insbesondere 25 Eingänge (einschließlich sechs Digitaleingängen, zwei Frequenzzähleingängen und sechs Analogeingängen) und 20 Ausgänge (einschließlich sechs Ausgängen, die als Analogausgänge konfigurierbar sind).

Wie die Schnittstellenmodule 20 sind die Schnittstellenmodule 30 Mikroprozessor-basiert und enthalten einen Mikroprozessor, der ein Programm ausführt, um die Datenübertragung über das Kommunikationsnetzwerk 60 zu ermöglichen. Derselbe oder ein anderer Mikroprozessor der Schnittstellenmodule 30 kann auch zur Verarbeitung von Eingabesignalen, die von den Eingabegeräten 40 empfangen werden, und zur Verarbeitung von Ausgabesignalen verwendet werden, die an die Ausgabegeräte 50 gesendet werden.

Bei den Schnittstellenmodulen 30 schließt diese Verarbeitung nicht nur Entprellfilter im Fall von Schaltereingaben, sondern auch eine Vielzahl von anderen Verarbeitungsarten ein. Bei Analogeingaben schließt diese Verarbeitung beispielsweise jede Verarbeitung ein, die zur Interpretation der Eingaben von Analog-Digital-(A/D)-Wandlern einschließlich Konvertiereinheiten erforderlich ist. Bei Frequenzeingaben schließt diese Verarbeitung jede Verarbeitung ein, die zur Interpretation der Eingaben von Frequenz-Digital-Konvertern einschließlich Konvertiereinheiten erforderlich sind. Diese Verarbeitung enthält auch andere, einfache Filtervorgänge. Beispielsweise kann diese Verarbeitung in Verbindung mit einer Analogeingabe die Benachrichtigung der zentralen Steuereinheit 14 über den Zustand eines Eingabegeräts nur jede Sekunde od. dgl. umfassen. In Verbindung mit einer anderen Analogeingabe kann diese Verarbeitung die Benachrichtigung der zentralen Steuereinheit 14 nur dann einschließen, wenn sich der Zustand des Eingabegeräts um eine vorbestimmte Größe ändert. Bei analogen Ausgabegeräten schließt diese Verarbeitung jede Verarbeitung mit ein, die zur Interpretation der Ausgaben für Digital-Analog-(D/A)-Wandler einschließlich Konvertiereinheiten erforderlich ist. Bei digitalen Ausgabegeräten, die blinken, umfasst diese Verarbeitung die Implementierung des Blinkens (d.h. die

Ein- und Ausschaltung des Ausgabegeräts mit einer vorbestimmten Frequenz) aufgrund einer Instruktion von der zentralen Steuereinheit 14, dass das Ausgabegerät blinken soll. Im Allgemeinen reduziert die Verarbeitung durch die Schnittstellenmodule 30 die Menge der über die Kommunikationsverbindung zu übertragenden Informationen und auch den Zeitaufwand, den die zentrale Steuereinheit 14 für die Verarbeitung von kleineren Änderungen im analogen Eingabezustand benötigt.

Vorzugsweise werden die zur Implementierung der soeben beschriebenen I/O-Verarbeitung erforderlichen Konfigurationsinformationen von der zentralen Steuereinheit 14 für jedes Schnittstellenmodul 30 (und jedes Schnittstellenmodul 20) im eingeschalteten Zustand heruntergeladen. Darüber hinaus ist der Kabelbaum-Anschluss, der mit jedem Schnittstellenmodul 20 und 30 verbunden ist, vorzugsweise elektronisch verschlüsselt, so dass die Verbindung mit einem bestimmten Kabelbaum-Anschluss die Schnittstellenmodule 20 und 30 mit eindeutigen Identifikationscodes versieht (beispielsweise durch Hoch- und Tiefschalten verschiedener Steckerstifte zur Implementierung eines binären Codes). Ein Vorteil dieser Vorgangsweise besteht darin, dass die Schnittstellenmodule 20, 30 austauschbare Geräte werden, die nur im eingeschalteten Zustand benutzerdefiniert sind. In der Folge kann bei einer Störung eines Schnittstellenmoduls 30 beispielsweise ein neues Schnittstellenmodul 30 in das Steuersystem 12 gesteckt werden, beim Hochfahren automatisch benutzerdefiniert werden (ohne Eingriff des Benutzers) und das Steuersystem 12 dann voll betriebsfähig werden. Dadurch wird die Wartungsfreundlichkeit des Steuersystems 12 verbessert.

Nachstehend ist ein spezielles Beispiel für eine bevorzugte Verbindung der Schnittstellenmodule 31, 32 und 33 mit einer Mehrzahl von I/O-Geräten 40, 50 angeführt. Dieses Beispiel bildet die Fortsetzung des Beispiels, das in Verbindung mit den Schnittstellenmodulen 21, 22 und 23 begonnen wurde. Auch hier sei wiederum bemerkt, dass die beschriebene Konfiguration bloß ein Beispiel darstellt.

Die Schnittstellenmodule 31, 32, 33, 34 und 35 empfangen alle Eingaben von zusätzlichen Schaltern und Sensoren 44a, 45a, 46a, 47a und 48a. Die Schalter können zusätzliche Schalter sein, die sich in der Kabine des Löschfahrzeugs 10 oder an anderer Stelle im Fahrzeug 10 befinden, je nach der Lage des Schnittstellenmoduls. Die Sensoren können aus einer Vielzahl von Sensoren ausgewählt sein, die über das Löschfahrzeug 10 verteilt angeordnet sind. Die Sensoren können zum Abfühlen des mechanischen Zustands von Geräten am Löschfahrzeug 10 verwendet werden, beispielsweise ob bestimmte Geräte in oder außer Funktion sind, ob bestimmte Einrichtungen ausgefahren sind, ob bestimmte Türen am Löschfahrzeug 10 offen oder geschlossen sind und dgl.. Die Sensoren können auch zum Abfühlen von Fluidniveaus wie dem Kraftstoffniveau, Getriebeflüssigkeitsniveau, Kühlmittelniveau, Schaumdruck, Ölstand und dgl. verwendet werden.

Neben den Schaltern und Sensoren 44a ist das Schnittstellenmodul 31 auch an einen Teil 54a des Einsatzlichtsystems angeschlossen. Das Einsatzlichtsystem enthält (üblicherweise rote und weiße) Einsatzlichter vorne, seitlich und hinten am Löschfahrzeug 10. Die Einsatzlichter können beispielsweise den Richtlinien der "National Fire Protection Association" entsprechen. Da sich das Schnittstellenmodul 31 im vorderen Teil des Löschfahrzeugs 10 befindet, ist das Schnittstellenmodul 31 an die roten und weißen Einsatzlichter an der Vorderseite des Löschfahrzeugs 10 angeschlossen.

Das Schnittstellenmodul 31 ist auch an Messgeräte und Anzeigen 54b angeschlossen, die am Armaturenbrett des Löschfahrzeugs 10 vorgesehen sind. Die Messgeräte können Fluidniveaus wie das Kraftstoffniveau, das Getriebeflüssigkeitsniveau, das Kühlmittelniveau, den Schaumdruck, den Ölstand und dgl. anzeigen. Die Anzeigen können beispielsweise zur Anzeige von Gefahren-, Warn- und Vorsichtsmeldungen verwendete Anzeigen, Warnlichter und Anzeigen einschließen, die den Zustand von verschiedenen mechanischen und elektrischen Systemen am Löschfahrzeug 10 anzeigen. Das Schnittstellenmodul 31 kann beispielsweise auch an ein

Einsatztonsystem mit Sirenen und Signalhörnern 54c angeschlossen sein, die in Kombination mit den Einsatzlichtern 54a verwendet werden.

Neben den Schaltern und Sensoren 45a ist das Schnittstellenmodul 32 auch an eine Rundumbeleuchtung 55a, eine Ortsausleuchtung 55b und eine Hilfsbeleuchtung 55c angeschlossen. Die Rundumbeleuchtung 55a beleuchtet den Außenumfang des Löschfahrzeugs 10. Die Ortsausleuchtung 55b enthält helle Flutlichter und/oder Spots zur Ausleuchtung des Arbeitsbereichs am Brandort. Die Hilfsbeleuchtung 55c enthält Lichter zur Erhellung der Bedienfelder, Abteile und dgl. des Löschfahrzeugs 10.

Neben den Schaltern und Sensoren 46a ist das Schnittstellenmodul 33 auch an Zapfwellenantriebssensoren (PTO-Sensoren) 46b angeschlossen. Die PTO-Sensoren 46b überwachen den Zustand eines Zapfwellenantriebsmechanismus 97 (siehe Fig. 1), der die mechanische Kraft vom Motor/Getriebe von den Rädern zu anderen mechanischen Untersystemen, wie dem Pumpensystem, einem Aufbausystem und dgl., umleitet. Das Schnittstellenmodul 33 ist auch an einen Teil 56a der FMVSS-Beleuchtung (FMVSS - Federal Motor Vehicle Safety Standard - Bundes-Motorfahrzeug-Sicherheitsstandard) angeschlossen. Das FMVSS-Beleuchtungssystem enthält die üblichen Arten von Lichtsystemen, wie sie in den meisten Fahrzeugtypen zu finden sind, beispielsweise Scheinwerfer, Rücklichter, Bremslichter, Blinklichter (einschließlich linker und rechter Blinklichter) und Warnlichter. Das Schnittstellenmodul 33 ist auch an die Heizung und Klimaanlage 56b angeschlossen.

Neben den Schaltern und Sensoren 47a ist das Schnittstellenmodul 34, das sich neben dem Pumpenbedienfeld befindet, an Pumpenbedienfeldschalter und -sensoren 47a, Pumpenbedienfeldmessgeräte und -anzeigen 57a, eine Pumpenbedienfeldbeleuchtung 57b und eine Rundumbeleuchtung 57c angeschlossen. Das Pumpensystem kann händisch gesteuert oder über elektronisch gesteuerte Ventile automatisch gesteuert werden. Auf jeden Fall werden die verschiedenen Fluiddrücke durch Sensoren gemessen und von den Messgeräten und Anzeigen 57a angezeigt.

Schließlich ist das Schnittstellenmodul 35 außer an die Schalter und Sensoren 46a auch an eine Notbeleuchtung 58a, die Schauplatzbeleuchtung 58b, die FMVSS-Beleuchtung 58c und die Hilfsbeleuchtung 58c angeschlossen. Diese Beleuchtungssysteme sind oben beschrieben.

Die Schnittstellenmodule 20 und die Schnittstellenmodule 30 sind durch das Kommunikationsnetzwerk 60 an die zentrale Steuereinheit 14 angeschlossen. Das Kommunikationsnetzwerk kann unter Verwendung beispielsweise eines Netzwerkprotokolls, das den Normen J1708/1587 und/oder J1939 der "Society of Automotive Engineers (SAE)" entspricht, implementiert werden. Das jeweils verwendete Netzwerkprotokoll ist zwar nicht kritisch, doch sollten alle Geräte am Netz wirkungsvoll und zuverlässig kommunizieren können.

Das Übertragungsmedium kann durch den Einsatz von Kupfer- oder Lichtleiterkabeln realisiert werden. Lichtleiterkabeln sind von besonderem Vorteil in Verbindung mit Löschfahrzeugen, weil Lichtleiterkabel im Wesentlichen immun gegen elektromagnetische Störungen sind, die zum Beispiel von Funkantennen auf Fahrzeugen für mobile Nachrichten kommen, die an Brandorten üblich sind. Darüber hinaus sind Lichtleiterkabel insofern von Vorteil, als sie HF-Emissionen und die Möglichkeit von Kurzschlüssen im Vergleich zu Netzen auf Kupferbasis reduzieren. Schließlich sind Lichtleiterkabel vorteilhaft, weil sie gegenüber Kupfer die Möglichkeit von tödlichen Elektroschocks reduzieren, falls das Kabel an der Brandstelle unabsichtlich in Kontakt mit Stromleitungen gelangt.

Ebenfalls an das Kommunikationsnetzwerk 60 geschaltet ist eine Mehrzahl von Anzeigen oder Displays 81, 82. Mit den Anzeigen 81, 82 ist es möglich, der Löschmannschaft sämtliche von der zentralen Steuereinheit 14 gesammelte Daten in Echtzeit anzuzeigen. In der Praxis können die von den Anzeigen 81, 82 angezeigten Daten in Form von Textmeldungen angezeigt und

(angenommen, es gibt zu viele Daten, die zu einem bestimmten Zeitpunkt angezeigt werden sollen) in Datenrastern organisiert werden, und die Anzeigen 81, 82 können Foliendrucktasten enthalten, mit denen die Feuerwehrleute die Seiten durchblättern oder anderweitig die verfügbaren Datenraster anschauen können. Darüber hinaus werden die Anzeigen 81, 82, auch wenn sie Anzeigen 81, 82 beide irgendwelche von der zentralen Steuereinheit 14 gesammelte Informationen anzeigen können, in der Praxis z.B. nur zur Anzeige von ausgewählten Informationskategorien eingesetzt. Unter der Annahme, dass die Anzeige 81 in der Kabine angeordnet ist und sich die Anzeige 82 beim Pumpenbedienfeld befindet, wird die Anzeige 81 wahrscheinlich zur Anzeige von Informationen betreffend die von innerhalb der Kabine gesteuerten Geräte verwendet, wogegen die Anzeige 82 wahrscheinlich zur Anzeige von den Betrieb des Pumpenbedienfelds betreffenden Information eingesetzt wird. Vorteilhaft gewähren die Anzeigen 81, 82 der Löschmannschaft augenblicklichen Zugriff zu Informationen über das Löschfahrzeug 10 an einer einzigen Stelle, wodurch sowohl der Normalbetrieb des Löschfahrzeugs 10 als auch die Fehlersuche bei eventuellen Problemen erleichtert werden.

In Fig. 1 ist ferner ein Personal-Computer (PC) 85 gezeigt, der über eine Kommunikationsverbindung 86, beispielsweise ein Modem, eine RS-232-Schnittstelle, eine Internet-Verbindung und dgl., an die Steuereinheit 14 angeschlossen ist. Mit dem PC 85 kann eine Diagnose-Software zur Fern- oder lokalen Fehlerbehebung des Steuersystems 12, beispielsweise durch Direktprüfung von Eingaben, Direktsteuerung von Ausgaben, und die Beobachtung und Steuerung von internen Zuständen, einschließlich Verriegelungszuständen, angewendet werden. Da sämtliche Informationen über den I/O-Status in der zentralen Steuereinheit 14 gespeichert werden, kann auf diese Informationen leicht zugegriffen werden, die dann im PC 85 bearbeitet werden können. Tritt ein Problem auf, kann der PC 85 zur Feststellung verwendet werden, ob die zentrale Steuereinheit 14 alle Schnittstellenmodule 20, 30 für "online" befindet, und wenn nicht, kann der Bediener das System auf schlechte Verbindungen usw. überprüfen. Wenn ein bestimmtes Ausgabegerät nicht richtig funktioniert, dann kann der PC 85 zur Verfolgung der I/O-Zustandsinformationen vom Schalter oder von einem anderen Eingabegerät zum schlecht funktionierenden Ausgabegerät verwendet werden. Zum Beispiel kann der PC 85 zur Feststellung verwendet werden, ob der Schalterzustand richtig abgelesen wird, ob alle Verriegelungsbedingungen erfüllt sind usw..

Mit dem PC 85 ist es auch möglich, von der Ferne (z.B. von einer anderen Stadt oder einem anderen Land oder einem entfernten Ort über das Internet oder eine Telefonverbindung) neue Firmware mit Hilfe der Kommunikationsverbindung 86 auf die Steuereinheit 14 herunter zu laden. Die Firmware kann Firmware für die Steuereinheit 14 oder Firmware für die Schnittstellenmodule 20, 30 sein, die auf die Steuereinheit 14 herunter geladen und dann an die Schnittstellenmodule 20, 30 über das Kommunikationsnetzwerk 60 übertragen wird.

Schließlich sind in Fig. 1 mehrere zusätzliche Systeme gezeigt, die nunmehr kurz beschrieben werden, bevor der Betrieb des Steuersystems 12 erläutert wird. Im Besonderen zeigt Fig. 1 ein Motorsystem mit einem Motor 92 und einem Motor-Steuersystem 91, ein Getriebesystem mit einem Getriebe 93 und einem Getriebe-Steuersystem 94 sowie ein Antiblockiersystem (ABS) mit einem Antiblockier-Steuersystem 95 und Antiblockierbremsen 96. Das Getriebe 93 ist mechanisch mit dem Motor 92 gekuppelt und seinerseits weiters mechanisch an ein PTO-System 97 angeschlossen (PTO - power takeoff - Achsantrieb). Das PTO-System macht es möglich, dass mechanische Kraft vom Motor auf Wasserpumpen, Plattform-Antriebsmechanismen, Antriebsmechanismen der Stabilisiereinrichtungen usw. übertragen wird. Zusammen bilden das Motorsystem, das Getriebesystem und das PTO-System den Antriebsstrang des Löschfahrzeugs 10.

Die Steuersysteme 92, 94 und 95 können unter Verwendung desselben oder eines anderen Kommunikationsnetzwerkes, als von den Schnittstellenmodulen 30 und 40 verwendet wird, mit der zentralen Steuereinheit 14 verbunden sein. In der Praxis werden die Steuersysteme 92, 94 und 95 wahrscheinlich als serienmäßig gefertigte Systeme gekauft, da die meisten Hersteller

von Löschfahrzeugen Motorsysteme, Getriebesysteme und Antiblockiersysteme lieber zukaufen als erzeugen. Es ist daher wahrscheinlich, dass die Steuersysteme 92, 94 und 95 mehrere verschiedene Kommunikationsprotokolle verwenden und daher zumindest ein zusätzliches Kommunikationsnetzwerk erforderlich ist.

5 Dadurch, dass die Systeme 92, 94 und 95 an die zentrale Steuereinheit 14 angeschlossen sind, wird eine Reihe von zusätzlichen Eingabezustandsinformationen für das Steuersystem 12 verfügbar. Beispielsweise kann die zentrale Steuereinheit 14, was den Motor betrifft, I/O-Zustandsinformationen betreffend Motorgeschwindigkeit, Motorstunden, Öltemperatur, Öldruck,
10 Ölstand, Kühlmittelfüllstand, Kraftstofffüllstand usw. erhalten. Hinsichtlich Getriebe kann die zentrale Steuereinheit 14 zum Beispiel Informationen über Getriebetemperatur, Getriebeflüssigkeitsstand und/oder Getriebezustand (1. Gang, 2. Gang und dgl.) erhalten. In der Annahme, dass ein serienmäßig gefertigtes Motor- oder Getriebesystem verwendet wird, hängen die verfügbaren Informationen vom Hersteller des Systems und den Informationen ab, die sie für
15 eine Bereitstellung ausgewählt haben.

Die Kopplung der Systeme 92, 94 und 95 mit der zentralen Steuereinheit 14 ist insofern von Vorteil, weil dadurch Informationen von diesen Untersystemen unter Verwendung der Anzeigen 81, 82 für die Löschmannschaft sichtbar gemacht werden können. Weiters kann die zentrale
20 Steuereinheit 14 dadurch auch verschiedene Verriegelungsbedingungen als Funktion des Zustands des Getriebes 93, des Motors 92 oder des Bremssystems implementieren. Um das Pumpensystem (das mechanisch von Motor 92 und Getriebe 93 betätigt wird) in Betrieb zu setzen, kann beispielsweise eine Verriegelungsbedingung implementiert werden, die erfordert, dass sich das Getriebe 93 im Leerlauf oder im 4. Blockierzustand (d.h. im 4. Gang bei blockiertem Drehmomentwandler) befindet, damit die Pumpe nur dann eingeschaltet werden kann,
25 wenn die Räder vom Antriebsstrang entkoppelt sind. Die Zustandsinformationen von diesen Systemen können daher auf die gleiche Weise wie I/O-Zustandsinformationen von jedem anderen I/O-Einzelgerät am Löschfahrzeug 10 behandelt werden. Es kann auch wünschenswert sein, die zentrale Steuereinheit 14 mit einer begrenzten Kontrolle über das Motor- und Getriebe-
30 besystem auszustatten, so dass die zentrale Steuereinheit 14 beispielsweise "Gas"-Befehlsanforderungen an das Motorsteuersystem 91 geben kann. Auf diese Weise kann die zentrale Steuereinheit 14 die Geschwindigkeit des Motors 92 und dadurch auch die Spannung kontrollieren, welche an der einen Teil der Stromquelle 100 bildenden Lichtmaschine entsteht.

35 2. Drehaufbau-Steuerungssystem

In Fig. 3 ist allgemein ein Steuersystem 1212 für einen Drehaufbau 1211 eines Löschfahrzeugs 1210 veranschaulicht. Überblicksmäßig umfasst das Steuersystem 1212 eine zentrale Aufbau-
40 Steuereinheit 1214, eine Mehrzahl von Mikroprozessor-basierten Schnittstellenmodulen 1220, 1230 und 1235, eine Mehrzahl von Eingabegeräten 1240 und eine Mehrzahl von Ausgabegeräten 1250. Die zentrale Steuereinheit 1214 und die Schnittstellenmodule 1220, 1230 und 1235 sind durch ein Kommunikationsnetzwerk 1260 miteinander verbunden.

Das Steuersystem 1212 ist weitgehend ähnlich dem Steuersystem 12 mit dem Hauptunterschied, dass das Steuersystem 1212 zur Steuerung der Ausgabegeräte 1250 am Drehaufbau 1211 auf Basis von Eingabezustandsinformationen von den Eingabegeräten 1240 und nicht zur
45 Steuerung der Ausgabegeräte 50 am Fahrgestell 11 eingesetzt wird. Die Schnittstellenmodule 1220, 1230 können identisch mit den Schnittstellenmodulen 20 bzw. 30 sein, und die zentrale Steuereinheit 1214 kann identisch mit der zentralen Steuereinheit 14 sein, mit der Ausnahme,
50 dass in Zusammenhang mit dem Drehaufbau 1211 ein unterschiedliches Steuerprogramm erforderlich ist. Dementsprechend treffen die obigen Erläuterungen betreffend die Verbindung und den Betrieb der Schnittstellenmodule 20, 30 mit den Eingabegeräten 40 und den Ausgabegeräten 50 gleichermaßen auf die zentrale Steuereinheit 1214 mit Ausnahme der Tatsache zu, dass das Steuersystem 1212 dem Drehaufbau 1211 und nicht dem Fahrgestell zugeordnet ist.

Das Steuersystem 1212 enthält auch Schnittstellenmodule 1225-1227, die ähnlich den Schnittstellenmodulen 20, 30 sind, ausgenommen, dass unterschiedliche I/O-Zahlen verwendet werden. In einer bevorzugten Ausführungsform haben die Schnittstellenmodule 1225-1227 28 Schalteingaben (von denen zwei als Frequenzeingaben konfigurierbar sind). Wie zuvor ausgeführt, kann es wünschenswert sein, anstelle von mehreren unterschiedlichen Typen von Schnittstellenmodulen nur einen einzigen Schnittstellenmodul-Typ zu verwenden, um den Bestandsaufwand gering zu halten. Darüber hinaus sind die Anzahl der Schnittstellenmodule und die I/O-Zahlen nur ein Beispiel für eine mögliche Konfiguration.

Es ist wünschenswert, für den Drehaufbau 1211 ein Steuersystem 1212 zu verwenden, das vom Steuersystem 12 getrennt ist, um eine klare Trennung der Funktionen zwischen Systemen, die dem Drehaufbau 1211 zugeordnet sind, und Systemen, die dem Fahrgestell 11 zugeordnet sind, zu schaffen. Darüber hinaus werden viele Löschfahrzeuge aus praktischen Gründen ohne Aufbauten verkauft, und daher ermöglicht die Schaffung eines eigenen Aufbau-Steuersystems 1212 einen höheren Grad an Gemeinsamkeit hinsichtlich Löschfahrzeugen mit Aufbauten und Löschfahrzeugen ohne Aufbauten.

Unter Bezugnahme auf Fig. 4 wird nunmehr eine bevorzugte Verbindung der Schnittstellenmodule mit einer Mehrzahl von Eingabegeräten 1240 und Ausgabegeräten 1250 beschrieben. Das Schnittstellenmodul 1221 empfängt Eingaben von Schaltern 1241a, die beispielsweise einen Drehaufbau-Hauptschalter zur Aktivierung der Stromkreise des Drehaufbaus, einen Drehaufbau-PTO-Schalter zur Aktivierung des Getriebes zwecks Lieferung einer Eingangsdrehleistung für die Hydraulikpumpe und einen Plattform-Betätigungsschalter zur momentanen Aktivierung eines Stromkreises für eine Plattform oder einen Korb enthalten können, um diesen in Bezug auf die aktuellen Bodenniveaubedingungen auszurichten. Die LED-Anzeigen 1251 liefern das visuelle Feedback betreffend den Zustand der Eingabeschalter 1241a.

Die Schnittstellenmodule 1225, 1231 sind nahe einer Steuerstation in Bodenhöhe im hinteren Teil des Löschfahrzeugs 10 angeordnet. Die Schnittstellenmodule 1225, 1231 empfangen Eingaben von Schaltern 1242a, 1243a, die beispielsweise einen automatischen Niveauschalter enthalten, der eine Schaltung zur höhenmäßigen Ausrichtung des Löschfahrzeugs unter Verwendung von Stabilisierstützen und einen Override-Schalter zum Außer-Kraft-Setzen von Schaltungen für Notbetrieb aktiviert. Die Schnittstellenmodule 1225, 1231 können auch Eingaben von einem Bedienfeld wie einem Stabilisiersteuerfeld 1242b empfangen, welches Schalter enthält, die das Heben und Senken von vorderen und hinteren Stabilisierstützen und das Aus- und Einziehen von vorderen und hinteren Stabilisierstützen steuert. Die Stabilisiereinrichtung ist ein System mit Abstützfüßen, das ausgeklappt wird, um zu verhindern, dass das Löschfahrzeug 1210 beim Ausfahren eines Drehaufbaus instabil wird. Das Schnittstellenmodul 1231 kann Ausgänge zur Steuerung des Ausklappens der Stabilisiereinrichtung ansteuern, die überall zwischen 0 und 1,5 m ausgeklappt werden kann.

Die Schnittstellenmodule 1226, 1232 sind nahe einer Drehscheibe 1218 des Drehaufbaus im hinteren Teil des Löschfahrzeugs 1210 angeordnet. Die Schnittstellenmodule können Eingaben von Schaltern und Sensoren 1244a, 1245a sowie von Schaltern empfangen, die Teil eines Bedienfelds 1245b zur Steuerung des Drehaufbaus 1211 sind und zur Steuerung von Auszug/Einzug, Heben/Senken und Drehen des Drehaufbaus 1211 verwendet werden. Die Schnittstellenmodule 1226, 1232 steuern Ausgänge zur Regelung von Auszug/Einzug, Heben/Senken und Drehen des Drehaufbaus 1211 sowie LED-Anzeigen 1254b zur Lieferung von Bediener-Feedback betreffend die Positionen der Schalter und andere I/O-Zustandsinformationen an. Die Schnittstellenmodule 1227, 1233 sind im Korb des Drehaufbaus 1211 angeordnet und schaffen eine doppelte Kontrolle für Auszug/Einzug, Heben/Senken und Drehen des Drehaufbaus 1211.

Zusätzliche Eingänge und Ausgänge 1251b können zur Herstellung einer Kommunikationsverbindung zwischen dem allgemeinen Steuersystem 12 und dem Drehaufbau-Steuersystem 1212 verwendet werden. Mit anderen Worten, die digitalen Ein/Aus-Ausgaben des einen Steuersys-

tems können an die Schalteingaben des anderen Steuersystems geschaltet werden und umgekehrt. Dadurch wird ein Mechanismus zur Hin- und Her-Übertragung von I/O-Zustandsinformationen zwischen den beiden Steuersystemen 12, 1212 geschaffen.

Das Steuersystem 1212 hat die gesamte Bewegungssteuerung des Drehaufbaus 1211 über. Zu diesem Zweck enthält das Steuerprogramm 1216 eine Hüllflächen-Bewegungssteuerung 1216a, eine Last-Bewegungssteuerung 1216b und eine Verriegelungssteuerung 1216c. Der Begriff „Hüllflächen-Bewegungssteuerung“ bezieht sich auf die Überwachung der Position des Drehaufbaus 1211 und die Verhinderung eines Zusammenstoßes des Drehaufbaus 1211 mit dem restlichen Löschfahrzeug 1210 und ansonsten jeglicher unerwünschter Berührung von mechanischen Strukturen am Löschfahrzeug 1210 aufgrund einer Bewegung des Drehaufbaus 1211. Die Hüllflächen-Bewegungssteuerung wird auf Basis der bekannten Abmessungen des Drehaufbaus 1211 und der bekannten Abmessungen und Positionen anderer Strukturen des Löschfahrzeugs 1210 in Bezug auf den Drehaufbau 1211 (z.B. die Position und Größe der Kabine 17 in Bezug auf den Drehaufbau 1211) sowie der Position des Drehaufbaus 1211 (die mit Hilfe von Rückkopplungssensoren 1244a, 1245a gemessen wird) realisiert. Das Steuersystem 1212 untersagt dann Eingaben, die zu einem unerwünschten Zusammenstoß des Drehaufbaus 1211 mit anderen Strukturen des Löschfahrzeugs 1210 führen würden.

„Last-Bewegungssteuerung“ bezieht sich auf die Verhinderung eines zu weiten Ausfahrens des Drehaufbaus und dadurch verursachten Kippens des Löschfahrzeugs 1210 aufgrund ungleicher Belastung. Die Last-Bewegungssteuerung wird unter Verwendung eines geeigneten Sensors zur Messung des Drehmoments realisiert, das auf den Zylinder aufgebracht wird, der den Drehaufbau 1211 mit dem restlichen Löschfahrzeug mechanisch kuppelt. Auf Basis des Drehmoments und des bekannten Gewichts des Löschfahrzeugs 1210 wird festgestellt, wann das Löschfahrzeug 1210 nahe ist zu kippen, und mittels Textmitteilungen und LED-Anzeigen wird der Bediener gewarnt.

„Verriegelungssteuerung“ bezieht sich auf die Implementierung von Verriegelungen für Aufbausysteme. Beispielsweise kann eine Verriegelung vorgesehen werden, um zu gewährleisten, dass vor einer Bewegung des Drehaufbaus 1211 die Handbremse angezogen wird, dass vor einer Bewegung des Drehaufbaus 1211 die Stabilisiereinrichtungen ausgeklappt und aufgestellt werden, dass vor einer Bewegung des Drehaufbaus 1211 dessen Zapfwelle in Eingriff gelangt usw.

Das Steuersystem 1212 macht daher den Betrieb des Drehaufbaus 1211 viel sicherer. Hinsichtlich der Last-Bewegungssteuerung warnt das Steuersystem 1212 beispielsweise automatisch die Löschmannschaft, wenn das Löschfahrzeug 1210 durch das Ausfahren des Drehaufbaus 1211 fast zum Kippen gebracht wird. Faktoren wie die Anzahl und das Gewicht von Menschen im Korb 1219, die Menge und das Gewicht von Ausrüstung im Korb 1219, das Ausmaß des Ausfahrens der Stabilisiereinrichtungen, ob und in welchem Ausmaß Wasser durch die Schläuche des Drehaufbaus 1211 strömt usw., werden automatisch von den Drehmomentsensoren berücksichtigt, die dem Zylinder zugeordnet sind, mit dem der Ausleger-Drehaufbau 1211 am Löschfahrzeug 1210 montiert ist. Dadurch fällt die erforderliche händische Überwachung dieser Bedingungen durch einen Feuerwehrmann weg, und das Steuersystem 1212 kann einen Bediener vor unsicheren Bedingungen warnen und reduziert die Verantwortung des Bedieners bei der Gewährleistung, dass der Drehaufbau unter sicheren Bedingungen funktioniert.

3. Architektur des alternativen Steuersystems

In Fig. 5 ist eine Architektur für ein alternatives Steuersystem 1412 veranschaulicht. Übersichtsmäßig umfasst das Steuersystem 1412 eine Mehrzahl von Mikroprozessor-basierten Schnittstellenmodulen 1420, eine Mehrzahl von Eingabe- und Ausgabegeräten 1440, 1450 (siehe Fig. 6), die an die Schnittstellenmodule 1420 angeschlossen sind, und ein Kommunikationsnetzwerk 1460, das die Schnittstellenmodule 1420 miteinander verbindet. Das Steuersystem

1412 ist im Wesentlichen ähnlich dem Steuersystem 12, enthält aber mehrere Verbesserungen. Das Steuersystem 1412 funktioniert vorzugsweise auf die gleiche Weise wie das Steuersystem 12 mit Ausnahme der nachstehend aufgezeigten Unterschiede.

Die Schnittstellenmodule 1420 sind im Allgemeinen auf die gleiche Weise aufgebaut wie die Schnittstellenmodule 20 und 30 und enthalten jeweils eine Mehrzahl von Analog- und Digital-eingängen und -ausgängen. Die Anzahl und Art der Eingänge und Ausgänge kann beispielsweise gleich wie bei den Fahrzeug-Schnittstellenmodulen 30 sein. Vorzugsweise wird, wie später noch genauer beschrieben wird, nur eine einzige Art von Schnittstellenmodul verwendet, um die Kundenfreundlichkeit des Steuersystems 1412 zu verbessern. Hier wird das Bezugszeichen 1420 zur Bezeichnung der Schnittstellenmodule 1420 in ihrer Gesamtheit verwendet, wogegen die Bezugszeichen 1421-1430 zur Bezeichnung von speziellen Schnittstellenmodulen 1420 verwendet werden. Die Schnittstellenmodule werden in Verbindung mit den Fig. 6 bis 8 genauer beschrieben.

Ebenfalls an das Kommunikationsnetzwerk 1460 angeschlossen ist eine Mehrzahl von Anzeigen oder Displays 1481, 1482 sowie ein Datenlogger 1485. Mit den Anzeigen 1481, 1482 ist es möglich, der Löschmannschaft sämtliche vom Steuersystem 1412 gesammelten Daten in Echtzeit anzuzeigen, und sie zeigen auch Warnmeldungen an. Die Anzeigen 1481, 1482 enthalten auch Foliendrucktasten, mit denen die Bediener die Seiten durchblättern oder anderweitig die verfügbaren Datenraster besichtigen können. Mit den Foliendrucktasten können die Bediener auch Parameter im Steuersystem 1412 wertmäßig verändern. Der Datenlogger 1485 wird zur Speicherung von Informationen betreffend den Betrieb des Fahrzeugs 1410 verwendet. Der Datenlogger 1485 kann auch als "Blackbox"-Rekorder zur Speicherung von Informationen eingesetzt werden, die während einer vorbestimmten Zeitspanne (z.B. 30 Sekunden) unmittelbar vor Stattfinden eines oder mehrerer Ansteuerereignisse protokolliert werden (z.B. Ereignisse, die anzeigen, dass das Fahrzeug 1410 beschädigt oder betriebsunfähig wurde, beispielsweise wenn ein Betriebsparameter wie ein Schwellenwert eines Beschleunigungsmessers überschritten wurde).

Schließlich zeigt Fig. 5 ein Motorsystem mit einem Motor 1492 und einem Motor-Steuersystem 1491, ein Getriebesystem mit einem Getriebe 1494 und einem Getriebe-Steuersystem 1493 sowie ein Antiblockiersystem 1486 mit einem Antiblockier-Steuersystem 1495. Diese Systeme können im Allgemeinen auf die gleiche Weise mit dem Steuersystem 1412 verbunden sein, wie oben in Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben wurde.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 6 bis 8 werden nunmehr Struktur und Verbindung der Schnittstellenmodule 1420 genauer beschrieben. Gemäß Fig. 6 werden die Schnittstellenmodule 1420 von einer Stromquelle 1500 über eine Versorgungsleitung 1502 mit Energie versorgt. Die Schnittstellenmodule 1420 sind über das Fahrzeug 1410 verteilt, wobei einige Schnittstellenmodule 1420 am Fahrgestell 1417 und einige Schnittstellenmodule 1420 an einem varianten Modul angeordnet sind. Das variante Modul 1413 kann ein ausbaubares/austauschbares Modul sein, um dem Fahrzeug 1410 verschiedene Arten von Funktionalität zu verleihen.

Das Steuersystem 1412 ist in drei Steuersysteme unterteilt, nämlich ein Fahrgestell-Steuersystem 1511, ein variantes Steuersystem 1512 und ein Hilfssteuersystem 1513. Das Fahrgestell-Steuersystem 1511 enthält die Schnittstellenmodule 1421-1425 und die I/O-Geräte 1441, 1451, die alle am Fahrgestell 1417 angeordnet sind. Das variante Steuersystem 1512 enthält die Schnittstellenmodule 1426-1428 und die I/O-Geräte 1442, 1452, die alle am varianten Modul 1413 angeordnet sind. Das Hilfssteuersystem 1513 enthält die Schnittstellenmodule 1429-1430 und die I/O-Geräte 1443, 1453, die entweder am Fahrgestell 1417 oder am varianten Modul 1413 oder an beiden angeordnet sein können.

Das Hilfssteuersystem 1513 kann beispielsweise zur Steuerung eines Untersystems verwendet werden, das am varianten Modul 1413 angeordnet ist, aber wahrscheinlich für alle varianten

Module gleich oder ähnlich ist (z.B. ein Beleuchtungsuntersystem mit Scheinwerfern, Rücklichtern, Bremslichtern und Blinklichtern). Der Einschluss von Schnittstellenmodulen 1420 in ein bestimmtes Steuersystem kann auch auf Basis der Lage und nicht der Funktionalität erfolgen. Wenn das variante Modul 1413 beispielsweise eine Aufbaueinrichtung hat, kann es wünschenswert sein, ein Steuersystem für das Fahrgestell, ein Steuersystem für die Aufbaueinrichtung und ein Steuersystem für das restliche variante Modul zu haben. Darüber hinaus ist es, auch wenn jedes Schnittstellenmodul 1420 als nur einem Steuersystem 1511-1513 zugeordnet gezeigt ist, möglich, Schnittstellenmodule zu haben, die mehr als einem Steuersystem zugeordnet sind. Es sei auch bemerkt, dass die Anzahl von Untersteuersystemen sowie die Anzahl von Schnittstellenmodulen je nach Anwendung variieren kann. Ein mobiles Kommandofahrzeug besitzt in Anbetracht der größeren Anzahl von I/O-Geräten, die üblicherweise bei mobilen Kommandofahrzeugen zu finden sind, mehr Steuersysteme als eine Abschleppwagenvariante.

Die Versorgungsleitung 1502 kann eine einzige Stromleitung aufweisen, die über das ganze Fahrzeug 1410 zu jedem Schnittstellenmodul 1420 verlegt ist, weist aber vorzugsweise redundante Stromleitungen auf. Auch hier wieder werden die Schnittstellenmodule 1420 zur Minimierung der Verdrahtung so platziert, dass sie so nahe wie möglich bei den Eingabegeräten 1440, von denen Eingabezustandsinformationen empfangen werden, und den Ausgabegeräten 1450, die gesteuert werden, angeordnet sind. Diese Anordnung gestattet die Erzielung der zuvor beschriebenen Vorteile in Zusammenhang mit verteilter Datensammlung und Energieverteilung. Feste Kommunikationsverbindungen, die zum Beispiel elektrische Leitungen oder Photonenleitungen sein können, verbinden die Schnittstellenmodule 1421-1430 mit den entsprechenden I/O-Geräten wie zuvor beschrieben.

In Fig. 7 ist die Verbindung der Schnittstellenmodule 1420 durch das Kommunikationsnetzwerk 1460 veranschaulicht. Wie zuvor ausgeführt, ist das Steuersystem 1412 in drei Steuersysteme 1511, 1512 und 1513 unterteilt. Gemäß dieser Anordnung ist das Kommunikationsnetzwerk 1460 ebenso in drei Kommunikationsnetzwerke 1661, 1662 und 1663 weiter unterteilt. Das Kommunikationsnetzwerk 1661 ist dem Fahrgestell-Steuersystem 1511 zugeordnet und verbindet die Schnittstellenmodule 1421-1425. Das Kommunikationsnetzwerk 1662 ist dem varianten Steuersystem 1512 zugeordnet und verbindet die Schnittstellenmodule 1426-1428. Das Kommunikationsnetzwerk 1663 ist dem Hilfssteuersystem 1513 zugeordnet und verbindet die Schnittstellenmodule 1429-1430. Die Übertragung zwischen den Steuersystemen 1511-1513 erfolgt über die Schnittstellenmodule, die an die Netze 1661-1663 angeschlossen sind. Vorteilhaft gestattet diese Anordnung auch eine automatische Rekonfiguration der Schnittstellenmodule, um über ein anderes Netz zu kommunizieren, wenn ihr gesamtes Primärnetz oder ein Teil davon ausgefallen ist.

In der Praxis kann jedes Kommunikationsnetzwerk 1661-1663 aus zwei oder mehr Kommunikationsnetzwerken gebildet sein, um innerhalb jedes Steuersystems eine gewisse Redundanz vorzusehen. Die Verbindung der verschiedenen Schnittstellenmodule 1420 mit verschiedenen Netzen kann nämlich so kompliziert wie notwendig sein, um den gewünschten Grad an Redundanz zu erzielen. Aus Gründen der Einfachheit wird auf solche potentielle zusätzliche Redundanzniveaus in der vorliegenden Diskussion der Fig. 7 nicht eingegangen.

Die Kommunikationsnetzwerke 1661-1663 können entsprechend den SAE-Normen J1708/1587 und/oder J1939 oder einem anderen Netzprotokoll wie zuvor beschrieben implementiert werden. Das Übertragungsmedium ist vorzugsweise aus Gründen der Robustheit ein Lichtleiterkabel.

Ist das variante Modul 1413 am Fahrgestell 1417 montiert, wird die Verbindung des Fahrgestell-Steuersystems 1511 mit dem varianten Steuersystem 1512 einfach durch die Verwendung von zwei zusammenpassenden Anschlussteilen 1681, 1682 hergestellt, die Verbindungen für einen oder mehr Übertragungsbusse, Strom und Erde enthalten. Der Fahrgestell-Anschlussteil 1682 passt auch physisch und funktionell zu Anschlussteilen für andere variante Module, d.h. der

Fahrgestell-Anschlusssteil und die anderen varianten Anschlusssteile passen nicht nur physisch zusammen, sondern die Übereinstimmung liefert auch ein betriebsfähiges Fahrzeugsystem. Ein bestimmter Satz von Schaltern oder anderen Steuereinrichtungen 1651 am Armaturenbrett (siehe Fig. 5) kann dann unterschiedlich funktionieren, je nachdem welche Variante an das Fahrgestell angeschlossen ist. Vorteilhaft ist es daher möglich, eine einzige Schnittstelle zwischen dem Fahrgestell und dem varianten Modul vorzusehen (auch wenn Mehrfachschnittstellen aus Gründen der Redundanz möglich sind). Dadurch ist kein separater Anschlusssteil am Fahrgestell 1417 für jede Art von variantem Modul zusammen mit der erforderlichen ungebrauchten Hardware und Verdrahtung notwendig, wie es herkömmlich der Fall war.

Beim Einschalten tauschen das variante Steuersystem 1512 und das Fahrgestell-Steuersystem 1511 Informationen aus, die gegenseitig von Interesse sind. Beispielsweise kann das variante Steuersystem 1512 den varianten Typ des varianten Moduls 1413 übertragen. Andere Parameter können ebenso kommuniziert werden. Beispielsweise können Informationen über die Gewichtsverteilung am varianten Modul 1413 entlang des Fahrgestell-Steuersystems 1511 weitergeleitet werden, so dass der Getriebe-Schaltplan des Getriebes 1493 entsprechend dem Gewicht des varianten Moduls 1413 eingestellt werden kann und ein zentrales Reifenaufpumpsystem das Aufpumpen von Reifen als Funktion der Gewichtsverteilung des varianten Moduls steuern kann. Auf ähnliche Weise können Informationen über das Fahrgestell entlang der Variante weitergeleitet werden. Wenn beispielsweise ein variantes Modul bei Mehrfach-Fahrgestellen mit verschiedenen großen Motoren verwendet werden kann, können Motorinformationen an das variante Modul eines Abschleppfahrzeugs übertragen werden, so dass die Abschleppvariante weiß, welches Gewicht das Fahrgestell ziehen kann. So gestattet ein derartiger anfänglicher Austausch von Informationen eine Optimierung der Wirkungsweise des Fahrgestell-Steuersystems 1511 entsprechend den Parametern des varianten Moduls 1413 und umgekehrt.

In Fig. 8 ist ein beispielhaftes Schnittstellenmodul 1420 in größerem Detail gezeigt. Jedes Schnittstellenmodul 1420 enthält einen Mikroprozessor 1815, der stark genug ist, damit jedes Schnittstellenmodul 1420 als zentrale Steuereinheit fungieren kann. Die Schnittstellenmodule 1420 sind identisch programmiert und enthalten je einen Speicher 1831, der weiters einen Programmspeicher 1832 und einen Datenspeicher 1834 enthält. Der Programmspeicher 1832 enthält BIOS-("basic input/output system" = Basis-Eingabe/Ausgabe-System)-Firmware 1836, ein Betriebssystem 1838 und Anwendungsprogramme, nämlich hier ein Fahrgestell-Steuerprogramm 1840, ein oder mehr Varianten-Steuerprogramm(e) 1842 und ein Hilfssteuerprogramm 1844. Der Datenspeicher 1834 enthält Konfigurationsinformationen 1846 und I/O-Zustandsinformationen 1848 für sämtliche Module 1420-1430, die dem Fahrgestell 1417 und seinem varianten Modul 1413 zugeordnet sind, sowie Konfigurationsinformationen für die Schnittstellenmodule (N+1 bis Z in Fig. 8) von anderen varianten Modulen, die am Fahrgestell 1417 angebracht werden können.

Es ist daher ersichtlich, dass sämtliche Schnittstellenmodule 1420, die am Fahrgestell 1417 und seinem varianten Modul 1413 zum Einsatz kommen, sowie die Schnittstellenmodule 1420 von anderen varianten Modulen, die am Fahrgestell 1417 angebracht werden können, identisch programmiert sind und dieselben Informationen enthalten. Jedes Schnittstellenmodul 1420 nutzt dann seine Netzadresse, um beim Hochfahren zu entscheiden, welche Konfigurationsinformation bei der Selbstkonfiguration zu verwenden ist und welche Abschnitte der Anwendungsprogramme 1840-1844 entsprechend seinem Zustand als Master- oder Nichtmaster-Strukturglied eines der Steuersysteme 1511-1513 auszuführen sind. Ein Master-Schnittstellenmodul kann zur Bildung einer Verbindung für Schnittstellenoperationen mit Geräten außerhalb der Steuersysteme 1511-1513 verwendet werden. Die Schnittstellenmodule sind sowohl physisch als auch funktionell austauschbar, weil die Schnittstellenmodule in jeden Steckplatz des Netzes gesteckt werden und jede Funktion ausführen können, die an diesem Steckplatz am Netz erforderlich ist.

Diese Anordnung ist von großem Vorteil. Weil sämtliche Schnittstellenmodule 1420 identisch

programmiert sind und dieselben Informationen speichern, sind die Schnittstellenmodule innerhalb einer bestimmten Fahrzeugklasse physisch und funktionell austauschbar. Die Verwendung eines einzigen Schnittstellenmodul-Typs macht es leichter, Ersatz-Schnittstellenmodule zu finden, und verbessert daher die Kundenfreundlichkeit des Steuersystems 1412.

5 Darüber hinaus speichert jedes Schnittstellenmodul 1420, wie zuvor ausgeführt, I/O-Zustandsinformationen für sämtliche Module 1420-1430, die dem Fahrgestell 1417 und seinem varianten Modul 1413 zugeordnet sind. Daher weiß jedes Schnittstellenmodul 1420 über das gesamte System Bescheid. Infolgedessen ist es möglich, dass jedes Schnittstellenmodul 1420 seine
10 eigenen Eingaben und Ausgaben auf Basis der I/O-Zustandsinformationen verarbeitet, um die Ansprechempfindlichkeit des Systems zu erhöhen und das Ausmaß der mit der zentralen Steuereinheit erforderlichen Kommunikation zu reduzieren. Die Haupt-Management-Verantwortung der zentralen Steuereinheit bzw. des Master-Schnittstellenmoduls über die Verantwortung sämtlicher Schnittstellenmodule 1420 hinaus dient dann beispielsweise der Schaffung einer
15 Verbindungsstelle für Schnittstellen-Operationen mit Geräten, die außerhalb des Steuersystems liegen, von dem die zentrale Steuereinheit ein Teil ist.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 9 bis 12 wird nun eine Technik zur Übermittlung von I/O-Zustandsinformationen zwischen den Schnittstellenmodulen 1420 beschrieben. Auch wenn
20 diese Technik in erster Linie in Zusammenhang mit dem Steuersystem 1511 des Fahrgestells beschrieben ist, wird sie bevorzugt auch beim varianten Steuersystem 1512 und beim Hilfssteuersystem 1513 und/oder dem Steuersystem 12 angewendet.

Gemäß Fig. 9 enthält das Steuersystem des Fahrgestells, wie zuvor beschrieben, die Schnittstellenmodule 1421-1425, die Eingabegeräte 1441 und die Ausgabegeräte 1451. Auch sind die Anzeige (Display) 1481, der Datenlogger 1485 und das Kommunikationsnetzwerk 1661 gezeigt,
25 das die Schnittstellenmodule 1421-1425 miteinander verbindet. In der Praxis kann das System zusätzliche Geräte enthalten, wie z.B. Schalter-Schnittstellenmodule, die an zusätzliche I/O-Geräte angeschlossen sind, welche aus Gründen der Einfachheit nicht dargestellt sind. Die Schalter-Schnittstellenmodule können gleich wie die zuvor beschriebenen Schalter-Schnittstellenmodule 20 sein und beispielsweise in Form einer separaten geschlossenen Einheit oder, noch einfacher, in Form einer mit zugehörigen Schaltern und leistungsarmen Ausgabegeräten bestückten Leiterplatte vorgesehen sein. In der Praxis kann das System weitere Systeme, wie
30 eine Anzeige-Schnittstelle zur Ansteuerung von einer oder mehr analogen Anzeige(n) (wie Messgeräten) unter Verwendung von Daten aus dem Kommunikationsnetz 1661, enthalten. Alle zusätzlichen Module, die mit I/O-Geräten verbunden sind, senden und empfangen vorzugsweise I/O-Zustandsinformationen und üben eine lokale Kontrolle auf die gleiche Weise aus, wie nachstehend detailliert in Zusammenhang mit den Schnittstellenmodulen 1421-1425 beschrieben ist. Wie zuvor ausgeführt, können auch ein oder mehrere zusätzliche Kommunikationsnetz(e) enthalten sein, die vorzugsweise gemäß den SAE-Normen J1708/1587 und/oder J1939
40 implementiert werden. Die Kommunikationsnetze können beispielsweise zum Empfangen von I/O-Zustandsinformationen von anderen Fahrzeugsystemen, wie einem Motor- oder Getriebe-Steuersystem verwendet werden. Eine Arbitration von I/O-Zustandsmeldungen zwischen den Kommunikationsnetzen kann über eines der Schnittstellenmodule 1420 erfolgen.

45 Zur Vereinfachung der Beschreibung sind die Eingabegeräte 1441 und die Ausgabegeräte 1451 in Fig. 9 weiter unterteilt und genauer bezeichnet. So ist die Untergruppe der Eingabegeräte 1441, die an das Schnittstellenmodul 1421 angeschlossen sind, in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 1541 bezeichnet und einzeln mit den jeweiligen Eingabezuständen I-11 bis I-15
50 vermerkt. Desgleichen ist die Untergruppe der Ausgabegeräte 1451, die an das Schnittstellenmodul 1421 angeschlossen sind, in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 1551 bezeichnet und einzeln mit den jeweiligen Ausgabeszuständen O-11 bis O-15 vermerkt. Ein ähnliches Muster wurde für die Schnittstellenmodule 1422-1425 gewählt, wie in der nachstehenden Tabelle I zusammengefasst:

<i>Schnittstellenmodul</i>	<i>Eingabegeräte</i>	<i>Eingabezustände</i>	<i>Ausgabegeräte</i>	<i>Ausgabezustände</i>
1421	1541	I11 bis I-15	1551	O11 bis O-15
1422	1541	I21 bis I-25	1552	O21 bis O-25
1423	1543	I31 bis I-35	1553	O31 bis O-35
1424	1544	I41 bis I-45	1554	O41 bis O-45
1425	1545	I51 bis I-55	1555	O51 bis O-55

Tabelle I

Zwar sind in der dargestellten Ausführungsform fünf Eingabegeräte 1441 etc. und fünf Ausgabegeräte 1451 etc. (vgl. auch Fig. 6) jeweilige an das entsprechende Schnittstellenmodul 1420 angeschlossen, doch dient diese Anzahl von I/O-Geräten natürlich nur als Beispiel, und es könnte eine andere Anzahl von Geräten ebenso verwendet werden, wie zuvor beschrieben.

Die Schnittstellenmodule 1420 weisen jeweils eine entsprechende I/O-Zustandstabelle 1520 auf, die Informationen über die I/O-Zustände der Eingabe- und Ausgabegeräte 1441, 1451 speichert. In Fig. 10 ist ein Beispiel für eine I/O-Zustandstabelle 1520 gezeigt welche I/O-Zustandsinformationen betreffend jeden Eingabezustand I-11 bis I-15, I-21 bis I-25, I-31 bis I-35, I-41 bis I-45 bzw. I-51 bis I-55 der Eingabegeräte 1541-1545 und auch I/O-Zustandsinformationen betreffend jeden Ausgabezustand O-11 bis O-15, O-21 bis O-25, O-31 bis O-35, O-41 bis O-45 bzw. O-51 bis O-55 der Ausgabegeräte 1551-1555 speichert. Es wird angenommen, dass die I/O-Zustandstabellen 1520 identisch sind, jedoch wird jede I/O-Zustandstabelle 1520 einzeln verwaltet und durch das entsprechende Schnittstellenmodul 1420 upgedatet. Es können daher temporäre Unterschiede zwischen den I/O-Zustandstabellen 1520 bestehen, wenn upgedatete I/O-Zustandsinformationen empfangen und gespeichert werden. Auch wenn dies nicht gezeigt ist, speichert die I/O-Zustandstabelle 1520 auch I/O-Zustandsinformationen für die Schnittstellenmodule 1426-1428 des varianten Steuersystems 1512 und der Schnittstellenmodule 1429-1430 des Hilfssteuersystems 1513.

In der Praxis brauchen die Speicherplätze, in denen die I/O-Zustandsinformationen gespeichert werden, auch wenn Fig. 10 zeigt, dass die I/O-Zustandsinformationen nebeneinander gespeichert werden, nicht nebeneinander liegen und auch nicht im selben physischen Medium angeordnet sein. Die I/O-Zustandstabelle 1520 kann in der Praxis derart realisiert wird, dass unterschiedliche I/O-Zustände unter Verwendung verschiedener Speichermengen gespeichert werden. So speichern manche Plätze beispielsweise ein einziges Informationsbit (wie im Fall eines digitalen Eingabegeräts oder eines digitalen Ausgabegeräts), und andere Plätze speichern Mehrfachbits von Informationen (wie im Fall einer analogen Eingabeeinrichtung oder einer analogen Ausgabeeinrichtung). Die Art und Weise, wie die I/O-Zustandstabelle realisiert wird, hängt von der verwendeten Programmiersprache und von den verschiedenen Datenstrukturen ab, die im Rahmen der verwendeten Programmiersprache verfügbar sind. Im Allgemeinen ist hier der Ausdruck I/O-Zustandstabelle im weitesten Sinn zu verstehen und soll jede Gruppe von Speicherplätzen umfassen, die zum Speichern von I/O-Zustandsinformationen verwendet werden können.

Ebenfalls in Fig. 10 gezeigt ist eine Mehrzahl von Plätzen, die Zwischenzustandsinformationen mit der Bezeichnung IM-11, IM-21, IM-22 und IM-41 speichern. Die Zwischenzustände IM-11, IM-21, IM-22 und IM-41 sind verarbeitete Versionen von ausgewählten I/O-Zuständen. Beispielsweise können Eingabesignale für Zwecke der Skalierung, der Umwandlung von Einheiten und/oder der Kalibrierung verarbeitet werden, und es kann in manchen Fällen nützlich sein, die verarbeiteten I/O-Zustandsinformationen zu speichern. Alternativ können die Zwischenzustände IM-11, IM-21, IM-22 und IM-41 Funktion einer Mehrzahl von I/O-Zuständen sein, die in Kombination von gewisser Bedeutung sind. Die verarbeiteten I/O-Zustandsinformationen werden dann

an die restlichen Schnittstellenmodule 1420 übermittelt.

In Fig. 11 ist ein Ablaufdiagramm gezeigt, das den Betrieb des Steuersystems der Fig. 9 veranschaulicht, und Fig. 12 zeigt einen Datenflussplan, der den Datenfluss durch ein beispielhaftes Schnittstellenmodul während des Prozesses der Fig. 11 beschreibt. Es sei bemerkt, dass die in Fig. 11 gezeigten Schritte, auch wenn Fig. 11 eine Reihe von Schritten zeigt, die nacheinander ausgeführt werden, nicht in einer speziellen Reihenfolge ausgeführt werden müssen. In der Praxis werden beispielsweise modulare Programmier Techniken verwendet, und daher werden manche Schritte im Wesentlichen gleichzeitig ausgeführt. Darüber hinaus können die in Fig. 11 gezeigten Schritte während der Operation des Schnittstellenmoduls 1421 wiederholt ausgeführt werden und manche Schritte in der Praxis häufiger durchgeführt werden als andere. Beispielsweise werden Eingabeinformationen von den Eingabegeräten öfters erfasst als sie über das Kommunikationsnetz mitgeteilt werden. Auch wenn der Prozess der Fig. 11 und der Datenflussplan der Fig. 12 in erster Linie in Zusammenhang mit dem Schnittstellenmodul 1421 beschrieben sind, arbeiten die restlichen Schnittstellenmodule 1422-1425 auf die gleiche Weise.

In Schritt 1852 erfasst das Schnittstellenmodul 1421 Eingabezustandsinformationen von den lokalen Eingabegeräten 1541. Die Eingabezustandsinformationen über die Eingabezustände I-11 bis I-15 der Eingabegeräte 1541 werden von den Eingabegeräten 1541 über die entsprechenden festen Kommunikationsverbindungen an das Schnittstellenmodul 1421 übermittelt. In Schritt 1854 werden die von den lokalen Eingabegeräten 1541 erfassten Eingabezustandsinformationen in der I/O-Zustandstabelle 1520 im Platz 1531 gespeichert. Für das Schnittstellenmodul 1421 werden die I/O-Geräte 1541, 1551 als lokale I/O-Geräte bezeichnet, da die I/O-Geräte 1541, 1551 über die entsprechenden festen Kommunikationsverbindungen direkt an das Schnittstellenmodul 1421 gekoppelt sind, im Gegensatz zu den restlichen, nicht lokalen I/O-Geräten 1542-1545 und 1552-1555, die über das Kommunikationsnetzwerk 1661 indirekt mit dem Schnittstellenmodul 1421 gekoppelt sind.

In Schritt 1856 erfasst das Schnittstellenmodul 1421 I/O-Zustandsinformationen für die nicht lokalen Eingabegeräte 1542-1545 und die nicht lokalen Ausgabegeräte 1552-1555 über das Kommunikationsnetzwerk 1661. Insbesondere erfasst das Schnittstellenmodul 1421 Eingabezustandsinformationen über die Eingabezustände I-21 bis I-25, I-31 bis I-35, I-41 bis I-45 bzw. I-51 bis I-55 der Eingabegeräte 1542-1545 und Ausgabezustandsinformationen über die Ausgabezustände O-21 bis O-25, O-31 bis O-35, O-41 bis O-45 bzw. O-51 bis O-55 der Ausgabegeräte 1552-1555. Die Eingabezustandsinformationen und die Ausgabezustandsinformationen werden in den Plätzen 1533 bzw. 1534 der I/O-Zustandstabelle gespeichert, siehe Schritt 1858.

In Schritt 1860 bestimmt das Schnittstellenmodul 1421 gewünschte Ausgabezustände O-11 bis O-15 für die Ausgabegeräte 1551. Wie zuvor bemerkt, speichert jedes Schnittstellenmodul 1420 ein Fahrgestell-Steuerprogramm 1840, eines oder mehr variante Steuerprogramme 1842 und ein Hilfssteuerprogramm 1844. Das Schnittstellenmodul 1421 ist dem Fahrgestell-Steuersystem 1511 zugeordnet und führt daher einen Teil des Fahrgestell-Steuerprogramms 1840 aus. (Der vom Schnittstellenmodul 1421 ausgeführte Teil des Fahrgestell-Steuerprogramms 1840 wird durch die Stelle des Schnittstellenmoduls 1421 am Fahrzeug 1410 bestimmt, wie zuvor beschrieben). Das Schnittstellenmodul 1421 führt das Fahrgestell-Steuerprogramm 1840 aus, um die gewünschten Ausgabezustände O-11 bis O-15 auf Basis der in der I/O-Zustandstabelle 1520 gespeicherten I/O-Zustandsinformationen zu bestimmen. Vorzugsweise hat jedes Schnittstellenmodul 1420 die gesamte Kontrolle über seine lokalen Ausgabegeräte 1450, so dass nur I/O-Zustandsinformationen an das Kommunikationsnetzwerk 1460 zwischen den Schnittstellenmodulen 1420 übermittelt werden.

In Schritt 1862 steuert das Schnittstellenmodul 1421 die Ausgabegeräte 1551 entsprechend den jeweils gewünschten Ausgabezuständen O-11 bis O-15. Sobald der gewünschte Ausgabezustand für ein bestimmtes Ausgabegerät 1551 bestimmt worden ist, erfolgt die Steuerung durch Senden eines Steuersignals an das bestimmte Ausgabegerät 1551 über eine feste Kom-

munikationsverbindung. Wenn beispielsweise die Ausgabe für ein digitales Ausgabegerät ist (z.B. ein Ein/Aus-gesteuerter Scheinwerfer), dann wird das Steuersignal durch Lieferung von Energie an den Scheinwerfer über die feste Kommunikationsverbindung abgegeben. Gewöhnlich stimmt der tatsächliche Ausgabezustand mit dem gewünschten Ausgabezustand für ein bestimmtes Ausgabegerät überein, insbesondere im Fall von digitalen Ausgabegeräten. Das trifft jedoch nicht immer zu. Wenn der oben genannte Scheinwerfer beispielsweise ausgebrannt ist, kann der tatsächliche Ausgabezustand des Scheinwerfers "Aus" sein, auch wenn der gewünschte Ausgabezustand des Lichts "Ein" ist. Alternativ können bei einem analogen Ausgabegerät der gewünschte und tatsächliche Ausgabezustand divergieren, wenn das Steuersignal für das Ausgabegerät nicht richtig kalibriert ist.

In Schritt 1864 speichert das Schnittstellenmodul 1421 Ausgabeinformationen über die gewünschten Ausgabezustände O-11 bis O-15 für die Ausgabegeräte 1551 in der I/O-Zustandstabelle 1520. Dadurch ist es möglich, die Ausgabezustände O-11 bis O-15 zu speichern, bevor sie am Kommunikationsnetzwerk 1661 rundgesendet werden. In Schritt 1866 sendet das Schnittstellenmodul 1421 die Eingabezustandsinformationen über die Eingabezustände I-11 bis I-15 der Eingabegeräte 1541 und die Ausgabezustandsinformationen über die Ausgabezustände O-11 bis O-15 der Ausgabegeräte 1551 über das Kommunikationsnetzwerk 1661. Die I/O-Zustandsinformationen werden von den Schnittstellenmodulen 1422-1425 empfangen. Schritt 1866 ist im Wesentlichen das Gegenteil von Schritt 1856, in welchem nicht lokale I/O-Zustandsinformationen vom Schnittstellenmodul 1421 über das Kommunikationsnetzwerk 1661 erfasst werden. Mit anderen Worten, jedes Schnittstellenmodul 1420 sendet seinen Teil der I/O-Zustandstabelle 1520 am Kommunikationsnetzwerk 1661 und überwacht das Kommunikationsnetzwerk 1661 auf Sendungen von den restlichen Schnittstellenmodulen 1420 zum Updaten der I/O-Zustandstabelle 1520, um upgedatete I/O-Zustände für die nicht lokalen I/O-Geräte 1441, 1451 wiederzugeben. Auf diese Weise kann jedes Schnittstellenmodul 1420 eine vollständige Kopie der I/O-Zustandsinformationen für alle I/O-Geräte 1441, 1451 im System verwalten.

Die Schnittstellenmodule 1423, 1425 werden zur Übermittlung der I/O-Zustandsinformationen zwischen den verschiedenen Steuersystemen 1511-1513 verwendet. Insbesondere ist das Schnittstellenmodul 1423, wie zuvor erwähnt, sowohl mit dem Kommunikationsnetzwerk 1661 für das Fahrgestell-Steuersystem 1511 als auch mit dem Kommunikationsnetzwerk 1662 für das variante Steuersystem 1512 verbunden. Das Schnittstellenmodul 1423 wird vorzugsweise zum Weitermelden von Meldungen über die I/O-Zustandsinformationen hin und zurück zwischen den Schnittstellenmodulen 1421-1425 des Fahrgestell-Steuersystems 1511 und den Schnittstellenmodulen 1426-1428 des varianten Steuersystems 1512 verwendet. Desgleichen ist das Schnittstellenmodul 1425 sowohl an das Kommunikationsnetzwerk 1661 für das Fahrgestell-Steuersystem 1511 als auch an das Kommunikationsnetzwerk 1663 für das Hilfssteuersystem 1513 angeschlossen, und das Schnittstellenmodul 1425 wird vorzugsweise zum Weitermelden von Meldungen über I/O-Zustandsinformationen hin und zurück zwischen den Schnittstellenmodulen 1421-1425 des Fahrgestell-Steuersystems 1511 und den Schnittstellenmodulen 1429-1430 des Hilfssteuersystems 1513 verwendet.

Die Anordnung der Fig. 9 bis 12 ermöglicht einen schnellen und effizienten Mechanismus zum Updaten der im Datenspeicher 1834 jedes Schnittstellenmoduls 1420 gespeicherten I/O-Zustandsinformationen 1848. Jedes Schnittstellenmodul 1420 empfängt automatisch in regelmäßigen Abständen komplette I/O-Zustands-Updates von jedem der übrigen Schnittstellenmodule 1420. Es ist nicht notwendig, Datenanforderungsnachrichten (zyklische Abfragen) und Datenantwortnachrichten zu übermitteln (die beide zusätzlichen Übertragungsplatz brauchen), um Informationen über einzelne I/O-Zustände zwischen einzelnen I/O-Modulen 1420 zu übertragen. Obwohl mehr I/O-Zustandsdaten gesendet werden, erfordern die Sendungen weniger Übertragungsplatz, und daher ist die Gesamt-Übertragungsbandbreite reduziert.

Diese Anordnung erhöht auch die Ansprechempfindlichkeit des Systems. Erstens wird die Ansprechempfindlichkeit verbessert, weil jedes Schnittstellenmodul 1420 aktuelle I/O-Zustands-

informationen automatisch erhält, bevor die Informationen tatsächlich gebraucht werden. Wird festgestellt, dass eine bestimmte I/O-Zustandsinformation gebraucht wird, so ist es nicht notwendig, Informationen von einem anderen Schnittstellenmodul 1420 anzufordern und anschließend zu warten, bis die Informationen über das Kommunikationsnetzwerk 1661 ankommen. Die aktuellsten I/O-Zustandsinformationen sind annahmeweise bereits in der lokalen I/O-Zustandstabelle 1520 gespeichert. Darüber hinaus ist es, da die meisten aktuellen I/O-Zustandsinformationen immer verfügbar sind, nicht notwendig, zuvor festzulegen, ob eine bestimmte I/O-Zustandsinformation erfasst werden sollte. Boolesche Steuerungsgesetze oder andere Steuerungsgesetze werden bei einer kleinen Anzahl von Stufen auf Basis der bereits in der I/O-Zustandstabelle 1520 gespeicherten I/O-Zustandsinformationen angewendet. Bedingte Regelkreise, die vorgesehen wurden, um eine unnötige Erfassung von I/O-Zustandsinformationen zu vermeiden, werden erübrigt, wodurch die Verarbeitungszeit verkürzt wird.

Auch besteht beim beschriebenen System kein Bedarf, die Übertragungen der Schnittstellenmodule 1420 zu synchronisieren. Jedes Schnittstellenmodul 1420 überwacht das Kommunikationsnetzwerk 1661, um festzustellen, ob das Kommunikationsnetz 1661 verfügbar ist, und wenn ja, sendet das Schnittstellenmodul die I/O-Zustandsinformationen für lokale I/O-Geräte 1441, 1451. (Autoelektronische Standard-Kommunikationsprotokolle, wie SAE J1708 oder J1939, schaffen die Möglichkeit für jedes Glied des Netzes, das Netz zu überwachen und zu senden, wenn das Netz verfügbar ist). Auch wenn es wünschenswert ist, dass die Schnittstellenmodule I/O-Zustandsinformationen in vorbestimmten Minimalintervallen wieder senden, können die Übertragungen asynchron stattfinden.

Die in Zusammenhang mit den Fig. 9 bis 12 beschriebene Technik schafft auch einen wirksamen Mechanismus zum Nachweis, dass ein Schnittstellenmodul 1420 betriebsunfähig wurde. Wie erwähnt senden die Schnittstellenmodule 1420 I/O-Zustandsinformationen in vorbestimmten Minimalintervallen wieder. Jedes Schnittstellenmodul 1420 überwacht auch die Zeitdauer, die verstrichen ist, seit ein Update von jedem verbleibenden Schnittstellenmodul 1420 empfangen wurde. Wenn daher ein bestimmtes Schnittstellenmodul 1420 betriebsunfähig wird, kann die Betriebsunfähigkeit dieses Schnittstellenmoduls 1420 nachgewiesen werden, indem der Ausfall des Schnittstellenmoduls 1420, seine I/O-Zustandsinformationen innerhalb einer vorbestimmten Zeit wieder zu senden, nachgewiesen wird. Vorzugsweise beträgt die verstrichene Zeit, die erforderlich ist, damit ein bestimmtes Schnittstellenmodul 1420 als betriebsunfähig angesehen wird, um einiges mehr als die erwartete Mindestzeit für ein neuerliches Senden, so dass jedes Schnittstellenmodul 1420 eine bestimmte Anzahl von Übertragungen vermissen lassen kann, bevor das Schnittstellenmodul 1420 als betriebsunfähig angesehen wird. Ein bestimmtes Schnittstellenmodul 1420 kann betriebsbereit sein und I/O-Zustandsinformationen senden, aber es kann sein, dass die Sendung beispielsweise aufgrund von Rauschen im Kommunikationsnetzwerk nicht von den restlichen Schnittstellenmodulen 1420 empfangen wird.

Das System vereinfacht auch den Betrieb des Datenregistriergeräts 1485 und gestattet automatisch, dass das Datenregistriergerät 1485 I/O-Zustandsinformationen für das gesamte Steuersystem 1412 speichert. Das Datenregistriergerät 1485 überwacht das Kommunikationsnetzwerk 1661 auf I/O-Zustandsübertragungen auf die gleiche Weise wie die Schnittstellenmodule 1420. Daher empfängt das Datenregistriergerät 1485 automatisch die kompletten System-Updates und kann diese Updates für den späteren Gebrauch speichern.

Wie zuvor ausgeführt, werden die Schnittstellenmodule 1423 und 1425 bevorzugt dazu verwendet, I/O-Zustandsinformationen zwischen den verschiedenen Steuersystemen 1511-1513 zu übertragen. Alternativ könnte stattdessen das an alle drei Kommunikationsnetze 1661-1663 angeschlossene Schnittstellenmodul 1429 verwendet werden. Wenn auch weniger bevorzugt, kann das Schnittstellenmodul 1429 dazu verwendet werden, I/O-Zustandsinformationen von jedem Schnittstellenmodul 1421-1428 und 1430 zu empfangen, die I/O-Zustandsdaten in einer upgedateten I/O-Zustandstabelle zusammenzustellen und dann die gesamte upgedatete I/O-Zustandstabelle 1520 an jedes der restlichen Schnittstellenmodule 1421-1428 und 1430 in

periodischen oder nicht periodischen Intervallen wieder zu senden. Daher werden bei dieser Alternative die I/O-Zustandsinformationen für sämtliche Schnittstellenmodule 1420 durch das Schnittstellenmodul 1429 geroutet, und die Schnittstellenmodule 1420 erfassen I/O-Zustandsinformationen für nicht lokale I/O-Geräte 1440, 1450 über das Schnittstellenmodul 1429 und nicht direkt von den restlichen Schnittstellenmodulen 1420.

4. Zusätzliche Aspekte

Die beschriebenen Steuersysteme und -verfahren weisen eine erhöhte Verlässlichkeit und Wartungsfreundlichkeit auf, weil Netzverteilung und verteilte Datensammlung zur Anwendung kommen. Die Schnittstellenmodule sind durch eine Netz-Kommunikationsleitung und nicht durch eine Hardware-Verbindung miteinander verbunden, wodurch der Verdrahtungsaufwand am Löschfahrzeug reduziert wird. Die meiste Verdrahtung befindet sich lokalisiert zwischen den I/O-Geräten und einem bestimmten Schnittstellenmodul.

Darüber hinaus sind die Schnittstellenmodule bevorzugt austauschbare Einheiten. Würde das Steuersystem auch bei anderen Arten von Einsatzfahrzeugen angewendet (z.B. Schneeräumfahrzeugen, Müllabfuhrautos, Zement-/Betonmischern, Militärfahrzeugen wie jenen vom modularen Mehrzwecktyp, Straßen- und geländegängigen Schwereinsatz-Gerätschafts-Bedienungsfahrzeugen usw.), so würden die Schnittstellenmodule sogar quer über Plattformen austauschbar gemacht, da jedes Schnittstellenmodul die Außenwelt als generische Eingaben und Ausgaben sieht.

B. Drehaufbau-Steuerung gemäß der Erfindung

In Fig. 13 bis 16 ist ein Drehaufbau 610 bzw. dessen Steuerung veranschaulicht, wobei der Drehaufbau 610 durch das Steuersystem 612 eines Feuerwehrfahrzeugs gesteuert wird. Das erfindungsgemäße Drehaufbau-Steuersystem 612 kann als eigenständiges System oder in Kombination mit einer oben beschriebenen Steuersystem-Architektur implementiert werden. Außer wo speziell vermerkt, ist die nachstehende Beschreibung für beide Arten von Ausführungsformen allgemein gültig.

In Fig. 13 ist eine schematische Übersicht über das bevorzugte Steuersystem 612 zur Steuerung des Drehaufbaus 610 veranschaulicht. Das Steuersystem 612 enthält eine Mehrzahl von Schnittstellenmodulen 613a-613d (in ihrer Gesamtheit "Schnittstellenmodule 613"), Drehaufbau-I/O-Geräte 614 und eine oder mehr Bediener-Schnittstellen 616a, 616b (in ihrer Gesamtheit "Bediener-Schnittstellen 616"). Das Steuersystem 612 kann unter Verwendung der Schnittstellenmodule 613 realisiert werden, unabhängig davon, ob das Steuersystem 612 in Kombination mit dem Steuersystem 12 implementiert wird. Wird das Steuersystem 612 in Kombination mit dem Steuersystem 12 implementiert, dann können auch andere, nicht zum Drehaufbau 610 gehörende I/O-Geräte an die Schnittstellenmodule 613 gekoppelt sein. Wird das Steuersystem 612 als eigenständiges Steuersystem implementiert, dann kann es vorzuziehen sein, anstelle der Schnittstellenmodule 613 eine einzige eigenständige elektronische Steuereinheit vorzusehen.

Wie noch genauer in Zusammenhang mit Fig. 14 und 15 erläutert wird, enthalten die Drehaufbau-I/O-Geräte 614 Antriebseinrichtungen, Positionsfühler, Endschalter und andere Geräte, die zur Steuerung des Drehaufbaus 610 verwendet werden. Die Bediener-Schnittstellen 616a, 616b enthalten jeweils Anzeigen 618a, 618b (in ihrer Gesamtheit "Anzeigen 618") und Joysticks 619a, 619b (in ihrer Gesamtheit "Joysticks 619"). Die eine Bediener-Schnittstelle kann sich zum Beispiel im Führerhaus des Feuerwehrfahrzeugs 620 befinden und die andere Bediener-Schnittstelle 616b kann an einer anderen Stelle vorgesehen sein, so zum Beispiel hinten oder seitlich am Feuerwehrfahrzeug 620.

Geht man davon aus, dass das Steuersystem 612 in Kombination mit dem Steuersystem 12

(mit oder ohne den Merkmalen der Fig. 5 bis 12) implementiert wird, sind die Schnittstellenmodule 613 über das zuvor in Zusammenhang mit den Fig. 1 bis 4 beschriebene Kommunikationsnetzwerk 60 miteinander verbunden. Daher sind die in Fig. 13 gezeigten Schnittstellenmodule an dasselbe Kommunikationsnetz 60 geschaltet wie die in den Fig. 1 bis 4 gezeigten Schnittstellenmodule. Aus Gründen der Einfachheit wird bei der Beschreibung des Drehaufbau-Steuersystems 612 auf sämtliche Schnittstellenmodule des Drehaufbau-Steuersystems 612 sowie auf die in den Fig. 1 bis 4 dargestellten Schnittstellenmodule unter Verwendung des Bezugszeichens 613 verwiesen. Wie zuvor beschrieben sind die Schnittstellenmodule 613 örtlich in Bezug auf die entsprechenden Eingabe- und Ausgabegeräte angeordnet, an die das jeweilige Schnittstellenmodul gekoppelt ist, so dass eine verteilte Datensammlung von der Mehrzahl der Eingabegeräte und eine verteilte Netzverteilung zur Mehrzahl von Ausgabegeräten möglich ist. Natürlich kann jedes Schnittstellenmodul 613 darüber hinaus an andere nicht lokale Eingabegeräte und Ausgabegeräte gekoppelt sein. Weiters kann das Steuersystem 612 auch Eingabegeräte und Ausgabegeräte enthalten, die nicht an die Schnittstellenmodule 613 angeschlossen sind.

Auch kann bei Verwendung des Steuersystems 12 dieses vorzugsweise so implementiert werden, dass es die in Zusammenhang mit den Fig. 5 bis 12 beschriebenen zusätzlichen Merkmale inkorporiert. Daher sind sämtliche Schnittstellenmodule 613 vorzugsweise identisch aufgebaut und programmiert. Weiters übermittelt jedes Schnittstellenmodul 613 I/O-Zustandsinformationen am Kommunikationsnetzwerk 60 und verwendet jedes Schnittstellenmodul 613 die I/O-Zustandsübertragungen zur Verwaltung einer I/O-Zustandstabelle 1520. Auf Basis der I/O-Zustandsinformationen, die in der vom jeweiligen Schnittstellenmodul 613 verwalteten I/O-Zustandstabelle 1520 gespeichert sind, führt das entsprechende Schnittstellenmodul 613 entsprechende Teile der Steuerprogramme aus, um die Ausgabegeräte zu steuern, an die es direkt angeschlossen ist.

Unter nunmehriger Bezugnahme auf Fig. 14 zeigt Fig. 14 eine Ausführungsform eines Drehaufbaus 610, auch wenn die hier angeführten Lehren nicht von der exakten Konfiguration, Konstruktion, Größe oder Befestigung des Drehaufbaus 610 abhängig sind. Diesbezüglich ist auch der Drehaufbau 610 in Fig. 14 nicht unbedingt maßstabgetreu in Bezug auf das Feuerwehrfahrzeug 620 gezeichnet.

Der dargestellte Drehaufbau 610 ist vom Typ, wie er auf Feuerwehrfahrzeugen, z.B. städtischen oder Flughafen-Löschfahrzeugen, Einsatzfahrzeugen, Notfallswägen, Schwebepattformwägen, Leiterfahrzeugen, Pumpfahrzeugen, Tankfahrzeugen usw., verwendet wird. Im Allgemeinen haben derartige Feuerwehrfahrzeuge ein Fahrgestell und einen am Fahrgestell montierten Fahrzeugkörper, wobei das Fahrgestell und der Fahrzeugkörper zusammen ein Bedienerabteil zur Aufnahme einer Bedienungsperson aufweisen. Das Bedienerabteil enthält weiters Lenk- und Drosselsteuerungen für den Empfang von Bedienungseingaben zur Steuerung der Bewegung des Feuerwehrfahrzeugs 620 entlang der Straße. Der Drehaufbau 610 ist auf dem Dach des Feuerwehrfahrzeugs 620 befestigt und so ausgebildet, dass er ein Feuerlöschmittel (d.h. Wasser, Schaum, Schaumbildner, etc.) verteilen oder abgeben kann. Selbstverständlich veranschaulicht Fig. 14 nur eine Ausführungsform, und es kann der Drehaufbau 610 auch irgendwo anders und auf irgendeine Weise am Fahrgestell/Fahrzeugkörper des Feuerwehrfahrzeugs 620 angeordnet sein.

Der Drehaufbau 610 enthält ein verstellbares Trägersystem mit einem Feuerlöschmittel-Fördersystem, welches ein Feuerlöschmittel durch das Trägersystem befördern kann. Beispielsweise weist das verstellbare Trägersystem eine Basis 624, einen ersten Arm 626, einen zweiten Arm 628, einen dritten Arm 630 und eine Düse 631 auf. Die Arme 626-630 sind gelenkig relativ zueinander beweglich und bilden zusammen einen Ausleger zur Platzierung der Düse 631 in einer bestimmten Position und Ausrichtung. Verständlicherweise sind die Arme 626, 628, 630 nicht maßstabgetreu eingezeichnet und können Längen aufweisen, die im Verhältnis zur Gesamtgröße des Feuerwehrfahrzeugs 620 erheblich größer als die gezeigten sind. Ebenso

können, auch wenn drei in bestimmte Richtungen bewegliche Arme gezeigt sind, weniger oder mehr Arme verwendet werden, die auf eine andere Weise beweglich sein können.

Die Basis 624 ist vorzugsweise so gestaltet, dass sie oben auf dem Feuerwehrfahrzeug 620 montiert ist. In einer Ausführungsform ist die Basis 624 um eine Achse schwenkbar oder drehbar, wie durch $\theta 1$ angedeutet ist. In einer anderen Ausführungsform ist die Basis 624 fix und nicht drehbar. In der Annahme, dass die Basis 624 drehbar ausgebildet ist, kann die Basis 624 unter nunmehriger Bezugnahme auf Fig. 15 an einen Motor oder anderen Antrieb (dargestellt als Antrieb 632a) gekoppelt sein, der die Rotation der Basis 624 in Richtung $\theta 1$ bewirkt. Ein Positionsgeber oder -sensor 634a misst die Bewegung der Basis 624 in der Richtung $\theta 1$, und zwei Endschalter 636a stellen fest, ob die Basis 624 an einer der Bewegungsgrenzen in der Richtung $\theta 1$ angelangt ist.

Der erste Arm 626 ist drehbar mit der Basis 624 gekuppelt und gelenkig beweglich, wie durch $\theta 2$ angedeutet ist. Der erste Arm 626 kann mit einem Motor oder anderen Antrieb (dargestellt als Antrieb 632b) in Fig. 15 gekuppelt sein, der die Rotation des ersten Arms 626 um $\theta 2$ veranlasst. Ein Positionssensor 634b misst die Bewegung des ersten Arms 626 in Richtung $\theta 2$, und zwei Endschalter 636b stellen fest, ob der erste Arm 626 an einer der Bewegungsgrenzen in der Richtung $\theta 2$ angelangt ist.

Der zweite Arm 628 ist drehbar mit dem ersten Arm 626 gekuppelt und gelenkig beweglich, wie durch $\theta 3$ angedeutet ist. Der zweite Arm 628 kann mit einem Motor oder anderen Antrieb (dargestellt als Antrieb 632c) gekuppelt sein, der die Rotation des zweiten Arms 628 um $\theta 3$ veranlasst. Ein Positionssensor 634c misst die Bewegung des zweiten Arms 628 in Richtung $\theta 3$, und zwei Endschalter 636c stellen fest, ob der zweite Arm 628 an einer der Bewegungsgrenzen in der Richtung $\theta 3$ angelangt ist.

Der zweite Arm 628 kann auch eine einstellbare (d.h. verlängerbare oder verkürzbare) Länge aufweisen wie in Fig. 14 und 15 durch L1 angedeutet ist. Der zweite Arm 628 kann weiters mit einem Motor oder anderen Antrieb (dargestellt als Antrieb 632d) gekuppelt sein, der die Verlängerung des zweiten Arms 628 gemäß L1 veranlasst. Eine Verstellung entlang L1 gestattet Änderungen in der Höhe des Drehaufbaus 610, ohne dass ein Arm 626, 628, 630 verdreht werden muss. Ein Positionssensor 634d misst die Bewegung des zweiten Arms 628 in Richtung L1, und zwei Endschalter 636d stellen fest, ob der zweite Arm 628 an einer der Bewegungsgrenzen in Richtung L1 angelangt ist.

Der dritte Arm 630 ist drehbar mit dem zweiten Arm 628 gekuppelt und gelenkig beweglich, wie durch $\theta 4$ angedeutet. Der dritte Arm 630 kann mit einem Motor oder anderen Antrieb (in Fig. 15 dargestellt als Antrieb 632e) gekuppelt sein, der die Rotation des dritten Arms 630 um $\theta 4$ veranlasst. Ein Positionssensor 634e misst die Bewegung des dritten Arms 630 in Richtung $\theta 4$, und zwei Endschalter 636e stellen fest, ob der dritte Arm 630 an einer der Bewegungsgrenzen in der Richtung $\theta 4$ angelangt ist.

Der dritte Arm 630 ist auch um eine vertikale Achse schwenkbar, wie in Fig. 14 durch $\theta 5$ angedeutet ist. Der dritte Arm 630 kann weiters mit einem Motor oder anderen Antrieb (in Fig. 15 dargestellt als Antrieb 632f) gekuppelt sein, der die Rotation des dritten Arms 630 um $\theta 5$ veranlasst. Ein Positionssensor 634f misst die Bewegung des dritten Arms 630 in Richtung $\theta 5$, und zwei Endschalter 636f stellen fest, ob der dritte Arm 630 an einer der Bewegungsgrenzen in Richtung $\theta 5$ angelangt ist.

Die Basis 624, der erste Arm 626, der zweite Arm 628 und der dritte Arm 630 sind leitungsmäßig verbunden, so dass ein Löschmittelstrom von der Basis 624 zum dritten Arm 630 hindurch strömen kann. Das Löschmittel tritt in die Basis 624, von einer Quelle, wie einer Pumpe, einem Hydranten, einem Rohr etc., kommend, ein. Die Düse 631 ist am freien Ende des dritten Arms 630 angebracht und empfängt das durch die Arme 626, 628, 630 beförderte Feuerlöschmittel.

Die Position und die Ausrichtung der Düse 631 werden mit Hilfe einer Drehaufbau-Steuereinheit 660 (die nachstehend in Verbindung mit Fig. 16 erläutert wird) derart gesteuert, dass der Löschmittelstrom zu einem anvisierten Ziel oder anderen Bereich von Interesse, wie einem Feuer, einer verschütteten Chemikalie, etc. gerichtet wird. Weiters kann die Düse 631 den Durchsatz des Löschmittels (wie in Fig. 15 durch F1 angedeutet) steuern. Die Düse 631 kann
5 weite mit einem Motor oder anderen Antrieb (dargestellt als Antrieb 632g) gekuppelt sein, der die Einstellung des Durchsatzes für die Düse 631 regelt. Ein Positions- oder Durchsatzsensor 634g misst die Düseneinstellung, und Schalter oder andere Sensoren 636g liefern Informationen darüber, ob die Düse 631 auf ein bestimmtes Niveau eingestellt ist (z.B. Stellung Ganz-ein,
10 Ganz-aus). Der Durchsatzsensor 634g kann den Durchsatz an der Düse 631 messen, oder er kann die Menge an Löschmittel messen, die in einem Lagertank an Bord des Fahrzeugs 620 verblieben ist, und den Durchsatz abziehen, indem er die Veränderungsgeschwindigkeit der Menge an verbleibendem Löschmittel berechnet.

15 In einem Ausführungsbeispiel ist der Drehaufbau 610 ein Snozzle-Modell C-50 oder 50A von der Firma Crash Rescue Equipment Service, Inc. in Dallas, Texas. In einer anderen Ausführungsform ist der Drehaufbau 610 ein Snozzle-Modell P-50 oder 50A ebenfalls von Crash Rescue Equipment Service, Inc., in Dallas, Texas. In noch einer anderen Ausführungsform kann der Drehaufbau ein Rhino Bumper Turret der Firma Crash Rescue Equipment Service, Inc. in
20 Dallas, Texas sein. Wie zuvor ausgeführt, ist die spezielle Ausführung des Drehaufbaus jedoch nicht kritisch, und es können andere Drehaufbausysteme von anderen Herstellern ebenfalls verwendet werden.

Wie in Fig. 15 dargestellt, sind die Positionssensoren 634a-634g (in ihrer Gesamtheit "Positionssensoren 634") und die Endschalter 636a-636g (in ihrer Gesamtheit "Endschalter 636") als Eingabegeräte an die Schnittstellenmodule 613a-613b angeschlossen. Die Schnittstellenmodule 613a-613b empfangen dadurch die Positionsinformationen über die Position und Ausrichtung der Düse 631. Die Antriebe 632a-632g (in ihrer Gesamtheit "Antriebe 632") sind als Ausgabegeräte an die Schnittstellenmodule 613a-613b angeschlossen. Die Schnittstellenmodule 613a-
30 613b liefern Steuersignale an die Antriebe 632 zur Verstellung der Basis 623 und der Arme 626-230 und dadurch Positionierung und Ausrichtung der Düse 631. Die Antriebe 632, die Positionssensoren 634 und die Endschalter 636 entsprechen zusammen den "Drehaufbau-I/O-Geräten" 614 gemäß Fig. 13. Es können auch andere I/O-Geräte verwendet werden. Das Schnittstellenmodul 613a kann neben der Düse 631 des Drehaufbaus 610 und das Schnittstellenmodul 613b neben der Basis 624 des Drehaufbaus 610 angeordnet sein, wobei die Drehaufbau-I/O-Geräte 614 vorzugsweise je nach Lage an ein bestimmtes Schnittstellenmodul 613a,
35 613b angeschlossen sind.

Die Positionsfühler 634 können Codierer, Koordinatenwandler oder andere geeignete Positionsmessgeräte sein. Die Antriebe 632 können Elektromotoren sein, insbesondere wenn das Feuerwehrfahrzeug als Elektrofahrzeug ausgeführt ist. Alternativ können die Antriebe 632 beispielsweise elektrisch gesteuerte Ventile sein, die den Durchfluss von hydraulischer Energie zum Drehaufbau 610 steuern, wenn die Bewegung des Drehaufbaus 610 hydraulisch bewerkstelligt wird. Andere Anordnungen könnten ebenso verwendet werden.

45 Die Joysticks 619 sind vorzugsweise mehrachsige Joysticks, wobei das Steuersystem 612 in der Lage ist, Bedienungseingaben von jedem Joystick 619a, 619b zu empfangen und die Eingaben des Bedieners zur Steuerung des Drehaufbaus 610 zu nutzen, wie nachstehend noch detaillierter beschrieben wird. In einer Ausführungsform sind die Joysticks dreiachsige Joysticks, wobei eine Links-Rechts-Bewegung „Ausleger hinauf“ und „Ausleger hinunter“ entspricht (Steuerung 02 und 03), eine Vorwärts-Rückwärts-Bewegung „Düse hinauf“ und „Düse hinunter“ (Steuerung 04) und eine Drehbewegung „Düse nach links“ und „Düse nach rechts“ entspricht (Steuerung 05). Bei dieser Konfiguration wird die Basis 624 stationär gehalten. Zusätzliche oder alternative Bedienungseingabegeräte können dann verwendet werden, wenn die Basis 624
50 nicht stationär gehalten wird, wenn die Joysticks 619 als zweiachsige Joysticks und nicht als

5 dreiachsige Joysticks ausgebildet sind oder wenn ein anderer Typ von Bedienungseingabegerät erwünscht ist. In der Praxis kann die Konfiguration der Joysticks 619 je nach Präferenz der Benutzer von einem System zum anderen variieren. Wie später noch genauer beschrieben, enthält das Feuerwehrfahrzeug 620 in einer alternativen Ausführungsform zwei Drehaufbauten, wobei jeder Joystick 619a, 619b in Abhängigkeit von der Konfiguration der Drehaufbau-

10 Steuereinheit 660 zur Steuerung entweder eines oder beider Drehaufbauten verwendbar ist. Da die Joysticks 619 durch die Drehaufbau-Steuereinheit 660 mit den Antrieben 632 gekoppelt sind, kann die Drehaufbau-Steuereinheit 660 die Bedienungseingaben von den Joysticks 619 verarbeiten, um eine benutzerfreundliche Steuerung der Antriebe 632 zu ermöglichen. Beispielsweise kann die Drehaufbau-Steuereinheit 660 so programmiert sein, dass die Geschwindigkeit der Bewegung des Drehaufbaus 610 erhöht wird, wenn der Bediener eine bestimmte Joystick-Position aufrecht erhält. Wenn der Bediener den Joystick 619a oder 619b beispielsweise in der linken Position hält, kann die Geschwindigkeit der Aufwärtsbewegung des Auslegers so programmiert sein, dass sie umso mehr ansteigt, je länger die linke Position des Joysticks 619a bzw. 619b gehalten wird.

20 Gemäß Fig. 16 kann nun das Steuersystem der Fig. 13 bis 15 zur Realisierung einer Vielfalt von vorteilhaften Merkmalen wie Drehaufbau-Einhüllenden-Steuerung, Drehaufbau-Ausrichtung, Drehaufbau-Schwenkung, Drehaufbau-Ausfahren, Drehaufbau-Verstauen usw. herangezogen werden. Fig. 16 ist ein Blockschaltbild eines Drehaufbau-Steuersystems, bei dem diese Merkmale zum Tragen kommen. Das Drehaufbau-Steuersystem 612 weist die Bedienerschnittstelle 616, die Drehaufbau-Bewegungs-Steuereinheit 660, die Antriebe 632, die Positionsfühler 634 und eine Mehrzahl von anderen Eingabegeräten, wie Brandpositionsanzeiger 635, auf, die nachstehend genauer beschrieben sind.

30 In der bevorzugten Ausführungsform wird die Drehaufbau-Bewegungs-Steuereinheit 660 unter Verwendung von Schnittstellenmodulen implementiert und weist vorzugsweise die Schnittstellenmodule 613a, 613b (allgemein 613) der Fig. 13 auf. Gemäß dieser Anordnung und wie zuvor ausgeführt sind sämtliche Schnittstellenmodule 613 vorzugsweise identisch programmiert, und die Schnittstellenmodule 613 enthalten jeweils Steuerprogramme, die eine Mehrzahl von Steuermodulen 661 einschließlich eines Einhüllenden-Steuermoduls 662, eines Drehaufbau-Ausrichtmoduls 664, eines Drehaufbau-Lernmoduls 665, eines Drehaufbau-Schwenkmoduls 668, eines Drehaufbau-Ausfahrmoduls 670 und eines Drehaufbau-Verstaumoduls 672 enthalten. Das Schnittstellenmodul 613a empfängt dann I/O-Zustandsinformationen von anderen Schnittstellenmodulen 613 durch I/O-Zustandsübertragungen und verwaltet eine I/O-Zustandstabelle 1520 (s. Fig. 10) auf Basis der I/O-Zustandsmeldungen und auf Basis von lokal erfassten/ermittelten I/O-Zustandsinformationen. Das Schnittstellenmodul 613a steuert dann die Antriebe 632a-632d an, indem es die die Antriebe 632a-632d betreffenden Abschnitte des Steuerprogramms ausführt und die in seiner I/O-Zustandstabelle gespeicherten I/O-Zustandsinformationen verwendet. Das Schnittstellenmodul 613b arbeitet auf dieselbe Weise mit der Ausnahme, dass es die Antriebe 632g-632f ansteuert, indem es jene Abschnitte des Steuerprogramms ausführt, die die Antriebe 632g-632f betreffen. Aus praktischen Gründen überlappen die Abschnitte des die Antriebe 632a-632d betreffenden Steuerprogramms und die Abschnitte des die Antriebe 632g-632f betreffenden Steuerprogramms einander beträchtlich. Die Schnittstellenmodule 613c, 613d sind in Fig. 16 nicht dargestellt, auch wenn selbstverständlich die Eingabeinformationen von den Bedienerschnittstellen 616 über die Schnittstellenmodule 613c, 613d empfangen und von den Schnittstellenmodulen 613c, 613d in Form einer I/O-Zustandsübertragung über das Kommunikationsnetzwerk 60 an die Schnittstellenmodule 613a, 613b gesendet werden.

55 Es werden nunmehr die Einhüllenden-Steuerung, die Drehaufbau-Ausrichtung, die Drehaufbau-Schwenkung, das Drehaufbau-Ausfahren, die Drehaufbau-Verstauung und andere Merkmale in größerem Detail beschrieben.

1. Einhüllenden-Steuerung

Wie in Fig. 16 gezeigt, besitzt die Steuereinheit 660 ein Einhüllenden- oder Hüllflächen-Steuermodul 662 für eine Steuerung des Drehaufbaus 610 zur Verbesserung der Führung und Sicherheit und Vermeidung eines Zusammenstoßes des Drehaufbaus 610 mit Hindernissen. Die Steuereinheit 660 unterstützt eine Bedienungsperson, die eine durch Rauch, Schutt, Gebäude etc. eingeschränkte Sicht haben kann und den Drehaufbau 610 möglicherweise derart steuert, dass er unbeabsichtigt mit einem innerhalb seines Bewegungsbereichs befindlichen Objekt zusammenstößt. So hat der Drehaufbau 610, wie in Fig. 14 gezeigt, einen durch die Abgrenzung 615 dargestellten maximalen Gesamtbewegungsbereich (d.h. ein Grenz- oder Maximalausmaß, das der Drehaufbau physisch umspannen kann). Innerhalb der Abgrenzung 615 bestehen Hindernisse, gegen die der Drehaufbau 610 stoßen kann. Diese Hindernisse können beispielsweise Teile des Fahrzeugs 620 sein. Eine in Fig. 14 gezeigte zulässige Weg-Einhüllende 618 zeigt den dreidimensionalen Raum innerhalb des Gesamtbewegungsbereichs, der keine Hindernisse aufweist, und innerhalb von dem der Drehaufbau 610 daher sicher positioniert und bewegt werden kann. Es sei bemerkt, dass die Gestalt des Bewegungsbereichs sowie die Weg-Einhüllende 618 nur beispielhaft dargestellt sind und eine dementsprechend breite Vielfalt von Formen, Konfigurationen und Anordnungen möglich ist. Das Steuersystem 612 schafft die Möglichkeit, die Lage von Objekten innerhalb des Bewegungsbereichs des Drehaufbaus 610 (wie z.B. der Kabine oder des Fahrgestells des Feuerwehrfahrzeugs sowie anderer Objekte) zu identifizieren, um einen Zusammenstoß mit diesen Objekten zu vermeiden.

Bei der Beschreibung des Betriebs des Hüllflächen-Steuermoduls 662 wird davon ausgegangen, dass das Hüllflächen-Steuermodul 662 dann verwendet wird, wenn eine Bedienungsperson den Drehaufbau 610 unter Verwendung der Bedienerschnittstelle 616 steuert (obzwar, wie nachstehend detailliert beschrieben, das Hüllflächen-Steuermodul 662 auch einsetzbar ist, wenn der Drehaufbau 610 von einem der Module 664, 668, 670 oder 672 gesteuert wird). In diesem Fall sind die Module 664, 665, 668, 670, 672 und 674 und der Brandpositionsanzeiger 635 inaktiv.

Der Betrieb der Drehaufbau-Steuereinheit 660 und insbesondere des Hüllflächen-Steuermoduls 662 wird genauer in Verbindung mit den Ablaufdiagrammen der Fig. 17 bis 19 beschrieben. Gemäß Fig. 17 werden in einem ersten Schritt 681 Bedienungseingaben von einer der Bedienerschnittstellen 616 empfangen und durch das entsprechende Schnittstellenmodul 613c oder 613d in Form einer I/O-Zustandsmeldung an alle Schnittstellenmodule einschließlich der Schnittstellenmodule 613a-613b gesendet, welche die Drehaufbau-Steuereinheit 660 bilden. Diese Steuereinheit 660 erfasst die Bedienungseingaben und verarbeitet (z.B. skaliert, verstärkt, konditioniert hinsichtlich Energie, etc.) die Eingaben, um Steuersignale zur Steuerung der Bewegung des Drehaufbaus 610 zu generieren. Wie ursprünglich erfasst, könnten die Bedienungseingaben die Bewegung des Drehaufbaus 610 in einer solchen Weise dirigieren, dass der Drehaufbau 610 an das Feuerwehrfahrzeug 620 stoßen kann. Die Bedienungseingaben werden auch an das Hüllflächen-Steuermodul 662 geleitet (die oben genannte Verarbeitung kann vor und/oder nach Senden der Bedienungseingaben an das Hüllflächen-Steuermodul 662 erfolgen). Schematisch ist ein Wahlschalter 675 in Fig. 16 gezeigt, um anzudeuten, dass das Hüllflächen-Steuermodul 662 Eingaben von einer der Bedienerschnittstellen 616 und nicht Eingaben von einem der Module 664, 668, 670, 672 verwendet, doch repräsentiert der Wahlschalter 675 selbstverständlich eine Logik, die für das durch die Drehaufbau-Steuereinheit 660 ausgeführte Steuerprogramm implementiert wird.

Gleichzeitig wird in Schritt 682 die Position der Antriebe 632 durch die Positionssensoren 634 überwacht und die aktuelle Position der Antriebe 632 zurück zum Hüllflächen-Steuermodul 662 gesendet. In Schritt 683 vergleicht das Hüllflächen-Steuermodul 662 die aktuelle Position des Drehaufbaus 610 mit einer Darstellung 671 (s. Fig. 16) der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 für den Drehaufbau 610, und in Schritt 684 wird festgestellt, ob sich der Drehaufbau 610 in der Nähe des Randes der Weg-Einhüllenden 618 oder darüber hinaus befindet oder anderweitig

gegen das Fahrzeug 620 stoßen kann. Die Schritte 683-684 werden nachstehend noch genauer beschrieben. Gemäß Schritt 685 setzt die Drehaufbau-Steuereinheit 660 ihre Tätigkeit fort, wenn sich der Drehaufbau 610 nicht in der Nähe des Randes der Weg-Einhüllenden 618 oder darüber hinaus befindet, d.h. die Steuereinheit 660 fungiert dann im Wesentlichen als Durchgangsges-
5 gangsges- und gibt die vom Joystick 619a oder 619b erhaltenen Eingaben zu den Antrieben 632 weiter, ohne zu intervenieren. Alternativ wird, wenn sich der Drehaufbau 610 in der Nähe des Randes der Weg-Einhüllenden 618 oder darüber hinaus befindet (in Abhängigkeit von der Implementierung der Schritte 683-84 wie nachstehend beschrieben), das Hüllflächen-Steuermodul 662 in Schritt 686 aktiv und versieht die Antriebe 632 mit anderen Steuersignalen zur
10 Änderung einer Wegstrecke des Drehaufbaus 610, z.B. um zu verhindern, dass der Drehaufbau 610 über die zulässige Weg-Einhüllende hinaus wandert und so gegen das Fahrzeug 620 stößt.

Die spezielle Art und Weise, wie das Hüllflächen-Steuermodul 662 in den Schritten 683-84 arbeitet, hängt zum Teil vom Schema ab, das zur Speicherung der Darstellung 671 der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 verwendet wird. Die Darstellung 671 kann ein Datensatz von Posi-
15 tionen, Koordinaten, Endpositionen/-achsen, Grenzen und dgl. sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Darstellung 671 in Form von zulässigen oder unzulässigen Kombinationen von Werten für die Parameter θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_4 , θ_5 und L1 gespeichert. So werden die Wertebereiche der Parameter θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_4 , θ_5 und L1, die einen Teil des Drehaufbaus 610
20 veranlassen würden, denselben Raum wie ein Teil des Feuerwehrfahrzeugs 620 einzunehmen, sowie eine das Feuerwehrfahrzeug 620 umgebende Pufferzone bestimmt und zur Bildung der Darstellung 671 gespeichert. Die Darstellung 671 kann beispielsweise Grenzwertinformationen enthalten, so dass, wenn sich der Drehaufbau 610 in der Nähe der Verstauposition befindet (der Position, in der der Drehaufbau 610 während der Fahrt des Fahrzeugs 620 gelagert wird),
25 wie durch die Werte θ_1 , θ_2 , θ_3 und θ_4 angedeutet, der Wert θ_5 annähernd Null sein muss (d.h. die Düse 631 darf nicht im Winkel nach links oder rechts verschoben sein), um zu vermeiden, dass die Düse 631 mit einer anderen Struktur (z.B. Einsatzlichtern) am Dach des Feuerwehrfahrzeugs 620 zusammenstößt. Der Drehaufbau 610 kann dann so gesteuert werden, dass diese Wertekombinationen für die Parameter θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_4 , θ_5 und L1 vermieden werden und
30 es in der Folge zu keinem Stoßen gegen das Feuerwehrfahrzeug 620 kommt.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist die Darstellung 671 ein Datensatz, der (X,Y,Z)-Koordinaten enthält, die der Drehaufbau 610 sicher/zulässig einnehmen oder nicht einnehmen kann. Insbesondere wird ein XYZ-Fahrzeugkoordinatensystem für das Feuerwehr-
35 fahrzeug 620 mit der Basis 624 als Ursprung des Koordinatensystems erstellt (s. Fig. 13). Der Gesamtbewegungsbereich des Drehaufbaus 610 rund um das Feuerwehrfahrzeug 620 wird auf Basis der Länge der Arme 626-630 des Drehaufbaus 610 und ihrer Winkel zueinander bestimmt. Der Raum rund um das Feuerwehrfahrzeug 620 wird dann in Volumenelemente unterteilt, wobei jede X-, Y-, Z-Koordinate innerhalb eines bestimmten Volumenelements liegt. Die
40 Darstellung 671 wird dann konzipiert, indem definiert wird, welche Volumenelemente innerhalb der zulässigen Weg-Einhüllenden liegen und welche Volumenelemente außerhalb der zulässigen Weg-Einhüllenden liegen. Wird davon ausgegangen, dass das Haupthindernis, das es zu umgehen gilt, das Feuerwehrfahrzeug 620 ist, kann die zulässige Weg-Einhüllende 618 auf Basis der bekannten Abmessungen des Feuerwehrfahrzeugs 620 gegenüber dem Ursprung
45 des Fahrzeugkoordinatensystems definiert werden (typischerweise vor Aufstellen des Fahrzeugs).

Unter der Annahme, dass die Darstellung 671 auf diese Weise konzipiert wird, zeigen die Fig. 18 bis 19 dann beispielhafte Verfahren zur Durchführung der Schritte 683-684 in Fig. 17, obwohl natürlich auch andere Verfahren denkbar sind. Für die Verfahren der Fig. 18 und 19 wird der Drehaufbau 610 als eine Reihe von Punkten PO...PN modelliert. Beispielsweise kann der Punkt PO an der Basis 624 und der Punkt PN an der Spitze der Düse 631 liegen, wobei
50 zusätzliche Punkte (z.B. mit einer Anzahl in der Größenordnung von mehreren zehn oder hundert) entlang der Arme 626-630 zwischen der Basis 624 und der Düse 631 liegen. Da die Gesamtgeometrie des Drehaufbaus 610 bekannt ist (einschließlich der Länge der Arme 626-630)
55

und die Winkel θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_4 , θ_5 und L_1 durch die Positionsfühler 634 gemessen werden und da die Position der Punkte PO...PN gegenüber den Drehaufbauarmen 626-630 definiert wird (d.h. die Position eines bestimmten Punktes entlang eines bestimmten Arms 626-630 definiert wird), kann die Position jedes Punktes PO...PN im Fahrzeug-Koordinatensystem jederzeit be-
rechnet werden.

Unter anfänglicher Bezugnahme auf Fig. 18 errechnet das Hüllflächen-Steuermodul 662 in Schritt 691 die Position für einen bestimmten Punkt Pn (anfänglich PO, inkrementierend bis PN). Nach der Berechnung wird dann die Position jedes Punktes Pn mit der Darstellung 671 der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 verglichen, um die Position des Drehaufbaus 610 in Bezug auf die zulässige Weg-Einhüllende 618 zu bestimmen. In der Ausführungsform gemäß Fig. 18 wird die Position von Punkt Pn in Schritt 695 einfach mit der Darstellung 671 verglichen, um festzustellen, ob der Punkt Pn innerhalb oder außerhalb der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 liegt. In dieser Ausführungsform wird die zulässige Weg-Einhüllende 618 ausreichend klein definiert, so dass eine Pufferzone zwischen der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 und dem Feuerwehrfahrzeug 620 besteht. Die Pufferzone ist ausreichend groß bemessen, so dass genügend Zeit für einen vollständigen Stopp des Drehaufbaus 610 bleibt, nachdem detektiert worden ist, dass der Drehaufbau 610 die zulässige Weg-Einhüllende 618 verlassen hat, und nachdem die Steuersignale an die Antriebe 632 so eingestellt wurden, dass die Bewegung des Drehaufbaus 610 gestoppt wird, wobei weiters die maximale Geschwindigkeit bzw. das maximale Drehmoment des Drehaufbaus 610 berücksichtigt wird. In dieser Ausführungsform werden daher, sobald in Schritt 696 festgestellt wird, dass sich der Punkt Pn außerhalb der Weg-Einhüllenden 618 befindet, die an die Antriebe 632 gesendeten Steuersignale so eingestellt, dass sie bewirken, dass der Drehaufbau 610 langsamer wird und so bald wie möglich zum Stehen kommt. Sobald der Drehaufbau 610 zum Stehen gekommen ist, erhält der Bediener eine Warnung (z.B. ein blinkendes rotes Licht), und der Bediener kann dann das Hüllflächen-Steuermodul 662 händisch außer Kraft setzen und den Drehaufbau 610 zurück an eine Stelle innerhalb der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 bewegen. Alternativ kann die Drehaufbau-Bewegungssteuerung 660 Steuersignale an die Antriebe 632 senden, die bewirken, dass die Antriebe 632 auf ihre Werte vor Verlassen der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 kommen, so dass der Drehaufbau 610 automatisch innerhalb der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 zurückgebracht wird. Liegt der Punkt Pn nicht außerhalb der zulässigen Weg-Einhüllenden 618, wird n inkrementiert und der Vorgang wiederholt sich für den nächsten Punkt Pn+1 entlang des Drehaufbaus 610 (Schritte 697 und 698).

In einer anderen Ausführungsform berücksichtigt das Hüllflächen-Steuermodul 662 die Geschwindigkeit des Drehaufbaus 610 und veranlasst den Drehaufbau 610, langsamer zu werden, bevor er den Rand der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 erreicht. Dadurch kann die zulässige Weg-Einhüllende 618 so definiert werden, dass sie einen größeren Gesamtbewegungsbereich des Drehaufbaus 610 umfasst, weil es nicht notwendig ist, die zulässige Weg-Einhüllende 618 mit einer großen Pufferzone zwischen der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 und dem Feuerwehrfahrzeug 620 zu definieren.

Dazu wird eine Drehaufbau-Geschwindigkeit beispielsweise durch Subtrahieren der vorherigen Position von der aktuellen Position und Dividieren durch die Dauer der Zeit berechnet (z.B. ein Steuerlogik-Update-Zyklus), die seit der vorherigen Berechnung der Position für Punkt Pn verstrichen ist. Vorzugsweise wird die Drehaufbau-Steuereinheit 660 derart implementiert, dass die Prozesse der Fig. 17 und 18 (bzw. Fig. 17 und 19) einmal pro Update-Zyklus der Steuerlogik durchgeführt werden, die die Drehaufbau-Steuereinheit 660 implementiert, wobei die Update-Zyklen in feststehenden Intervallen, z.B. alle hundert Mikrosekunden oder weniger, stattfinden. Die vorstehende Berechnung liefert einen Geschwindigkeitsvektor, da die Position des Drehaufbaus 610 in drei Dimensionen bekannt ist. Es kann auch wünschenswert sein, einen durchschnittlichen Geschwindigkeitsvektor durch Mitteln des momentanen Geschwindigkeitsvektors über mehrere Update-Zyklen zu errechnen, um die Wirkung von Rauschen zu vermindern. Für höhere Ansprüche kann es weiters auch wünschenswert sein, einen Beschleunigungsvektor zu

berechnen.

Basierend auf der Geschwindigkeit werden dann Mehrfach-Darstellungen 671 der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 verwendet und mit der tatsächlichen Position des Drehaufbaus 610 verglichen. Beispielsweise kann ein mehrstufiges Vergleichsschema verwendet werden, wobei jeder Punkt mit Mehrfach-Darstellungen 671 der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 in Schritt 695 verglichen wird. Je nachdem, an welchen Einhüllenden festgestellt wird, dass ein bestimmter Punkt Pn in Schritt 696 überschritten hat, kann eine Warnung (z.B. ein blinkendes gelbes Licht) an den Bediener abgegeben und bewirkt werden, dass der Drehaufbau 610 langsamer wird (bei einer inneren Hüllfläche), oder der Drehaufbau 610 kann sofort gestoppt werden (bei einer äußeren Hüllfläche). Ob eine bestimmte Hüllfläche nur ein Warnlicht veranlasst oder stattdessen den Drehaufbau 610 zum Anhalten bringt, variiert dann als Funktion der Geschwindigkeit des Drehaufbaus 610.

Fig. 19 zeigt eine andere Ausführungsform, bei der die Geschwindigkeit und Beschleunigung des Drehaufbaus 610 in Echtzeit berechnet werden, um eine dynamische Bewertung der Bewegung des Drehaufbaus 610 in Bezug auf die zulässigen Weg-Einhüllende zu erhalten. Fig. 19 ist ähnlich Fig. 18 und enthält viele gleiche Schritte wie Fig. 18. Es werden nur jene Schritte besprochen, die unterschiedlich sind.

So werden in Fig. 19 in Schritt 692 die Geschwindigkeit und die Beschleunigung des Drehaufbaus 610 für jeden Punkt PO...PN berechnet. Für jeden Punkt berechnet die Drehaufbau-Bewegungssteuerung 662 dann in Schritt 693 auf Basis der aktuellen Geschwindigkeit und Beschleunigung des Punkts Pn eine Stoppstrecke bzw. die minimale Strecke, die vom Punkt Pn zurückgelegt würde, wenn der Drehaufbau 610 gestoppt würde. In Schritt 694 wird dann die Strecke zwischen dem Drehaufbau 610 und der zulässigen Weg-Einhüllende entlang der aktuellen Bahn des Punkts Pn berechnet, und diese Stoppstrecke wird dann in Schritt 695 mit der Hüllflächen-Distanz verglichen, um einen Spielraum festzulegen. In Schritt 696' bringt die Drehaufbau-Steuereinheit 662, wenn der Spielraum unter einem vorbestimmten Schwellenwert liegt, den Drehaufbau 610 zu einem unmittelbaren Halt und arbeitet im Allgemeinen auf die gleiche Weise wie oben für den in die Pufferzone gelangenden Drehaufbau 610 beschrieben. Alternativ kann die Drehaufbau-Steuereinheit 660 die Bewegung des Drehaufbaus 610 so einstellen, dass sich der Drehaufbau 610 weiterbewegen kann, ohne die zulässige Weg-Einhüllende 618 zu verlassen. Wenn der Bediener beispielsweise den Drehaufbau 610 zur Bewegung nach unten und nach links steuert, eine Bewegung nach links aber einen Zusammenstoß des Drehaufbaus 610 mit einem Teil des Feuerwehrfahrzeugs 620 bewirken würde, dann kann die Drehaufbau-Steuereinheit 660 so arbeiten, dass sie zwar eine Bewegung des Drehaufbaus 610 nach unten, aber keine Bewegung nach links gestattet. In einer anderen alternativen Ausführungsform können, wenn der Drehaufbau 610 zu einem Rand der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 wandert, auf eine den oben beschriebenen mehrstufigen Hüllkurven sehr ähnliche Weise mehrstufige Schwellenwertniveaus verwendet werden, um zu bewirken, dass der Drehaufbau 610 langsamer wird, wenn sich der Drehaufbau 610 dem Rand der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 nähert.

Es kann angemerkt werden, dass die zulässige Weg-Einhüllende kleiner als der Gesamtbewegungsbereich des Drehaufbaus 610 ist. Jeder Bewegungsbereich über den Gesamtbewegungsbereich hinaus wird von der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 im Vorhinein ausgeschlossen. Weil der Drehaufbau 610 physisch nicht über den Bewegungsbereich hinaus wandern kann, schließt die zulässige Weg-Einhüllende 618 bereits im Vorhinein diesen Raum aus, und daher besteht kein Bedarf, diesen Raum als Modell zu nehmen. In dem Maße, in dem bestimmte Bewegungsbereiche ausgeschlossen sind (z.B. sind bestimmte Winkelkombinationen oder XYZ-Positionen nicht gestattet), wird die zulässige Weg-Einhüllende 618 notwendigerweise kleiner als der Gesamtbewegungsbereich.

Gemäß einer anderen Ausführungsform kann die zulässige Weg-Einhüllende 618 in Echtzeit

festgelegt und gespeichert werden. Zum Beispiel kann eine Mehrzahl von Sensoren (z.B. Ultraschallsensoren) am Drehaufbau 610 angebracht sein, um Informationen betreffend näher kommende Hindernisse an die Steuereinheit 660 zu senden. Dadurch ist es möglich, die zulässige Weg-Einhüllende 618 derart zu definieren, dass Hindernisse 625, die nicht Teil des Fahrzeugs 620 und daher nicht unbedingt bekannt sind, bevor das Fahrzeug 620 an den Brandort kommt, berücksichtigt werden. So kann die Steuereinheit 660, wenn sie ein Hindernis innerhalb einer vorbestimmten Strecke des Drehaufbaus 610 detektiert, den Drehaufbau 610 veranlassen, zu stoppen oder seine Bewegungsbahn zu ändern. Eine Kombination dieses Ansatzes mit den oben beschriebenen Ansätzen ist ebenfalls denkbar. Weitere Ausführungsformen und Kombinationen sind auch möglich.

2. Drehaufbau-Ausrichtung

Die Drehaufbau-Steuereinheit 660 unterstützt vorzugsweise auch die Drehaufbau-Ausrichtung. Es kann beispielsweise sein, dass eine den Drehaufbau 610 steuernde Bedienungsperson am Brandort nicht in der Lage ist, den Brandherd ("Hot Spot") zu identifizieren. Der Bediener kann durch Rauch, Schutt, Gebäude, etc. in seiner Sicht eingeschränkt sein, wodurch die Wirkungsweise des Drehaufbaus und Löschmittels reduziert wird. Die Steuereinheit 660 schafft Möglichkeiten, die Lage des Brandherds oder einer anderen gewünschten Brandstelle zu identifizieren und den Drehaufbau 610 auf diese Stelle zu richten, wenn der Bediener des Drehaufbaus dies zu tun nicht in der Lage ist. Auch kann es sein, dass aufgrund von Rauch, Schutt, Gebäuden oder anderen Hindernissen der Bediener die Ausrichtung der Düse 631 nicht sieht oder die Düse 631 nicht ausgerichtet ist. Die Drehaufbausteuerung 660 identifiziert die gewünschte Stelle in einem Feuer und zielt mit dem Drehaufbau 610 auf diese Stelle, wenn der Bediener des Drehaufbaus 610 dies zu tun nicht in der Lage ist.

Das Drehaufbau-Steuersystem 612 enthält den Brandpositionsanzeiger 635, wie in Fig. 16 gezeigt. Der Brandpositionsanzeiger 635 liefert Informationen über eine Stelle im Raum oder über eine Position eines ausgewählten Brandbereichs oder eines anderen Bereichs von Interesse. In einem Ausführungsbeispiel zeigt der Brandpositionsanzeiger 635 die räumliche Position eines ausgewählten Brandbereichs mittels Koordinaten (d.h. Höhen-, Breiten- und Tiefenkoordinaten, wie kartesischer X-, Y- und Z-Koordinaten, oder anderer derartiger Positionsanzeigesysteme) unter Verwendung eines Referenz-Fahrzeugrahmens an. Alternativ kann der Brandpositionsanzeiger 635 in einem zweidimensionalen Koordinatensystem mit beispielsweise X- und Y-Koordinaten vorgesehen sein. Andere, nicht kartesische Koordinatensysteme oder andere Positionsanzeiger, die andere Referenzrahmen benutzen, können alternativ verwendet werden.

Es können verschiedene Geräte zur Implementierung des Brandpositionsanzeigers 635 verwendet werden. In einem Ausführungsbeispiel zeigt der Brandpositionsanzeiger 635 den heißesten Bereich innerhalb eines Feuers an (typischerweise den Herd oder "Hot Spot") und wird unter Einsatz eines Hitzedetektionsgeräts implementiert. Alternativ kann der Feuerpositionsanzeiger 635 ein Laserdetektionsgerät für lasergeführte Zielverfolgung verwenden. Bei letzterer Vorgangsweise kann ein interessierendes Gebiet identifiziert werden (z.B. indem der Laser unmittelbar auf einen Teil eines neben dem interessierenden Bereich befindlichen Gebäudes gerichtet wird), und die Düse 631 kann das interessierende Feuergebiet anvisieren und verfolgen.

Es werden nunmehr die Methoden mit Hitzedetektion und Laserverfolgung genauer beschrieben, auch wenn diese Methoden selbstverständlich nur Ausführungsbeispiele für einen Brandpositionsanzeiger 635 im System der Fig. 16 darstellen.

Gemäß Fig. 20 wird in einer Ausführungsform der Brandpositionsanzeiger 635 unter Einsatz eines Hitzedetektionssystems 727 implementiert. Das Hitzedetektionssystem 727 enthält eine oder mehr hitzeempfindliche Kamera(s) 728. Beispielsweise ist die Kamera 728 eine Infrarot-

kamera oder andere Infrarot-Abbildungseinrichtung, die zweidimensionale (2-D) Bilddaten erzeugt, obwohl auch andere hitzeempfindliche Geräte verwendet werden können. Das Bild besteht aus einzelnen Pixeln, wobei jedes Pixel eine Pixelstärke oder Farbe entsprechen der Temperatur oder dem Temperaturdifferenzial für eine entsprechende Stelle im 2-D-Sichtfeld hat. Infrarotkameras können auf vorteilhafte Weise Rauch durchdringen, um die Feuerquelle zu lokalisieren. Beispielsweise kann es sein, dass die Lage eines Feuers aufgrund der Menge von Rauch, Schutt, Gebäuden oder dgl., die die Sicht auf die Brandstelle verhindern, mit freiem Auge nicht sichtbar ist. Mit Hilfe der Infrarotkamera 728 kann die Drehaufbau-Steuereinheit 660 einen Brandherd oder ein anderes Gebiet von Interesse "sehen".

Die hitzeempfindliche Kamera 728 kann an unterschiedlichen Orten am Feuerwehrfahrzeug 620 platziert werden. Beispielsweise kann die hitzeempfindliche Kamera 728 direkt am Feuerwehrfahrzeug 620 montiert sein, oder sie kann in der Nähe der Düse 631 des Drehaufbaus 610 oder am Dach des Feuerwehrfahrzeugs 620 angeordnet sein.

Gemäß Fig. 20 sind zwei hitzeempfindliche Kameras 728a, 728b in Verwendung. Die eine hitzeempfindliche Kamera 728a wird zur Schaffung eines weitreichenden Sichtfelds für das Zielsystem verwendet, d.h. zur Identifikation der allgemeinen Lage des Feuers oder Unglücksorts. Diese Kamera 728a hat ein weitreichendes Sichtfeld und wird zur Bestimmung der allgemeinen Zone, wohin der Drehaufbau gerichtet werden sollte ("Grobpositionierung"), verwendet. Vorzugsweise ist die Kamera 728a am Fahrgestell des Fahrzeugs derart montiert, dass das Koordinatensystem der Kamera 728a mit dem oben in Zusammenhang mit dem Hüllflächen-Steuermodul 662 beschriebenen und in Fig. 14 gezeigten Fahrzeug-Koordinatensystem fluchtet. Insbesondere ist in dem in Fig. 14 gezeigten Fahrzeug-Koordinatensystem die X-Achse entlang der Breite des Fahrzeugs 620, die Y-Achse entlang der Höhe des Fahrzeugs 620 und die Z-Achse entlang der Länge des Fahrzeugs 620 ausgerichtet. Die Kamera 728a hat vorzugsweise eine Bildebene, die parallel zu der durch die X-Achse und die Y-Achse des Fahrzeug-Koordinatensystems definierten Ebene verläuft. Zum Beispiel wird der Ursprung des Fahrzeug-Koordinatensystems so definiert, dass er dort am Fahrzeug 620 liegt, wo die Kamera 728a montiert ist. Für die Grobpositionierung können dadurch die Bilddaten von der Kamera 728a für eine rasche Bestimmung der Lage des Brandherds verarbeitet werden. Erscheint beispielsweise der Brandherd in der Mitte der Bilddaten, dann sollte die Düse 631 geradeaus gerichtet sein. Umgekehrt sollte die Düse 631, wenn der Brandherd auf der linken oder rechten Seite der Bilddaten erscheint, nach links bzw. nach rechts gerichtet sein.

Die andere hitzeempfindliche Kamera 728b wird zur Feineinstellung der Positions- oder Ortsanzeige des Brandherds ("Feinpositionierung") verwendet. Vorzugsweise ist die Kamera 728b auf oder nahe der Düse 631 des Drehaufbaus 610 derart montiert, dass sie mit der Strömungsrichtung des Löschmittels aus der Düse 631 fluchtet. Insbesondere wandert das aus der Düse 631 strömende Löschmittel vorzugsweise entlang einer Achse (Z-Achse), die senkrecht zur 2-D-(X-Y)-Bildebene der Kamera 728b verläuft. (Es wird angenommen, dass die Kamera 728b ein XYZ-Koordinatensystem aufweist, das im Allgemeinen nicht mit dem XYZ-Koordinatensystem des Fahrzeugs 620 ausgerichtet ist, auch wenn die beiden als ausgerichtet angesehen werden können, wenn sich die Drehaufbaudüse 631 in gleicher Höhe befindet und geradeaus nach vorne weist). Wird davon ausgegangen, dass der Abstand zwischen dem Mittelpunkt der 2-D-Bildebene der Kamera 728b und dem Mittelpunkt des Löschmittelstroms gegenüber dem Abstand zwischen der Kamera 728b und dem Feuer klein ist, so kann angenommen werden, dass der Mittelpunkt der 2-D-Bildebene der Kamera 728b und der Mittelpunkt des Löschmittelstroms in ein- und demselben Punkt liegen. Daher muss der Drehaufbau 610, wenn der Brandherd auf der linken Seite der Bilddaten erscheint, nach links bewegt werden, um den Brandherd anvisieren zu können. Bei dieser Ausgestaltung ist es bekannt, dass der Drehaufbau 610 so lange auf den Brandherd des Feuers gerichtet wird, bis der Brandherd im Mittelpunkt der Bilddaten erscheint. Es kann angemerkt werden, dass herkömmliche Drehaufbauten ein Feuerlöschmittel mit ausreichend hoher Geschwindigkeit abgeben, so dass anzunehmen ist, dass das von einem horizontal ausgerichteten Drehaufbau abgegebene Feuerlöschmittel nicht wesentlich nach

unten wandert, bevor es das Ziel erreicht hat. Daher erreicht das Feuerlöschmittel den Brandherd, wenn der Drehaufbau 610 auf den Brandherd gerichtet ist. Wie nachstehend detailliert ausgeführt, kann dann ein Regelalgorithmus ausgeführt werden, der den Brandherd in der Mitte der Bilddaten für die Kamera 728b hält.

5

In einer alternativen Ausführungsform können neben der Kamera 728b eine oder mehrere zusätzliche Kameras rund um den Außenumfang der Düse 631 angeordnet sein. Der Einsatz von mehreren Kameras an der Düse 631 gestattet die Verarbeitung von Teilen der Bilddaten von zusätzlichen Kameras als einziges Bild, so dass jedes durch die Anwesenheit der Düse 631 und den Löschmittelstrom verursachte Hindernis umgangen werden kann.

10

15

20

Sobald das Hitzedetektionssystem 727 die Lage der interessierenden Zone im Feuer in den Bilddaten identifiziert hat, verwendet das Hitzedetektionssystem 727 ein Konvertiermodul 729 zur Konvertierung der Lage der interessierenden Zone in den Bilddaten in eine Positionsinformation zur Verwendung durch die Drehaufbau-Steuereinheit 660 bei der Steuerung des Drehaufbaus 610, wie nachstehend genauer beschrieben wird. Das Konvertiermodul 729 liefert für jede Kamera 728a, 728b an die Steuereinheit 660 X-, Y-Werte, welche für die Distanz (Größe und Polarität) des Brandherds vom Mittelpunkt der durch die jeweilige Kamera 728a, 728b erzeugten Bilddaten stehen (wobei die X-, Y-Werte im jeweiligen Koordinatensystem der Kameras 728a, 728b zur Verfügung gestellt werden). Das Konvertiermodul 729 kann auch in die Steuereinheit 660 integriert sein, so dass die Kameras 728a, 728b die Steuereinheit 660 mit rohen Bilddaten versehen und die Steuereinheit 660 die oben genannten Distanzen ermittelt. Die Funktionsweise des Drehaufbau-Ausrichtmoduls 664 wird nachstehend genauer beschrieben.

25

30

Der Einsatz des Hitzedetektionssystems 727 gestattet die kontinuierliche Verfolgung des Brandherds eines Feuers und die Zieleinstellung des Drehaufbaus 610 in einer Weise, dass er entsprechend der Bewegung des Brandherds justiert wird. Dadurch wird die Effizienz des Feuerlöschmittels erhöht, indem das Feuerlöschmittel auf jene Zone, in der es am stärksten benötigt wird (d.h. den aktiven Brandherd), und nicht auf einen kalten oder weniger aktiven Brandbereich aufgebracht wird.

35

Gemäß Fig. 21 wird der Feuerpositionsanzeiger 634 in einer anderen Ausführungsform unter Verwendung eines Laserverfolgungssystems 730 implementiert. Beispielsweise enthält das Laserverfolgungssystem 730 einen Laserkennzeichner 732 und einen Laserdetektor 734, wie in Fig. 21 gezeigt.

40

45

50

Das Laserverfolgungssystem 730 ist konzeptuell ähnlich jenen gestaltet, wie sie in Lenksystemen, z.B. für Flugkörper, verwendet werden. Der Laserkennzeichner 732 ist ein Handrichtssystem, das von einem Bediener in der Hand gehalten und auf den interessierenden Bereich, z.B. auf eine gewünschte Zielzone eines Brandes oder in die Nähe derselben, gerichtet werden kann. Der Laserkennzeichner 732 liefert eine Zone oder einen Punkt von Laserlicht auf ein Ziel oder in die Nähe desselben. Das Ziel reflektiert und streut den Laserlichtpunkt. Der Laserdetektor 734 ist vorzugsweise eine Kamera, die empfindlich auf bestimmte Wellenlängen des Lichts reagiert (d.h. die dem Laserkennzeichner 732 zugehörigen Wellenlängen) und andere Wellenlängen ausschließt. Der Laserdetektor 734 kann das den interessierenden Bereich bezeichnende Laserlicht empfangen, nachdem das Laserlicht vom interessierenden Bereich reflektiert wird. Wenn der Laserdetektor 734 das Laserlicht detektiert, erscheint der Laserlichtpunkt an einer bestimmten Stelle in den vom Laserdetektor 734 erfassten Bilddaten, wobei die Stelle des Laserlichtpunkts in den Bilddaten von der Position des reflektierten Laserlichtpunkts in Bezug auf den Laserdetektor 734 abhängig ist.

55

Bevorzugt werden zwei Laserdetektoren 734a, 734b verwendet. Die bevorzugte Ausbildung ist im Allgemeinen dieselbe, wie sie in Verbindung mit den Kameras 728a, 728b beschrieben ist. So wird der Laserdetektor 734a für die Grobpositionierung verwendet, und er ist derart am

Feuerwehrfahrzeug montiert, dass er mit dem in Fig. 14 gezeigten Fahrzeug-Koordinatensystem fluchtet. Der andere Laserdetektor 734b ist an der Düse 631 angebracht und hat eine Abbildungsebene, die senkrecht zu dem von der Düse 631 abgegebenen Feuerlöschmittel verläuft. Alternativ können ähnlich dem oben beschriebenen System mehrere Laserdetektoren an der Düse 631 angebracht sein. Sobald das Laserdetektionssystem 730 die Lage der interessierenden Zone im Feuer in den Bilddaten identifiziert hat, verwendet das Laserdetektionssystem 730 ein Konvertiermodul 735, um die Lage der interessierenden Zone in den Bilddaten in Positionsinformationen zur Verwendung durch die Steuereinheit 660 bei der Steuerung des Drehaufbaus 610 zu konvertieren, wie nachstehend genauer ausgeführt wird. Das Konvertiermodul 735 liefert für jeden Laserdetektor 734a, 734b an die Steuereinheit 660 X-, Y-Werte, welche für die Distanz (Größe und Polarität) des Laserpunkts vom Mittelpunkt der durch den jeweiligen Laserdetektor 734a, 734b erzeugten Bilddaten stehen. Das Konvertiermodul 735 kann auch in der Steuereinheit 660 integriert sein.

Wiederum unter Bezugnahme auf Fig. 16 wird nunmehr die Funktion des Drehaufbau-Ausrichtsystems 664 beschrieben. Im Drehaufbau-Ausricht-Betriebsmodus sind das Drehaufbau-Ausrichtmodul 664 und das Hüllflächen-Steuermodul 662 in Fig. 16 aktiv und die restlichen Module 665, 668, 670, 672 und 674 inaktiv. Das Ausrichtmodul 664 empfängt die Positionsinformationen vom Brandpositionsanzeiger 635 und stellt aufgrund der Positionsinformationen fest, ob die Düse 631 nach oben, nach unten, nach links oder nach rechts oder gemäß irgendeiner Kombination bewegt werden sollte. Das Drehaufbau-Ausrichtmodul 664 generiert dann Signale, die Eingabesignale von den Joysticks 619 simulieren, und diese Signale werden an das Hüllflächen-Steuermodul 662 gesendet. Das Hüllflächen-Steuermodul 662 funktioniert auf dieselbe Weise wie zuvor beschrieben, außer dass die Eingaben vom Drehaufbau-Ausrichtmodul 664 und nicht von einer der Bedienerschnittstellen 616 empfangen werden. Unter der Annahme, dass sich der Drehaufbau 610 innerhalb der zulässigen Weg-Einhüllenden 618 befindet, leitet das Hüllflächen-Steuermodul 662 diese Signale somit an die Antriebe 632 weiter; andernfalls greift das Hüllflächen-Steuermodul 662 ein, um zu bewirken, dass der Drehaufbau 610 die zulässige Weg-Einhüllende 618 verlässt.

In Fig. 22 ist ein Ablaufdiagramm veranschaulicht, das die Funktionsweise des Drehaufbau-Ausrichtmoduls 664 beschreibt. Aus Gründen der Einfachheit wird nachfolgend davon ausgegangen, dass θ_1 fix ist (die Basis 624 wird stationär gehalten) und θ_5 variieren kann (der dritte Arm 630 ist gelenkig beweglich). Es kann natürlich auch eine nicht-stationäre Basis 624 verwendet werden.

In Schritt 751 wird festgestellt, ob sich das Ziel in dem von der am Drehaufbau 610 montierten Kamera (entweder Kamera 728b oder 734b) erzeugten Bild definiert. Liegt das Ziel zufällig innerhalb des Sichtfelds der am Drehaufbau montierten Kamera, geht der Prozess direkt zu Schritt 756 über, der nachstehend detailliert beschrieben wird.

Unter der Annahme, dass sich das Ziel nicht im Sichtfeld der am Drehaufbau 610 montierten Kamera befindet, geht der Prozess über zu Schritt 752. In Schritt 752 erfolgt eine Schätzung der Position (X_T , Y_T , Z_T) des Ziels auf Basis der Bilddaten von der Grobpositionserkennung (Kamera 728a oder Detektor 734a). Die Werte (X_T , Y_T , Z_T) werden als Schätzwerte angesehen, weil die Genauigkeit der Werte dadurch eingeschränkt ist, dass die Werte auf Basis von Informationen einer einzigen Kamera etc. erzeugt werden und die Tiefenwahrnehmung daher eingeschränkt ist. In einer alternativen Ausführungsform kann es wünschenswert sein, mehrere am Fahrzeugkörper montierte Kameras zu verwenden, um die Erzielung eines genaueren (X_T , Y_T , Z_T)-Werts zu ermöglichen und/oder die am Drehaufbau montierten Kameras ausschalten zu können. Es wird angenommen, dass das Feuerwehrfahrzeug 620 im Allgemeinen in Richtung Ziel weist und das Sichtfeld der Kamera 728a oder des Detektors 734a ausreichend groß ist, damit das Ziel innerhalb des Sichtfelds der Kamera 728a oder des Detektors 734a liegt. Befindet sich das Ziel jedoch nicht innerhalb des Sichtfelds, dann wird eine Fehlermeldung abgegeben, und es ist notwendig, das Feuerwehrfahrzeug 620 neuerlich zu positionieren, wenn

erwünscht ist, dass das Drehaufbau-Ausrichtmodul 664 verwendet wird. In einer alternativen Ausführungsform ist die Kamera 728a oder der Detektor 734a zwecks Verbesserung ihrer Visierfähigkeit drehbar und/oder anders beweglich montiert.

5 Unter der Annahme, dass das Ziel im Sichtfeld der Grobpositionserkennung (Kamera 728a oder Detektor 734a) liegt, wird dann in Schritt 753 der Drehaufbau 610 in eine Position (θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_4 , θ_5 und L) gebracht, in der er erwartungsgemäß auf das Ziel gerichtet ist. An dieser Stelle sollte der Drehaufbau 610 im Sichtfeld der Feinpositionierkamera 728a oder des Detektors 734b liegen. In Schritt 754 wird ermittelt, ob das Ziel tatsächlich im Sichtfeld der Kamera 728b
10 oder des Detektors 734b liegt. Für das Hitzedetektionssystem 727 kann beispielsweise festgestellt werden, ob der Feinpositionierdetektor 728b einen Bereich mit derselben Temperatur wie der durch die Kamera 728a identifizierte Brandherd sieht. Für das Laserzielsystem 730 kann festgestellt werden, ob die Feinpositionierkamera 734b Licht innerhalb des Wellenlängenbereichs des vom Laserkennzeichner 732 entsendeten Laserlichts sieht. Wenn sich das Ziel nicht
15 innerhalb des Sichtfelds der Feinpositionierkamera 728b oder des Detektors 734b befindet, dann wird die Drehaufbau-Steuereinheit 660 so programmiert, dass sie in einen Suchmodus eintritt (Schritt 755), in dem Sie bewirkt, dass sich der Drehaufbau 610 in einem Bereich rund um eine Position (θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_4 , θ_5 und L) bewegt, in der erwartet wird, dass der Drehaufbau 610 auf das Ziel gerichtet ist. Die Steuereinheit 660 hält dann den Drehaufbau 610 in Bewegung, bis das Ziel in das Sichtfeld der Kamera 728b oder des Detektors 734b gelangt.

Sobald sich das Ziel im Sichtfeld der Kamera 728b oder des Detektors 734b befindet, versucht die Steuereinheit 660, das Ziel im Sichtfeld zu zentrieren. Wird beispielsweise angenommen, dass ΔX die Abweichung des Ziels vom Mittelpunkt des Sichtfelds der Kamera 728b oder des
25 Detektors 734b in der X-Dimension und ΔY die Abweichung des Ziels vom Mittelpunkt des Sichtfelds in der Y-Dimension ist (wobei die X-Dimension und die Y-Dimension als Koordinatensystem der Kamera 728b oder des Detektors 734b definiert sind), dann können ΔX und ΔY als Rückkopplungswerte in zwei entsprechenden Rückkopplungsschleifen verwendet werden. Wenn beispielsweise θ_1 , θ_2 , θ_3 und L konstant gehalten werden, dann kann eine Rückkopplungsschleife, die θ_5 verändert (Düse 631 links/rechts), zur Minimierung von ΔX und eine andere Rückkopplungsschleife, die θ_4 verändert (Düse 631 hinauf/hinunter), zur Minimierung von ΔY
30 verwendet werden. So wird die Position und Ausrichtung der Düse 631 derart eingestellt, dass die Düse 631 den interessierenden Bereich anvisiert und das Feuerlöschmittel auf den interessierenden Bereich abgegeben wird. Weil diese Anordnung in Form von Rückkopplungsschleifen implementiert wird, kann die Lage des interessierenden Bereichs kontinuierlich nachverfolgt und die Position und Ausrichtung der Düse 631 in Reaktion auf die Bewegung des interessierenden Bereichs (z.B. infolge der Abkühlung eines Brandherds bei Abgabe des Feuerlöschmittels auf den Brandherd) kontinuierlich eingestellt werden. Daher kann die Düse 631 während der Bewegung des interessierenden Bereichs auf den interessierenden Bereich gerichtet bleiben.

40 Bei Verwendung des Drehaufbau-Ausrichtmoduls 664 wird die Löschfähigkeit des Drehaufbaus 610 erweitert. Bei Verwendung des Positionsanzeigers 635 zur Beobachtung des Feuers und Bestimmung der Lage des interessierenden Brandbereichs wird in vielen Situationen eine verbesserte Zieleinstellung und Wirksamkeit des Drehaufbaus 610 erreicht.

45 3. Drehaufbau-Schwenkung, Ausfahren des Drehaufbaus und Verstauen des Drehaufbaus

Unter neuerlicher Bezugnahme auf Fig. 16 enthält die Drehaufbau-Steuereinheit 660 zusätzlich zum Hüllflächen-Steuermodule 662 und zum Drehaufbau-Ausrichtmodul 664 weiters ein Lernmodul 665, das in Verbindung mit einem Drehaufbau-Schwenkmodul 668, einem Drehaufbau-Ausfahrmodul 670 und einem Drehaufbau-Verstaumodul 672 eingesetzt wird. Die Module 665, 668, 670, 672 gestatten der Drehaufbau-Steuereinheit 660 die Speicherung von Information, wie Positionsinformationen, und dann die Steuerung der Bewegung des Drehaufbaus 610
50 entsprechend den gespeicherten Informationen.

Zuerst werden das Lernmodul 665 und das Drehaufbau-Schwenkmodul 668 beschrieben. Am Brandort ist es manchmal wünschenswert, einen Drehaufbau einfach nach vorne und hinten über einen allgemeinen Bereich zu schwenken. Das Drehaufbau-Schwenkmodul 668 bewirkt, dass sich der Drehaufbau 610 in einem vorbestimmten Muster bewegt, während der Drehaufbau 610 ein Feuerlöschmittel in Richtung Feuer abgibt. Im Schwenkbetriebsmodus sind die Module 665, 670, 672 und 664 sowie der Brandpositionsanzeiger 635 in Fig. 16 inaktiv. Das Hüllflächen-Steuermodul 662 kann, wie zuvor beschrieben, aktiv sein.

In einer Ausführungsform kann die Verschwenkung durch Programmieren des Schwenkmoduls 668 derart implementiert werden, dass es Eingaben von der Bedienerschnittstelle 616 simuliert. Für ein einfaches Vor- und Zurückmuster kann der Bediener beispielsweise den Drehaufbau 610 in einen interessierenden Bereich bringen, und dann kann das Drehaufbau-Schwenkmodul 668 Signale auf Basis von gespeicherten Informationen generieren, die den Antrieb 632f in eine Hin- und Herbewegung versetzen. Für eine Kreisbewegung kann auch der Antrieb 632e genutzt werden. Zwecks Flexibilität können Bedienungseingaben empfangen werden, die zur Steuerung des Ausmaßes der Winkelverschiebung und/oder der Zeitdauer, die sich der Drehaufbau 610 vor Umkehr des Kurses in eine Richtung bewegt (und daher der zurückgelegten Wegstrecke), verwendet werden. Alternativ können Bedienungseingaben durch Speichern von Bedienungseingaben bei Bewegungen des Drehaufbaus 610 in einem gewünschten Muster durch den Bediener und dann Abfragen der gespeicherten Bedienungseingaben und Verwenden der gespeicherten Bedienungseingaben zur Generierung von zusätzlichen Steuersignalen für die Antriebe 632 simuliert werden, um zu bewirken, dass der Drehaufbau 610 das als Reaktion auf die ursprünglichen Eingaben geschaffene Muster wiederholt. In dieser Ausführungsform werden das Summierelement 679 und der Verstärkerblock 674 gemäß Fig. 16 nicht verwendet (d.h. die Signale gehen als simulierte Joystick-Signale vom Drehaufbau-Schwenkmodul 668 direkt zum Hüllflächen-Steuermodul 662).

In einer anderen Ausführungsform kann der Bediener für eine maximale Flexibilität ein Schwenkmuster in das Drehaufbau-Schwenkmodul 668 einprogrammieren, und es wird eine Regelung verwendet, um sicher zu gehen, dass sich der Drehaufbau 610 an das programmierte Muster hält. Dazu lernt die Drehaufbau-Steuereinheit 660 in einem anfänglichen "Lern"-Betriebsmodus das vorbestimmte Muster durch Überwachen der zur Steuerung der Bewegung des Drehaufbaus 610 verwendeten Bedienungseingaben. Fig. 23 zeigt ein Ablaufdiagramm, das den Lernmodus der Drehaufbau-Steuereinheit 660 veranschaulicht. In Schritt 761 werden Bedienungseingaben von einer der Bedienerschnittstellen 616 erfasst. In Schritt 762 bewegt die Drehaufbausteuerung 660 den Drehaufbau 610 in Echtzeit entsprechend den Bedienungseingaben. In Schritt 763 wird die Position des Drehaufbaus 610 unter Verwendung der Positionssensoren 634 gemessen. In Schritt 764 werden die in Schritt 763 erfassten Positionsinformationen im Drehaufbau-Schwenkmodul 668 gespeichert. Die Positionsinformationen werden als Reihe von Wegpunkten gespeichert, die aus gleichzeitig gemessenen Werten für θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_4 , θ_5 und L1 gebildet werden. Schritt 764 kann als Reaktion auf Bedienungseingaben erfolgen oder in regelmäßigen Intervallen stattfinden. Wenn der Schritt 764 beispielsweise als Reaktion auf Bedienungseingaben erfolgt, kann der Bediener periodisch eine "Speicher"-Taste drücken, um der Drehaufbau-Steuereinheit 660 anzuzeigen, dass der Bediener will, dass der Drehaufbau 610 immer wieder in seine aktuelle Position zurückkehrt. In dieser Ausführungsform werden die Wegpunkte in Form von θ_1 -, θ_2 -, θ_3 -, θ_4 -, θ_5 - und L1-Werten gespeichert, die von den Positionssensoren 634 in dem Moment gemessen werden, in dem die Bedienungseingabe empfangen wird. Der Bediener führt eine Bewegung von einer Position zur anderen aus und drückt die Speichertaste, bis eine Reihe von Wegpunkten definiert ist. Für eine Vorwärts- und Rückwärtsbewegung brauchen nur zwei Wegpunkte verwendet werden. Für ein komplexeres Bewegungsprofil wie ein achtstelliges Bewegungsprofil kann eine Reihe von Wegpunkten verwendet werden. Alternativ kann die Drehaufbau-Steuereinheit 660 in einer anderen Ausführungsform die Positionsinformationen in periodischen Intervallen automatisch speichern, wenn der Drehaufbau 610 als Reaktion auf Bedienungseingaben gesteuert wird. Der Prozess von Fig. 23 wird dann wiederholt, bis eine Bedienungseingabe empfangen wird, die anzeigt, dass der Bediener

die Definition des vorbestimmten Musters komplettiert hat. Ebenso wie bei früher erläuterten Abläufen müssen auch die Schritte 761-764, wenngleich sie als Reihe von auszuführenden Schritten dargestellt sind, nicht unbedingt mit derselben Update-Rate und daher auch nicht unbedingt sequentiell ausgeführt werden.

5 Gemäß Fig. 24 bewirkt nun in einem zweiten Betriebsmodus die Drehaufbau-Steuereinheit 660, dass sich der Drehaufbau 610 entsprechend dem vorbestimmten, während der Schritte 761-764 einprogrammierten Muster bewegt. So wird in Schritt 766 eine der Reihen von Wegpunkten, die in Schritt 764 gespeichert wurden, als Eingabe an eine Rückkopplungsschleife vorgesehen. Die 10 01-, 02-, 03-, 04-, 05- und L1-Werte des aktiven Wegpunkts werden als Positionsbehlseingaben in einer Positionsrückkopplungsschleife verwendet, die zum Teil durch die Drehaufbau-Steuereinheit 660 implementiert wird. Fig. 25 zeigt den Regelkreis der Fig. 16 in größerem Detail. Aus Gründen der Einfachheit sind die Module 662, 664, 665, 670 und 672 in Fig. 25 nicht dargestellt. Der Regelkreis weist eine Rückkopplungsschleife für jede Bewegungsachse auf. Die 15 01-, 02-, 03-, 04-, 05- und L1-Werte werden als Positionsbefehle einer Reihe von Summierelementen 679a-679f (zusammen in Fig. 16 als Summierelement 679 gezeigt) eingegeben. Jeder Positionssensor 634a-634f misst die 01-, 02-, 03-, 04-, 05- und L1-Werte (Schritt 767). Diese Messungen werden den Summierelementen 679a-679f zur Verfügung gestellt, die die gemessene Drehaufbauposition mit den vom Drehaufbau-Schwenkmodul 668 empfangenen 20 Positionsinformationen vergleicht. Die Ausgabe jedes Summierelements 679a-679f ist ein Positionsfehlensignal, das an einen entsprechenden Verstärkerblock (z.B. einen Proportional-Integral-(PI)-Block) 674a-674f angelegt wird. Die Ausgaben der PI-Blöcke 674a-674f werden als Ausgabesignale für den jeweiligen Antrieb 632a-632f verwendet. Die Rückkopplungsschleife steuert den Drehaufbau 610 derart, dass eine Differenz zwischen der gemessenen Position des 25 Drehaufbaus 610 und dem aktiven Wegpunkt verringert wird. Wenn der Drehaufbau 610 beginnt, sich dem aktiven Drehpunkt zu nähern, wird ein neuer Wegpunkt vom Drehaufbau-Schwenkmodul 668 an die Summierelemente 679a-679f geliefert, so dass der Drehaufbau 610 nach und nach in die Reihe von Wegpunkten gebracht wird. Wenn der letzte Wegpunkt erreicht ist, wird der Prozess ausgehend vom ersten Wegpunkt wiederholt.

30 Das System der Fig. 23 bis 25 gestattet es, die Gestalt und das Zeitprofil des Schwenkmusters voll konfigurierbar und voll programmierbar zu gestalten, insbesondere wenn die Wegpunkte in regelmäßigen Intervallen und nicht als Reaktion auf Bedienungseingaben gespeichert werden. Genauer gesagt kann der Bediener den Drehaufbau 610 derart bewegen, dass der Drehaufbau 35 610 eine bestimmte Stelle des Feuers (z.B. den Brandherd) anvisiert, an der interessierenden Stelle verweilt und dann den Drehaufbau 610 zur nächsten Stelle (z.B. zu einem anderen Brandherd) bewegt. Die Drehaufbau-Steuereinheit 660 kann dann den Drehaufbau 610 zu jedem Brandherd bewegen, unabhängig davon, ob sie miteinander fluchten, und veranlassen, dass der Drehaufbau 610 bei jedem Brandherd derart und so lange verweilt, wie ursprünglich vom Bediener einprogrammiert wurde. 40

Das Drehaufbau-Ausfahrmodul 670 wird zum Ausfahren des Drehaufbaus aus einer Verstauposition, in der der Drehaufbau 610 während der Fahrt des Fahrzeugs 620 verstaute wird, in eine ausgefahrene Position, in der der Drehaufbau 610 ein Feuerlöschmittel verteilt, verwendet. 45 Typischerweise wird der Drehaufbau 610 während der Fahrt des Feuerwehrfahrzeugs 620 in einer blockierten Position verstaute. Bei Ankunft am Brandort gestattet das Drehaufbau-Ausfahrmodul 670 des Ausfahren des Drehaufbaus 610 in eine vorbestimmte Position mit minimalem Bedienereingriff.

50 Das Drehaufbau-Ausfahrmodul 670 funktioniert auf eine dem Drehaufbau-Schwenkmodul 668 im Allgemeinen ähnliche Weise. Das Drehaufbau-Ausfahrmodul 670 kann eine Sequenz von an die Antriebe 632 zu liefernden Steuersignalen speichern oder eine Reihe von Positionswegpunkten speichern, die nacheinander mehreren Rückkopplungsschleifen 632 zur Verfügung gestellt werden, wie zuvor beschrieben. Das Drehaufbau-Ausfahrmodul 670 kann vor Ausfahren des Fahrzeugs 620 vorkonfiguriert und/oder durch einen Bediener konfiguriert werden. Ist das 55

Drehaufbau-Ausfahrmodul 670 beispielsweise vorkonfiguriert, können eine oder mehr Ausfahrpositionen im Drehaufbau-Ausfahrmodul 670 vorprogrammiert werden. Wird das Drehaufbau-Ausfahrmodul 670 vom Bediener konfiguriert, so können ein oder mehr Ausfahrpositionen oder Ausfahrbewegungsmuster vom Bediener gespeichert werden, wie oben in Verbindung mit dem
5 Drehaufbau-Schwenkmodul 668 beschrieben ist. Das Drehaufbau-Ausfahrmodul 670 kann den Bediener auch ermächtigen, eine gewünschte Position und Ausrichtung der Düse 631 in Bezug auf das Fahrzeug 620 einzunehmen. Dadurch kann der Bediener die gewünschte Ausfahrstellung definieren, wenn sich das Fahrzeug 620 dem Brandort unter Bedingungen nähert, unter
10 denen Informationen betreffend den Brandort vor Ankunft des Fahrzeugs 620 am Brandort bekannt sind.

Bei Ankunft am Brandort wird eine Bedienungseingabe empfangen, die anzeigt, dass der Bediener den Drehaufbau 610 ausfahren lassen will. Mit dem Ausfahren des Drehaufbaus 610
15 kann sofort begonnen werden, oder das Ausfahren des Drehaufbaus 610 kann bei Feuerwehrfahrzeugen mit ausfahrbaren Stützsystemen so programmiert sein, dass es automatisch beginnt, sobald das Ausfahren der Abstützung beendet ist. Wenn das Drehaufbau-Ausfahrmodul 670 simulierte Joystick-Befehle speichert, kann der Drehaufbau 610 durch Abrufen der gespeicherten Informationen und Verwenden der Informationen zur Generierung von Steuersignalen
20 an die Antriebe 632 über das Hüllflächen-Steuermodul 662 (Fig. 16) ausgefahren werden (wobei das Summierelement 679 und der PI-Verstärkerblock 674 inaktiv sind). Wenn das Drehaufbau-Ausfahrmodul 01-, 02-, 03-, 04-, 05- und L1-Werte für die Ausfahrposition speichert, können diese Werte an die in Fig. 25 dargestellten Rückkopplungsschleifen gesendet werden, um
25 zu veranlassen, dass die Drehaufbau-Steuereinheit 660 den Drehaufbau 610 nach Art eines geschlossenen Regelkreises in die Ausfahrposition bringt. Eine Reihe von 01-, 02-, 03-, 04-, 05- und L1-Werten (Wegpunkten) kann auch verwendet werden, wenn eine bestimmte Ausfahrbahn erwünscht ist.

Das Drehaufbau-Verstaumodul 672 wird verwendet, um den Drehaufbau 610 von einer ausgefahrenen Position, in welcher der Drehaufbau 610 zur Abgabe eines Feuerlöschmittels auf
30 einen interessierenden Bereich positioniert ist, in eine Verstauposition zu bringen, in welcher der Drehaufbau 610 während der Fahrt des Fahrzeugs verstaут wird. Drehaufbauten, die an der Oberseite von Feuerwehrfahrzeugen montiert sind, werden oft zwischen den Einsatzlichtern verstaут. Daher sind die Einsatzlichter angesichts der Nähe des Drehaufbaus bei den Einsatzlichtern besonders anfällig für Schäden während der Verstaуung des Drehaufbaus. Das Dreh-
35 aufbau-Verstaumodul 672 vermeidet solche Schäden und unterstützt das Verstaуen des Drehaufbaus 610. In einer Ausführungsform speichert das Drehaufbau-Verstaumodul 672 beispielsweise die 01-, 02-, 03-, 04-, 05- und L1-Werte für die Verstauposition, und diese Werte werden den in Fig. 25 dargestellten Rückkopplungsschleifen zur Verfügung gestellt, die veranlassen, dass die Drehaufbau-Steuereinheit 660 den Drehaufbau 610 nach Art eines geschlossenen
40 Regelkreises in die Verstauposition bringt. Es kann auch eine Reihe von 01-, 02-, 03-, 04-, 05- und L1-Werten (Wegpunkten) verwendet werden, wenn eine bestimmte Verstaubahn erwünscht ist, wodurch eine Beschädigung der restlichen Struktur des Fahrzeugs 620 vermieden wird. Sobald der Drehaufbau 610 die Verstauposition erreicht, veranlasst das Drehaufbau-Verstaumodul 672 die Inbetriebnahme eines an einen Blockiermechanismus gekoppelten Antriebs.
45 Dadurch kann der Drehaufbau 610 nach Erreichen seiner Verstauposition mit minimalem Bedienereingriff in seiner Lage blockiert werden.

Die Steuereinheit 660 kann auch zur Realisierung anderer Merkmale herangezogen werden. Beispielsweise kann die Drehaufbau-Steuereinheit 660 zur Implementierung eines Düsenaus-
50 richtvorgangs verwendet werden, bei welchem die Düse 631 unabhängig vom Winkel des Auslegers in einer horizontalen Lage gehalten wird. Dadurch kann die Düse 631 während einer Bewegung des Auslegers auf das Feuer gerichtet bleiben.

4. Bedienerschnittstelle 616 (Fig. 16)

In Fig. 26 ist eine Ausführungsform des Steuersystems 612 gezeigt, bei welchem zwei Drehaufbauten 771, 772 vorgesehen sind. Beide Drehaufbauten funktionieren auf dieselbe Weise wie der Drehaufbau 610, auch wenn mindestens einer der Drehaufbauten 771, 772 unterschiedlich gebaut und an einer anderen Stelle montiert sein kann, wie beispielsweise ein an einer Stoßstange eines Feuerwehrfahrzeugs 620 montierter Stoßstangen-Drehaufbau. Ebenfalls gezeigt sind die Bedienerchnittstellen 616 und die Drehaufbau-Steuereinheit 660, die eine Struktur enthält, welche die in Fig. 16 gezeigte Struktur für den zusätzlichen Drehaufbau verdoppelt. (Das heißt, es werden doppelte Drehaufbau-Steuereinheiten 660 verwendet, die parallel funktionieren und mit dem entsprechenden Drehaufbau 771, 772 verbunden sind. Aus Gründen der Einfachheit ist nur eine einzige Steuereinheit 660 in Fig. 26 gezeigt).

Wie zuvor ausgeführt, enthalten die Bedienerchnittstellen 616 jeweils entsprechende Joysticks 619a, 619b. Typischerweise können die Joysticks 619a, 619b an verschiedenen Stellen auf dem Fahrzeug (wie in der Kabine und an einem Bedienfeld an anderer Stelle am Fahrzeug) montiert sein, und daher kann ein Joystick 619a, 619b an einer Stelle sein, wo eine bessere Sicht besteht als an der Stelle des anderen Joysticks 619a, 619b. Jeder Joystick 619a, 619b ist an die entsprechenden Schnittstellenmodule 613c, 613d gekoppelt, und es gibt von Grund auf keinen anderen Unterschied zwischen den Joysticks 619a, 619b als die Lage am Fahrzeug.

Um die mehrfachen Joysticks 619 auf vorteilhafte Weise zu nutzen, kann sich die Steuereinheit 660 selbst rekonfigurieren (z.B. als Reaktion auf Bedienungseingaben), um dadurch dem Bediener die Möglichkeit zu geben, den einen oder anderen Joystick 619 zur Steuerung beider Drehaufbauten 771, 772 zu benutzen. So steuert die Steuereinheit 660 in einem ersten Betriebsmodus die Position und Ausrichtung der Düse 631 des Drehaufbaus 771 auf Basis von mit dem Joystick 619a erfassten Bedienungseingaben und die Position und Ausrichtung der Düse 631 des Drehaufbaus 772 auf Basis von mit dem Joystick 619b erfassten Bedienungseingaben. In einem zweiten Betriebsmodus kann eine gegensätzliche Anordnung verwendet werden (wobei die Drehaufbau-Steuereinheit 660 die Position und Ausrichtung der Düse 631 des Drehaufbaus 771 auf Basis von mit dem Joystick 619b erfassten Bedienungseingaben und die Position und Ausrichtung der Düse 631 des Drehaufbaus 772 auf Basis von mit dem Joystick 619a erfassten Bedienungseingaben steuert). In einem dritten Betriebsmodus steuert die Drehaufbau-Steuereinheit 660 die Position und Ausrichtung der Düsen 631 beider Drehaufbauten 771 und 772 auf Basis von mit einem einzigen Joystick 619a, 619b erfassten Bedienungseingaben. Mit anderen Worten, beide Drehaufbauten 771, 772 sind für denselben Joystick 619a oder 619b synchronisiert. Dadurch können beide Drehaufbauten 771, 772 verschiedene Gebiete anvisieren, sich aber in Reaktion auf Bedienungseingaben von einem einzigen Joystick 619a oder 619b gemeinsam bewegen, beispielsweise beim Vor- und Zurückschwenken der Drehaufbauten in der Nähe einer Brandzone. Alternativ kann die Steuereinheit 660 so konfiguriert sein, dass sie einen ersten Drehaufbau 771, 772 direkt in Reaktion auf Bedienungseingaben und einen zweiten Drehaufbau 771, 772 derart steuert, dass der zweite Drehaufbau 771, 772 dem ersten Drehaufbau 771, 772 in seiner Bewegung folgt und Feuerlöschmittel an dieselbe Stelle wie der erste Drehaufbau 771, 772 abgibt. Die jedem Joystick 619a, 619b zugeordnete Anzeige 618a, 618b wird verwendet, um dem Bediener die aktuelle Konfiguration der Steuereinheit 660 anzuzeigen, d.h. welcher Joystick 619a, 619b zur Steuerung welchen Drehaufbaus 771, 772 zu verwenden ist.

Ebenfalls in Fig. 26 gezeigt ist eine zusätzliche Bedienerchnittstelle 773, die einen zusätzlichen Joystick 774 und eine zusätzliche Anzeige 775 enthält. Die Bedienerchnittstelle 773 ist identisch mit den Bedienerchnittstellen 616 und funktioniert auf dieselbe Weise wie die Bedienerchnittstellen 616 mit der Ausnahme, dass sie über eine Kommunikationsverbindung drahtlos (z.B. über Funk) an das Steuersystem 612 gekoppelt ist. Das gewährleistet dem Bediener am Brandort eine bedeutende Beweglichkeit bei der Steuerung eines oder beider Drehaufbauten 771, 772. Alternativ kann die drahtlose Kommunikationsverbindung 26 unter Einsatz des Internets implementiert sein. Dadurch könnte der Bediener die Anzeige 148 an der Abfertigungsstation 116 oder Feuerwehreinrichtung sehen, um den Brandverlauf zu beobachten und

die Fernbedienschnittstelle 773 zur Steuerung eines oder beider Drehaufbauten 771, 772 zu verwenden. Gemeinden mit mehreren Feuerwehrstationen haben dadurch die Möglichkeit, dass ein Feuerwehrmann von irgendeiner Feuerwehrstation die Brandbekämpfung assistiert, ohne unbedingt zum Brandort fahren zu müssen.

5

Unter neuerlicher Bezugnahme auf Fig. 16 liefern die Anzeigen 618 in einer anderen Ausführungsform zwecks Bereitstellung eines verbesserten Bediener-Feedbacks eine Wiedergabe der Position und Ausrichtung des Drehaufbaus 610 in Bezug auf das restliche Fahrzeug 620. Wie zuvor angemerkt, ist es in manchen Fällen schwierig für einen Bediener, die genaue Lage und Ausrichtung des Drehaufbaus 610 zu sehen, beispielsweise weil Rauch die Sicht des Bedieners vernebelt oder weil sich der Bediener innerhalb eines Bedienerabteils des Feuerwehrfahrzeugs 620 befindet und die Position/Ausrichtung des Drehaufbaus 610 innerhalb des Bedienerabteils nicht zu sehen ist. Dieses Problem verstärkt sich, wenn das Steuersystem 612 nicht präzise auf die Bedieneranweisungen reagieren kann, weil der Wasserdruck so groß ist, dass die Antriebe 632 nicht die Kraft haben, dem Wasserdruck zu widerstehen und den Drehaufbau 610 zu bewegen.

Zur Ausschaltung dieses Problems wird die von den Positionssensoren 634 erfasste Echtzeit-Position des Drehaufbaus 610 von der Steuereinheit 660 zur Berechnung der Position und Ausrichtung der Arme 626-630 sowie der Düse 631 verwendet. Auf Basis dieser Informationen generiert die Steuereinheit 660 Bilddaten für eine der beiden Anzeigen 618, wodurch die Anzeige 618 eine Wiedergabe der Position und Ausrichtung jedes Arms 626, 628, 630 des Drehaufbaus 610 in Bezug auf das Feuerwehrfahrzeug 620 liefert. Zur Anzeige der Position und Ausrichtung der Düse 631 und der Position und Ausrichtung der Arme 626-630 können mehrere Anzeigebereiche verwendet werden. Alternativ kann eine einzige 3-D-Wiedergabe angezeigt werden. Vorzugsweise können Bedienungseingaben empfangen werden, die eine Beobachtung des Drehaufbaus 610 und des Fahrzeugs 620 von verschiedenen Winkeln aus gestatten. Ein Sensor (z.B. eine Dualkamera oder eine Ultraschallanordnung) kann zur Sammlung von Daten verwendet werden, die zur Anzeige anderer Objekte wie Gebäude (im Fall von gemeindeeigenen Feuerwehrfahrzeugen) oder Flugzeugen (im Fall von ARFF-Fahrzeugen) an der Anzeige 618 verwendbar sind.

In einer anderen, in Fig. 27 veranschaulichten Ausführungsform enthält die Steuereinheit 660 eine Drehaufbaudurchsatz-Rückkopplungsschleife 781 wie dargestellt. Die Drehaufbaudurchsatz-Rückkopplungsschleife 781 wird zur Aufrechterhaltung eines konstanten Feuerlöschmittel-Durchsatzes von der Düse 631 durch Abstimmung verschiedener Fahrzeugparameter verwendet. Eine Anzahl von Fahrzeugparametern kann variieren und infolgedessen eine Veränderung des Feuerlöschmittel-Durchsatzes bewirken. Beispielsweise pumpt das Feuerwehrauto 620 in einer Pump- und Rollsituation Wasser und bewegt sich gleichzeitig (z.B. um das Feuerwehrauto 620 näher zum Feuer zu bringen). Die sich verändernde Motordrehzahl und Kraftverteilung an das Antriebsgetriebe bewirkt Druckveränderungen, die ihrerseits bedeutende Veränderungen des Durchsatzes mit sich bringen. Die Durchsatz-Regelschleife 781 stellt den Durchsatz so ein, dass er konstant bleibt, auch wenn die Motordrehzahl variiert.

Gemäß Block 782 in Fig. 27 wird Information über eine Bedienungseingabe betreffend den Durchsatz gespeichert. Wie mit dem Block 782 angegeben wird, ist der gewünschte Durchsatz kontinuierlich einstellbar, um einen weiten Bereich von verfügbaren Durchsätzen zu ermöglichen. Ein Rückkopplungssensor 783 ermittelt ein Durchsatz-Feedback. Der Rückkopplungssensor 783 kann ein Durchsatzsensor sein, der beispielsweise eine Feuerlöschmittel-Restmenge überwacht. Ein visuelles Feedback (z.B. ein angezeigter Durchsatz) kann dann dem Bediener unter Verwendung der Anzeigen 618 geliefert werden.

In einer anderen Ausführungsform ist das Drehaufbau-Steuersystem 612 zumindest teilweise selbstkalibrierend. Wird eine mechanische Komponente des Drehaufbaus 610 ausgetauscht (wie einer der Arme 626-630, ein Positionssensor 634 oder ein Endschalter 636), rekali-

sich das Steuersystem 612 selbst vor Ort unter minimalem Geräteaufwand. Um beispielsweise einen neuen Positionssensor 634 zu kalibrieren, liefert die Steuereinheit 660 Steuersignale an den entsprechenden Antrieb 632, um zu veranlassen, dass der Antrieb 632 den Drehaufbau 610 zu beiden Bewegungslimits für die Achse bewegt, in welcher der Positionssensor 634 neu platziert wurde. Wird also der Positionssensor 634f ausgetauscht, liefert die Steuereinheit 660 an den Antrieb 632f Steuersignale, die bewirken, dass der Antrieb 632f den Drehaufbau-Arm 630 voll nach rechts und dann voll nach links bewegt. Der neue Positionssensor 634f wird dann durch Überwachen der Ausgaben des Positionssensor 634f an den Bewegungslimits und Speichern dieser Informationen kalibriert.

In der gesamten Beschreibung sind zahlreiche Vorteile von bevorzugten Ausführungsformen dargelegt. Selbstverständlich ist es natürlich möglich, die hierin enthaltenen Lehren so anzuwenden, dass nicht unbedingt dieselben Vorteile erzielt werden. Darüber hinaus ist, auch wenn viele Merkmale in Zusammenhang mit einem Fahrzeug-Steuersystem mit mehreren durch ein Netz verbundenen Modulen beschrieben sind, klar erkennbar, dass solche Merkmale auch in Zusammenhang mit anderen Hardware-Konfigurationen implementiert werden können. Weiters müssen, auch wenn verschiedene Figuren eine Serie von nacheinander ausgeführt Schritten zeigen, die in den Figuren gezeigten Schritte im Allgemeinen nicht in einer bestimmten Reihenfolge ausgeführt werden. In der Praxis werden beispielsweise modulare Programmierstechniken verwendet, und daher können manche Schritte im Wesentlichen gleichzeitig realisiert werden. Darüber hinaus können sich manche der gezeigten Schritte wiederholen, wobei bestimmte Schritte häufiger ausgeführt werden als andere. Alternativ kann es in manchen Situationen wünschenswert sein, die Schritte in einer anderen Reihenfolge als dargestellt auszuführen.

Wie zuvor erwähnt, dienen Konstruktion und Anordnung der Elemente des in den bevorzugten und anderen Ausführungsbeispielen gezeigten Drehaufbau-Steuersystems 612 nur zur Illustration. Es sind zwar nur einige Ausführungsformen detailliert beschrieben, doch sind für den Fachmann viele Modifikationen.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Steuern der Bewegung eines, mit zumindest zwei miteinander schwenkbar verbundenen Armen versehenen Drehaufbaus auf einem Feuerwehrfahrzeug, bei welchem Verfahren Bedienereingaben, die zur Generierung erster Steuersignale zur Steuerung der Bewegung des Drehaufbaus verwendbar sind, erfasst werden, wobei die Bedienereingaben gegebenenfalls die Bewegung des Drehaufbaus derart dirigieren, dass der Drehaufbau gegen ein Hindernis, insbesondere das Feuerwehrfahrzeug, stoßen kann, *dadurch gekennzeichnet*, dass Informationen über eine zulässige Weg-Einhüllende, die einen zulässigen Bewegungsbereich definiert, welcher kleiner als der Gesamtbewegungsbereich des Drehaufbaus ist, in einer Mikroprozessor-basierten Drehaufbausteuereinheit gespeichert werden, dass nach Empfang eines Bedienereingabebefehls für die Bewegung des Drehaufbaus längs einer bestimmten Wegstrecke diese bestimmte Wegstrecke mit den Informationen über die zulässige Weg-Einhüllende verglichen wird, dass mit Hilfe der Mikroprozessor-basierten Drehaufbausteuereinheit festgestellt wird, dass der Drehaufbau aufgrund der Bedienereingaben gegen das Hindernis stoßen kann, und in Reaktion hierauf zweite Steuersignale, die von den ersten Steuersignalen verschieden sind, erzeugt werden, wobei diese zweiten Steuersignale die Bewegung des Drehaufbaus derart dirigieren, dass der Drehaufbau nicht gegen das Hindernis stößt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Drehaufbau zu einem Abgabeziel gebracht und ein Feuerlöschmittel vom Drehaufbau auf das Abgabeziel abgegeben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass die zulässige Weg-

Einhüllende einen dreidimensionalen Raum enthält, der vom Feuerwehrfahrzeug eingenommen wird.

- 5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass die zulässige Weg-Einhüllende eine Struktur enthält, die nicht Teil des Feuerwehrfahrzeugs ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Drehaufbau im Wesentlichen nahe einer Grenze der zulässigen Weg-Einhüllenden gestoppt wird.
- 10 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Drehaufbau entlang eines Randes der zulässigen Weg-Einhüllenden bewegt wird, wenn die befohlene Wegstrecke den Drehaufbau veranlassen würde, die zulässige Weg-Einhüllende zu verlassen.
- 15 7. Drehaufbau-Steuersystem (612) für ein Feuerwehrfahrzeug (620) mit einem Drehaufbau (610), der mit zumindest zwei miteinander schwenkbar verbundenen Armen (626, 628, 630) und einer daran angebrachten Feuerlöschmittel-Düse (613) ausgebildet ist, mit einem Antriebssystem (632) für den Drehaufbau (610) bzw. die Düse (613) und mit einer Steuereinheit (660), *dadurch gekennzeichnet*, dass die Steuereinheit (660) eine Mikroprozessorbasierte Steuereinheit ist, die Informationen betreffend eine zulässige Weg-Einhüllende (618) speichert, die einen zulässigen Bewegungsbereich definiert, welcher kleiner als der Gesamtbewegungsbereich (615) des Drehaufbaus (610) ist, dass die Steuereinheit (660) programmiert ist, um Bedienereingaben für die Bewegung des Drehaufbaus (610) längs einer bestimmten Wegstrecke zu empfangen und um diese Wegstrecke mit den Informationen betreffend die zulässige Weg-Einhüllende (618) zu vergleichen, um Steuersignale für das Antriebssystem (632) zu erzeugen, die den Drehaufbau (610) veranlassen, sich auf eine Art zu bewegen, die als Reaktion auf Informationen, dass sich der Drehaufbau (610) in der Nähe eines Hindernisses befindet, von der gewünschten Art der Bewegung abweicht.
- 20 25 30 8. System nach Anspruch 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass die gesonderten Steuersignale die Bewegung des Drehaufbaus (610) verlangsamen, wenn sich der Drehaufbau (610) der Position nähert, in der der Drehaufbau (610) gegen das Feuerwehrfahrzeug (620) stoßen würde.
- 35 9. Steuersystem nach Anspruch 7 oder 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine Mehrzahl von Mikroprozessor-basierten Schnittstellenmodulen (613) über eine Energieübertragungsleitung mit einer Energiequelle sowie weiters über ein Kommunikationsnetzwerk (60) miteinander und über entsprechende feste Kommunikationsverbindungen mit einer Eingabe- und Ausgabegeräten (614) verbunden sind, wobei die Schnittstellenmodulen (613) ein oder mehrere Schnittstellenmodul(e) enthalten, das bzw. die mit Positionssensoren (634), dem Antriebssystem (632) und einem mit einer Bedienerschnittstelle (616) verbundenen Eingabegerät verbunden ist bzw. sind, dass die Schnittstellenmodule (613), die Eingabegeräte und die Ausgabegeräte (614) über das gesamte Feuerwehrfahrzeug (620) verteilt sind, wobei ein jeweiliges Schnittstellenmodul (613) örtlich in Bezug auf die entsprechenden Eingabe- und Ausgabegeräte (614) angeordnet ist, mit denen das jeweilige Schnittstellenmodul (613) verbunden ist, um eine verteilte Datensammlung von der Mehrzahl von Eingabegeräten und eine verteilte Energieverteilung zur Mehrzahl von Ausgabegeräten zu ermöglichen, und dass ein oder mehrere Schnittstellenmodul(e) (613) Informationen von den Positionssensoren (634) verarbeitet bzw. verarbeiten, um einen drohenden Zusammenstoß des Drehaufbaus (610) mit einem Hindernis auf einem Weg des Drehaufbaus (610) zu detektieren und als Reaktion die Bewegung des Drehaufbaus (610) zur Verhinderung des Zusammenstoßes mit dem Hindernis zu begrenzen.
- 40 45 50 55

Hiezu 25 Blatt Zeichnungen



österreichisches
patentamt

Blatt: 1

AT 500 436 B1 2008-02-15

Int. Cl.⁸:

A62C 27/00 (2006.01)

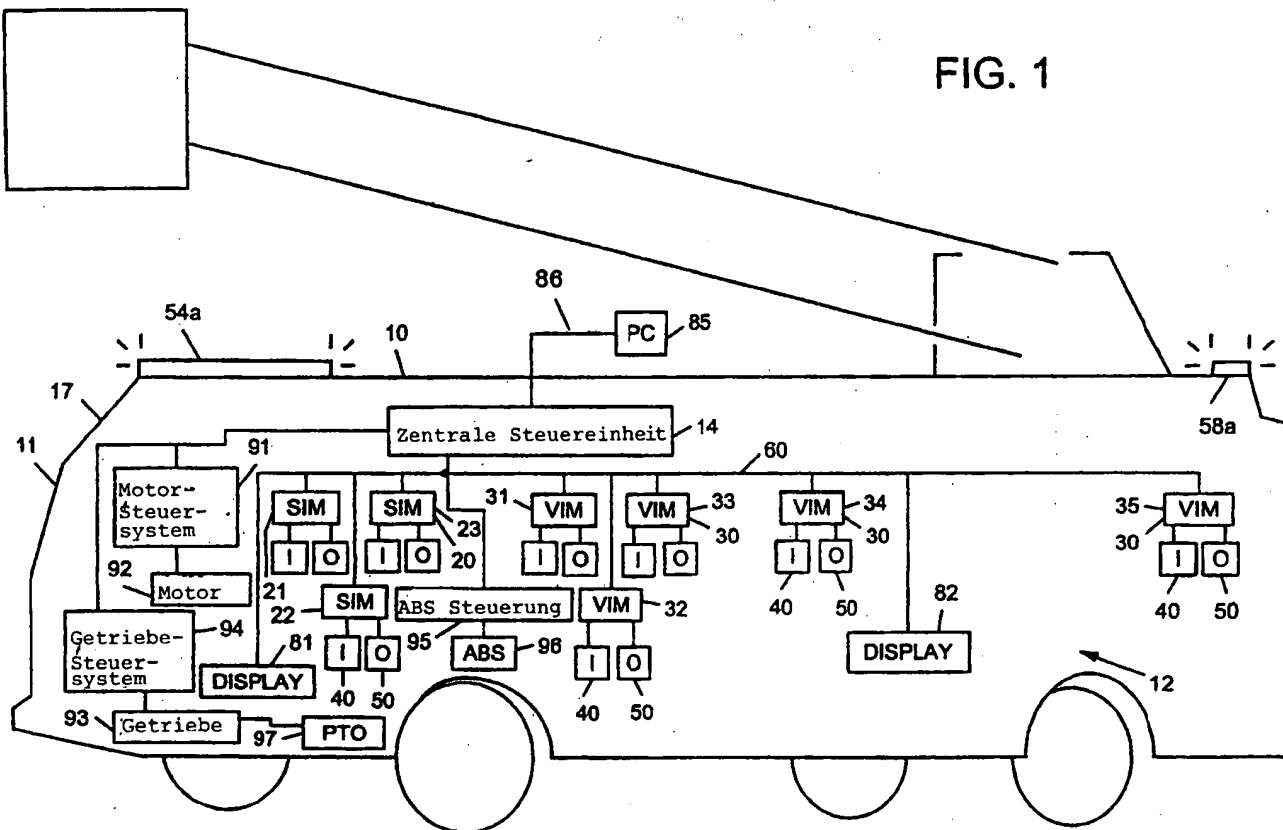
A62C 37/00 (2006.01)

A62C 31/00 (2006.01)

B60R 16/02 (2006.01)

G05D 3/00 (2006.01)

FIG. 1





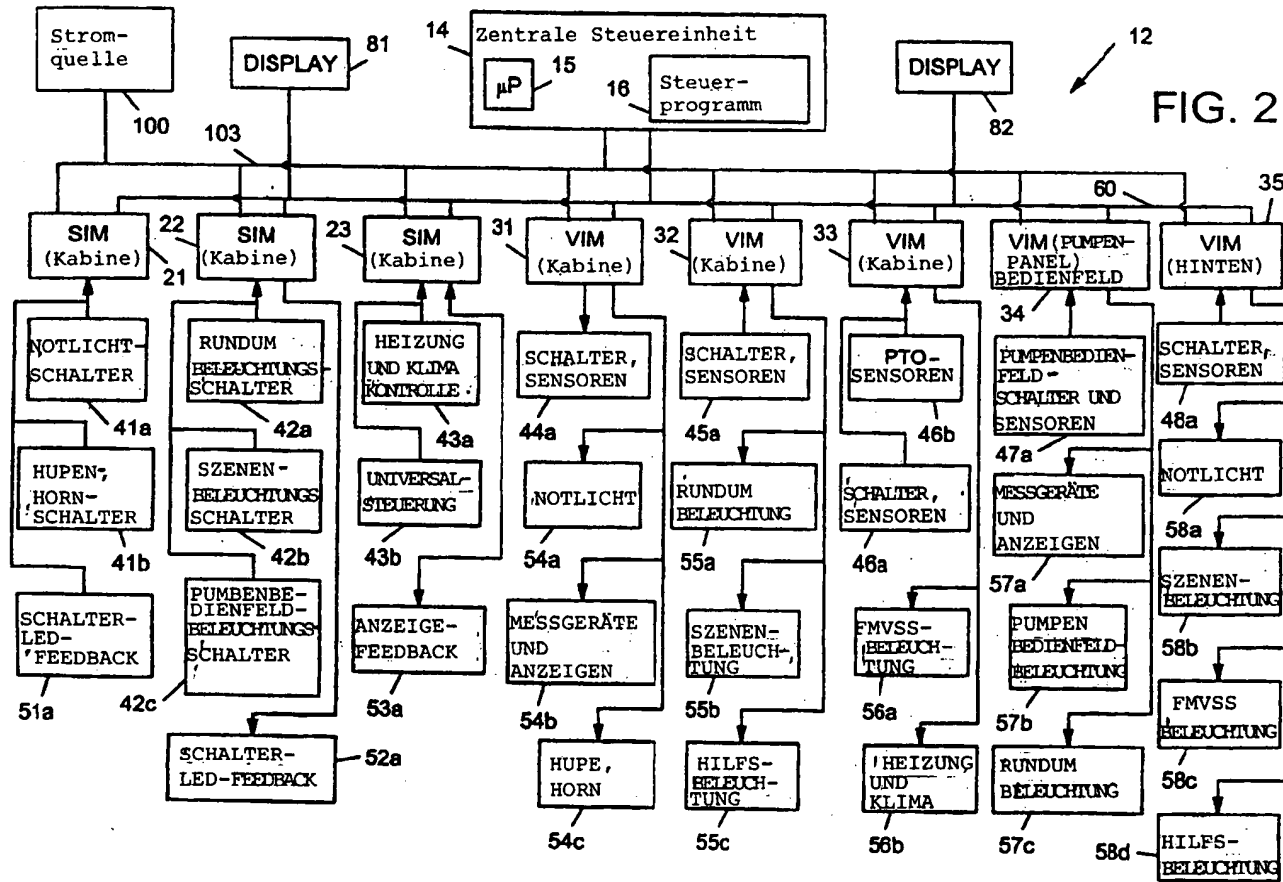
österreichisches
patentamt

Blatt: 2

Int. Cl. 8:

A62C 27/00 (2006.01)
A62C 37/00 (2006.01)
A62C 31/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
G05D 31/00 (2006.01)

AT 500 436 B1 2008-02-15





österreichisches
patentamt

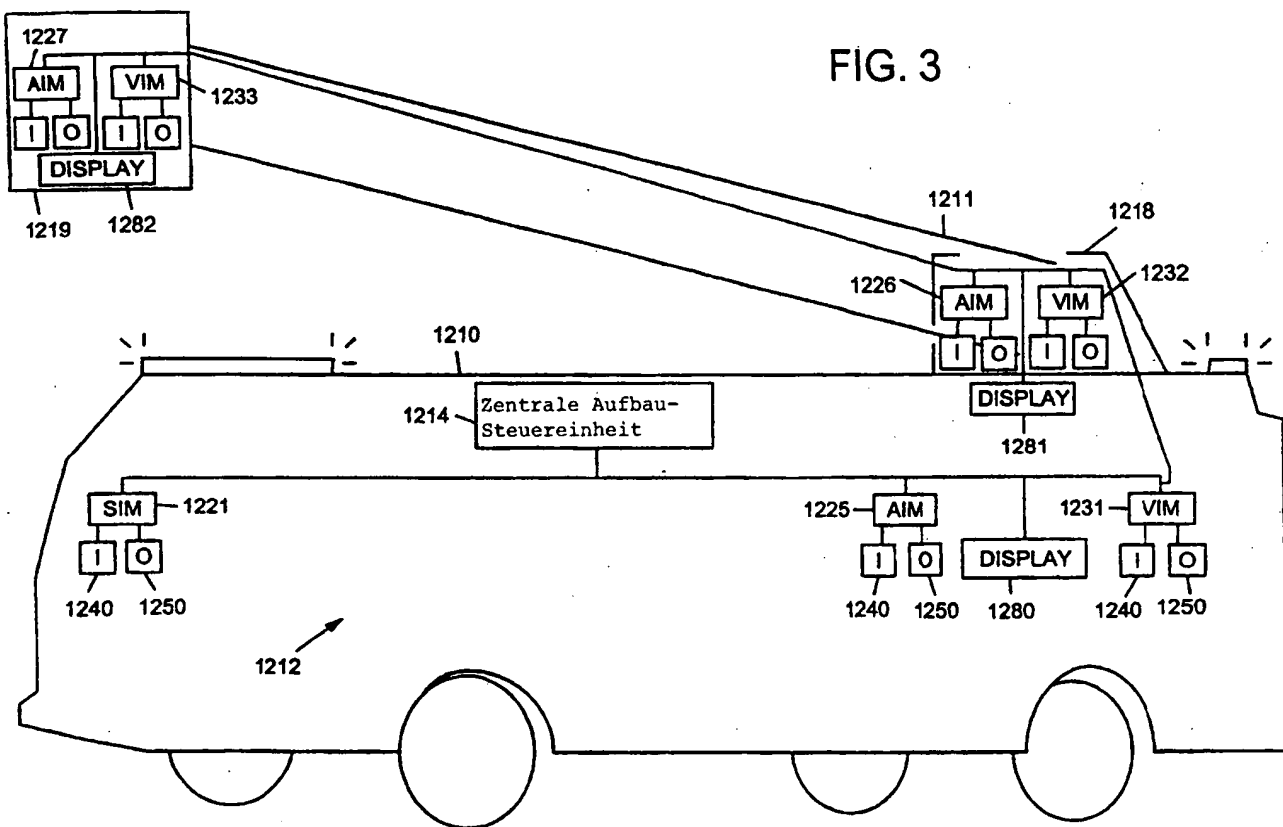
Blatt: 3

AT 500 436 B1 2008-02-15

Int. Cl.⁸:

A62C 27/00 (2006.01)
A62C 37/00 (2006.01)
A62C 31/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)

FIG. 3





österreichisches
patentamt

Blatt: 4

Int. Cl.⁸:

A62C 27/00 (2006.01)
A62C 37/00 (2006.01)
A62C 31/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)

AT 500 436 B1 2008-02-15

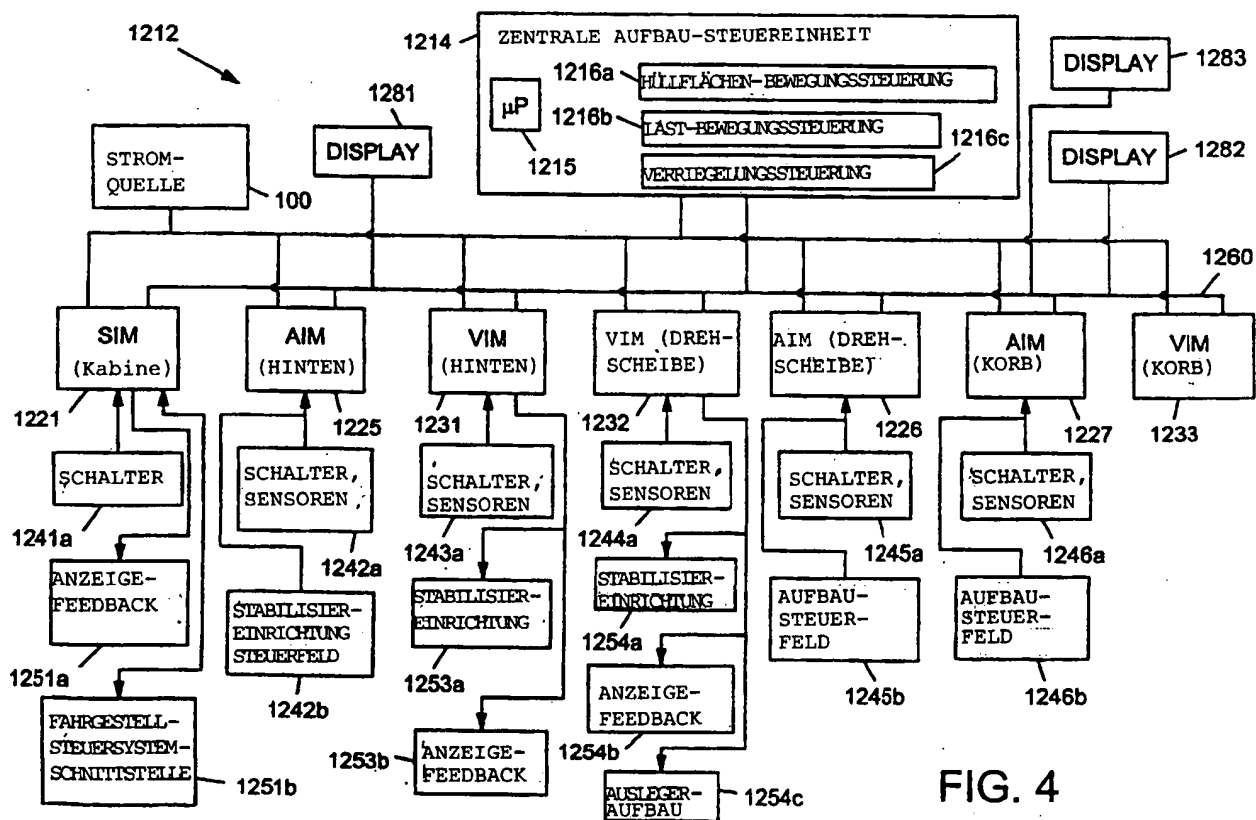


FIG. 4



österreichisches
patentamt

Blatt: 5

AT 500 436 B1 2008-02-15

Int. Cl.⁸:

A62C 27/00 (2006.01)
A62C 37/00 (2006.01)
A62C 31/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)

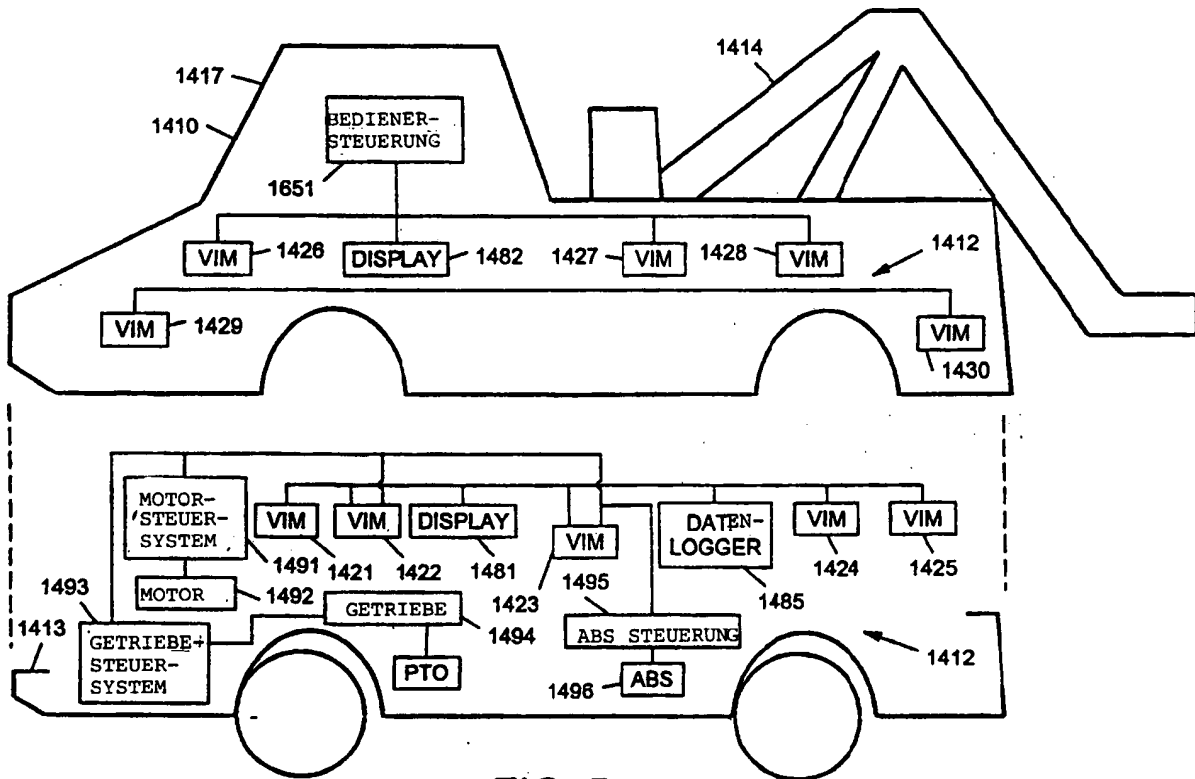


FIG. 5



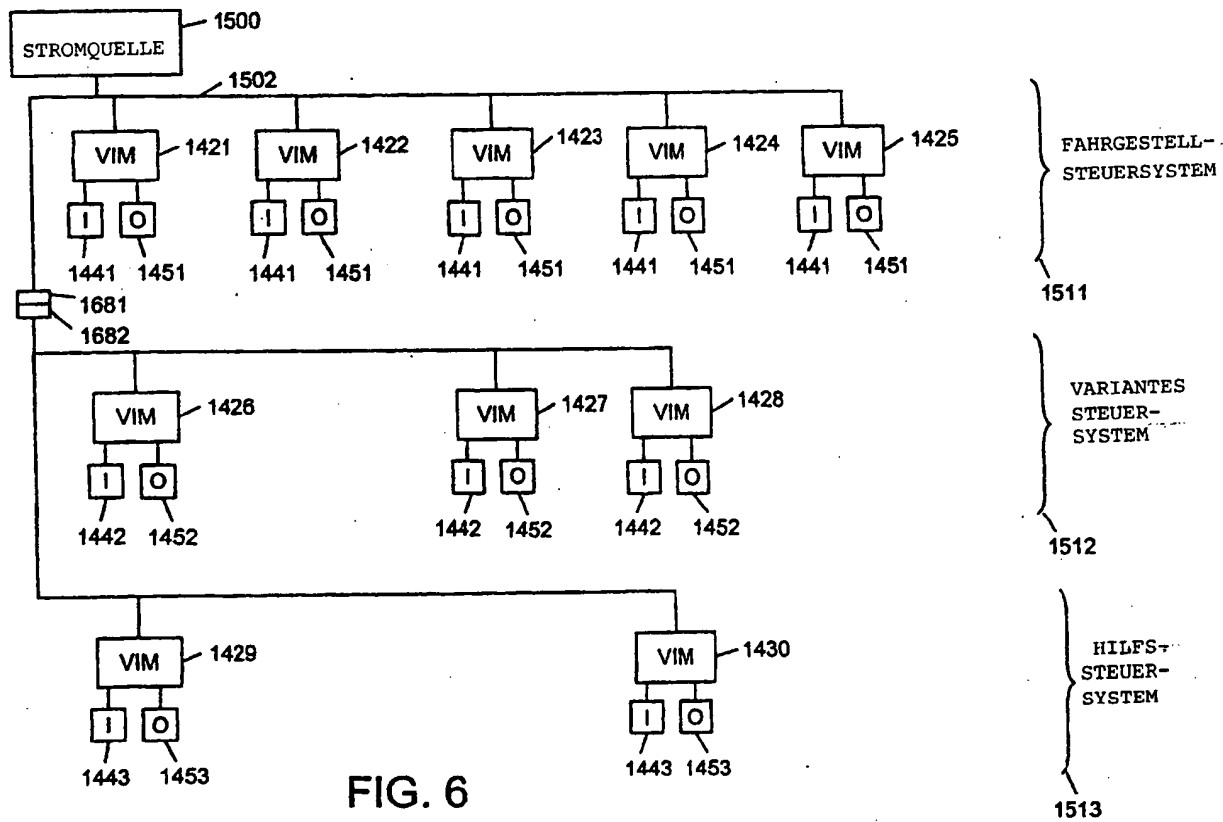
österreichisches
patentamt

Blatt: 6

Int. Cl.⁸:

A62C 27/00 (2006.01)
A62C 37/00 (2006.01)
A62C 31/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)

AT 500 436 B1 2008-02-15





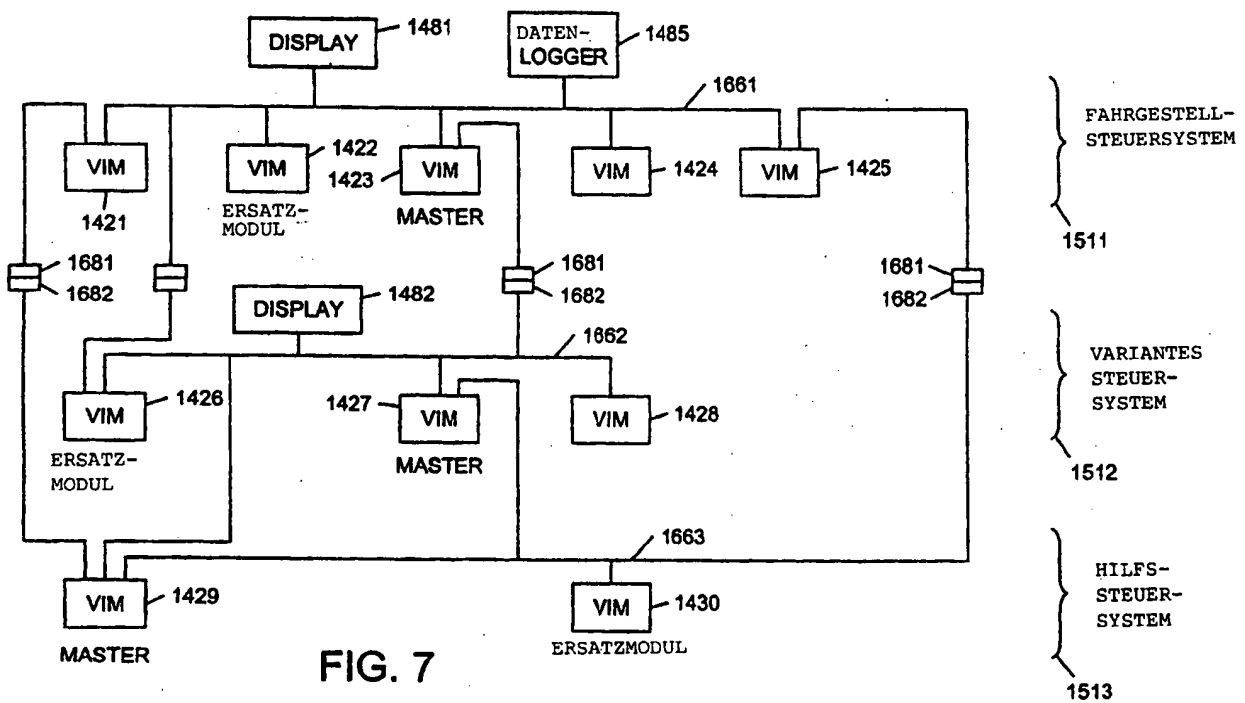
österreichisches
patentamt

Blatt: 7

AT 500 436 B1 2008-02-15

Int. Cl.⁸:

A62C 27/00 (2006.01)
A62C 37/00 (2006.01)
A62C 31/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)





Int. Cl.⁸: A62C 27/00 (2006.01)
A62C 37/00 (2006.01)
A62C 31/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)

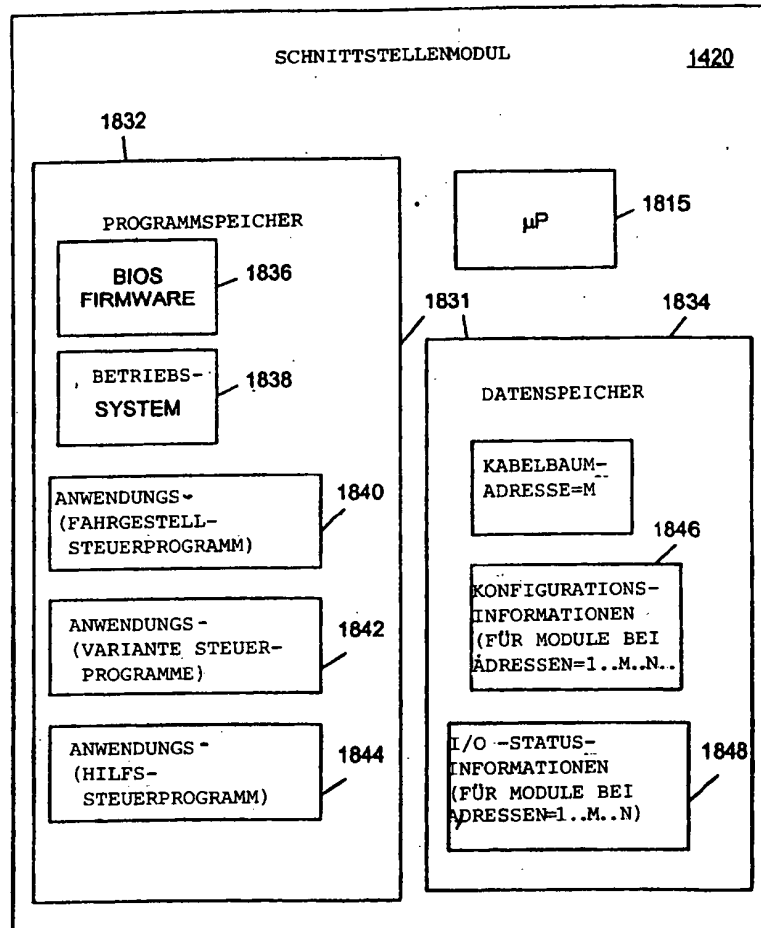
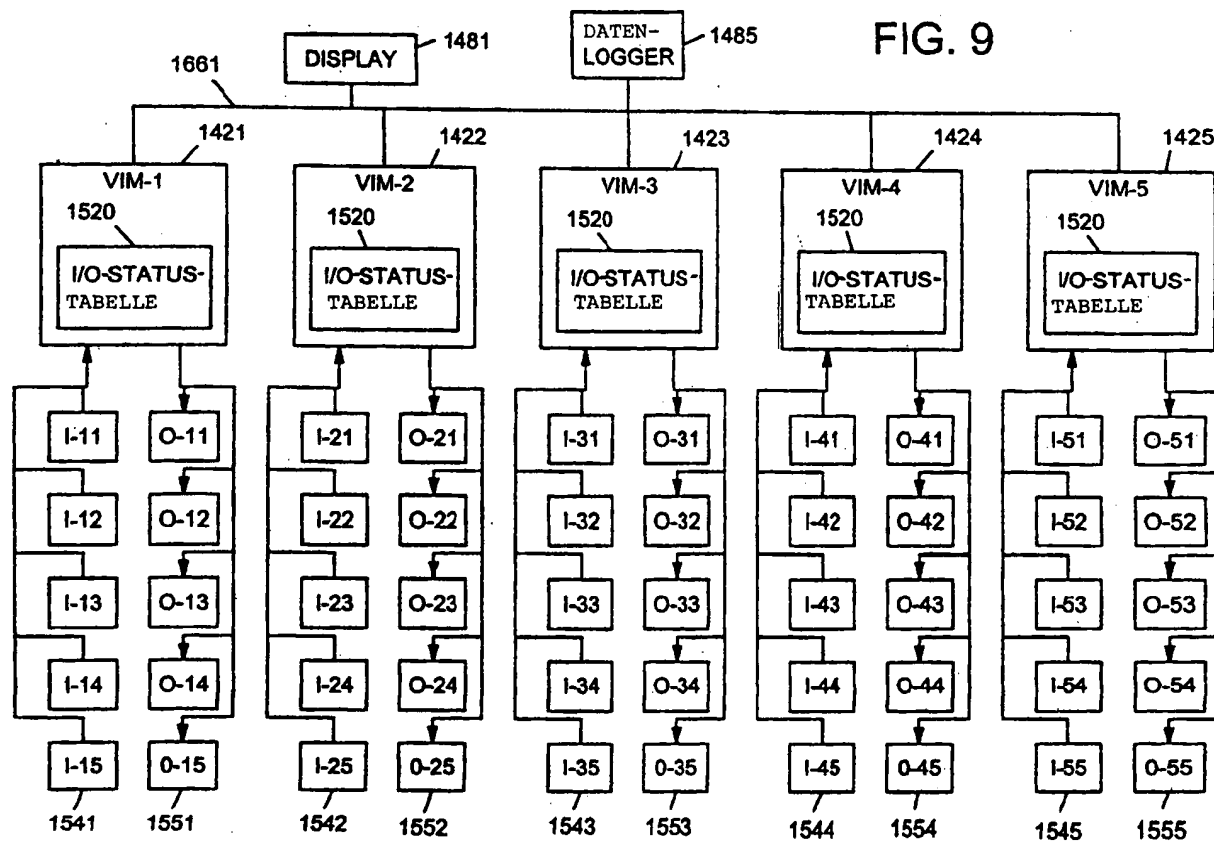


FIG. 8



FIG. 9



1520

I-11	I-12	I-13	I-14	I-15	IM-11	O-11	O-12	O-13
O-14	O-15	I-21	I-22	I-23	I-24	I-25	IM-21	IM-22
O-21	O-22	O-23	O-24	O-25	I-31	I-32	I-33	I-34
I-35	O-31	O-32	O-33	O-34	O-35	I-41	I-42	I-43
I-44	I-45	IM-41	O-41	O-42	O-43	O-44	O-45	I-51
I-52	I-53	I-54	I-55	O-51	O-52	O-53	O-54	O-55

FIG. 10

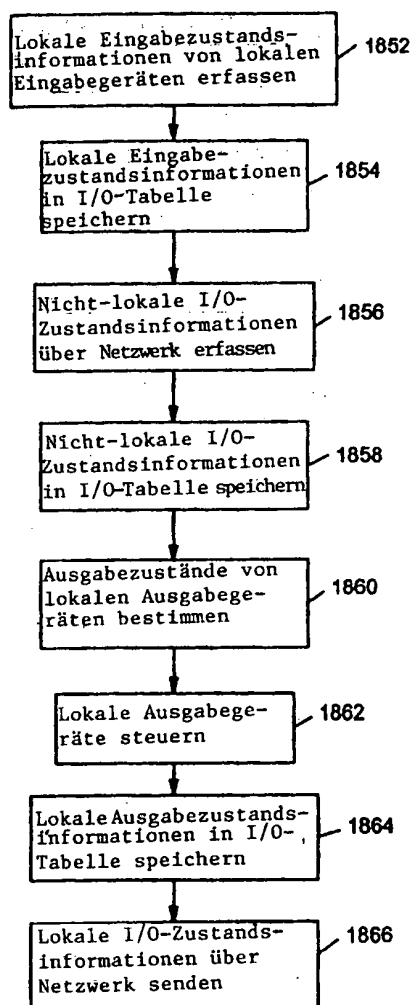


FIG. 11

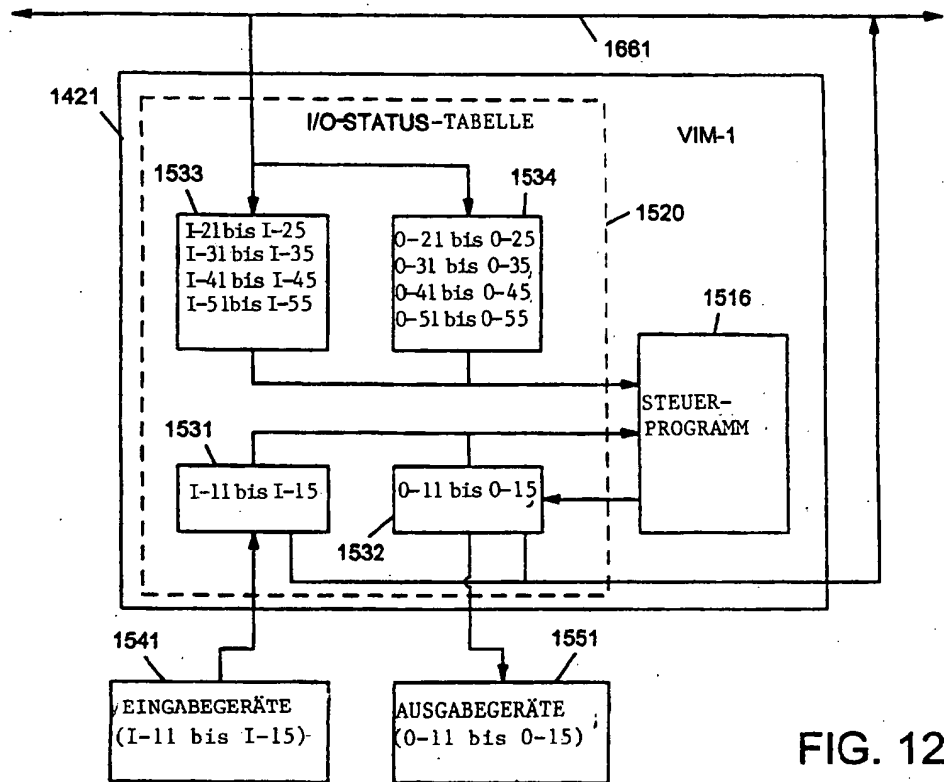


FIG. 12

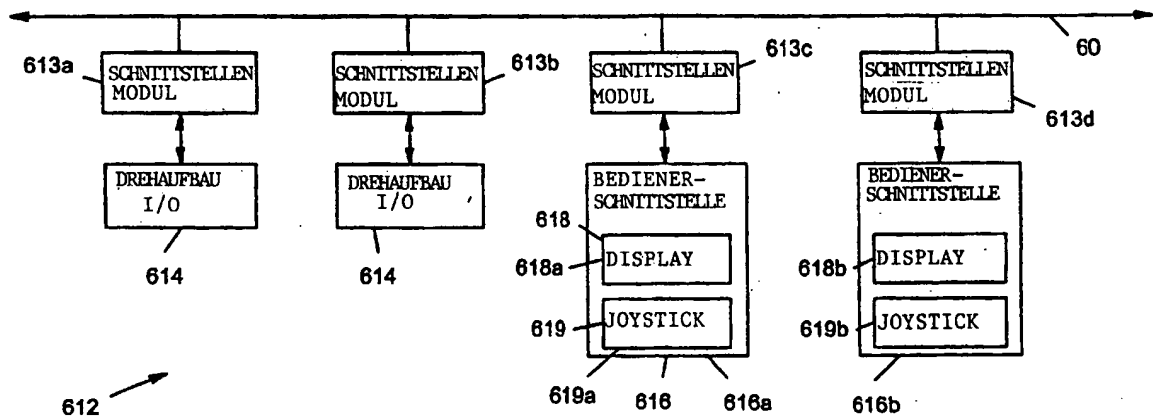


FIG. 13



österreichisches
patentamt

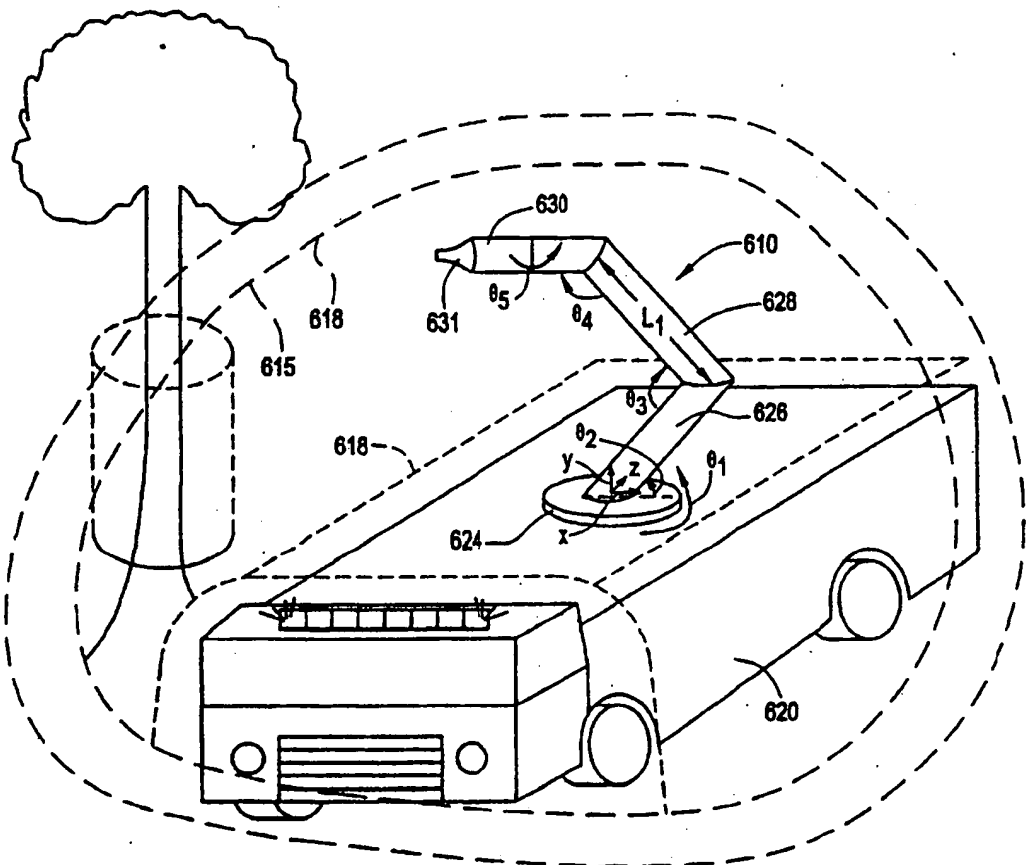
Blatt: 14

AT 500 436 B1 2008-02-15

Int. Cl.⁸:

A62C 27/00 (2006.01)
A62C 37/00 (2006.01)
A62C 31/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)

FIG. 14



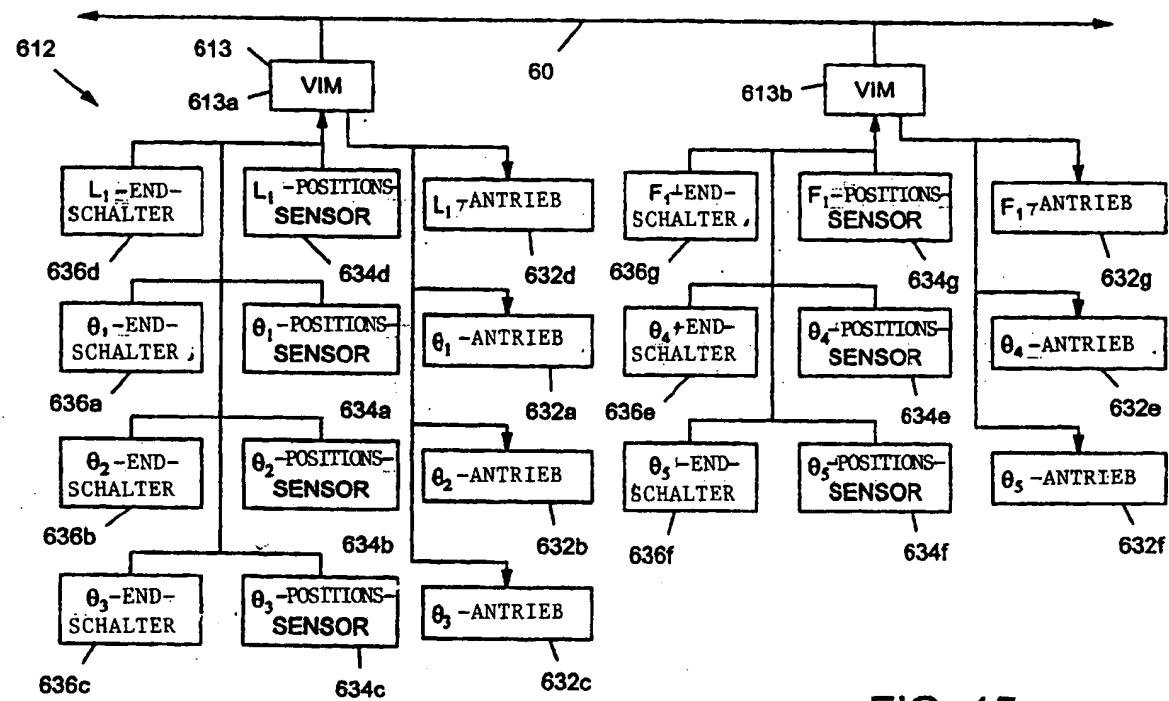


FIG. 15



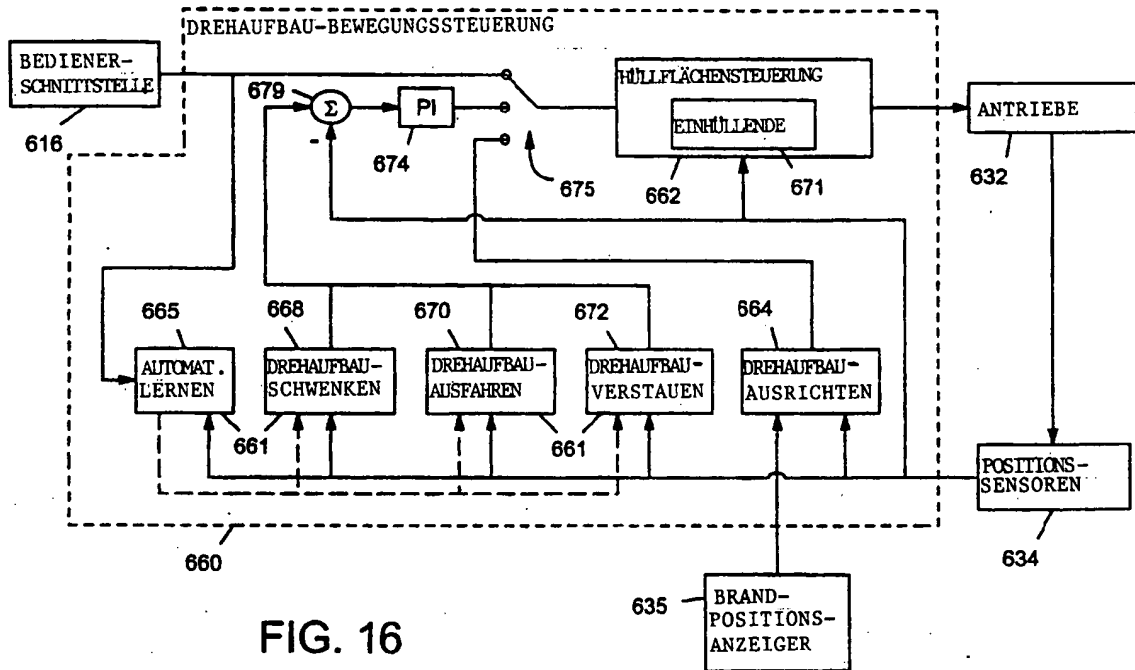
österreichisches
patentamt

Blatt: 16

Int. Cl.⁸:

A62C 27/00 (2006.01)
A62C 37/00 (2006.01)
A62C 31/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)

AT 500 436 B1 2008-02-15



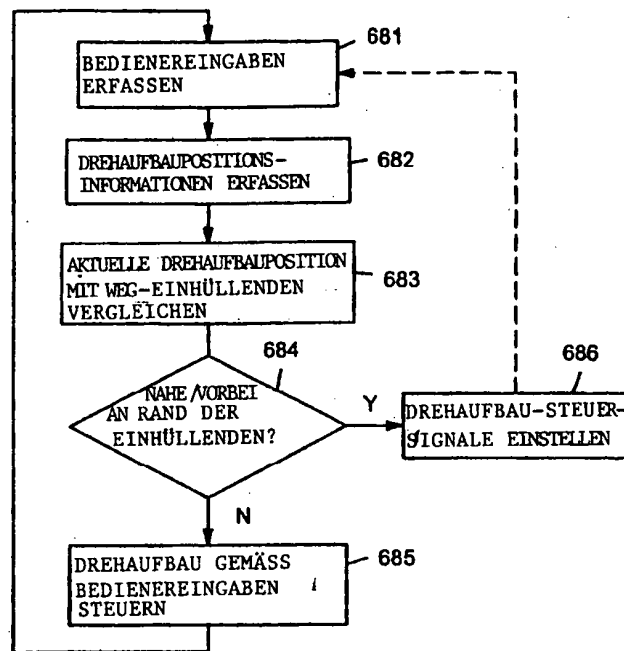


FIG. 17

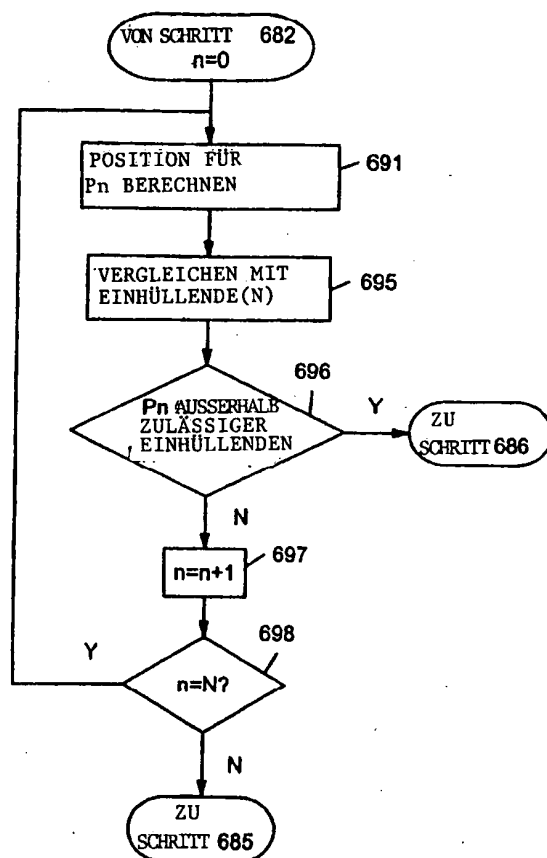


FIG. 18

Int. Cl.⁸: **A62C 27/00** (2006.01)
A62C 37/00 (2006.01)
A62C 31/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)

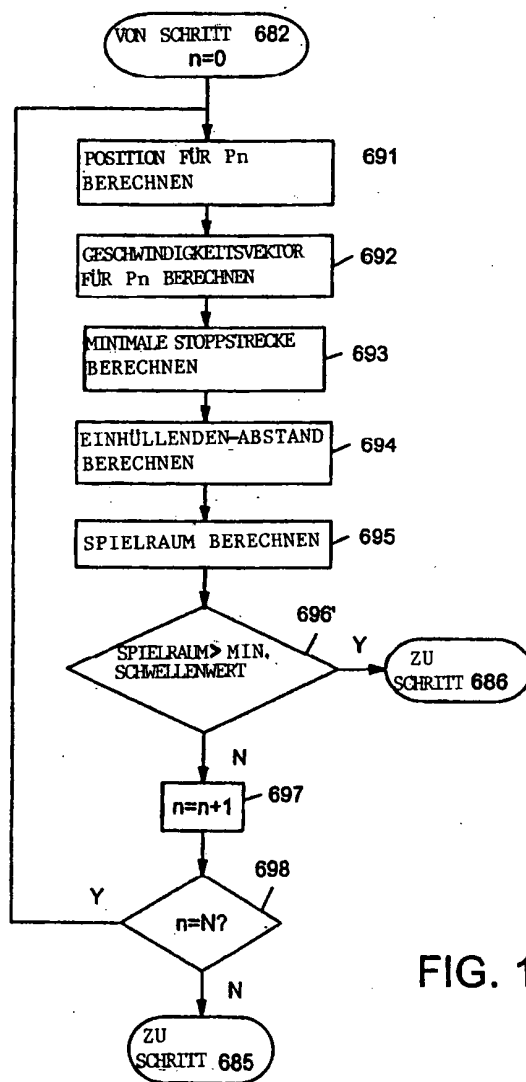


FIG. 19

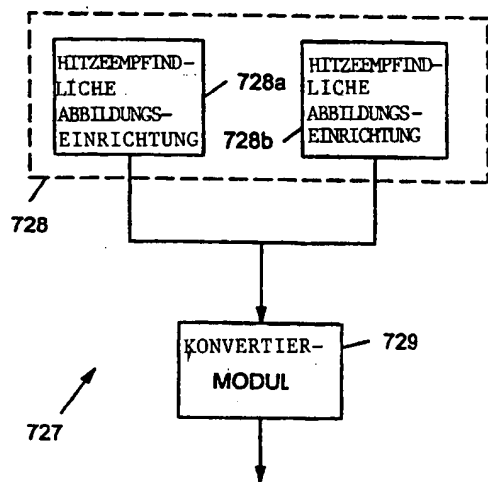


FIG. 20

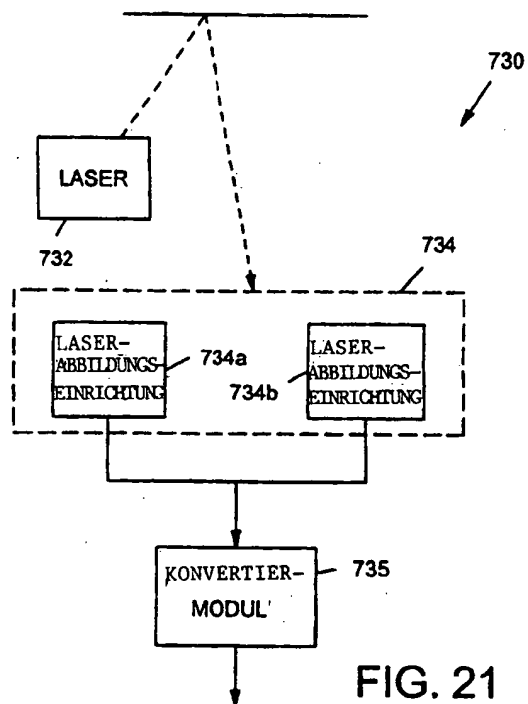


FIG. 21



Int. Cl.⁸: A62C 27/00 (2006.01)
A62C 37/00 (2006.01)
A62C 31/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)

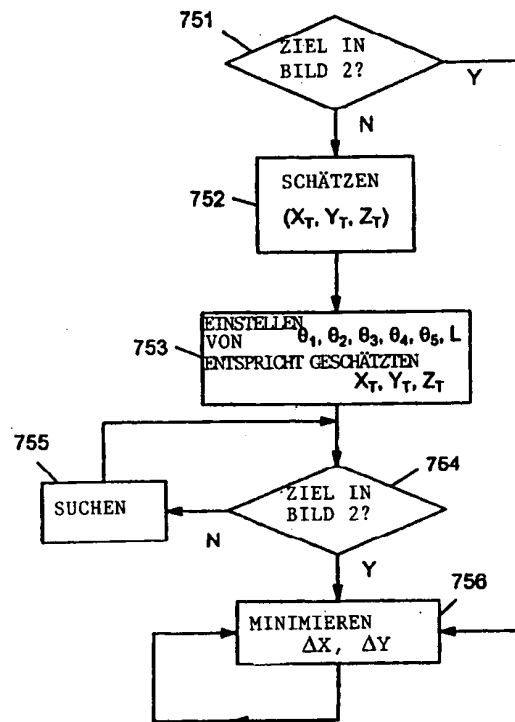


FIG. 22



Int. Cl.⁸: **A62C 27/00** (2006.01)
A62C 37/00 (2006.01)
A62C 31/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)

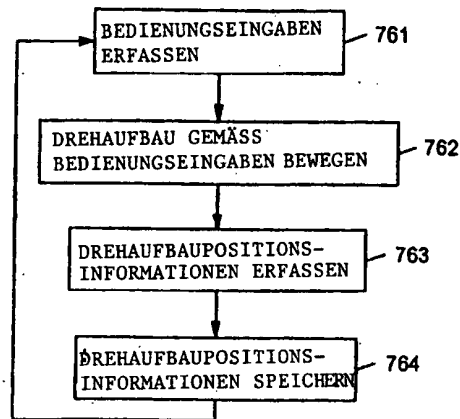


FIG. 23

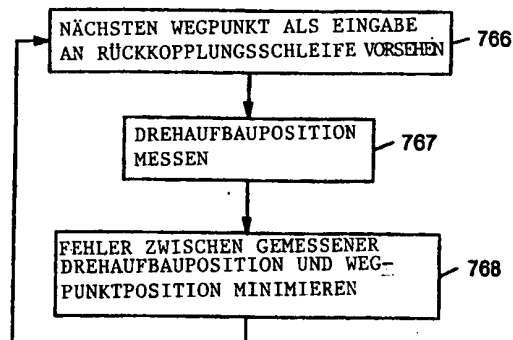
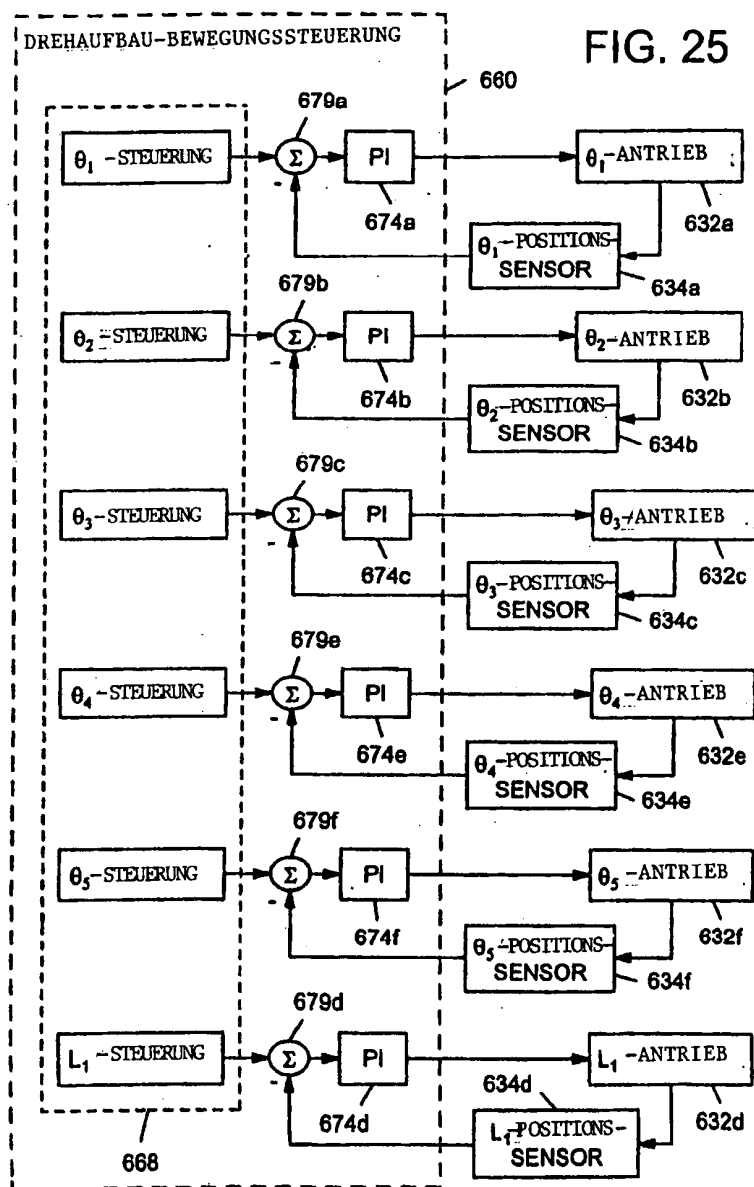


FIG. 24



Int. Cl.⁸: A62C 27/00 (2006.01)
A62C 37/00 (2006.01)
A62C 31/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)





Int. Cl.⁸: **A62C 27/00** (2006.01)
A62C 37/00 (2006.01)
A62C 31/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)

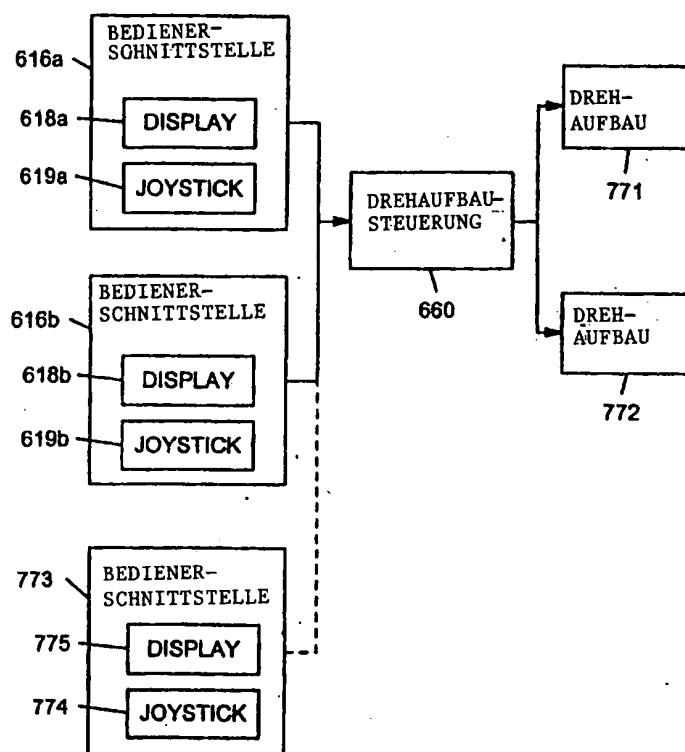


FIG. 26

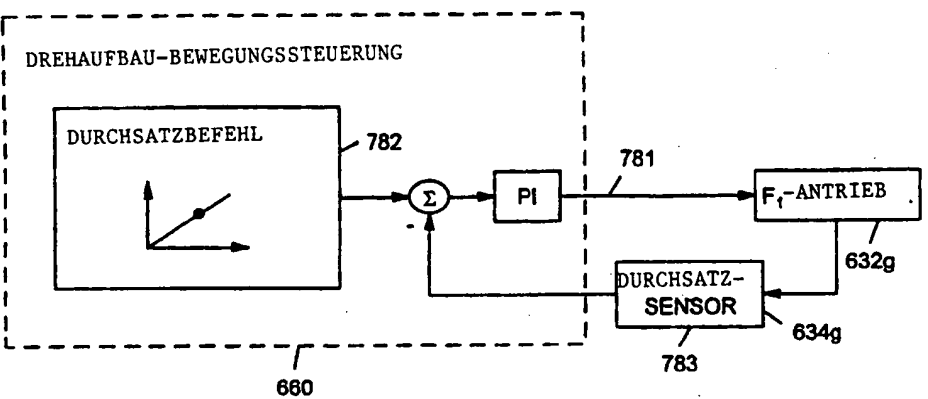


FIG. 27