

(21) WP B 66 C / 318 549 1

(22) 02.08.88

(44) 20.12.89

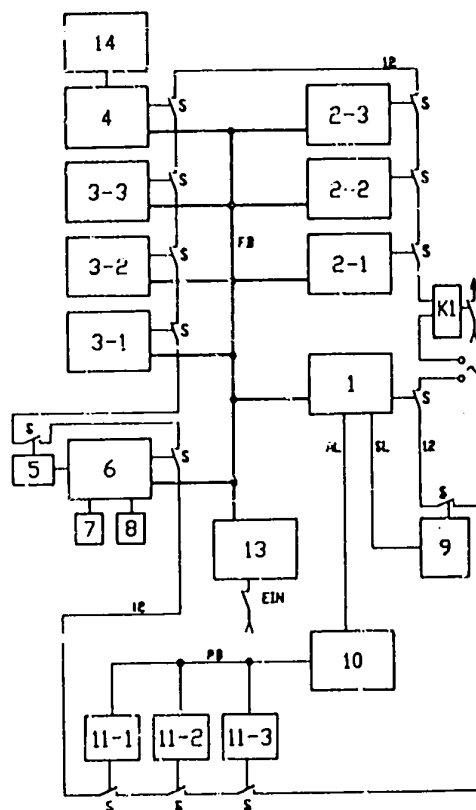
(71) VEB Verlade- und Transportanlagen Leipzig „Paul Fröhlich“, Anton-Zickmantel-Straße 50, Leipzig, 7034, DD

(72) Schniertosch, Thomas, Dipl.-Ing.; Hermann, Andreas, Dipl.-Ing.; Vollert, Lüder, Dr.-Ing., DD

(54) Schaltungsanordnung zur Steuerung von Kranen

(55) Schaltungsanordnung, Steuerung, Krane, Zentrales Steuermodul, Zweidrahtleitungsverbindung, Antriebs-Steereinheiten, Sicherheits- und Meßkomplexe, Lastaufnahmemittelsteuerung Interface- und Kommunikationskomplex, Flursteuertableau, Leitreechner, Flur-Bedienstationen

(57) Ziel der Erfindung ist eine universell einsetzbare Schaltungsanordnung mit geringem Material- und Installationsaufwand und hoher Betriebssicherheit. Aufgabe der Erfindung ist eine einfacher verkabelte Schaltungsanordnung, die mit geringem Konstruktionsaufwand nach unterschiedlichen Anforderungen modifizierbar ist und somit eine flexible Automatisierung von Kranen in unterschiedlichen Ausbaustufen zuläßt. Erfindungsgemäß ist an ein über eine serielle Zweidrahtleitung mit Antriebs-Steereinheiten, Sicherheits- und Meßkomplexen und einer Lastaufnahmemittelsteuerung verbundenes Zentrales Steuermodul ein Interface- und Kommunikationskomplex mit Kransteuereinheit, Tastatur und Monitor zur manuellen Eingabe und Erfassung von Automatikaufträgen und Kranführerinformationen und/oder ein Flursteuertableau für manuellen Betrieb und/oder ein Leitreechner für verschiedene komplexe Automatikbetriebsarten ankoppelbar. An den Leitreechner sind im Flurbereich festinstallierte Bedienstationen anschließbar. Die Module der Schaltungsanordnung sind über Schalter in eine Sicherheitsleitung eingebunden. Figur



Patentansprüche:

1. Schaltungsanordnung zur Steuerung von Kranen, **dadurch gekennzeichnet**, daß an ein über eine serielle Zweidrahtleitung mit Antriebs-Steuereinheiten (3), Sicherheits- und Meßkomplexen (2) sowie einer Lastaufnahmemittelsteuerung (4) verbundenes Zentrales Steuermodul (1) ein manuelle Steuerbefehle von einer Kransteuereinheit (5) erfassender Interface- und Kommunikationskomplex (6) mit Tastatur (7) und Monitor (8) zur Eingabe von Automatikaufträgen und Kranführerinformationen und/oder über serielle Zweidrahtleitungen ein intelligentes Flursteuertableau (9) für manuellen Betrieb und/oder für verschiedene komplexe Automatikbetriebsarten ein Leitreechner (10) ankoppelbar sind, wobei an den Leitreechner (10) über serielle Zweidrahtleitungen im Flurbereich festinstallierte Bedienstationen (11) anschließbar sind, und daß die Elemente der Schaltungsanordnung, ausgenommen Monitor (8), Tastatur (7) und Leitreechner (10), jeweils über einen Schalter (5) mit einer Sicherheitsleitung (12) in Verbindung stehen.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kran ein gesondertes Steuertableau aufweist, das mittels einer separaten seriellen Zweidrahtleitung an den Leitreechner (10) angeschlossen ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die den Sicherheits- und Meßkomplexen (2) zugeordneten Schalter (S) in einer Parallelschaltung in die Sicherheitsleitung (12) eingebunden sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft das Steuern von Kranen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist eine Steuerung für einen automatischen Brückenkran bekannt (Hebezeuge und Fördermittel 10 + 11/86), bei der auf dem Kran ein Bordrechner vorgesehen ist, der aus einem Masterrechner, vier Wegmeßrechnern, vier Antriebsrechnern und einem die Aufgaben des Lastaufnahmemittels bearbeitenden Zangenrechner besteht. Diese Einzelrechner sind entsprechend ihren Aufgaben durch mehradrige Leitungen untereinander verbunden, während zwischen dem Masterrechner und einem im Flurbereich befindlichen Leitreechner eine serielle Verbindung besteht. Der Masterrechner, der vom Leitreechner einen komplexen Fahrauftrag erhält und von den vier Wegmeßrechnern Positionskoordinaten empfängt, steuert den Brückenkran über die vier Antriebsrechner und den Zangenrechner vollautomatisch mit einer wiederholbaren Positioniergenauigkeit. Dabei werden im Fahrauftrag vom Leitreechner zum Masterrechner die Quell- und die Zielkoordinaten seriell übertragen und die zur Erfüllung des Fahrauftrages erforderlichen Einzelbewegungen, wie Fahrt vom Standort des Kranes zur Gutquelle, Gutaufnahme, Fahrt zum Ziel, Gutabgabe, Fahrt zur Warteposition von den zum Kranbordrechner gehörenden Einzelrechnern selbständig gesteuert und koordiniert. Zur Realisierung von zeitoptimalen Fahrtbewegungen senden die dynamisch hochbelasteten Wegmeßrechner an die jeweiligen Antriebsrechner über je eine spezielle mehradrige Kopplung noch zusätzliche Informationen zur Geschwindigkeitsmessung.

Diese Lösung hat den Nachteil, daß jede der Rechnerkopplungen unterschiedlich eine spezielle hard- und softwaremäßige Schnittstelle besitzt und der gesamte Bordrechnerkomplex aus Gründen der Störsicherheit nicht dezentralisiert angeordnet werden kann. Diese Steuerung stellt eine auf vorgegebene Bedingungen abgestimmte Insellösung dar, eine Modifikation an andere Gerätetechnik der Starkstromelektrik erfordert grundlegende Strukturänderungen der Hard- und Software. Bei Ausfall der Automatik ist ein voll funktionsfähiger Handbetrieb möglich. Für diesen manuellen Betrieb über ein Handbedientableau ist eine zweite Steueranlage notwendig. Zur Umschaltung zwischen beiden Steuerungen und der Starkstromelektrik ist ein aufwendiges Relaisfeld vorgesehen. Insgesamt bedeuten alle genannten Nachteile einen sehr hohen Verkabelungs- und Installationsaufwand. Die Trennung der Steuerungen für Automatik- und Handbetrieb ist außerdem gleichbedeutend mit einer Erschwernis bei allen Inbetriebnahme- und Wartungsarbeiten, weil durch diese getrennten Steuerungen der Bordrechner in der Starkstromelektrik auftretende Fehler nur im automatischen Ablauf an deren Auswirkungen erkennt und deshalb eine rechnergestützte Fehldiagnose nicht möglich ist.

Nachteilig ist es weiterhin, daß die Wegmeßrechner keine separate Überwachung hinsichtlich gesperrter Raumbereiche realisieren, so daß für eine zuverlässige Systemüberwachung zusätzliche Geber im Umgebungsprozeß erforderlich sind. Weiterhin ist das aus Gründen der Positioniergenauigkeit im Automatikbetrieb notwendige Erfassen und Ausregeln der Schrägstellung der Kranbrücke mit einem höheren Aufwand verbunden, es erfolgt über eine zusätzliche Kopplung der beiden Brücken-Antriebsrechner. Außerdem ist für die Minimierung der Schrägstellung im Handbetrieb noch eine zweite Teilsteuerung auf der Starkstromseite integriert, die aber nach dem Zweipunktverfahren relativ ungenau arbeitet. Eine Ausregelung des Brückenversatzes zur Minimierung des Spurkanzverschleißes ist mit dem Rechnerkonzept und der eingesetzten Meßtechnik zwar möglich, sie ist jedoch für Einzelanwendung in manuell oder teilautomatisch gesteuerten Kranen technisch und ökonomisch zu aufwendig und außerdem auf Grund der Steuerungsumschaltung nur im Automatikbetrieb möglich.

Bekannt ist weiterhin eine Schaltungsanordnung zur Steuerung eines Brückenkranes für den teilautomatisierten Transport von Glaspaketen, bei der für den manuellen und automatischen Betrieb keine gesonderten Steuerungen vorgesehen sind. Bei dieser Lösung empfängt ein Masterrechner als Teil des Bordrechners von drei im Flurbereich befindlichen und über eine vieladrige Sammelleitung sowie verschiedene Einzelleitungen mit dem Bordrechner gekoppelten Bedienpulten Aufträge für einen einfachen und eingeschränkten Ruf- und Versandbetrieb. Dabei kann der Kran führerlos von einem bestimmten Punkt gerufen bzw. zu einem bestimmten Punkt versandt werden. Die eingehenden Rufmeldungen und Versandaufträge werden im Masterrechner verwaltet und nach der Auswahl anhand eines fest einprogrammierten Prozeßmodells in eine Steuertabelle zur wegoptimalen Zielsteuerung von Quell- und Zielfahrt transformiert. Diese wird zeilenweise über eine mehradrige Kopplung an einen Antriebsrechner gesendet, welcher die notwendigen Prozeßinformationen erfaßt und zentral alle entsprechenden Steueraggregate bedient. Mit diesem Antriebsrechner ist wiederum über viele separate Leitungen ein Handbedientableau gekoppelt, dessen Bedienbefehle im manuellen Betrieb vom Antriebsrechner erfaßt werden.

Auch diese Lösung hat den Nachteil, daß sie zentral anzuordnen ist und der Verkabelungsaufwand zu den einzelnen Steueraggregaten und den Bedienpulten sehr hoch ist, der sich bei Erweiterung auf mehr Bedienpulte noch zusätzlich erhöht. Nachteilig ist auch die selbständige Erfassung der Istkoordinaten durch den Antriebsrechner, der auf Grund der im 50-mm-Abstand auftretenden Weginkremente bei Kranbrücke und Katze dynamisch so hoch belastet ist, daß die sichere Funktion dieser Lösung nur durch die technologisch bedingte niedrige Fahrtgeschwindigkeit und die geringe Positioniergenauigkeit erreicht wird.

Weiterhin von Nachteil ist es, daß eine separate Überwachung auf gesperrte Raumzonen zusätzliche Geber erfordert und eine Anpassung an andere technologische Prozesse und Steuerelemente gleichbedeutend mit umfangreichen Veränderungen der Hard- und Software in beiden Teilrechnern des Bordrechners ist. Eine Umrüstung auf vollautomatischen Betrieb mit Kopplung an einen Leitrechner unter Versicht der Bedienpulte ist zwar prinzipiell möglich, aber eine Erhöhung der Positioniergenauigkeit kann damit auf Grund der dynamischen Belastung des Antriebsrechners auch nicht erreicht werden. Die Belastung des Antriebsrechners läßt außerdem auch keine meßtechnische Erfassung der Schrägstellung und des Versatzes der Kranbrücke zu. So wird der Spurranzverschleiß und damit der Wartungszyklus nicht minimiert, dieser wird im Gegenteil durch den Einsatz von zwei separaten Brücken-Antriebsmotoren infolge von auch nur geringfügigen Parameterverschiebungen sogar noch vergrößert. Auch deshalb ist es unvorteilhaft, in ausschließlich manuell gesteuerten Kranen zum Zwecke der relaisarmen Steuerung den hier beschriebenen Antriebsrechner einzusetzen.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung hat als Ziel eine Schaltungsanordnung zur Steuerung von Brücken- und Portalkranen, die universell einsetzbar ist, eines geringeren Material- und Installationsaufwandes bedarf und bei hoher Betriebssicherheit eine energie-, zeit- und verschleißminimierte Aggregatsteuerung gewährleistet.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt als Aufgabe eine Schaltungsanordnung zugrunde, die es ermöglicht, bei einfacherer Verkabelung Kransteuerungen nach den unterschiedlichsten transporttechnologischen und krantechnischen Anforderungen mit geringem Konstruktionsaufwand so zu modifizieren, daß der betreffende Kran in unterschiedlichen Ausbaustufen flexibel automatisierbar und mit verschiedenen Bedienelementen manuell und/oder automatisiert bei hoher Systemsicherheit fernsteuerbar ist. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Zentrales Steuermodul über eine störstichere robuste serielle Zweidrahtleitung als Prozeßfeldbus mit jeweils einer Antriebs-Steuereinheit und je einem Sicherheits- und Meßkomplex für Fahrwerk, Krankatze und Hubwerk sowie einer Lastaufnahmemittelsteuerung verbunden ist, wobei die Antriebs-Steuereinheit des Hubwerkes mit der Lastaufnahmemittelsteuerung und die Sicherheits- und Meßkomplexe des Hubwerkes und der Krankatze zu je einem Modulkomplex vereinigt werden können. Das Zentrale Steuermodul steht außerdem mit Leitgeräten zur Auftragseingabe in Verbindung, wobei an das Zentrale Steuermodul bei Kabinensteuerung über den Prozeßfeldbus ein Interface- und Kommunikationskomplex zur Erfassung manueller Steuerbefehle von der Kransteuereinheit und gegebenenfalls zur Eingabe von Automatikaufträgen und Kranführerinformationen über Tastatur und Monitor und/oder über serielle Zweidrahtleitungen ein intelligentes Flursteuertableau für den Handbetrieb und/oder ein Leitrechner für verschiedene komplexe Automatikbetriebsarten angekoppelt werden kann. Bei der Automatikbetriebsart „Ruf- und Versandbetrieb“ ist der Leitrechner wiederum über serielle Zweidrahtleitungen mit einer oder mehreren im Flurbereich fest installierten Bedienstationen sowie weiteren auf der Kranbahn befindlichen und gleichartig gesteuerten Kranen verbunden. Zum weiteren Bediendialog befinden sich dann entweder auf dem vorhandenen Flursteuertableau zusätzliche Tasten und Anzeigeelemente, deren Abfrage bzw. Ansteuerung über die vorhandenen seriellen Verbindungen erfolgt oder es ist für umfangreiche Dialoge ein gesondertes Steuertableau am Kran montiert, das über eine eigene serielle Zweidrahtleitung an den Leitrechner angeschlossen ist. Die für den Kranbetrieb notwendige Sicherheit wird durch eine Sicherheitsleitung gewährleistet, die außer der Tastatur und dem Monitor des Interface- und Kommunikationskomplexes und dem Leitrechner sämtliche Steuer-, Sicherheits-, Meß- und Bedieneinheiten der Schaltungsanordnung im stationären und mobilen Bereich miteinander verbindet und direkt den Steuerstromkreis des Kranhauptschützes beeinflusst. Die aus dem Zentralen Steuermodul, den Antriebs-Steuereinheiten und den Sicherheits- und Meßkomplexen bestehende Grundanordnung soll alle notwendigen krantechnischen Steuerungs- und Bewegungsabläufe realisieren und deren funktionelle Erfüllung überwachen.

In der erfindungsgemäßen Lösung kommt dem Zentralen Steuermodul die Aufgabe zu, den Prozeßfeldbus mit den angeschlossenen Teilmodulen zur Steuerung des Kranes zu überwachen, von den Leitgeräten, d. h. von der Interface- und Kommunikationseinheit bzw. dem Leitrechner befohlene Bewegungsvorgänge auszulösen, deren ordnungsgemäße Realisierung zu kontrollieren und den Abschluß aller Bewegungsvorgänge gegenüber den Leitgeräten bei Bedarf zu quittieren. Des weiteren werden durch die Antriebs-Steuereinheiten die einzelnen Achsantriebe oder Antriebsgruppen nach Befehlen des

Zentralen Steuermoduls angesteuert und die dazu erforderlichen Prozeßinformationen, wie Drehzahl, Schrägstellung, Brückenversatz, Geschwindigkeit, Strom, Schalterstellung usw., selbständig erfaßt. Durch die Festlegung einheitlicher Befehls- und Datenformate ist es möglich, für unterschiedliche Antriebsaggregate und Fahrverhalten spezielle Antriebs-Steuereinheiten zu entwickeln und diese dann beliebig in die Kransteuerung einzuordnen. Damit wird die gesamte Anordnung flexibel gegenüber technischen Variationen.

Die Sicherheits- und Meßkomplexe sind zuständig für eine zuverlässige Sperrbereichsüberwachung und/oder die Positionserfassung der einzelnen Kranachsen bei automatisiertem Betrieb und/oder für die Kranführerinformation. Sie beinhalten intelligente Positionssensoren, mit denen die aktuellen Achspositionen ermittelt werden und geprüft wird, ob in der entsprechenden Ebene ein fest- oder flüchtigprogrammierter lokaler Sperrbereich an- oder überfahren wird, wobei die Betriebsart ohne Bedeutung ist. Wird ein solcher Sperrbereich erkannt, nimmt das jeweilige Sicherheitsmodul der Sicherheits- und Meßkomplexe einen Alarmzustand ein und bereitet durch das Öffnen des ihm zugeordneten Schalters in der Sicherheitsleitung die Stillsetzung der Kranantriebe vor. Sind die Schalter der Sicherheits- und Meßkomplexe in Reihe geschaltet, so erfolgt die Definition nur eines Arbeitsraumes. Bei Parallelschaltung dieser Schalter können im gesamten Arbeitsbereich des Kranes Sperrräume definiert werden, über deren Grenzen der Kran in keiner Betriebsart bewegt werden kann. Wird durch das Öffnen eines Schalters bei Reihenschaltung oder sämtlichen Schalter bei Parallelschaltung die Sicherheitsleitung unterbrochen, wird der Hauptschutz abgeschaltet und der Kran zum Stillstand gebracht. Über den Prozeßfeldbus wird neben der Abschaltung über den Interface- und Kommunikationskomplex und den Leitrechner, d. h. über die Leitgeräte, der jeweilige Alarmzustand angezeigt. Neben der Sperrbereichsüberwachung werden die erfaßten Positionsdaten über den Prozeßfeldbus an die Antriebs-Steuereinheiten und die Leitgeräte gesendet, wo sie zur Achspositionierung als Eingangsgrößen des Lageregelkreises bzw. zur Kranführerinformation verwendet werden. Durch die Verwendung einheitlicher Datenformate lassen sich ohne Auswirkungen auf das Gesamtkonzept für verschiedene Meßverfahren und Genauigkeiten unterschiedliche Sicherheits- und Meßkomplexe entwickeln. Bei Kranen mit besonders hohen Sicherheitsforderungen, beispielsweise bei Kernkraftwerkskranen, ist es vorteilhaft, mehrere redundant arbeitende Sicherheits-Meßkomplexe mit oder ohne Prozeßfeldbuskopplung in die Sicherheitsleitung einzubinden.

Der Lastaufnahmemittelsteuerung kommt in der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung die Aufgabe zu, alle mit der Lastaufnahme, der Lastabgabe und dem Lasttransport im Zusammenhang entstehenden Steuerungs- und Überwachungsvorgänge selbständig nach formalisierten Befehlen auszuführen, zu überwachen und in formalisierten Meldungen zu quittieren. Als formalisierte Befehle werden in diesem Zusammenhang solche Befehle wie zum Beispiel „Lastaufnahme vorbereiten“, „Zangen schließen“, „Lastposition kontrollieren“ oder die Komplexbefehle „Last aufnehmen“, „Last sichern“, „Last abgeben“ bezeichnet. Formalisierte Meldungen sind zum Beispiel „Last ist gesichert“, „Lastaufnahme besetzt“ oder „Lastaufnahmemittel gestört“. Solche Befehle und Meldungen sind auf alle Gutarten und Lastaufnahmemittel übertragbar und können in der Lastaufnahmemittelsteuerung selbständig ausgeführt und überwacht bzw. erzeugt werden. In Verbindung mit einer adäquaten Tastenbezeichnung auf den Leitgeräten ist der erfindungsgemäßen Lösung die Steuerung jedes beliebigen Lastaufnahmemittels ohne Änderung der Steuerungsanordnung und der Leitgeräte möglich. Durch den einheitlichen und formalisierten Informationsaustausch zwischen dem Zentralen Steuermodul, den Antriebs-Steuereinheiten und den Sicherheits- und Meßkomplexen sind alle Einzelbewegungen des Kranes in beliebiger Folge und beliebig überlagert manuell und/oder automatisch vollziehbar. Alle Leitgeräte können bei gleichen Sicherheitsfunktionen auf diese Elementarfunktionen zugreifen und den Kran je nach Erfordernis flexibel steuern. Die erzeugten Meldungen und prozeßspezifischen Informationen können von den Leitgeräten frei interpretiert, ausgewertet und angezeigt werden.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend am Beispiel eines im Ruf- und Versandbetrieb arbeitenden Kranes für den Transport zylindrischer Teile beschrieben werden. Die dazugehörige Zeichnung zeigt

die Schaltungsanordnung zur Steuerung dieses Kranes als Blockschaltbild.

Ein Zentrales Steuermodul 1, der Sicherheits- und Meßkomplex für die Kranposition 2-1 und die Module der Antriebs-Steuereinheit für den Kran 3-1 befinden sich mit der dazugehörigen Starkstromtechnik auf der Kranbrücke. Die Antriebs-Steuereinheit für das Katzfahrwerk 3-2 und das Hubwerk 3-3 sowie die Lastaufnahmemittelsteuerung 4 befinden sich mit den dazugehörigen Sicherheits- und Meßkomplexen für die Katze 2-2 und das Hubwerk 2-3 sowie der entsprechenden Starkstromstelltechnik für diese Antriebe auf der Katze. Auf einer Seite der Kranbrücke befindet sich die Kranführerkabine mit einer Kransteuereinheit 5 und einem Interface- und Kommunikationskomplex 6, der mit einer Tastatur 7 und einem Monitor 8 ausgerüstet ist. Das Zentrale Steuermodul 1, die Sicherheits- und Meßkomplexe 2-1, 2-2, 2-3, die Antriebs-Steuereinheiten 3-1, 3-2, 3-3, die Lastaufnahmemittelsteuerung 4 und der Interface- und Kommunikationskomplex 6 sind über serielle Zweidrahtleitungen FB zur Informationsübertragung und Stromversorgung miteinander verbunden und bilden so den Prozeßfeldbus. Zur Steuerung vom Flur aus ist ein Flursteuertableau 9 vorhanden, das über eine serielle Zweidrahtleitung SL mit dem Zentralen Steuermodul 1 in Verbindung steht. Zur Steuerung des Ruf- und Versandbetriebes ist ein Leitrechner 10 über eine serielle Zweidrahtleitung PB mit den örtlich montierten Schalttafeln der Bedienstationen 11-1, 11-2, 11-3 zur Auftragserteilung verbunden. Die ermittelten Automatikaufträge werden vom Leitrechner 10 über eine weitere serielle Zweidrahtleitung AL zum Zentralen Steuermodul 1 übertragen. Die Elemente der Schaltungsanordnung, außer Tastatur 7 und Monitor 8 des Interface- und Kommunikationskomplexes 6 und Leitrechner 10 sind durch eine zusätzliche Sicherheitsleitung 12 zur Notstopauslösung über jeweils einen Schalter S mit dem Hauptschutz K 1 verbunden, durch den die Starkstromzuführung zu den Starkstromstelleinheiten geschaltet wird. Das Stromversorgungsmodul 13 wird über den Schalter EIN geschaltet. Die Funktion der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung soll anhand einer ausgewählten Transportaufgabe erfolgen, wobei die technologische Aufgabenstellung darin besteht, daß neben der normalen Handsteuerung über die Kransteuereinheit 5 der Transportprozeß auch teilautomatisch ablaufen soll. Dazu soll der Kran von Bedienstation 11-1 zu Bedienstation 11-2 fahren, um

dort mittels Flursteuerung be- und entladen zu werden. Während des automatischen Lasttransports soll der Festsitz des Transportgutes über zusätzliche Sensoren 14 durch die Lastaufnahmemittelsteuerung 4 kontrolliert werden. Die im Arbeitsbereich befindlichen Anlagen sollen vor Kollision mit dem Kran geschützt werden.

Bei Inbetriebnahme der Krananlage läuft nach dem Zuschalten der Stromversorgung für die Steuerungstechnik mittels des Schalters EIN zunächst in allen Modulen der Schaltungsanordnung ein Testzyklus ab, in dem diese auf Funktionstüchtigkeit überprüft werden. Hat ein Modul diesen Festzyklus abgeschlossen, wird der diesem Modul zugeordnete Schalter S geschlossen und über die serielle Zweidrahtleitung FB dem Zentralen Steuermodul 1 ein Bereitschaftssignal gegeben. Das Zentrale Steuermodul 1 hält den ihm zugeordneten Schalter S geöffnet, bis entweder über die Kransteuereinheit 5 oder über das Flursteuertableau 9 durch Betätigung einer Taste vom Bediener der Einschaltbefehl gegeben wird. Ist das der Fall, wird dieser Schalter S geschlossen, und der Hauptschütz K1 schaltet die Starkstromzuführung ein. Jetzt ist der Kran für den Handbetrieb bereit. Die Betriebsbereitschaft wird dem Bediener durch Anzeigelampen in der Kransteuereinheit 5, auf dem Flursteuertableau 9 und über ein Schriftbild auf dem Monitor 8 angezeigt.

Beim Handbetrieb stellt der Bediener durch einen Steuerbefehl über die Kransteuereinheit 5 ein, ob der Kran über das Flursteuertableau 9 oder die Kransteuereinheit 5 gesteuert werden kann. Entsprechend dieser Schalterstellung werden durch das Zentrale Steuermodul 1 Steuerbefehle erwartet, die vom Flursteuertableau 9 direkt oder von der Kransteuereinheit 5 über den Interface- und Kommunikationskomplex 6 übertragen werden. Wird über die Kransteuereinheit 5 oder das Flursteuertableau 9 durch Schalterbetätigung beispielsweise eine Hubbewegung befohlen, so löst der zum Zentralen Steuermodul 1 übertragene Befehl in diesem eine Analyse desselben aus. Über die serielle Zweidrahtleitung FB erhält die Antriebs-Steuereinheit 3-3 für das Hubwerk einen Startbefehl. Hier wird dieser Startbefehl in Ausgangssignale umgesetzt und das Hubwerk eingeschaltet, wobei zusätzliche Programmelemente der Antriebs-Steuereinheit 3-3 für das Hubwerk die Erfassung des Lastkollektivs, eine Hubmomentbegrenzung oder die Überlastsicherung realisieren. Die Hubbewegung wird fortgesetzt, solange der Schalter des Flursteuertableau 9 bzw. der Kransteuereinheit 5 eingeschaltet ist und damit der Befehl in einem festen Zeittakt wiederholt wird. Bleibt die Befehlserteilung aus, erteilt das Zentrale Steuermodul 1 der Antriebs-Steuereinheit 3-3 für das Hubwerk den HALT-Befehl, der den Antrieb abschaltet und die Bremse einfallen läßt. Wird eine Kran- oder Katzbewegung veranlaßt, erfolgt die gleiche Befehlsübertragung zu den entsprechenden Antriebs-Steuereinheiten 3-1 für den Kran bzw. 3-2 für das Katzfahrwerk. Parallel zu den Bewegungen werden durch die Sicherheits- und Meßkomplexe 2 die Positionen bestimmt und kontrolliert, ob sich das Lastaufnahmemittel auf einen einprogrammierten Sicherheitsbereich zubewegt. Wird das erkannt, erfolgt in einer durch Programm festgelegten Vorwarnzone ein Haltbefehl, den das Zentrale Steuermodul 1 erkennt und an die jeweilige Antriebs-Steuereinheit 3 weiterleitet. Wird durch einen Fehler in der Steuerung der Sicherheitsbereich verletzt, öffnet der Schalter S des betreffenden Sicherheits- und Meßkomplexes 2-1 bzw. 2-2 bzw. 2-3 und löst die Notabschaltung aus, wodurch der Hauptschütz K1 die Starkstromzuführung unterbricht und den Kran zum Stillstand bringt. Von den Sicherheits- und Meßkomplexen 2-1, 2-2, 2-3 erfolgt eine zyklische Übertragung der Istpositionen zum Zentralen Steuermodul 1, von hier werden diese Positionsmeldungen zum Interface- und Kommunikationskomplex 6 weitergeleitet, wo sie für die Information des Kranführers auf dem Monitor 8 graphisch oder wertmäßig dargestellt werden können. Bei einer Lastaufnahme oder -abgabe wird durch einen Schalter entweder der Kransteuereinheit 5 oder des Flursteuertableau 9 ein Steuerbefehl zum Zentralen Steuermodul 1 gesendet. Danach erhält die Lastaufnahmemittelsteuerung 4 den jeweiligen Startbefehl zur Ansteuerung der Klemmantriebe. Wird über die Sensoren 14 der Sollzustand erkannt, gibt die Lastaufnahmemittelsteuerung 4 an das Zentrale Steuermodul 1 eine Vollzugsmeldung, die dann an die Kransteuereinheit 5 bzw. an das Flursteuertableau zur Anzeige weitergeleitet wird.

Durch einen Steuerbefehl der Kransteuereinheit 5 wird der Übergang vom Handbetrieb in den Automatikbetrieb eingeleitet. Dazu wird der Steuerbefehl zum Zentralen Steuermodul 1 übertragen, welches daraufhin den Bereitschaftszustand des Leitrechners 10 kontrolliert. Ist der Leitnehmer beispielsweise noch ausgeschaltet und damit nicht bereit, dann erfolgt über den Interface- und Kommunikationskomplex 6 und den Monitor 8 eine Fehlermeldung. Ebenso wird die Korrektheit der Positionsinformationen kontrolliert, da ohne diese zwar der Handbetrieb, aber nicht der Automatikbetrieb möglich ist. Bei fehlerlosem Abschluß des Umschaltvorgangs erhält der Leitnehmer 10 eine Bereitmeldung, und der Kran kann im Ruf- und Versandbetrieb automatisch gesteuert werden.

Beim Rufbetrieb, wenn der Kran für eine Transportaufgabe an einer der Bedienstationen 11-1, 11-2 oder 11-3 benötigt wird, löst der Bediener über eine Ruftaste an der Schalttafel der betreffenden Bedienstation 11-1, 11-2 oder 11-3 eine Krananforderung aus. Diese Anforderung wird über die Zweidrahtleitung PB zum Leitnehmer 10 übertragen und wird dort nach erfolgter Freimeldung durch das Zentrale Steuermodul 1 bearbeitet. Dazu werden die Istpositionen vom Zentralen Steuermodul 1 abgefordert und im Leitnehmer 10 die Zielpositionen, ausgehend von den Koordinaten der Quelle der Rufanmeldung, bestimmt. Durch den Leitnehmer 10 erfolgt auf der Grundlage eines mathematischen Prozeßmodells die Bestimmung der Fahrtroute und der Aufbau einer Anweisungstabelle, die zum Zentralen Steuermodul 1 übertragen wird. Ein Startbefehl des Leitrechners 10 veranlaßt das Zentrale Steuermodul 1, diese Anweisungstabelle Zeile für Zeile abzuarbeiten. Jede Zeile enthält Bewegungsbefehle zu festgelegten Positionen. Diese Befehle werden den entsprechenden Antriebs-Steuereinheiten 3-1, 3-2 oder 3-3 zur Realisierung gesendet. Bei Erhalt eines solchen Bewegungsbefehles fordert die jeweils zutreffende Antriebs-Steuereinheit 3-1, 3-2 oder 3-3 die Istposition an, die der jeweils entsprechende Sicherheits- und Meßkomplex 2-1, 2-2 oder 2-3 sendet. Daraufhin wird durch die Antriebs-Steuereinheiten 3-1, 3-2, 3-3 entsprechend des erteilten Fahrtbefehles die zurückzulegende Fahrtstrecke berechnet, die Geschwindigkeits-Zeit-Funktion der Bewegung festgelegt und mit der Ausgabe der Stellsignale die Bewegung gestartet, wobei die gleichen Zusatzfunktionen wirken wie beim Handbetrieb. In festen Zeitabständen werden durch die jeweilige Antriebs-Steuereinheit 3-1 bzw. 3-2 bzw. 3-3 die Positionswerte abgefordert und nach dem Soll-Istwertvergleich die entsprechende Stellgröße für den jeweiligen zugehörigen Antrieb berechnet. Ist die Zielposition erreicht, werden die Antriebe gestoppt, das Zentrale Steuermodul 1 erhält eine Vollzugsmeldung, worauf die nächste Zeile der Anweisungstabelle bearbeitet wird. Nach Abarbeitung der gesamten Tabelle erhält der Leitnehmer als Zeichen für die Beendigung des Auftrages wiederum eine Vollzugsmeldung. Der Bediener schaltet nun mittels des Flursteuertableaus 9 auf Handbetrieb um und kann nun eine Lastaufnahme mit dem im Handbetrieb bereits beschriebenen Ablauf durchführen. Beim Versandbetrieb, bei dem nach dem Ruf und der Lastaufnahme der Kran mit dem Gut zu einer anderen der Bedienstationen 11-1, 11-2 oder 11-3 geschickt wird, gibt der Bediener zunächst über eine Schalttafel an der versendenden Bedienstation 11-1, 11-2 bzw. 11-3 den Zielplatz ein. Wie im Rufbetrieb ermittelt der Leitnehmer 10 anhand dieser eingegebenen Zielposition die

Fahrtroute und übergibt die erzeugte Anweisungstabelle dem Zentralen Steuermodul 1. Das Umsetzen dieser Tabelle geschieht auch wieder wie im Rufbetrieb, wobei die Lastaufnahmemittelsteuerung 4 den festen Sitz der Last durch ständiges Abfragen der Sensoren 14 kontrolliert. Beim Erkennen eines Gefahrenzustandes löst die Lastaufnahmemittelsteuerung 4 einen HALT-Befehl oder das Öffnen des ihr zugeordneten Schalters S in der Sicherheitsleitung 12 aus, wodurch Notstop-Auslösung bewirkt wird. Ebenso kann bei Erkennen einer Gefahrensituation durch einen Bediener über den an der jeweiligen Bedienstation 11-1, 11-2 bzw. 11-3 installierten Schalter S ein Nothaltebefehl ausgelöst werden. Dadurch wird die Sicherheitsleitung 12 geöffnet und mit Abfallen des Hauptschützes K1 die Starkstromzuleitung unterbrochen.

Nachdem durch das Zentrale Steuermodul 1 dem Leitreehner 10 die Realisierung der Anweisungstabelle gemeldet wurde, kann der Kran durch den Bediener mit einem Befehl über das Flursteuertableau 9 in den Handbetrieb übernommen werden. Nach der manuellen Lastabgabe über das Flursteuertableau 9 bestätigt der Bediener über die Schalttafel der jeweiligen Bedienstation 11-1, 11-2 bzw. 11-3 den Abschluß des Versandauftrages, was im Leitreehner 10 das Abarbeiten der nächsten Bedienforderung einleitet.

Bei Störungen im Kranantrieb, planmäßigen Instandhaltungsarbeiten oder nach Schichtende kann die Kransteuerung über die Tastatur 7 in den Diagnosezustand umgeschaltet werden. In diesem Zustand ist über den Leitreehner 10 und die Bediengeräte Kransteuereinheit 5 und Flursteuertableau 9 keine Befehlserteilung möglich. Der Bediener hat nun die Möglichkeit, über die Tastatur 7 und den Monitor 8 Zustandsinformationen abzufordern. Wird beispielsweise die Angabe des aktuellen Lastkollektivs gewünscht, dann wird über die Tastatur 7 ein Kommando eingegeben. Der Interface- und Kommunikationskomplex 6 sendet diese Anforderung an die Antriebs-Steuereinheit 3-3 für das Hubwerk, wo bei jeder Hubbewegung das Lastkollektiv aktualisiert wird. Daraufhin werden die geforderten Informationen zum Interface- und Kommunikationskomplex 6 übertragen und auf dem Monitor 8 qualitativ und quantitativ dargestellt.

Auf die gleiche Weise lassen sich Schichtprotokolle abrufen, Sicherheitsbereiche festlegen, Reglerparameter der Antriebssteuerung verändern und dgl.

Der Ausschaltbefehl wird durch eines der Bediengeräte Kransteuereinheit 5 oder Flursteuertableau 9 erteilt, damit wird im Zentralen Steuermodul 1 die Öffnung des diesem zugeordneten Schalters S veranlaßt und der Hauptschütz K1 ausgeschaltet. Mit Öffnen des Schalters EIN ist die Krananlage außer Betrieb.

Die Vorteile der Erfindung leiten sich aus der dezentralen Anordnung der Module und deren Verkabelung mittels serieller Zweidrahtleitungen ab, dadurch erfordert die Verkabelung neben einem geringen Materialaufwand auch einen geringen Zeitaufwand bei der Montage. Mit der gleichen Konfiguration der Schaltungsanordnung ist sowohl Hand- als auch Automatikbetrieb möglich, außerdem läßt die Schaltungsanordnung Modifikationen an unterschiedliche Einsatzbedingungen zu. So können für unterschiedliche Antriebsarten, Meßsysteme oder Lastaufnahmemittel komplette Module entwickelt werden, die rückwirkungsfrei im Gesamtsystem variiert werden können.

Weitere Vorteile ergeben sich in der freien Programmierbarkeit der Elementarbewegungen, wodurch ein auf diese Art ausgerüsteter Kran prinzipiell für jede automatische Transportaufgabe in einfacher Weise programmiert werden kann. Die gleichberechtigte Nutzung aller Module in Hand- und Automatikbetrieb vermeidet die mehrfache Implementation von Funktionsmodulen für unterschiedliche Betriebsarten.

