

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Oktober 2008 (23.10.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/125614 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H04L 12/40 (2006.01)

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **DEERE & COMPANY** [US/DE]; One John Deere Place, Moline, Illinois 61265-8098 (US).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/054405

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:

11. April 2008 (11.04.2008)

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **TARASINSKI, Nicolai** [DE/DE]; Gotthilf-Salzmann-Str. 60, 67227 Frankenthal (DE). **FRITZ, Norbert** [DE/DE]; Unter den Weiden 9, 68199 Mannheim (DE). **WOELK, Daniel** [DE/DE]; Sonnenstrasse 76, 67227 Frankenthal (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Anwalt: **HOLST, Sönke**; Deere & Company, European Office, Global Intellectual Property Services, John-Deere-Str. 70, 68163 Mannheim (DE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 016 804.9 12. April 2007 (12.04.2007) DE
10 2007 056 318.5 22. November 2007 (22.11.2007) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: VEHICLE COMMUNICATION SYSTEM, AND METHOD FOR THE OPERATION OF A COMMUNICATION SYSTEM

(54) Bezeichnung: KOMMUNIKATIONSSYSTEM EINES FAHRZEUGS UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES KOMMUNIKATIONSSYSTEMS

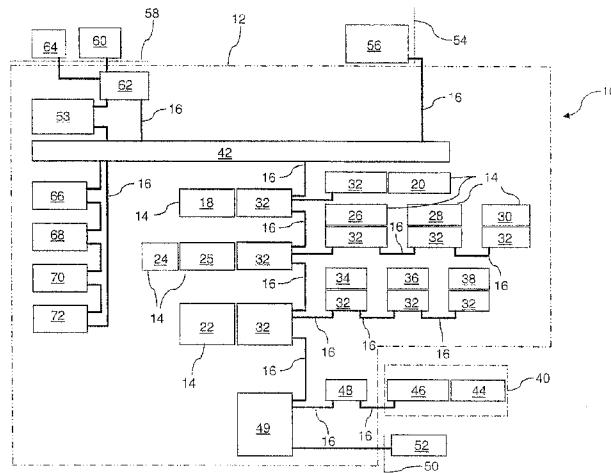


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a communication system (10) for a vehicle (12), particularly an industrial or agricultural utility vehicle. Said communication system (10) comprises at least two main operational components (14) and a network (16). The vehicle (12) and preferably at least one working function can be operated by means of the main operational components (14). One main operational component (14) is equipped with an interface unit (32) and an optional control unit, by means of which the main operational component (14) can be controlled and/or regulated. Data can be transmitted from an interface unit (32) of one main operational unit (14) to an interface unit (32) of another main operational component (14) via the network (16). The invention further relates to a method for operating a communication system (10). In order to design a simplified architecture and/or a communication system having a larger bandwidth, the network (16) which connects the interface units (32) is provided with an Ethernet data network.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kommunikationssystem (10) eines Fahrzeugs (12), insbesondere eines industriellen oder landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugs. Das Kommunikationssystem (10) umfasst mindestens zwei Hauptbetriebskomponenten (14) und ein Netzwerk (16). Das Fahrzeug (12)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/125614 A2



BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Kommunikationssystem eines Fahrzeugs und
Verfahren zum Betreiben eines Kommunikationssystems

Die Erfindung betrifft ein Kommunikationssystem eines Fahrzeugs, insbesondere eines industriellen oder landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugs. Das Kommunikationssystem umfasst mindestens zwei Hauptbetriebskomponenten und ein Netzwerk. Das Fahrzeug und vorzugsweise mindestens eine Arbeitsfunktion ist mit den Hauptbetriebskomponenten betreibbar. Eine Hauptbetriebskomponente weist eine Schnittstelleneinheit und gegebenenfalls eine Steuereinheit auf, über die die Hauptbetriebskomponente ansteuerbar und/oder regelbar ist. Daten bzw. Informationen sind von einer Schnittstelleneinheit einer Hauptbetriebskomponente zu einer Schnittstelleneinheit einer anderen Hauptbetriebskomponente über das Netzwerk übertragbar. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Kommunikationssystems.

Seit einigen Jahrzehnten wird auf dem Landmaschinensektor der Einsatz von Elektronik und elektronischen Steuerungen und Regelungen zunehmend wichtiger. Viele Anwendungen lassen sich vereinfachen, effektiver und besser bedienen und nutzen, da elektronische Steuergeräte viele Abläufe präziser und schneller abarbeiten können als es bei einer manuellen Bedienung möglich wäre.

Damit die verschiedenen Steuergeräte ihre Abläufe aufeinander abstimmen, synchronisieren und notwendige Daten untereinander austauschen können, kommunizieren diese über einen CAN-Bus. Dabei handelt es sich um ein serielles Bussystem, das in der Automobil- und Automatisierungsindustrie seit vielen Jahren verbreitet ist. Der CAN-Bus stellt Datenübertragungsraten von bis zu maximal 1 MBit/s unter Idealbedingungen zur Verfügung.

- 2 -

Typische Datenübertragungsraten liegen bei 125 kBit/s, 250 kBit/s bzw. 500 kBit/s.

Um die mit dem Funktionsumfang moderner Fahrzeugsysteme zunehmenden Datenmengen übertragen und verarbeiten zu können, werden mehrere Busse oder Bussysteme nebeneinander betrieben, die über Gateways miteinander verbunden sein können. Dadurch entsteht ein immer komplexer werdendes System, das es zunehmend schwieriger werden lässt, Probleme zu erkennen und zu eliminieren.

Ein Anwendungsteilbereich der CAN-Kommunikation in der Landmaschinentechnik stellt die Kommunikation zwischen Traktor und Gerät zum Austausch von Steuerbefehlen dar. Hier existiert ein herstellerübergreifender internationaler Standard (ISO 11783 bzw. ISOBUS), der sicherstellt, dass Geräte und Zugmaschinen unterschiedlicher Hersteller miteinander kommunizieren können und auf welche Art bzw. in welcher Form dies zu geschehen hat.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Kommunikationssystem der eingangs genannten Art anzugeben und weiterzubilden, durch das die vorgenannten Probleme überwunden werden. Insbesondere soll eine vereinfachte Architektur und/oder ein Kommunikationssystem mit einer höheren Bandbreite zur Verfügung gestellt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.

Erfindungsgemäß zeichnet sich das Kommunikationssystem der eingangs genannten Art dadurch aus, dass das die Schnittstellen-einheiten verbindende Netzwerk ein Ethernet-Datennetz aufweist.

- 3 -

Grundsätzlich kann vorgesehen sein, dass zwischen sämtlichen Hauptbetriebskomponenten ein Ethernet-Datennetz vorgesehen ist. Alternativ könnte auch ein Ethernet-Datennetz lediglich zwischen ausgewählten Hauptbetriebskomponenten des Fahrzeugs vorhanden sein.

Es ist zunächst erkannt worden, dass die Kapazität des CAN-Busses, auf dem der bisherige ISO-Standard aufsetzt, bei voller Nutzung der Möglichkeiten des ISOBUS vollständig ausgelastet werden kann. Regelkreise, die über den ISOBUS laufen, übertrezen dessen Leistungsfähigkeit ebenso wie Applikationen zur Automatisierung von Arbeitsabläufen im Zusammenspiel zwischen dem Fahrzeug und einem daran adaptierbaren Arbeitsgerät. Des Weiteren ist bei einigen Applikationen eine kürzere Reaktionszeit erforderlich, als diese mit dem derzeitigen CAN-Bus realisierbar ist. Zudem weist der CAN-Bus keine garantierten Antwortzeiten auf. Ein weiteres Problem stellt die Reichweite des ISOBUS dar, da die Maße mancher Anbaugeräte größere Dimensionen aufweisen, als es der Bus aus physikalischen Gründen zulässt.

Daher wird insbesondere vorgeschlagen, das aus der industriellen Automatisierung seit wenigen Jahren bekannte Industrial Ethernet-Datennetz, das von Herstellern und Betreibern industrieller Produktionsanlagen eingesetzt bzw. angewendet wird, als Infrastruktur bzw. Plattform für die Kommunikation zwischen den Hauptbetriebskomponenten des Fahrzeugs einzusetzen.

Aufgrund der höheren Bandbreite (100 MBit/s bzw. 1 GBit/s) und der größeren Reichweite (bis zu 100 m bei Verbindung mittels Kupferkabel) lassen sich auch größere Datenmengen problemlos übertragen. Um komplexe Regelkreise mit Echtzeitanforderungen betreiben zu können, gibt es derzeit mehrere verschiedene Echtzeit-Lösungen auf Basis des Industrial Ethernet-Datennetzes, die den hohen Anforderungen selbst bei kurzen Zykluszeiten (z.B. wenige hundert Mikrosekunden) gerecht werden. Des

Weiteren ermöglicht das Industrial Ethernet-Datennetz eine einfachere Anbindung des Fahrzeugs an die Büro- und Verwaltungswelt. Die Besonderheiten des mobilen Einsatzes stellen erhöhte Anforderungen an das System und somit eine technische Herausforderung vor allem im Offroad-Bereich dar. Zur Realisierung eines echtzeitfähigen Netzwerks könnte beispielsweise das Precision Time Protocol (IEEE 1588) verwendet werden.

Als eine Hauptbetriebskomponente im Sinne der vorliegenden Erfindung werden folgende Fahrzeugkomponenten angesehen:

- Verbrennungsmotor
- Getriebe
- Hydraulikpumpe
- Zapfwelle
- Umrichter zur Ansteuerung einer elektrischen Maschine
- Leistungselektronik
- elektrische Maschine
- Generator
- Elektromotor
- Kompressor
- Fahrzeugfederungssystem, insbesondere bei aktiver Ansteuerung

Mit anderen Worten handelt es sich bei einer Hauptbetriebskomponente um ein größeres Aggregat oder eine größere Baugruppe mit einer in der Regel größeren Leistungsaufnahme oder Leistungsabgabe zur Ausführung bzw. Leistung einer wesentlichen Funktion des Fahrzeugs, wie beispielsweise die Fortbewegung oder das Ausführen einer Arbeitsfunktion.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Kommunikationssystems ist ein Umrichter eines elektrischen Generators über eine Schnittstelleneinheit in das Netzwerk eingebunden. Weiterhin ist ein Umrichter eines elektrischen Motors ebenfalls über ei-

ne Schnittstelleneinheit in das Netzwerk eingebunden. Zumindest zwischen den beiden Schnittstelleneinheiten ist das Netzwerk als Ethernet-Datennetz ausgebildet, das insbesondere echtzeitfähig ist, so dass sowohl der Generator als auch der Motor abgestimmt aufeinander betrieben werden können.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Kommunikationssystems ist ein Kommunikationssystemserver vorgesehen, der die einzelnen Schnittstelleneinheiten der Hauptbetriebskomponenten ansteuert. Die Ansteuerung der einzelnen Schnittstelleneinheiten kann zentral mittels des Kommunikationssystemservers erfolgen, wobei daraus nicht notwendigerweise eine sternförmige Netzwerktopologie resultieren muss.

Falls einige der Hauptbetriebskomponenten oder zumindest eine Hauptbetriebskomponente eines Regelkreises angesteuert wird, ist zu erwarten, dass die über das Netzwerk zu übertragende Datenrate in einem Bereich von einem bis mehreren MBit/s liegt. Darüber hinaus können derartige Regelkreise sehr kurze Reaktionszeiten erforderlich machen. Daher ist in einer bevorzugten Ausführungsform des Kommunikationssystems das Ethernet-Datennetz derart ausgebildet, dass eine echtzeitfähige Datenübertragung realisierbar ist.

Eine echtzeitfähige Datenübertragung kann insbesondere dann vorliegen, wenn innerhalb einer vorgebbaren Zeitdauer eine Datenübertragung zwischen mindestens zwei Schnittstelleneinheiten erfolgt ist, wobei die vorgebbare Zeitdauer in einem Bereich von 10 µs bis 10 ms liegt.

Eine echtzeitfähige Datenübertragung kann auch im Rahmen einer so genannten deterministischen Datenübertragung realisiert sein. Hierbei erfolgt zu vorgegebenen Zeiten jeweils eine Datenübertragung. Dies kann in Form von einzelnen Datenpaketen vorgesehen sein. Typische Zykluszeiten liegen bei ca. 200 µs, können jedoch durchaus kürzer sein. Innerhalb einer solchen

- 6 -

Zykluszeit wird eine Datenübertragung zwischen den Netzteilnehmern abgeschlossen.

Zusätzlich oder alternativ kann eine echtzeitfähige Datenübertragung dann vorliegen, wenn eine Schnittstelleneinheit Daten, die für mindestens eine andere Schnittstelleneinheit bestimmt sind, versendet. Hierbei kann eine maximale Zeitdauer durch die versendende Schnittstelleneinheit vorgebar sein. Alternativ kann eine maximale Zeitdauer auf sonstige Weise vorgegeben sein. Innerhalb dieser maximalen Zeitdauer muss von der empfangenden Schnittstelleneinheit eine Rückmeldung bzw. Verifikation über eine erfolgreiche Datenübertragung eingegangen sein.

Eine echtzeitfähige Datenübertragung kann auch dann vorliegen, wenn eine Schnittstelleneinheit Daten, die für mindestens eine andere Schnittstelleneinheit bestimmt sind, versendet, und die versendeten Daten bei dem Empfänger auch tatsächlich eingegangen sind, z.B. nach einer Zykluszeit. Derartige Konzepte der echtzeitfähigen Datenübertragung sind aus dem Stand der Technik für stationäre Anwendungen in unterschiedlichen Ausbildungen bekannt. Ein solches Konzept kann entweder für die hier vorliegende Anwendung im Wesentlichen unverändert übernommen oder aber auf den vorliegenden Anwendungsfall eigens angepasst werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Kommunikationssystems kann das Netzwerk entsprechend der Spezifikationen der folgenden Ethernet-Standards vollständig oder größtenteils ausgebildet sein:

- IEEE 802.3 (Ethernet)
- IEC SC5C (Real-Time Ethernet)
- IEEE 802.11 (WLAN)
- FlexRay

- 7 -

Insbesondere für den Fall, dass das Ethernet-Datennetz gemäß IEC SC5C (Real-Time Ethernet) ausgebildet ist, kann in vorteilhafter Weise auf einen für sicherheitskritische Anwendungen bereits zertifizierten Standard zurückgegriffen werden.

Nun können die Schnittstelleneinheiten als Client und/oder als Server über das Netzwerk miteinander kommunizieren. Zusätzlich oder alternativ kann es zweckmäßig sein, dass das Netzwerk einen Master und mindestens einen Slave aufweist. Der Master kann – insbesondere zu vorgegebenen Zeiten – ein Anforderungsdatenpaket über das Netzwerk an den mindestens einen Slave und/oder an sämtliche Schnittstelleneinheiten verschicken. Insofern kann auf bekannte bzw. etablierte Konzepte der Datenübertragung im Netzwerk zurückgegriffen werden, je nachdem welches diese Konzepte für den vorliegenden Anwendungsfall zweckmäßig erscheint.

In diesen Zusammenhang kann auch die Framegröße bzw. die Größe der Datenpakete der über das Netzwerk übertragenen Frames vorliegen und/oder variabel ausgebildet sein. Bevorzugt kann die Framegröße in Abhängigkeit der zu übertragenden Informationen und/oder in Abhängigkeit der zeitlichen Übertragungsdichte variabel festgelegt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Kommunikationssystems kommunizieren die Schnittstelleneinheiten nach einem Master-Slave-Protokoll über das Netzwerk miteinander. Insbesondere wenn ein Kommunikationssystemserver vorgesehen ist, der die einzelnen Schnittstelleneinheiten der Hauptbetriebskomponenten zentral ansteuert, ist es zweckmäßig, diesen Kommunikationsystemserver als Master und die Schnittstelleneinheiten der Hauptbetriebskomponenten als Slave zu konfigurieren.

Bevorzugt ist das Netzwerk derart ausgebildet, dass dieses eine Datenübertragungsrate von mindestens 1 MBit/s, vorzugsweise von 10 MBit/s und mehr, aufweist.

Die einzelnen Schnittstelleneinheiten können auf unterschiedliche Art im Netzwerk miteinander verbunden werden. Hierbei können unterschiedliche Topologien zweckmäßig sein, wobei im Folgenden davon ausgegangen wird, dass mindestens zwei Schnittstelleneinheiten bzw. drei und mehr Schnittstelleneinheiten zumindest abschnittsweise in der jeweiligen Topologie miteinander verbunden sind. Besonders bevorzugt sind mindestens zwei Schnittstelleneinheiten untereinander in Form einer Linientopologie verbunden. Zusätzlich oder alternativ können mindestens zwei Schnittstelleneinheiten untereinander in Form einer Ringtopologie, einer Baumtopologie und/oder Stern topologie verbunden sein. Die Ringtopologie ist insbesondere von Vorteil, weil im Falle einer Unterbrechung des Netzwerks an einer Stelle eine Datenübertragung dennoch über den verbliebenen zusammenhängenden Teil möglich ist.

Falls es nicht erforderlich ist, dass sämtliche Hauptbetriebskomponenten bzw. deren Schnittstellen- und/oder Steuereinheiten miteinander in Echtzeit kommunizieren, kann vorgesehen sein, dass lediglich ein Abschnitt des Netzwerks eine echtzeitfähige Datenübertragung aufweist. Weiterhin können die maximalen Datenübertragungsraten einzelner Netzwerkabschnitte unterschiedliche Werte aufweisen, und zwar in Abhängigkeit des zwischen den entsprechenden Schnittstelleneinheiten üblicherweise zu erwartenden Datenverkehrs.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Kommunikationssystems erstreckt sich das Netzwerk auf ein an das Fahrzeug adaptierbares Arbeitsgerät. Falls das Fahrzeug in Form eines landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugs und insbesondere in Form eines Ackerschleppers ausgebildet ist, kommt als Arbeitsgerät beispielsweise ein Pflug, eine Rundballenpresse, eine Spritze, eine Egge, eine Sämaschine und/oder ein Mähwerk in Frage. Dementsprechend ist ein Arbeitsgerät im Sinne der vorliegenden Erfindung insbesondere ein Gerät, das eine Arbeitsfunktion ausführen und das an das Fahrzeug reversibel adaptiert werden

kann. Die Netzwerkverbindung zwischen Fahrzeug und Arbeitsgerät kann über eine Kabelverbindung und/oder über eine Funkverbindung realisiert werden. Das Erstrecken des bordeigenen Netzwerks des Fahrzeugs auf ein an das Fahrzeug reversibel adaptierbares Arbeitsgerät ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn das Arbeitsgerät eine Hauptbetriebskomponente mit einer Schnittstelleneinheit aufweist. Eine Hauptbetriebskomponente des Arbeitsgeräts könnte beispielsweise ein Elektromotor bzw. ein diesen Elektromotor ansteuernder Umrüchter sein, wobei der Elektromotor z.B. eine Mischschnecke eines Futtermischwagens antreiben kann. Der Elektromotor kann über Versorgungsleitungen mit elektrischem Strom versorgt werden, der von einem am Fahrzeug vorgesehenen elektrischen Generator erzeugt und dem Futtermischwagen zur Verfügung gestellt wird. Der Elektromotor des Futtermischwagens kann in Abhängigkeit der Fahrtgeschwindigkeit, des auszugebenden Futters, des Füllzustands des Behälters des Futtermischwagens und weiterer Betriebsparameter entsprechend angesteuert bzw. geregelt werden. Auch Sensordaten von Sensoren an dem Arbeitsgerät und/oder am Fahrzeug können über das Netzwerk übertragen werden.

Über das Netzwerk können Gerätedaten übertragen werden, wobei es sich insbesondere um Daten handeln kann, die eine Anmeldung einzelner Schnittstelleneinheiten am Netzwerk betreffen. Weiterhin kommen Daten, die eine Identifikation einer Schnittstelleneinheit oder Kenndaten von Schnittstelleneinheiten bzw. Hauptbetriebskomponenten oder voreingestellte Parameter und/oder Statusdaten dieser Komponenten betreffen, in Betracht.

Über das Netzwerk können alternativ oder zusätzlich Prozessdaten übertragen werden. Prozessdaten können insbesondere Befehlsdaten an eine Hauptbetriebskomponente, Eingangsdaten von einer Hauptbetriebskomponente, Parameter einer Hauptbetriebskomponente und/oder Sensordaten sein. Besonders bevorzugt kann es sich um Regeldaten bezüglich eines elektrischen Leistungs-

- 10 -

flusses zwischen einem elektrischen Generator und einem Elektromotor handeln, die zwischen dem Umrichter des Generators und dem Umrichter des Elektromotors zu übertragen sind. Hierbei kann sowohl der Generator als auch der Elektromotor an dem Fahrzeug angeordnet sein. Alternativ oder zusätzlich ist es auch denkbar, dass der Generator am Fahrzeug und der Elektromotor an einem an das Fahrzeug adaptierbaren Arbeitsgerät angeordnet ist.

Auch Fehlermeldungen können über das Netzwerk übertragbar sein. Diese können insbesondere den Zeitpunkt eines Fehlers, die Fehlerart, den Fehlergrund und/oder den Zustand einer Hauptbetriebskomponente umfassen.

Nicht zuletzt können über das Netzwerk Diagnosedaten übertragen werden, wobei Diagnosedaten insbesondere Betriebszustände und/oder Parameter einer Hauptbetriebskomponente aufweisen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Kommunikationssystems basiert die Schnittstelleneinheit auf einer Single-Chip-Technologie. Hierbei ist insbesondere die Netzwerkkommunikation und die Ansteuerung der Hauptbetriebskomponente in einem Halbleiterbaustein (Chip) zusammengefasst. Dies ermöglicht einerseits eine kompakte Bauweise und andererseits einen weitgehend fehlerfreien und verlässlichen Netzwerkbetrieb, da nur wenige einzelne Komponenten verwendet werden müssen.

Bevorzugt ist eine Schnittstelleneinheit im laufenden Netzwerkbetrieb hinzufügbar oder entfernbare. Eine solche auch mit dem Begriff „Hot Plug“ bezeichnete Eigenschaft des Netzwerks ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn ein Arbeitsgerät an das Fahrzeug adaptiert wird und das Netzwerk sich auf das Arbeitsgerät erstreckt. In diesem Fall kann sich die Schnittstelleneinheit der Hauptbetriebskomponente des Arbeitsgeräts an dem Fahrzeugnetzwerk im laufenden Netzwerkbetrieb anmelden und im

Folgenden über das Netzwerk angesteuert werden. Insbesondere bei landwirtschaftlichen Arbeitsgeräten bzw. Traktoren werden Arbeitsgeräte häufig gewechselt, so dass es nicht erforderlich ist, beispielsweise das Netzwerk herunterzufahren, um eine weitere Schnittstelleneinheit an das Netzwerk anzuschließen und während dieser Zeit nur einen eingeschränkten Funktionsumfang des Fahrzeugs zur Verfügung zu haben.

Bevorzugt ist mindestens eine Maßnahme vorgesehen, mit der ein unberechtigter Zugriff auf das Netzwerk verhinderbar ist. Eine solche Maßnahme kann eine Firewall, eine Programmroutine, eine Passwortabfrage, eine Benutzerrechteverwaltung und/oder ein kryptologisches Verfahren aufweisen. Diesbezüglich kann auf bestehende Mechanismen bzw. Standards zurückgegriffen werden.

Besonders bevorzugt sind Mittel vorgesehen, mit denen die einzelnen Komponenten des Netzwerks auf ein Dateisystem abbildbar sind. Solche Mittel können insbesondere Routinen bzw. Systemkomponenten wie z.B. NFS, FPT, SFTP, RSH, SSH, Telnet, Rlogin und/oder X-Windows umfassen. Somit kann beispielsweise das gesamte Kommunikationssystem nach außen in Form eines einfachen Datei- oder Filesystems repräsentiert sein. Dieses Konzept kann als „Virtueller Server“ des Fahrzeugs bezeichnet werden.

In diesem Zusammenhang kann beispielsweise neue und/oder geänderte Software über den Kommunikationssystemserver zentral eingespielt werden. Gleichermaßen gilt für neue Firmware einzelner Schnittstelleneinheiten bzw. einzelner Hauptbetriebskomponenten. Hierbei ist es nicht erforderlich, den tatsächlichen physikalischen Speicherort der einzelnen Daten bzw. Dateien zu kennen, da letzteres beispielsweise von dem Kommunikationssystemserver koordiniert wird. Eine geeignete Adressierung wäre vorauszusetzen.

Weiterhin sind auf diese Weise auch alle Dienste und Funktionen eines Ethernet-Datennetzes grundsätzlich realisierbar bzw.

nutzbar. Gerade im Hinblick auf eine Realisierung des Netzwerks für den Offroad-Bereich ist das Ethernet-Datennetz auf Grund seiner Eigenschaft, ein verlässliches und robustes Netzwerk darzustellen, bevorzugt für die vorliegende Anwendung zur Kommunikation einzelner Hauptbetriebskomponenten des Fahrzeugs über entsprechende Schnittstelleneinheiten geeignet.

Als Betriebssystem für die einzelnen Schnittstelleneinheiten und/oder den Kommunikationssystemserver kann Unix oder ein Unix-Derivat vorgesehen sein. Hierbei handelt es sich um ein multitaskingfähiges Betriebssystem, das auch mit Echtzeitfähigkeiten ausgestattet werden kann. Alternativ kann für die einzelnen Schnittstelleneinheiten und/oder den Kommunikationssystemserver als Betriebssystem Microsoft Windows oder ein entsprechendes Derivat vorgesehen sein.

Unabhängig von dem auf den Netzwerkkomponenten laufenden Betriebssystem kann einem Fahrzeugbediener eine grafische und/oder eine multimediale Benutzerschnittstelle (GUI bzw. Graphical User Interface) zur Verfügung gestellt werden, die einfach und intuitiv zu bedienen ist und dem Bediener die für die Bedienung des Fahrzeugs erforderlichen Informationen zur Verfügung stellt. Hierbei kann die grafische Benutzerschnittstelle an unterschiedlich ausgebildete, weit verbreitete Bedienschemata „Look & Feel“ angepasst sein. Beispiele hierzu sind von den Benutzerschnittstellen der Betriebssysteme von Microsoft Windows oder Apple bekannt. Unix-Betriebssysteme und insbesondere Linux stellen als Benutzerschnittstellen Systeme unter der Bezeichnung KDE oder GNOME zur Verfügung. Diese Benutzerschnittstellen können individuell konfiguriert werden, so dass diese z.B. auch ein „Look and Feel“ des Betriebssystems Microsoft Windows aufweisen können.

Besonders bevorzugt weist das Kommunikationssystem eine Schnittstelle zu mindestens einem anderen Netzwerk und/oder zu einer branchenspezifischen Software und/oder zu einer Software

zum Verwalten industrieller oder landwirtschaftlicher Nutzfahrzeuge auf. Ein solches anderes Netzwerk kann beispielsweise das Basisnetzwerk eines landwirtschaftlichen Betriebes mit einem dort vorgesehenen zentralen Rechnersystem sein. Auf einem solchen Rechnersystem können branchenspezifische Programme installiert sein, die zum Betreiben, zur Verwaltung und/oder zur statistischen Auswertung der Arbeiten des landwirtschaftlichen Betriebes verwendet werden. Insbesondere können durch eine solche Schnittstelle zu einem anderen Netzwerk Office- und Multimedia-Anwendungen in das Netzwerk des Fahrzeugs integriert werden oder damit kommunizieren bzw. Daten austauschen.

Das andere Netzwerk kann insbesondere eine der folgenden Netzwerkspezifikationen jeweils vollständig oder größtenteils erfüllen:

- IEEE 802.15.1 (Bluetooth)
- IEEE 802.15.4 (ZigBee)
- IEEE 802.1 (WiMax)
- GPS
- USB
- UMTS oder GSM

Im Folgenden sind die Vorteile des erfindungsgemäßen Kommunikationssystems zusammengefasst. So weist das erfindungsgemäße Kommunikationssystem eine schnellere Datenübertragung auf und stellt eine gegenüber dem Stand der Technik - bezogen auf vergleichbare Anwendungsfälle - erhöhte Bandbreite zur Verfügung. Steuer- und Regelprogramme für Steuereinheiten und/oder Schnittstelleneinheiten und/oder Hauptbetriebskomponenten können einfacher und schneller weiterentwickelt werden, da eine einfache, automatisierte und globale Programmierung möglich ist, ohne sich explizit im Falle jeder einzelnen Steuereinheit mit einer unter Umständen speziellen Schnittstelle verbinden zu müssen. Es ist möglich, sich unmittelbar an dem Kommunika-

tionssystemserver einzuloggen und von dort aus auf sämtliche Komponenten zuzugreifen, die über das Netzwerk miteinander verbunden sind.

In diesem Zusammenhang ist es möglich, eine Benutzerrechtevergabe und/oder eine Benutzerrechteverwaltung zu verwenden. Auch hinsichtlich der Diagnosemöglichkeiten können Verbesserungen gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Systemen erzielt werden, weil eine größere Diagnosedatenrate übertragen werden kann. Das Kommunikationssystem kann aus Bauteilen, Netzwerkprotokollen und Konzepten aufgebaut werden, die für sich gesehen seit längerem bekannt sind und die sich in der Technik bewährt haben. Hierdurch ist insbesondere eine sichere und schnelle Netzwerkkommunikation möglich. Es handelt sich um eine verfügbare Technologie, und Standardkomponenten sind in hohen Stückzahlen bei geringen Materialkosten erhältlich. Es ist möglich, zertifizierte Standards insbesondere für zeitkritische und/oder sicherheitsrelevante Applikationen einzusetzen.

In verfahrensmäßiger Hinsicht wird die eingangs genannte Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 34 gelöst. Demgemäß dient ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben eines Kommunikationssystems eines Fahrzeugs. Das Kommunikationssystem ist insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 33 ausgebildet. Das Kommunikationssystem umfasst mindestens zwei Hauptbetriebskomponenten und ein Netzwerk. Das Fahrzeug wird mit den Hauptbetriebskomponenten betrieben. Eine Hauptbetriebskomponente weist eine Schnittstelleneinheit und gegebenenfalls eine Steuereinheit auf, über die die Hauptbetriebskomponente angesteuert und/oder geregelt wird. Daten werden von einer Schnittstelleneinheit einer Hauptbetriebskomponente zu einer Schnittstelleneinheit einer anderen Hauptbetriebskomponente über das Netzwerk übertragen. Das verbindende Netzwerk weist ein Ethernet-Datennetz auf.

- 15 -

Da das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines Kommunikationssystems eines Fahrzeugs nach einem der Ansprüche 1 bis 34 geeignet ist, erschließen sich einem auf dem vorliegenden Gebiet tätigen Fachmann in Kenntnis des Kommunikationssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 34 auch vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens. Insoweit wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf den vorangegangenen Teil der Beschreibung verwiesen.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu wird einerseits auf die abhängigen Ansprüche und andererseits auf die nachfolgende Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen verwiesen. In Verbindung mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen werden auch im Allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 in einer schematischen Darstellung ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kommunikationssystems,

Fig. 2a - 2d jeweils in einer schematischen Darstellung unterschiedliche Netzwerktopologien, und

Fig. 3 in einer schematischen Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer möglichen Serverkonfiguration des erfindungsgemäßen Kommunikationssystems.

In den Figuren sind gleiche oder ähnliche Bauteile mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

Fig. 1 zeigt ein Kommunikationssystem 10 eines Fahrzeugs 12. Das Fahrzeug 12 ist in Form eines Traktors, d.h. in Form eines

- 16 -

landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugs, ausgebildet. In Fig. 1 ist lediglich mit der gestrichelten Umrandung 12 angedeutet, welche Komponenten dem Fahrzeug 12 zugeordnet sind. Das Kommunikationssystem 10 umfasst mehrere Hauptbetriebskomponenten 14 und ein Netzwerk 16. Das Fahrzeug 12 ist mit den Hauptbetriebskomponenten 14 betreibbar.

Als Hauptbetriebskomponenten 14 sind in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 vorgesehen: ein Verbrennungsmotor 18, ein Getriebe 20, eine Hydraulikanlage 22, ein Generator 24 mit einem dem Generator 24 zugeordneten Umrichter 25 und mehrere elektrische Maschinen, die jeweils als Elektromotor oder als Generator betreibbar sind. Im Konkreten ist das die elektrische Maschine 26, mit der ein Lüfter (nicht dargestellt) für den Kühler (nicht dargestellt) der Kühl anlage angetrieben wird. Die elektrische Maschine 28 treibt einen Kompressor (nicht dargestellt) einer Klimaanlage an. Der Umrichter 30 stellt über eine elektrische Schnittstelle (nicht dargestellt) einem an das Fahrzeug adaptierten Arbeitsgerät 40 elektrische Energie in der jeweils erforderlichen Form zur Verfügung. Hierbei kann es sich um Gleichstrom oder Wechselstrom oder Drehstrom mit einer vorgebbaren Frequenz handeln. Somit erstreckt sich das Netzwerk 16 auf ein an das Fahrzeug 12 adaptierbares Arbeitsgerät 40, und zwar über eine Kabelverbindung und/oder über eine Funkverbindung. Das Arbeitsgerät 40 weist eine Hauptbetriebskomponente 44 und eine Schnittstelleneinheit 46 auf. Die Schnittstelleneinheit 46 ist im laufenden Netzwerkbetrieb an das Netzwerk 16 hinzufügbar oder entfernbare. Auch das Diagnosesystem 52 ist im laufenden Netzwerkbetrieb an das Netzwerk 16 anschließbar. Mit dem Diagnosesystem 52 können die am Netzwerk 16 angeschlossenen Komponenten diagnostiziert werden.

Die soeben genannten Hauptbetriebskomponenten 14 weisen jeweils eine Schnittstelleneinheit 32 auf, über die die jeweilige Hauptbetriebskomponente 14 ansteuerbar und/oder regelbar

- 17 -

ist. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Kommunikationssystem 10 sind Daten von einer Schnittstelleneinheit 32 einer Hauptbetriebskomponente 14 zu einer Schnittstelleneinheit 32 einer anderen Hauptbetriebskomponente 14 über das Netzwerk 16 übertragbar.

Des Weiteren sind an dem Netzwerk 16 Komponenten angeschlossen, die in diesem Ausführungsbeispiel nicht als Hauptbetriebskomponenten aufgefasst werden, die jedoch wichtige Fahrzeugfunktionen oder Arbeitsfunktionen ansteuern. Im Einzelnen sind das elektromagnetisch ansteuerbare Hydraulikventile 34, einzelne Sensoren 36 sowie einzelne Hydraulikaktuatoren 38. Diese Komponenten sind jeweils einer Schnittstelleneinheit 32 zugeordnet, über die eine Ansteuerung dieser Komponenten über das Netzwerk 16 erfolgen kann.

Erfundungsgemäß weist das die Schnittstelleneinheiten 32 verbindende Netzwerk 16 ein Ethernet-Datennetz auf.

Mittels eines Kommunikationssystemservers 42 werden die einzelnen Schnittstelleneinheiten 32 der Hauptbetriebskomponenten 14 angesteuert. Der Kommunikationssystemserver 42 ist - was den Dialog mit dem Netzwerk 16 anbelangt - als Master konfiguriert. Die Schnittstelleneinheiten 32 sind hinsichtlich des Netzwerkbetriebs als Slave konfiguriert. Dementsprechend kommt zwischen dem Kommunikationssystemserver 42 und den Schnittstelleneinheiten 32 ein Master-Slave-Protokoll zur Anwendung.

Zumindest derjenige Teil des Netzwerks 16, der sich zwischen den Schnittstelleneinheiten 32 des Umrichters 25 sowie den elektrischen Maschinen 26, 28 und dem Umrichter 30 erstreckt, ist in Form eines echtzeitfähigen Ethernet-Datennetzes entsprechend der Spezifikationen nach IEC SC5C ausgebildet. Hierdurch kann zwischen diesen Schnittstelleneinheiten 32 und den zugeordneten Hauptbetriebskomponenten 25, 26, 28, 30 eine echtzeitfähige Datenübertragung stattfinden. Das Netzwerk 16 weist eine Datenübertragungrate von 100 MBit/s oder mehr auf.

Einem Fahrzeugbediener wird an einer Monitor- und Bedieneinheit 48 eine grafische und multimediale Benutzerschnittstelle zur Verfügung gestellt. Hier kann der Bediener die aktuellen Zustandsdaten des Fahrzeugs 12 bzw. dessen Hauptbetriebskomponenten 14 ablesen und einzelne Betriebsmodi des Fahrzeugs 12 aktivieren und/oder deaktivieren. Hierzu ist eine Steuer- und Schnittstelleneinheit 49 vorgesehen, mit der die Bedienerinteraktion zu dem Kommunikationssystemserver 42 des Fahrzeugs 12 bewerkstelligt wird.

Das Netzwerk 16 weist mehrere Schnittstellen zu anderen Netzwerken auf. So ist eine Schnittstelle 50 vorgesehen, an der ein Diagnosesystem 52 anschließbar ist. Über die Schnittstelle 50 und somit über das Netzwerk 16 sind Diagnosedaten übertragbar, wobei Diagnosedaten insbesondere Betriebszustände und/oder Parameter einer Hauptbetriebskomponente 14 aufweisen.

Weiterhin ist eine Schnittstelle 54 vorgesehen, über die das Fahrzeug 12 beispielsweise mit dem Rechnersystem eines Händlers, einer Reparaturwerkstatt und/oder eines Basis-Rechnersystems des Bedieners Verbindung aufnehmen kann. Eine fahrzeugseitige Rechnereinheit, auf der die diesbezüglichen Programmoutinen ablaufen und die fahrzeugspezifischen Daten für die Kommunikation mit dem externen Rechnersystem aufbereitet werden, ist mit dem Bezugszeichen 53 gezeigt. Lediglich schematisch ist mit dem Bezugszeichen 56 ein solches externes Rechner- und/oder Netzwerksystem wiedergegeben. Bei der Schnittstelle 54 kann es sich um eine Kabelverbindung und eine herkömmliche Ethernet-Verbindung handeln (das Fahrzeug wird in der Halle mit einem Netzwerkkabel verbunden). Die Schnittstelle 54 kann jedoch auch als Funkverbindung ausgebildet sein, die entsprechend der Spezifikationen nach IEEE 802.11 (WLAN) oder IEEE 802.16 (WiMax) ausgebildet ist.

Das Fahrzeug 12 weist ein Fahrzeugnavigationssystem 62 auf, das über eine Schnittstelle 58 bzw. eine Funkverbindung von

mindestens einem Satelliten 60 GPS-Positionssignale empfangen kann. Über die Schnittstelle 58 kann das Fahrzeugnavigationssystem 62 auch mit einer Basisstation 64 kommunizieren, die ebenfalls ein Positionssignal sendet und an einem Feldrand positioniert werden kann, so dass für das in Form eines Traktors ausgebildete Fahrzeug 12 eine genauere Positionsbestimmung bei der Feldarbeit möglich ist.

Mit den Bezugszeichen 66 bis 72 sind sicherheitsrelevante Steuereinheiten bezeichnet, mit denen das Fahrzeug 12 gelenkt und gebremst werden kann. Der diesbezügliche Abschnitt des Netzwerks 16 ist in einer Ringtopologie mit dem Kommunikationssystemserver 42 über ein echtzeitfähiges Ethernet-Datennetz verbunden, das den Spezifikationen für eine sicherheitskritische Datenübertragung gerecht wird, beispielsweise dem TTP (Time Triggered Protocol) oder FlexRay.

Fig. 2a zeigt in einer schematischen Darstellung mehrere Schnittstelleneinheiten 32 für Hauptbetriebskomponenten (in den Fig. 2a bis 2d nicht dargestellt), die miteinander in Form einer Linientopologie verbunden sind. Fig. 2b zeigt in einer schematischen Darstellung mehrere Schnittstelleneinheiten 32 für Hauptbetriebskomponenten, die untereinander in Form einer Baumtopologie verbunden sind. Abschnittsweise sind einzelne Schnittstelleneinheiten 32 in einer Linientopologie miteinander verbunden. Fig. 2c zeigt in einer schematischen Darstellung die Schnittstelleneinheiten 32 für Hauptbetriebskomponenten, die untereinander in Form einer Stern topologie verbunden sind. Fig. 2d zeigt in einer schematischen Darstellung die Schnittstelleneinheiten 32 für Hauptbetriebskomponenten, die untereinander in Form einer Ringtopologie verbunden sind. Bevorzugt werden für das Kommunikationssystem 10 eines Fahrzeugs 12 zumindest abschnittsweise die Linien- und/oder die Ringtopologie verwendet. Die Schnittstelleneinheiten 32 der Fig. 1 und Fig. 2a bis 2d basieren auf einer Single-Chip-Technologie.

- 20 -

Fig. 3 zeigt in einer schematischen Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer Serverkonfiguration, wie sie beispielsweise für das in Fig. 1 gezeigte Kommunikationssystem 10 eingesetzt werden kann. Hierbei sind durch die einzelnen Rechtecke Teile 74 eines Dateisystems dargestellt, in dem die einzelnen relevanten Systemdaten und/oder Programmmodulen abgespeichert sind. Die jeweilige Pfadangabe des Dateisystems ist an dem jeweiligen Teil 74 beispielhaft angegeben.

Auf Grund der Ausgestaltung des in Fig. 3 gezeigten Dateisystems ist es in vorteilhafter Weise möglich, neue und/oder geänderte Software über den Kommunikationssystemserver 42 zentral einzuspielen.

Als Betriebssystem für die einzelnen Schnittstelleneinheiten 32 und/oder den Kommunikationssystemserver 42 ist ein Unix-Derivat vorgesehen, nämlich Linux.

Es sind Maßnahmen 76 vorgesehen, mit denen ein unberechtigter Zugriff auf das Netzwerk 16 verhinderbar ist. Diese Maßnahmen 76 sind in Form jeweils einer Firewall ausgebildet.

Abschließend sei besonders darauf hingewiesen, dass die voranstehend erörterten Ausführungsbeispiele lediglich zur Beschreibung der beanspruchten Lehre dienen, diese jedoch nicht auf die Ausführungsbeispiele einschränken.

Patentansprüche

1. Kommunikationssystem eines Fahrzeugs, insbesondere eines industriellen oder landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugs, mit mindestens zwei Hauptbetriebskomponenten (14) und einem Netzwerk (16), wobei das Fahrzeug (12) mit den Hauptbetriebskomponenten (14) betreibbar ist, wobei eine Hauptbetriebskomponente (14) eine Schnittstelleneinheit (32) und gegebenenfalls eine Steuereinheit aufweist, über die die Hauptbetriebskomponente (14) ansteuer- und/oder regelbar ist, wobei Daten von einer Schnittstelleneinheit (32) einer Hauptbetriebskomponente (14) zu einer Schnittstelleneinheit (32) einer anderen Hauptbetriebskomponente (14) über das Netzwerk (16) übertragbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass das die Schnittstelleneinheiten (32) verbindende Netzwerk (16) ein Ethernet-Datennetz aufweist.
2. Kommunikationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Hauptbetriebskomponente (14) einen Verbrennungsmotor (18), ein Getriebe (20), eine Hydraulikpumpe, eine Zapfwelle, einen Umrichter (30) zur Ansteuerung einer elektrischen Maschine, eine Leistungselektronik, eine elektrische Maschine, einen Generator (24), einen Elektromotor, einen Kompressor und/oder ein aktiv ansteuerbares Fahrzeugfederungssystem aufweist.
3. Kommunikationssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kommunikationssystemserver (42) vorgesehen ist, der die einzelnen Schnittstelleneinheiten (32) der Hauptbetriebskomponenten (14) ansteuert.

- 22 -

4. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Ethernet-Datennetz derart ausgebildet ist, dass damit eine echtzeitfähige Datenübertragung realisierbar ist.
5. Kommunikationssystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine echtzeitfähige Datenübertragung dann vorliegt, wenn innerhalb einer vorgebbaren Zeitdauer eine Datenübertragung zwischen mindestens zwei Schnittstelleneinheiten (32) erfolgt ist, wobei die vorgebbare Zeitdauer in einem Bereich von 10 µs bis 10 ms liegt.
6. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zu vorgegebenen Zeiten jeweils eine Datenübertragung erfolgt, vorzugsweise in Form von einzelnen Datenpaketen.
7. Kommunikationssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine echtzeitfähige Datenübertragung dann vorliegt, wenn eine Schnittstelleneinheit (32) Daten, die für mindestens eine andere Schnittstelleneinheit (32) bestimmt sind, versendet, und hierbei eine maximale Zeitdauer vorgegeben ist, innerhalb derer von der empfangenden Schnittstelleneinheit (32) eine Rückmeldung über eine erfolgreiche Datenübertragung eingegangen sein muss.
8. Kommunikationssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine echtzeitfähige Datenübertragung dann vorliegt, wenn eine Schnittstelleneinheit (32) Daten, die für mindestens eine andere Schnittstelleneinheit (32) bestimmt sind, versendet, und die versendeten Daten bei dem Empfänger auch tatsächlich eingegangen sind.
9. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Ethernet-Datennetz die

Spezifikationen nach IEEE 802.3, IEC SC5C, IEEE 802.11 oder FlexRay vollständig oder größtenteils erfüllt.

10. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schnittstelleneinheiten (32) als Client und/oder als Server über das Netzwerk (16) miteinander kommunizieren.
11. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Netzwerk einen Master und mindestens einen Slave aufweist, dass der Master ein Anforderungsdatenpaket zu einem vorgebbaren Zeitpunkt über das Netzwerk (16) an den mindesten einen Slave und/oder an sämtliche Schnittstelleneinheiten (32) verschickt.
12. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Schnittstelleneinheiten (32) nach einem Master-Slave-Protokoll über das Netzwerk (16) miteinander kommunizieren.
13. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Framegröße von über das Netzwerk (16) übertragenen Frames vorgebbar und/oder variabel ist, und dass vorzugsweise die Framegröße in Abhängigkeit der zu übertragenden Informationen und/oder in Abhängigkeit der zeitlichen Übertragungsdichte variabel festlegbar ist.
14. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Netzwerk (16) derart ausgebildet ist, dass dieses eine Datenübertragungsrate von mindestens 10 MBit/s aufweist.
15. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Schnittstel-

leneinheiten (32) untereinander in Form einer Linientopologie verbunden sind.

16. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Schnittstellen einheiten (32) untereinander in Form einer Ringtopologie verbunden sind.
17. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens drei Schnittstellen einheiten (32) untereinander in Form einer Baum- und/oder Stern topologie verbunden sind.
18. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass lediglich ein Abschnitt des Netzwerks (16) eine echtzeitfähige Datenübertragung aufweist.
19. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Netzwerk (16) auf ein an das Fahrzeug (12) adaptierbares Arbeitsgerät (40) erstreckt, vorzugsweise über eine Kabelverbindung und/oder über eine Funkverbindung.
20. Kommunikationssystem 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Arbeitsgerät (40) eine Hauptbetriebskomponente (44) mit einer Schnittstelleneinheit (46) aufweist.
21. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass über das Netzwerk (16) Gerät edaten übertragbar sind, wobei solche Daten insbesondere Daten zur Anmeldung am Netzwerk (16), Identifikation einer Schnittstelleneinheit (32), Kenndaten, voreingestellte Parameter und/oder Statusdaten sind.

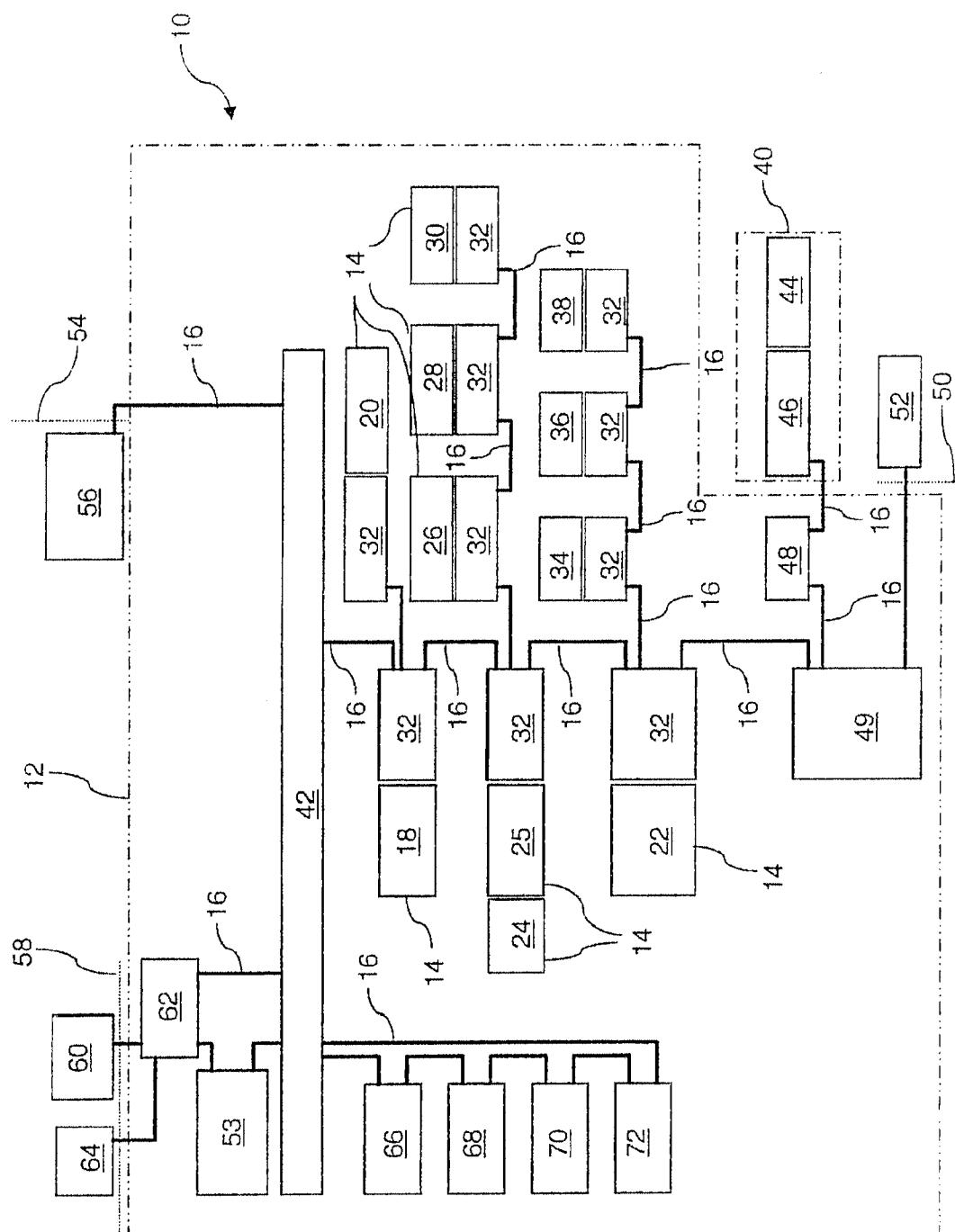
22. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass über das Netzwerk (16) Prozessdaten übertragbar sind, wobei Prozessdaten insbesondere Regeldaten bezüglich des elektrischen Leistungsflusses zwischen elektrischen Maschinen, Befehlsdaten an eine Hauptbetriebskomponente (14), Eingangsdaten von einer Hauptbetriebskomponente (14) und/oder Parameter einer Hauptbetriebskomponente (14) sind.
23. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass über das Netzwerk (16) Fehlermeldungen übertragbar sind, die insbesondere den Zeitpunkt, die Fehlerart, den Fehlergrund und/oder den Zustand einer Hauptbetriebskomponente (14) umfassen.
24. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass über das Netzwerk (16) Diagnosedaten übertragbar sind, wobei Diagnosedaten insbesondere Betriebszustände und/oder Parameter einer Hauptbetriebskomponente (14) aufweisen.
25. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schnittstelleneinheit (32) auf einer Single-Chip-Technologie basiert, wobei insbesondere die Netzwerkkommunikation und die Ansteuerung der Hauptbetriebskomponente (14) in einem Halbleiterbaustein zusammengefasst ist.
26. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schnittstelleneinheit (32) im laufenden Netzwerkbetrieb hinzufügbar oder entferntbar ist.
27. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Maßnahme (76) vorgesehen ist, mit der ein unberechtigter Zugriff

auf das Netzwerk (16) verhinderbar ist, wobei die Maßnahme eine Firewall, eine Programmroutine, eine Passwortabfrage, eine Benutzerrechteverwaltung und/oder ein kryptologisches Verfahren aufweist.

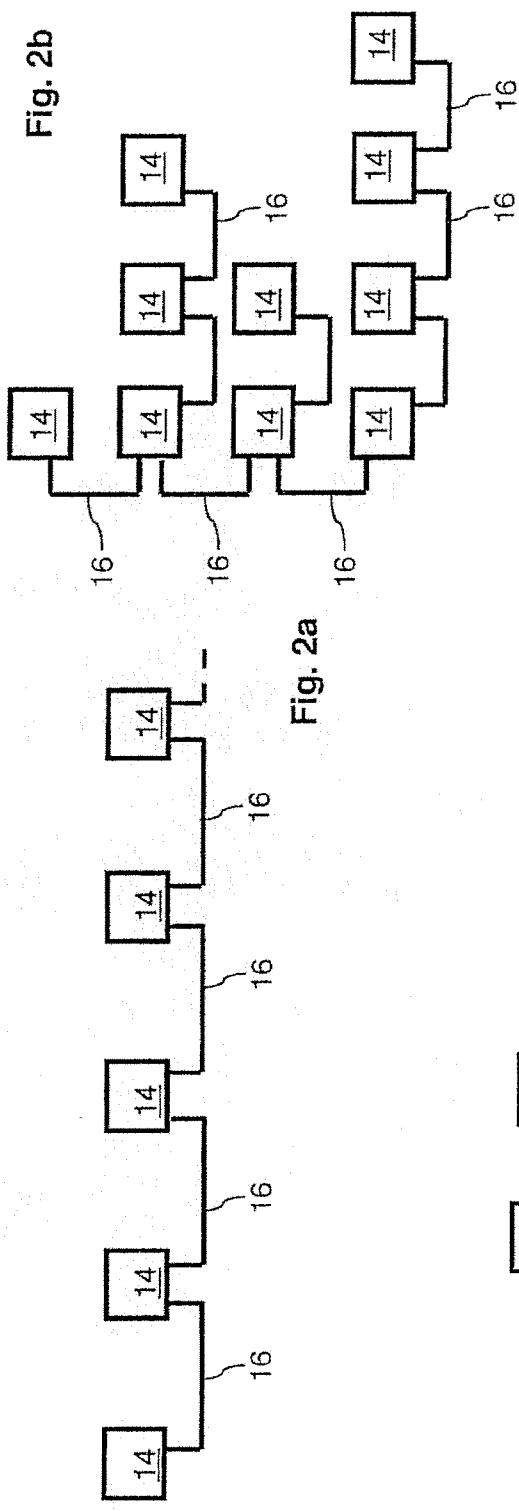
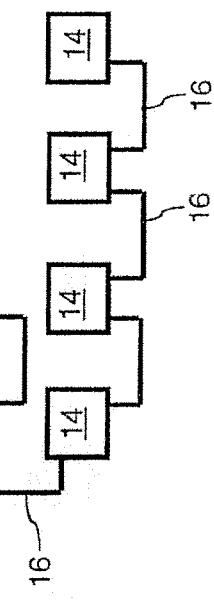
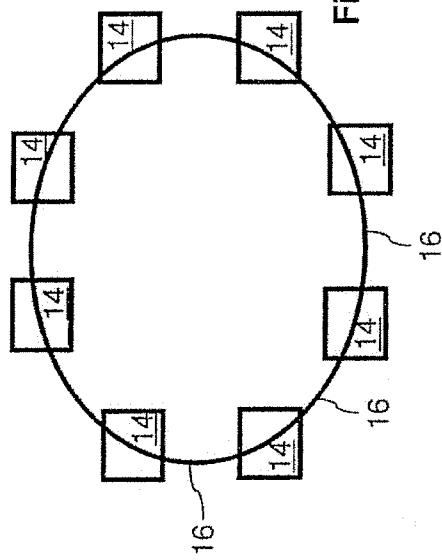
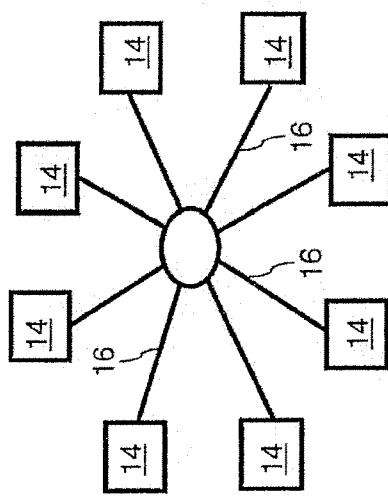
28. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel vorgesehen sind, mit denen die einzelnen Komponenten des Netzwerks (16) auf ein Dateisystem abbildbar sind, wobei solche Mittel insbesondere Routinen bzw. Systemkomponenten wie NFS, FPT, SFTP, RSH, SSH, Telnet, Rlogin und/oder X-Windows umfassen.
29. Kommunikationssystem nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass neue und/oder geänderte Software über einen Kommunikationssystemserver (42) einspielbar ist.
30. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass als Betriebssystem für die einzelnen Schnittstelleneinheiten (32) und/oder einen Kommunikationssystemserver (42) Unix oder ein Unix-Derivat oder Microsoft Windows oder ein Microsoft Windows-Derivat vorgesehen ist.
31. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass einem Fahrzeugbediener eine grafische und/oder eine multimediale Benutzerschnittstelle (48) zur Verfügung stellbar ist, wobei die grafische Benutzerschnittstelle (48) vorzugsweise an unterschiedlich ausgebildete, weit verbreitete Bedienschemata anpassbar ist, beispielsweise an die von Microsoft Windows, KDE, GNOME oder Apple-OS.
32. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 31, gekennzeichnet durch eine Schnittstelle (50, 54, 58) zu mindestens einem anderen Netzwerk und/oder zu einer bran-

chenspezifischen Software und/oder zu einer Software zum Verwalten industrieller oder landwirtschaftlicher Nutzfahrzeuge.

33. Kommunikationssystem nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass das Netzwerk die Spezifikationen nach IEEE 802.15.1, IEEE 802.15.4, IEEE 802.1, GPS, USB, UMTS oder GSM vollständig oder größtenteils erfüllt.
34. Verfahren zum Betreiben eines Kommunikationssystems eines Fahrzeugs, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 33, wobei das Kommunikationssystem (10) mindestens zwei Hauptbetriebskomponenten (14) und ein Netzwerk (16) umfasst, wobei das Fahrzeug (12) mit den Hauptbetriebskomponenten (14) betrieben wird, wobei eine Hauptbetriebskomponente (14) eine Schnittstelleneinheit (32) und gegebenenfalls eine Steuereinheit aufweist, über die die Hauptbetriebskomponente (14) angesteuert und/oder geregelt wird, wobei Daten von einer Schnittstelleneinheit (32) einer Hauptbetriebskomponente (14) zu einer Schnittstelleneinheit (32) einer anderen Hauptbetriebskomponente (14) über das Netzwerk (16) übertragen werden, dadurch gekennzeichnet, dass das die Schnittstelleneinheiten (32) verbindende Netzwerk (16) ein Ethernet-Datennetz aufweist.



一
正

Fig. 2b**Fig. 2a****Fig. 2d****Fig. 2c**

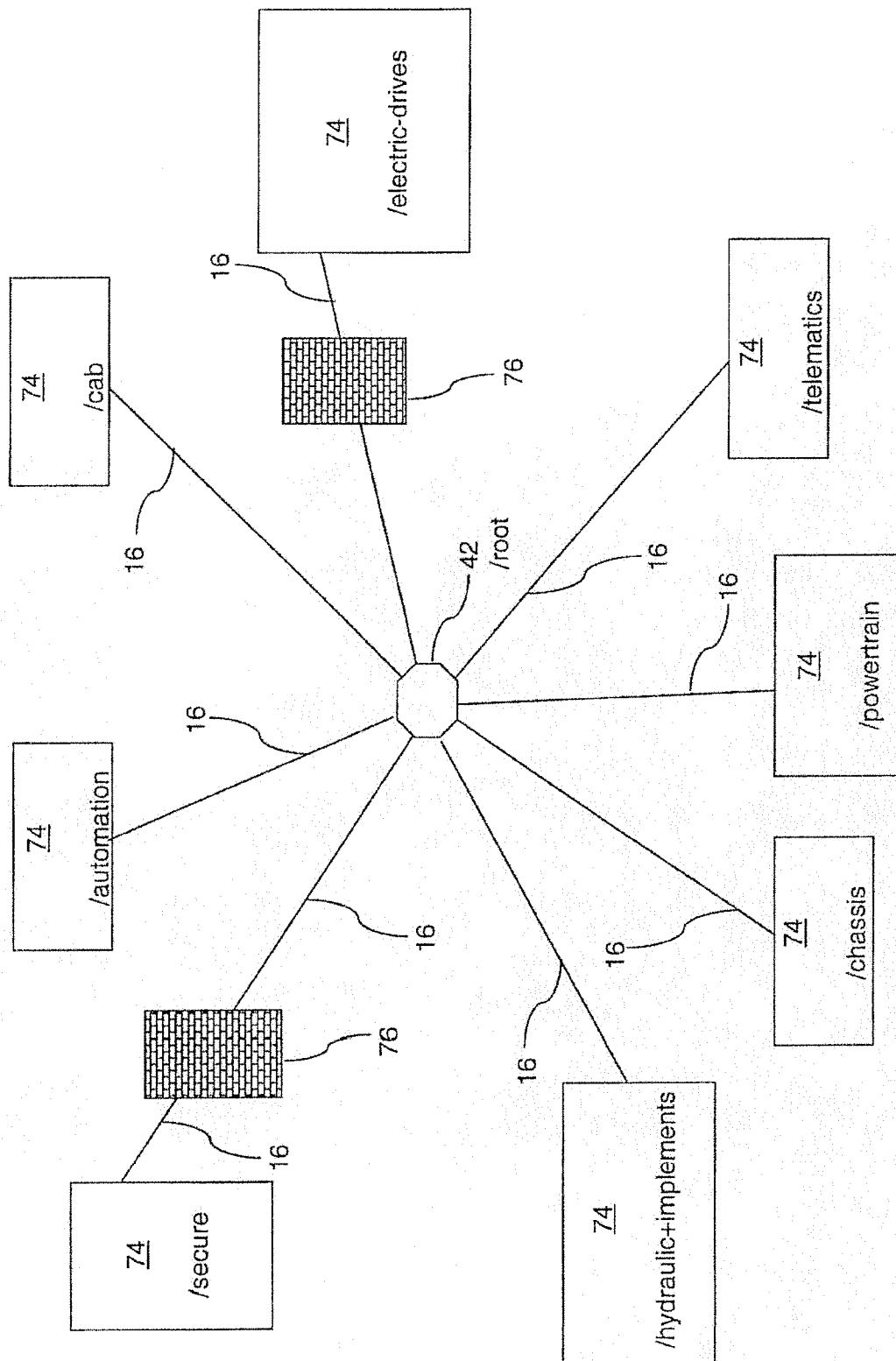


Fig. 3