



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 440 211 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.04.2005 Patentblatt 2005/17

(21) Anmeldenummer: **02802301.8**

(22) Anmeldetag: **24.10.2002**

(51) Int Cl.7: **E02F 9/00, E02F 9/08**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2002/011872

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/038200 (08.05.2003 Gazette 2003/19)

(54) **ARBEITSMASCHINE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER ARBEITSMASCHINE**
MACHINE TOOL AND METHOD FOR OPERATING A MACHINE TOOL
ENGIN DE TRAVAIL ET PROCEDE POUR FAIRE FONCTIONNER UN ENGIN DE TRAVAIL

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL SE

(30) Priorität: **30.10.2001 DE 10153458**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.07.2004 Patentblatt 2004/31

(73) Patentinhaber: **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG**
88038 Friedrichshafen (DE)

(72) Erfinder:

- **LEGNER, Jürgen**
88048 Friedrichshafen (DE)
- **REBHOLZ, Wolfgang**
88045 Friedrichshafen (DE)
- **BECK, Hermann**
88097 Eriskirch (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 1 267 072 **DE-A- 19 850 902**
DE-A- 19 956 402

EP 1 440 211 B1

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Arbeitsmaschine mit einem hydrostatischen Fahrtrieb, insbesondere einen Mobilbagger gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Betreiben der Arbeitsmaschine.

[0002] Derartige Arbeitsmaschinen werden vielfältig eingesetzt, z.B. als Mobilbagger, Kran etc. Nach dem Stand der Technik verfügen sie über einen hydrostatischen Fahrtrieb und weisen einen Unterwagen und einen auf dem Unterwagen drehbar angeordneten Oberwagen auf; im Unterwagen ist ein Fahrmotor zum Antrieb der Räder vorgesehen, der von einer im Oberwagen angeordneten Pumpe mit Druckmittel versorgt wird, wobei weitere Hochdruckverbraucher vorgesehen sein können.

[0003] Nach dem Stand der Technik ist in der Regel bei Mobilbaggern keine elektrische Energie bzw. keine elektrischen Komponenten im Unterwagen vorgesehen. Die zum Betrieb notwendige Hochdruck- und Steuerdruckhydraulik wird durch eine Drehdurchführung vom Ober- in den Unterwagen geführt. Im Unterwagen sind mindestens zwei Hochdruckverbraucher (Hydromotor für den Fahrtrieb und Planierschild bzw. Abstützung). Zudem muss die Druckversorgung für die meist zweikreisige hydraulische Fremdkraftbremse sowie für die Lenkung ebenfalls vom Ober- zum Unterwagen geführt werden. Des Weiteren werden Steuersignalleitungen für die Getriebe und Hydromotorkriechgangschaltung sowie die Pendelachssperre benötigt, die auch durch die Drehdurchführung geführt werden. Dies resultiert in einer aufwendigen und teuren Verschlauchung für die oben genannten Funktionen.

[0004] Die DE 19956402 A1 offenbart einen Mobilbagger nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 26, bei dem das zur Steuerung der Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit des Fahrzeugs benötigte Steuerventil im Bereich des Unterwagens angeordnet ist. Dadurch reduziert sich die Anzahl der hydraulischen Verbindungen für den Antrieb auf zwei Leitungen, nämlich eine Förderleitung und eine Behälterleitung. Dennoch bleibt die Anzahl der durch die Drehdurchführung zu führenden weiteren Leitungen hoch.

[0005] Bei Umschlagmaschinen oder Industriegeräten werden oft elektrische Einrichtungen im Unterwagen eingesetzt. Die Anzahl an zusätzlichen Steuer- und Überwachungssignalen kann bei diesen Geräten nicht mehr hydraulisch erfolgen, so dass in diesem Fall digitale bzw. elektrische Steuer- und Überwachungssignale durch die Drehdurchführung vom Ober zum Unterwagen übertragen werden. Nach dem Stand der Technik sind im Unterwagen keine Elektronik-Komponenten vorgesehen.

[0006] Üblicherweise wird heutzutage für den Fahrtrieb standardmäßig ein hochdruckabhängig stufenlos verstellbarer Axialkolbenhydromotor mit aufgebautem Bremsventil und sekundär sitzenden Druckbegren-

zungsventilen eingesetzt. Der Motor steht bis zum Erreichen eines Regelhochdruckes auf kleinem Schluckvolumen (q_{Min}). Bei konstantem Hochdruck wird der Motor vom kleinen (q_{Min}) zum großen (q_{Max}) Schluckvolumen verstellt, wodurch das Drehmoment erhöht wird. Der integrierte, hochdruckabhängige Regler wird nur im Zugbetrieb vom Zulaufhochdruck angesteuert. Im Bremsbetrieb wiederum steht der Motor auf kleinem Schluckvolumen (q_{Min}).

[0007] Durch dieses Steuerungssystem bedingt, ist das hydraulische Bremsmoment auf kleine Werte begrenzt. In der Regel bremst ein Gerät mit einem solchen Steuerungskonzept mit einer maximalen Verzögerung von ca. 10 - 12 % ab. Dies bedeutet, dass es Situationen geben kann, bei denen das Bremsvermögen nicht ausreicht, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten. Dies kann beispielsweise bei Talfahrt im Schubbetrieb der Fall sein, wenn das Gefälle steiler ist, als das Bremsvermögen des Hydromotors, wodurch die Gefahr des Übertourens für den gesamten Antriebsstrang besteht.

[0008] Dies kann durch das Loslassen des Fahrpedals durch den Fahrer nicht vermieden werden; hierbei wird das Gerät nicht abgebremst, sondern beschleunigt. Hinzu kommt, daß bei nicht betätigtem Fahrpedal kein Hochdrucköl von der Pumpe zum Hydromotor gefördert wird. Das vom Hydromotor auf q_{Min} geförderte Öl kann nicht durch das Bremsventil zum Tank abfließen, sondern spritzt an den Sekundärventilen zur Niederdruckseite ab. Das sehr kleine Ölvolumen im Hydromotor wird dadurch sehr schnell erwärmt und kann somit den Hydromotor und in manchen Fällen auch das angebaute Getriebe zerstören.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Arbeitsmaschine, insbesondere einen Mobilbagger anzugeben, welche die Nachteile des Standes der Technik vermeidet. Insbesondere soll die Anzahl der Leitungen zwischen ober- und Unterwagen reduziert werden und die Sicherheit sowie der Fahrkomfort verbessert werden. Zudem soll die Möglichkeit gegeben sein, Diagnosen der eingesetzten Komponenten durchzuführen, was nach dem heutigen Stand der Technik nicht möglich ist.

[0010] Des Weiteren soll die Funktionalität der Arbeitsmaschine ohne großen Bauaufwand erweiterbar sein, bei einer gleichzeitigen Senkung der Herstellungskosten.

[0011] Des Weiteren soll ein Verfahren zum Betreiben der Arbeitsmaschine vorgestellt werden.

[0012] Diese Aufgabe wird für eine Arbeitsmaschine durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst. Das Verfahren ist Gegenstand des Patentanspruchs 26. Weitere Ausgestaltungen gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0013] Demnach wird vorgeschlagen, im Unterwagen eine oder mehrere Elektronikkomponenten einzusetzen, die der Steuerung und/oder Regelung der Unterwagenkomponenten dienen.

[0014] Vorteilhafterweise ist die erfindungsgemäß

eingesetzte Unterwagenelektronik gemäß der Erfindung über eine Kommunikationsverbindung (beispielsweise CAN oder DC-Bus) mit der Bordelektronik im Oberwagen mittels einer Drehdurchführung verbunden. Die Versorgungsspannung für die Unterwagenelektronik erfolgt ebenfalls über die Drehdurchführung.

[0015] Durch die vorgeschlagene Verwendung von Elektronikkomponenten im Unterwagen, können sehr viele hydraulische Verbindungen zwischen Ober- und Unterwagen entfallen. Die Komponenten im Unterwagen werden elektrisch und/oder hydraulisch direkt angesteuert und überwacht. Dadurch wird auch eine Diagnose der Komponenten im Unterwagen ermöglicht, da durch die Unterwagenelektronik beliebige Aktuatoren und Sensoren diagnostizierbar sind.

[0016] Außerdem kann durch die erfindungsgemäße Konstruktion ein erweitertes Funktionsangebot realisiert werden, wie im folgenden detailliert beschrieben wird.

[0017] Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. I

[0018] In dieser stellen dar:

Figur 1: Ein Blockdiagramm eines Mobilbaggers nach dem Stand der Technik;

Figur 2: Ein Blockdiagramm eines Mobilbaggers gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung; und

Figur 3: Ein Blockdiagramm eines Mobilbaggers gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

[0019] In allen Figuren ist die Trennung zwischen Ober- und Unterwagen durch die gestrichelte Linie verdeutlicht.

[0020] Im Oberwagen einer Arbeitsmaschine nach dem Stand der Technik gemäß Figur 1 sind am Verbrennungsmotor bis zu 4 Pumpen angebaut. Außer der Hauptarbeitspumpe 1 existieren eine Vorsteuerpumpe 2, eine Bremspumpe 3 und eine Lenkpumpe 4.

[0021] Die Hauptarbeitspumpe 1 versorgt alle Hochdruckverbraucher (Zylinder, Hydromotore) in einem offenen Hydraulikkreislauf. Alle Hochdruckverbraucher die im Unterwagen sind, wie beispielsweise Hydromotor, Planierschild, Abstützung, müssen durch die Drehdurchführung versorgt werden. Teilweise wird heute die Schwenkfunktion mit einer weiteren Pumpe im geschlossenen Kreislauf betrieben.

[0022] Die Vorsteuerpumpe 2 fördert das Öl für die gesamte hydraulische Vorsteuerung. Die Vorsteuerventile beeinflussen die verschiedenen Hauptsteuerventile sowohl im Oberwagen (Baum, Stiel, Löffel, Drehwerk, ...) als auch im Unterwagen (Fahrmotor, Planierschild, Abstützung, etc.) direkt. Die hydraulischen Steuerfunktionen im Unterwagen für die Getriebeschaltung, Hydromotorumschaltung (Kriechgang), Pen-

delachssperre usw. werden einzeln durch die Drehdurchführung geleitet.

[0023] Im Bremskompaktblock 5 werden mit einer Speicherladeeinheit Blasenspeicher befüllt, die beim Ausfall der Druckversorgung einen vorgeschriebenen Notbetrieb zulassen. Der Bremskompaktblock 5 ist im Oberwagen angeordnet, derart, dass die beiden Bremskreise von diesem Block durch die Drehdurchführung hydraulisch angesteuert werden.

[0024] Die hydraulische Lenkeinheit 6 ist direkt am Lenkrad 7 in der Kabine angeordnet und wird von der Lenkpumpe 4 mit Öl versorgt, wobei von der hydraulischen Lenkeinheit 6 zwei Leitungen über die Drehdurchführung zum doppelt wirkenden Lenkzylinder geführt werden.

[0025] Nach dem Stand der Technik ist am Getriebe 8 eine hydraulische Rückschaltsperrung vorgesehen, die bei hoher Fahrgeschwindigkeit eine Rückschaltung und damit ein Übertouren des Hydromotors verhindert.

[0026] In Figur 2 ist ein Blockdiagramm eines erfindungsgemäßen Mobilbaggers dargestellt.

[0027] Demnach entfallen alle - bis auf eine - Steuerleitungen zwischen Ober- und Unterwagen. Erfindungsgemäß werden die Steuersignale für Getriebeschaltung, Fahrpedal, Hydromotor und Pendelachssperre durch elektrische Schaltersignale (analog und digital) an die Oberwagenelektronik geleitet; von dort gelangen die Steuersignale über eine Kommunikationsverbindung 9 zur Unterwagenelektronik 10. Somit können die Magnetventile vorteilhafterweise im Unterwagen untergebracht werden; deren Ansteuerung erfolgt mittels der Unterwagenelektronik 10.

[0028] Es ist vorgesehen, den Getriebesteuerblock 11 direkt am Getriebe 8 oder an einem anderen, geeigneten Platz im Unterwagen anzuordnen. Besonders vorteilhaft ist die Implementierung einer zusätzlichen Funktion "Vorderachsabschaltung" über ein im Getriebesteuerblock vorgesehenes Magnetventil, welches von der Unterwagenelektronik elektrisch ansteuerbar ist.

[0029] Am Getriebe wird die An- und/oder die Abtriebsdrehzahl durch einen Drehzahlsensor 12 gemessen, wobei dieses Signal durch die Unterwagenelektronik 10 verarbeitet wird, so dass mittels dieser Drehzahlinformation die Rückschaltsperrung elektronisch erfolgt.

[0030] Im Rahmen einer Variante der Erfindung ist eine automatische Gangschaltung vorgesehen. Zu diesem Zweck werden die Signale des Drehzahlgebers und der Schluckvolumeneinstellung, d. h. des Ventilstroms zum Hydromotorproportionalventil, von der Unterwagenelektronik 10 ausgewertet.

[0031] Die Anzahl der Verbindungen zwischen Ober- und Unterwagen ist gegenüber dem Stand der Technik deutlich reduziert, wobei zusätzliche Funktionen im Unterwagen, wie z. B. die beschriebene Vorderachsabschaltung, ohne zusätzliche Verbindungen zwischen Ober- und Unterwagen möglich sind.

[0032] Durch den erfindungsgemäßen Einsatz der

Unterwagenelektronik werden die Funktionen im Unterwagen logisch verknüpft. Dies resultiert in einer signifikanten Aufwandsreduzierung und in einer Erhöhung der Sicherheit während des Betriebs. Beispielsweise müssen bei einem Mobilbagger mit langem Ausleger und vier - Punkt - Abstützung die Abstützungen ausgefahren und verriegelt sein, bevor mit dem Ausleger gearbeitet werden darf.

[0033] Im Rahmen einer weiteren Ausführungsform wird vorgeschlagen, anstatt des heute verwendeten hochdruckabhängig verstellbaren Hydromotors, einen elektrisch proportional verstellbaren Hydromotor mit überlagerter Druckregelung einzusetzen, dessen Proportionalventil von der Unterwagenelektronik 10 ansteuerbar ist. Der Motor verfügt über ein Bremsventil, wobei sekundär wirkende Druckbegrenzungsventile zwischen Motor und Bremsventil vorgesehen sind. Beim Anfahren steht dieser Motor auf maximalem Schluckvolumen und folglich Drehmoment und erlaubt somit eine bessere Beschleunigung der Maschine aus dem Stand. Die Verstellung des Motors auf kleineres Schluckvolumen kann demnach abhängig von der Fahrpedalstellung und von der Antriebsdrehzahl des Getriebes gesteuert werden. Zu diesem Zweck ist ein analoger Sensor am Fahrpedal vorgesehen. Die Fahrpedalstellung kann auch mittels eines Drucksensors zwischen "Fahrpedal" und "Schieber fahren" erkannt werden.

[0034] Dieses Konzept weist zudem den Vorteil auf, dass der Motor im Bremsbetrieb gezielt auf größeres Schluckvolumen verstellt werden kann, wodurch ein Übertouren bei Talfahrt verhindert wird. Wird bei Talfahrt das Fahrpedal zurückgenommen, steigt das Bremsmoment aufgrund der Verstellung des Hydromotors auf größeres Schluckvolumen über eine vorzugebende Zeit stetig an und die Maschine kommt zum Stehen. Ein Übertouren kann damit nahezu ausgeschlossen werden. Bei einer Talfahrt wird damit der Fahrer gezwungen, das Fahrpedal zu betätigen, um fahren zu können. Das vom Hydromotor zum Tank geförderte Öl wird gekühlt, so dass ein Überhitzen der Einheiten im Unterwagen weitestgehend vermieden wird.

[0035] Eine besonders vorteilhafte Variante der Erfindung, die Gegenstand der Figur 3 ist, sieht vor, auch die hydraulischen Verbindungen zwischen Ober- und Unterwagen auf eine Verbindung zu reduzieren. Somit beschränkt sich die Anzahl der Leitungsverbindungen zwischen Ober- und Unterwagen auf drei, nämlich eine hydraulische, eine elektrische und eine Kommunikationsverbindung. Dadurch gestaltet sich der gesamte Unterwagen als ein geschlossenes System.

[0036] Die Anzahl der Ölpumpen im Oberwagen ist demgemäß von vier auf eine Hauptarbeitspumpe 1' reduziert. Alle Steuerbefehle gehen in Form von elektrischen digitalen oder analogen Signalen an die Bordelektronik im Oberwagen und von dort über die Kommunikationsverbindung zur Unterwagenelektronik 10, die die Steuersignale an die Aktuatoren weiterleitet. Des

weiteren werden wichtige Zustands- und Diagnosedaten von den Aktuatoren und Sensoren aus dem Unterwagen in der Unterwagenelektronik 10 diagnostiziert und über die Kommunikationsverbindung 9 zur Bordelektronik im Oberwagen gemeldet ("Faultmanagement"), wobei nach der Auswertung Notfahr- bzw. Notbetriebprogramme ausgeführt werden können.

[0037] Zur Realisierung einer Load-Sensing-Regelung (hochdruckunabhängige Bedarfsstromregelung) der im Oberwagen angeordneten Hauptarbeitspumpe 1' wird der Druck des lasthöchsten Verbrauchers vom Unter- zum Oberwagen gemeldet. Zudem wird beim Erreichen der Leistungsgrenze der Ölstrom im Oberwagen zu allen Arbeitsverbrauchern gleichmäßig reduziert, wobei der Ölstrom zu den Verbrauchern im Unterwagen von der Unterwagenelektronik 10 bestimmt wird. Dies ist insbesondere wichtig, für den Fall, dass im Arbeits-einsatz gleichzeitig mehrere Verbraucher benötigt werden (z.B. Hydromotor, Planierschild etc.).

[0038] Zur Erkennung des lasthöchsten Verbrauchers wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, mittels Drucksensoren in den lastdruckführenden Leitungen entsprechende Signale über die Unterwagenelektronik 10 an die Oberwagenelektronik zu übermitteln, die zur Pumpenregelung verwendet werden. Diese Konstruktion weist den Vorteil auf, dass keine zusätzliche Verbindung zwischen Ober- und Unterwagen benötigt wird.

[0039] Eine weitere Variante zur Erkennung des lasthöchsten Verbrauchers sieht vor, verschaltete Rückschlagventile zu verwenden, die den Lastdruck des lasthöchsten Verbrauchers über eine hydraulische Meldeleitung zum Oberwagen führen. Im Gegensatz zu der ersten Variante wird hierfür eine zusätzliche hydraulische Verbindung zwischen Ober- und Unterwagen benötigt.

[0040] Die hydraulische Leistung für Bremse, Lenkung, Hydromotor und Planierschild wird aus der zentralen Druckölversorgung des Unterwagens abgezweigt. Das Steueröl wird bevorzugterweise durch eine Steueröleinheit aus der Hochdruckversorgung des Unterwagens durch eine Druckminderung abgezweigt. Die Ansteuerung aller Verbraucher im Unterwagen erfolgt somit durch die Unterwagenelektronik 10.

[0041] Besonders vorteilhaft ist die Realisierung X-by-Wire Systemen, also von elektronischen Systemen, die vollständig ohne mechanische Rückfallebene arbeiten, für Lenkung und Bremse (Steer-by-wire, Brake-by-wire), um die aktive Sicherheit zu erhöhen.

[0042] Zu diesem Zweck sind gemäß der Erfindung eine proportional-elektro-hydraulische Steer-by-wire Einheit 13 und eine Brake-by-wire Einheit 14 im Unterwagen untergebracht, wobei die entsprechende elektronische Steuerung in der Unterwagenelektronik 10 integriert oder in getrennten Komponenten untergebracht ist.

[0043] Die Steer-by-wire Komponente funktioniert wie folgt: Die Lenkradbewegungen werden in der Steer-

by-wire Einheit im Oberwagen in elektrische Signale umgesetzt und zur Oberwagenelektronik geführt. Von dort gelangt diese Information über die Kommunikationsverbindung 9 zur Unterwagenelektronik 10. Diese wiederum steuert dann die hydraulische Steer-by-wire Einheit 13 elektrisch an. In der Steer-by-wire Einheit werden die elektrischen in hydraulische Signale umgewandelt und an den Lenkzylinder weitergegeben.

[0044] In der Steer-by-wire Einheit 13 im Unterwagen sind hydraulische Speicher für einen Notbetrieb vorgesehen. Die Steer-by-wire Einheit 13 kann sowohl direkt an der Achse oder an einem geeigneten Platz im Unterwagen angebaut sein.

[0045] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, in der Steer-by-wire Einheit im Oberwagen durch einen Elektromotor Lenkkräfte auf das Lenkrad zu simulieren, um das Fahrgefühl zu verbessern.

[0046] Mittels einer derartigen Lenkeinrichtung wäre es möglich, diese beim Fahren auf der Baustelle aus dem Sichtfeld des Fahrers zu klappen und die Lenkung über zusätzliche Joysticks zu bedienen. Dies würde die Sichtverhältnisse beim Arbeiten wesentlich verbessern und zur Erhöhung der Sicherheit beitragen. In diesem Zusammenhang wird vorgeschlagen, bei der Lenkeinrichtung ein Rückstellverhalten beim Loslassen des Lenkrads in einer Kurvenfahrt zu realisieren. Ein weiterer Vorteil des Steer-by-wire Systems besteht darin, dass störende Hydraulikgeräusche aus der Fahrerkabine verbannt werden.

[0047] Zur Implementierung des Brake-by-wire Systems sind Sensoren vorgesehen, welche die Bremspedalbewegungen erfassen und in elektrische Signale umsetzen, die an die Oberwagenelektronik weitergeleitet werden. Anschließend gelangt diese Information über die Kommunikationsverbindung zur Unterwagenelektronik, welche die hydraulische Brake-by-wire Einheit 14 elektrisch ansteuert, wobei in der Brake-by-wire Einheit die elektrischen Signale in hydraulische Signale umgewandelt und zu Bremszylindern weitergegeben werden.

[0048] In der Brake-by-wire 14 Einheit im Unterwagen sind außerdem hydraulische Speicher für einen Notbetrieb vorgesehen. Im Rahmen einer vorteilhaften Weiterbildung sind Raddrehzahlsensoren vorgesehen, um Funktionen wie ABS, ASR, etc. realisieren zu können.

Bezugszeichen

[0049]

1,1'	Hauptarbeitspumpe
2	Vorsteuerpumpe
3	Bremspumpe
4	Lenkpumpe
5	Bremskompaktblock
6	Lenkeinheit
7	Lenkrad
8	Getriebe

9	Kommunikationsverbindung
10	Unterwagenelektronik
11	Getriebesteuerblock
12	Drehzahlsensor
5 13	Steer-by-wire Einheit
14	Brake-by-wire Einheit

Patentansprüche

1. Arbeitsmaschine mit einem hydrostatischen Fahrtrieb, insbesondere Mobilbagger, mit einem Unterwagen, in dem ein Fahrmotor zum Antrieb der Räder vorgesehen ist und einem auf dem Unterwagen drehbar angeordneten Oberwagen, der eine Pumpe zur Versorgung des Fahrtriebs mit Druckmittel umfasst, wobei zwischen Ober- und Unterwagen eine Drehdurchführung angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Unterwagen eine oder mehrere Elektronikkomponenten als Unterwagenelektronik (10) vorgesehen sind, die der Steuerung und/oder Regelung der Unterwagenkomponenten dienen.
2. Arbeitsmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterwagenelektronik (10) über eine Kommunikationsverbindung (9) mit der Bordelektronik im Oberwagen mittels der Drehdurchführung verbunden ist, wobei die Versorgungsspannung für die Unterwagenelektronik (10) über die Drehdurchführung erfolgt.
3. Arbeitsmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Ober- und Unterwagen eine Steuerleitung vorgesehen ist.
4. Arbeitsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Komponenten, insbesondere Sensoren und Aktuatoren im Unterwagen von der Unterwagenelektronik (10) elektrisch und/oder hydraulisch direkt steuerbar und diagnostizierbar sind.
5. Arbeitsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Getriebesteuerblock (11) direkt am Getriebe (8) im Unterwagen angeordnet ist.
6. Arbeitsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Funktion "Vorderachsabschaltung" über ein im Getriebesteuerblock (11) vorgesehenes Magnetventil, welches von der Unterwagenelektronik (10) elektrisch steuerbar ist, vorgesehen ist.
7. Arbeitsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Rückschaltsperrung vorgesehen ist, die von der Un-

- terwagenelektronik (10) elektronisch ansteuerbar ist, wobei die An- und/oder Abtriebsdrehzahl durch einen vorgesehenen Drehzahlsensor (12) messbar und von der Unterwagenelektronik (10) auswertbar ist. 5
8. Arbeitsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine automatische Gangschaltung vorgesehen ist, die von der Unterwagenelektronik (10) anhand von Signalen des Drehzahlgebers und der Schluckvolumeneinstellung ansteuerbar ist. 10
9. Arbeitsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Funktionen im Unterwagen über die Unterwagenelektronik (10) logisch verknüpft sind. 15
10. Arbeitsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein elektrisch proportional verstellbarer Hydromotor mit überlagerter Druckregelung vorgesehen ist, dessen Proportionalventil von der Unterwagenelektronik (10) ansteuerbar ist, wobei der Motor über ein Bremsventil verfügt und wobei sekundär wirkende Druckbegrenzungsventile zwischen Motor und Bremsventil vorgesehen sind. 20
11. Arbeitsmaschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstellung des Motors auf kleineres Schluckvolumen abhängig von der Fahrpedalstellung und der An- und/oder Abtriebsdrehzahl des Getriebes steuerbar ist. 25
12. Arbeitsmaschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Fahrpedal ein analoger Sensor oder ein Steuerdrucksensor vorgesehen ist zur Erkennung der Fahrpedalstellung. 30
13. Arbeitsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hydraulischen Verbindungen zwischen Ober- und Unterwagen auf eine Verbindung reduziert sind, wodurch die Anzahl der Leitungsverbindungen zwischen Ober- und Unterwagen auf drei, nämlich eine hydraulische, eine elektrische und eine Kommunikationsverbindung (9) beschränkt ist. 35
14. Arbeitsmaschine nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Oberwagen lediglich eine Hauptarbeitspumpe(1') angeordnet ist. 40
15. Arbeitsmaschine nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hauptarbeitspumpe(1') über eine hochdruckunabhängige Bedarfsstromregelung verfügt. 45
16. Arbeitsmaschine nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den lastdruckführenden Leitungen Drucksensoren vorgesehen sind, deren Signale über die Unterwagenelektronik (10) an die Oberwagenelektronik zum Zweck der Hauptpumpenregelung übermittelbar sind. 50
17. Arbeitsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für Lenkung und/oder Bremse Steer-by-wire bzw. Brake-by-wire Systeme vorgesehen sind. 55
18. Arbeitsmaschine nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Unterwagen eine proportional-elektrohydraulische Steer-by-wire Einheit (13) und/oder eine Brake-by-wire Einheit (14) angeordnet ist.
19. Arbeitsmaschine nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** elektronische Steuerung der Steer-by-wire Einheit (13) und der Brake-by-wire Einheit (14) in der Unterwagenelektronik (10) integriert oder in getrennten Komponenten untergebracht ist.
20. Arbeitsmaschine nach Anspruch 17, 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Steer-by-wire Einheit im Oberwagen durch einen vorgesehenen Elektromotor Lenkkräfte auf das Lenkrad (7) simulierbar sind.
21. Arbeitsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lenkung optional mittels Joysticks bedienbar ist.
22. Arbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** Sensoren vorgesehen sind, welche die Bremspedalbewegungen erfassen und in elektrische Signale umsetzen, die zur Steuerung der Brake-by-wire Einheit (14) an die Unterwagenelektronik (10) weiterleitbar sind.
23. Arbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 17 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Brake-by-wire Einheit (14) im Unterwagen hydraulische Speicher für einen Notbetrieb vorgesehen sind.
24. Arbeitsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Realisierung von ABS bzw. ASR-Systemen Raddrehzahlsensoren vorgesehen sind.
25. Arbeitsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hydraulische Leistung für Bremse, Lenkung, Hydromotor und weitere Verbraucher aus der zentralen Druckölversorgung des Unterwagens abgezweigt wird, wobei die Ansteuerung aller Verbraucher im Unterwagen durch die Unterwagenelektronik (10)

erfolgt.

26. Verfahren zum Betreiben einer Arbeitsmaschine mit einem hydrostatischen Fahrtrieb, insbesondere eines Mobilbaggers, mit einem Unterwagen, in dem ein Fahrmotor zum Antrieb der Räder vorgesehen ist und einem auf dem Unterwagen drehbar angeordneten Oberwagen, der eine Pumpe zur Versorgung des Fahrtriebs mit Druckmittel umfasst, wobei zwischen Ober- und Unterwagen eine Drehdurchführung angeordnet ist, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Unterwagen eine oder mehrere Elektronikkomponenten als Unterwagen-elektronik (10) eingesetzt werden, die der Steuerung und/oder Regelung der Unterwagenkomponenten dienen.
27. Verfahren nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren und Aktuatoren im Unterwagen von der Unterwagenelektronik elektrisch und/oder hydraulisch direkt angesteuert und diagnostiziert werden.
28. Verfahren nach Anspruch 26 oder 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Funktionen im Unterwagen über die Unterwagenelektronik (10) logisch verknüpft werden.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 - 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hydraulische Leistung für Bremse, Lenkung, Hydromotor und weitere Verbraucher aus der zentralen Druckölversorgung des Unterwagens abgezweigt wird, die Ansteuerung aller Verbraucher im Unterwagen durch die Unterwagenelektronik (10) erfolgt.
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 26-29, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hauptarbeitspumpe (1, 1') über eine hochdruckunabhängige Bedarfsstromregelung verfügt, wobei der Druck des lasthöchsten Verbrauchers vom Unter zum Oberwagen gemeldet wird und beim Erreichen der Leistungsgrenze der Ölstrom zu den Verbrauchern gleichmäßig reduziert wird und wobei der Ölstrom zu den Verbrauchern im Unterwagen von der Unterwagenelektronik (10) bestimmt wird.
31. Verfahren nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erkennung des lasthöchsten Verbrauchers von in den lastdruckführenden Leitungen vorgesehenen Sensoren über die Unterwagenelektronik (10) an die Oberwagenelektronik übermittelt werden.
32. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 - 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Motor abhängig von der Fahrpedalstellung und der An- und/oder

Abtriebsdrehzahl des Getriebes (8) gesteuert wird.

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 - 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lenkung optional über Joysticks erfolgt.

Claims

1. Work machine having a hydrostatic travel drive, in particular, mobile excavator, having an undercarriage in which there is provided a travel motor for driving the wheels, and having a superstructure which is rotatably disposed on the undercarriage and comprises a pump for supplying pressure medium to the travel drive, a rotary leadthrough being provided between the superstructure and the undercarriage, **characterized in that** there are provided in the undercarriage one or more electronic components, as undercarriage electronics (10), which serve to control the undercarriage components by open-loop and/or closed-loop control.
2. Work machine according to Claim 1, **characterized in that** the undercarriage electronics (10) are connected to the work-machine electronics in the superstructure via a communication connection (9), by means of the rotary leadthrough, the supply voltage for the undercarriage electronics (10) being supplied via the rotary leadthrough.
3. Work machine according to either of Claims 1 or 2, **characterized in that** a control line is provided between the superstructure and the undercarriage.
4. Work machine according to any one of the preceding Claims, **characterized in that** the components in the undercarriage, particularly sensors and actuators, can be driven and subjected to diagnostics directly by the undercarriage electronics (10), by electrical and/or hydraulic means.
5. Work machine according to any one of the preceding Claims, **characterized in that** the transmission control block (11) is disposed directly on the transmission (8) in the undercarriage.
6. Work machine according to any one of the preceding Claims, **characterized in that** a function "front-axle switch-off" is provided via a solenoid valve which is provided in the transmission control block (11) and which can be electrically driven by the undercarriage electronics (10).
7. Work machine according to any one of the preceding Claims, **characterized in that** a shift-down lock-out is provided which can be driven electronically by the undercarriage electronics (10), the input and/

- or output rotational speed being measurable by a provided rotational-speed sensor 12 and capable of being evaluated by the undercarriage electronics (10).
8. Work machine according to any one of the preceding Claims, **characterized in that** an automatic gear shift is provided which can be driven by the undercarriage electronics (10) on the basis of signals of the rotational-speed sensor and the absorption volume setting.
9. Work machine according to any one of the preceding Claims, **characterized in that** the functions in the undercarriage are logically combined via the undercarriage electronics (10).
10. Work machine according to any one of the preceding Claims, **characterized in that** there is provided an electrically proportionally adjustable hydraulic motor with higher-order closed-loop pressure control, whose proportional valve can be driven by the undercarriage electronics (10), the motor having a brake valve and secondary-action pressure-limiting valves being provided between the motor and the brake valve.
11. Work machine according to Claim 10, **characterized in that** the adjustment of the motor to a lesser absorption volume is controllable in dependence on the position of the accelerator pedal and on the input and/or output rotational speed of the transmission.
12. Work machine according to Claim 11, **characterized in that** an analog sensor or control pressure sensor is provided on the accelerator pedal for identifying the position of the accelerator pedal.
13. Work machine according to any one of the preceding Claims, **characterized in that** the hydraulic connections between the superstructure and the undercarriage are reduced to one connection, as a result of which the number of line connections between the superstructure and the undercarriage is restricted to three, namely, a hydraulic connection, an electrical connection and a communication connection (9).
14. Work machine according to Claim 13, **characterized in that** only one main working pump (1') is disposed in the superstructure.
15. Work machine according to Claim 14, **characterized in that** the main working pump (1') has a demand-flow closed-loop control which is non-dependent on high pressure.
16. Work machine according to Claim 15, **characterized in that** in the lines carrying load pressure there are provided pressure sensors whose signals can be transmitted to the superstructure electronics, via the undercarriage electronics (10), for the purpose of closed-loop control of the main pump.
17. Work machine according to any one of the preceding Claims, **characterized in that** steer-by-wire and brake-by-wire are provided for the steering and/or brake respectively.
18. Work machine according to Claim 17, **characterized in that** a proportional electro-hydraulic steer-by-wire unit (13) and/or a brake-by-wire unit (14) is disposed in the undercarriage.
19. Work machine according to Claim 18, **characterized in that** electronic open-loop control of the steer-by-wire unit (13) and of the brake-by-wire unit (14) is integrated into the undercarriage electronics (10) or accommodated in separate components.
20. Work machine according to Claim 17, 18, or 19, **characterized in that** steering forces on the steering wheel (7) can be simulated by means of the steer-by-wire unit in the superstructure, by an electric motor which is provided.
21. Work machine according to any one of the preceding Claims, **characterized in that** the steering can optionally be operated by means of joysticks.
22. Work machine according to any one of Claims 17 to 19, **characterized in that** sensors are provided which sense the movements of the brake pedal and convert them into electrical signals which can be forwarded to the undercarriage electronics (10) for the purpose of controlling the brake-by-wire unit (14).
23. Work machine according to any one of claims 17 to 22, **characterized in that** hydraulic accumulators for emergency operation are provided in the brake-by-wire unit (14) in the undercarriage.
24. Work machine according to any one of the preceding Claims, **characterized in that** wheel-speed sensors are provided for the purpose of realizing ABS or ASR systems.
25. Work machine according to any one of the preceding Claims, **characterized in that** the hydraulic power for brake, steering, hydraulic motor and further loads is tapped out of the central pressure-oil supply of the undercarriage, all loads in the undercarriage being driven through the undercarriage electronics (10).

26. Method for operating a work machine having a hydrostatic travel drive, in particular, a mobile excavator, having an undercarriage in which there is provided a travel motor for driving the wheels, and having a superstructure which is rotatably disposed on the undercarriage and comprises a pump for supplying pressure medium to the travel drive, a rotary leadthrough being provided between the superstructure and the undercarriage, in particular, according to any one of Claims 1 to 25, **characterized in that** in the undercarriage one or more electronic components are used as undercarriage electronics (10), which serve to control the undercarriage components by open-loop and/or closed-loop control.
27. Method according to Claim 26, **characterized in that** the sensors and actuators in the undercarriage can be driven and subjected to diagnostics directly by the undercarriage electronics, by electrical and/or hydraulic means.
28. Method according to either of Claims 26 or 27, **characterized in that** the functions in the undercarriage are logically combined via the undercarriage electronics (10).
29. Method according to any one of Claims 26 - 28, **characterized in that** the hydraulic power for brake, steering, hydraulic motor and further loads is tapped out of the central pressure-oil supply of the undercarriage, all loads in the undercarriage being driven through the undercarriage electronics (10).
30. Method according to any one of Claims 26 - 29, **characterized in that** the main working pump (1, 1') has a demand-current closed-loop control which is non-dependent on high pressure, the pressure of the load element having the highest load being signalled to the superstructure from the undercarriage and, upon attainment of the power limit, the oil flow to the loads being uniformly reduced, and the oil flow to the loads in the undercarriage being determined by the undercarriage electronics (10).
31. Method according to Claim 30, **characterized in that**, for the purpose of identifying the load element having the highest load, sensors provided in the lines carrying load pressure transmit signals to the superstructure electronics via the undercarriage electronics (10).
32. Method according to any one of Claims 26 - 31, **characterized in that** the motor is controlled in dependence on the position of the accelerator pedal and on the input and/or output rotational speed of the transmission (8).

33. Method according to any one of Claims 26 - 32, **characterized in that** the steering is optionally effected via joysticks.

Revendications

1. Engin de travail avec un entraînement hydrostatique, plus particulièrement une excavatrice automotrice, avec un chariot inférieur dans lequel un moteur est prévu pour l'entraînement des roues et un chariot supérieur disposé de manière rotative sur le chariot inférieur, comprenant une pompe pour l'alimentation de l'entraînement avec un fluide sous pression, un passage rotatif étant disposé entre le chariot supérieur et le chariot inférieur, **caractérisé en ce que**, un ou plusieurs composants électroniques sont prévus dans le chariot inférieur comme électronique de chariot inférieur (10) qui servent de commande et/ou de régulation des composants du chariot inférieur.
2. Engin de travail selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'électronique de chariot inférieur (10) est reliée avec l'électronique de bord du chariot supérieur à l'aide du passage rotatif par l'intermédiaire d'une liaison de communication (9), la tension d'alimentation arrivant pour l'électronique du chariot inférieur (10) par l'intermédiaire du passage rotatif.
3. Engin de travail selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, entre le chariot supérieur et le chariot inférieur, se trouve une conduite de commande.
4. Engin de travail selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les composants, plus particulièrement des capteurs et des actionneurs du chariot inférieur peuvent être directement contrôlés et diagnostiqués électriquement et/ou hydrauliquement par l'électronique du chariot inférieur (10).
5. Engin de travail selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le bloc de commande de transmission (11) est disposé directement sur la transmission (8) dans le chariot inférieur.
6. Engin de travail selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** une fonction "mise hors service de l'essieu avant" par l'intermédiaire d'une soupape magnétique se trouvant dans le bloc de commande de transmission (11), qui est électriquement contrôlable par l'électronique du chariot inférieur (10), est prévue.

7. Engin de travail selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** blocage de retour est prévu, qui peut être contrôlé électroniquement par l'électronique du chariot inférieur (10), la vitesse de rotation d'entrée et/ou de sortie pouvant être mesurée par un capteur de vitesse de rotation (12) et analysée par l'électronique du chariot inférieur (10). 5
8. Engin de travail selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** enclenchement automatique de rapport est prévu, qui peut être contrôlé par l'électronique du chariot inférieur (10) à l'aide de signaux du capteur de vitesse de rotation et du réglage du volume absorbé. 10
9. Engin de travail selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fonctions du chariot inférieur sont combinées de manière logique par l'intermédiaire de l'électronique du chariot inférieur (10). 15
10. Engin de travail selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** moteur hydraulique réglable électriquement de manière proportionnelle avec une régulation de pression superposée, dont la soupape proportionnelle peut être contrôlée par l'électronique du chariot inférieur (10), est prévu, le moteur disposant d'une soupape de freinage et des soupapes de limitation de la pression agissant de manière secondaire étant prévues entre le moteur et la soupape de freinage. 20
11. Engin de travail selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le réglage du moteur peut être contrôlé sur un faible volume-absorbé en fonction de la position de la pédale d'accélérateur et de la vitesse de rotation d'entrée et/ou de sortie de la transmission. 25
12. Engin de travail selon la revendication 10, **caractérisé en ce que**, sur la pédale d'accélérateur se trouve un capteur analogique ou un capteur de pression de contrôle pour la détection de la position de la pédale d'accélérateur. 30
13. Engin de travail selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les liaisons hydrauliques entre le chariot supérieur et le chariot inférieur sont réduites à une liaison, ce qui limite le nombre des liaisons entre le chariot supérieur et le chariot inférieur à trois, c'est-à-dire une liaison hydraulique, une liaison électrique et une liaison de communication (9). 35
14. Engin de travail selon la revendication 13, **caractérisé en ce que**, dans le chariot supérieur, se trouve seulement une pompe principale (1'). 40
15. Engin de travail selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** la pompe principale (1') dispose d'une régulation de courant à la demande indépendante de la haute pression. 45
16. Engin de travail selon la revendication 15, **caractérisé en ce que**, dans les conduites de pression de charge, se trouvent des capteurs de pression dont les signaux peuvent être transmis par l'intermédiaire de l'électronique du chariot inférieur à l'électronique du chariot supérieur afin d'effectuer la régulation de la pompe principale. 50
17. Engin de travail selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, pour la direction et/ou le freinage, des systèmes steer-by-wire ou brake-by-wire sont prévus. 55
18. Engin de travail selon la revendication 17, **caractérisé en ce que**, dans le chariot inférieur, se trouve une unité de steer-by-wire (13) électrohydraulique proportionnelle et/ou une unité brake-by-wire (14). 60
19. Engin de travail selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** le contrôle électronique de l'unité de steer-by-wire (13) et/ou de l'unité brake-by-wire (14) est intégré dans l'électronique du chariot inférieur (10) ou se trouve dans des composants séparés. 65
20. Engin de travail selon la revendication 17, 18 ou 19, **caractérisé en ce que**, à l'aide de l'unité steer-by-wire dans le chariot inférieur, des forces de direction sur le volant (7) peuvent être simulées par un moteur électrique. 70
21. Engin de travail selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la direction est contrôlée de manière optionnelle à l'aide de joysticks. 75
22. Engin de travail selon l'une des revendications 17 à 19, **caractérisé en ce que** des capteurs sont prévus, qui détectent les mouvements de la pédale de frein et les convertissent en signaux électriques qui peuvent être transmis à l'électronique du chariot inférieur (10) pour le contrôle de l'unité brake-by-wire (14). 80
23. Engin de travail selon l'une des revendications 17 à 22, **caractérisé en ce que**, dans l'unité de brake-by-wire (14) du chariot inférieur, se trouvent des accumulateurs hydrauliques pour un fonctionnement de secours. 85
24. Engin de travail selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, pour la réalisation de systèmes ABS ou ASR, des capteurs de

vitesse de rotation des roues sont prévus.

25. Engin de travail selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la puissance hydraulique pour le freinage, la direction, le moteur hydraulique et d'autres consommateurs est dérivée de l'alimentation centrale en huile sous pression du chariot inférieur, le contrôle de tous les consommateurs étant réalisé dans le chariot inférieur à l'aide de l'électronique du chariot inférieur (10). 5
26. Procédé d'utilisation d'un engin de travail avec un entraînement hydrostatique, plus particulièrement d'une excavatrice automotrice, avec un chariot inférieur, dans lequel se trouve un moteur pour l'entraînement des roues, et un chariot supérieur, disposé de manière rotative sur le chariot inférieur, qui comprend une pompe pour l'alimentation de l'entraînement en fluide sous pression, un passage rotatif étant disposé entre le chariot supérieur et le chariot inférieur, plus particulièrement selon l'une des revendications 1 à 25, **caractérisé en ce que**, dans le chariot inférieur, un ou plusieurs composants électroniques sont utilisés comme électronique de chariot inférieur (10) et servent au contrôle et/ou à la régulation des composants du chariot inférieur. 10 15 20 25
27. Procédé selon la revendication 26, **caractérisé en ce que** les capteurs et les actionneurs du chariot inférieur sont directement contrôlés et diagnostiqués électriquement et/ou hydrauliquement par l'électronique du chariot inférieur. 30
28. Procédé selon la revendication 26 ou 27, **caractérisé en ce que** les fonctions du chariot inférieur sont combinées de manière logique par l'intermédiaire de l'électronique du chariot inférieur (10). 35
29. Procédé selon l'une des revendications 26 à 28, **caractérisé en ce que** la puissance hydraulique pour le freinage, la direction, le moteur hydraulique et d'autres consommateurs est dérivée de l'alimentation centrale en huile sous pression du chariot inférieur et le contrôle de tous les consommateurs est effectué dans le chariot inférieur à l'aide de l'électronique du chariot inférieur (10). 40 45
30. Procédé selon l'une des revendications 26 à 29, **caractérisé en ce que** la pompe principale (1, 1') dispose d'une régulation du courant à la demande indépendante de la haute pression, la pression du consommateur ayant la charge la plus élevée étant signalée par le chariot inférieur au chariot supérieur et lorsque la limite de puissance est atteinte, l'écoulement d'huile vers les consommateurs est réduit de manière régulière et l'écoulement d'huile vers les consommateurs étant déterminée dans le chariot 50 55
31. Procédé selon la revendication 30, **caractérisé en ce que**, pour la détection du consommateur ayant la charge la plus élevée par des capteurs prévus dans des conduites de pression de charge, des signaux sont transmis par l'électronique du chariot inférieur (10) vers l'électronique du chariot supérieur.
32. Procédé selon l'une des revendications 26 à 31, **caractérisé en ce que** le moteur est contrôlé en fonction de la position de la pédale d'accélération et de la vitesse de rotation d'entrée et/ou de sortie de la transmission (8).
33. Procédé selon l'une des revendications 26 à 32, **caractérisé en ce que** la direction est effectuée de manière optionnelle à l'aide de joysticks.

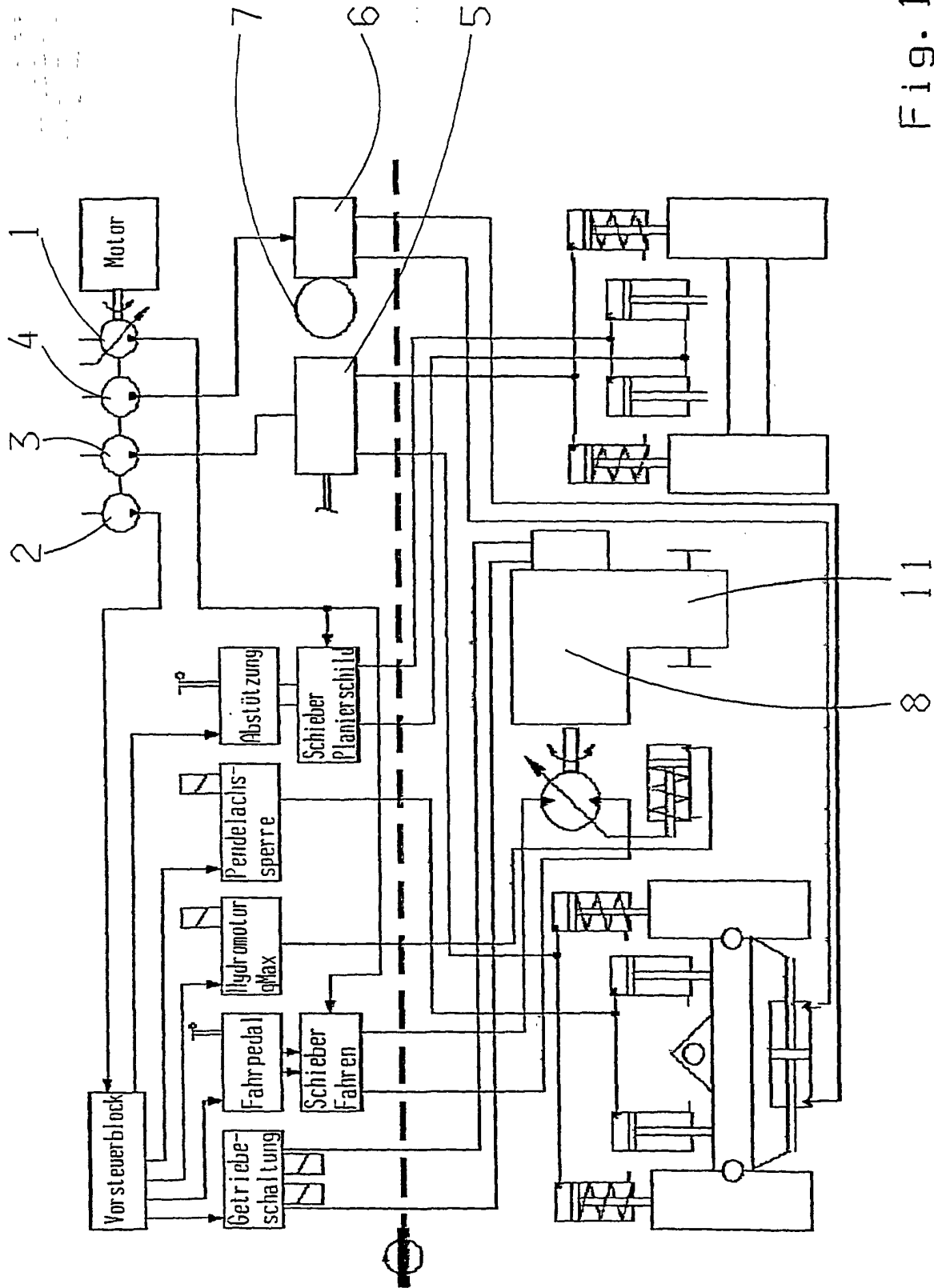


Fig. 1

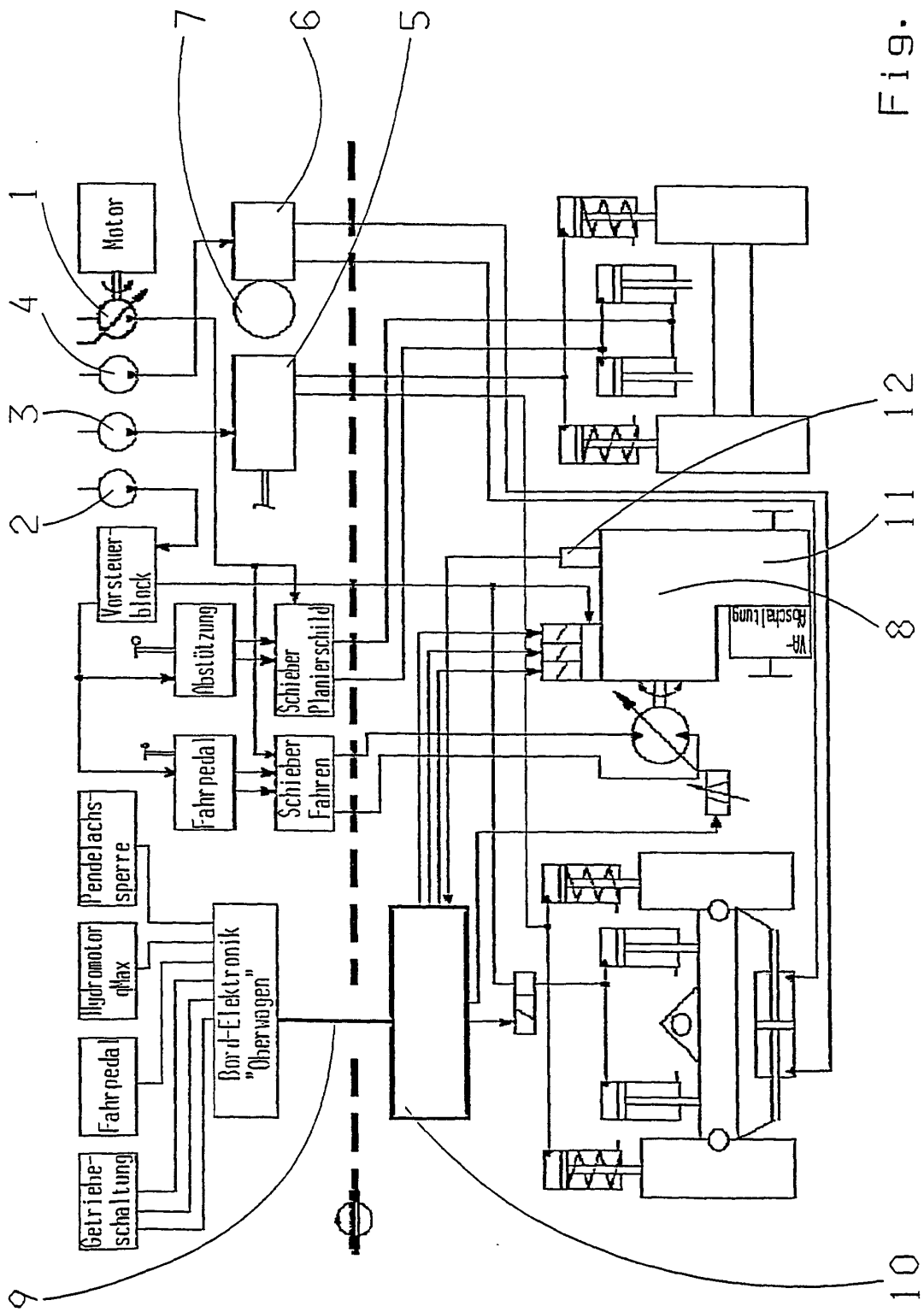


Fig. 2

