



(10) **DE 10 2013 104 794 A1** 2014.11.13

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 104 794.7**

(22) Anmeldetag: **08.05.2013**

(43) Offenlegungstag: **13.11.2014**

(51) Int Cl.: **B62D 5/04 (2006.01)**

B62D 5/06 (2006.01)

(71) Anmelder:
STILL GmbH, 22113 Hamburg, DE

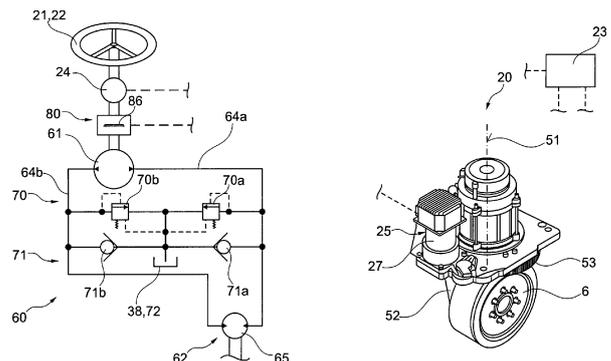
(72) Erfinder:
Tügel, Caspar, 20253 Hamburg, DE

(74) Vertreter:
**Geirhos & Waller Patent- und Rechtsanwälte,
80637 München, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Mobile Arbeitsmaschine, insbesondere Flurförderzeug, mit einer elektrischen Lenkungsrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine mobile Arbeitsmaschine, insbesondere Flurförderzeug, mit einer elektrischen Lenkungsrichtung (20), die ein in Abhängigkeit von einem Lenkgeber (21), insbesondere einem Lenkrad (22), betätigbares elektrisches Lenkelement (25) zum Lenken zumindest eines gelenkten Rades (6) umfasst, wobei eine elektronische Steuereinrichtung (23) vorgesehen ist, die eingangsseitig mit einem die Betätigung des Lenkgebers (21) erfassenden Lenkgebersensor (24) und ausgangsseitig mit dem elektrischen Lenkelement (25) zu dessen Ansteuerung in Wirkverbindung steht. Die Aufgabe, eine derartige mobile Arbeitsmaschine mit einer elektrischen Lenkungsrichtung zur Verfügung zu stellen, die mit geringem Bauaufwand mit einer Notlenkungsrichtung versehen ist ohne die Beinfreiheit in einem Fahrerarbeitsplatz und den Ein- und Ausstieg der Bedienperson in den Fahrerarbeitsplatz nachteilig zu beeinflussen, wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein hydraulischer Notlenkkreis (60) vorgesehen ist, der eine an dem Lenkgeber (21) angeordnete und mit dem Lenkgeber (21) trieblich verbundene Hydropumpe (61) als Geberpumpe aufweist, die mit einem hydraulischen Nehmeraktuator (62) verbunden ist, der zum Lenken des mindestens einen gelenkten Rades (6) dient, wobei der hydraulische Notlenkkreis (60) bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungsrichtung (20) einen Lenkbetrieb des zumindest einen gelenkten Rades (6) ermöglicht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine mobile Arbeitsmaschine, insbesondere Flurförderzeug, mit einer elektrischen Lenkungseinrichtung, die ein in Abhängigkeit von einem Lenkgeber, insbesondere einem Lenkrad, betätigbares elektrisches Lenkelement zum Lenken zumindest eines gelenkten Rades umfasst, wobei eine elektronische Steuereinrichtung vorgesehen ist, die eingangsseitig mit einem die Betätigung des Lenkgebers erfassenden Lenkgebersensor und ausgangsseitig mit dem elektrischen Lenkelement zu dessen Ansteuerung in Wirkverbindung steht.

[0002] Bei mobilen Arbeitsmaschinen sind verschiedene Lenkkonzepte bekannt.

[0003] Es ist bereits bekannt, zwischen dem Lenkgeber, in der Regel einem von einer Bedienperson betätigten Lenkrad, und dem zu lenkenden Rad bzw. den zu lenkenden Rädern eine mechanische Lenkübertragung vorzusehen. Die mechanische Lenkübertragung besteht beispielsweise aus einem Gestänge oder einer Kette, wobei weiterhin eine elektrische oder hydraulische Servounterstützung vorgesehen werden kann, um geringe Bedienkräfte an dem Lenkgeber zu erzielen. Die mechanische Lenkübertragung verursacht jedoch durch die mechanische Verbindung des Lenkgebers mit dem zu lenkenden Rad bzw. den zu lenkenden Rädern einen hohen Bauaufwand und einen hohen Bauraumbedarf.

[0004] Darüber hinaus ist es bereits bei mobilen Arbeitsmaschinen bekannt, Lenkungen ohne mechanische Verbindung zwischen dem Lenkgeber und dem gelenkten Rad bzw. den gelenkten Rädern einzusetzen.

[0005] Hierzu ist es bereits bekannt, die Lenkungseinrichtung von mobilen Arbeitsmaschinen als hydrostatische Lenkungseinrichtung, gegebenenfalls mit hydraulischer Servounterstützung, auszuführen. Eine derartige hydrostatische Lenkungseinrichtung mit hydraulischer Servounterstützung weist ein Lenkaggregat auf, das von dem Lenkgeber betätigt ist und eine Geberpumpe als Messpumpe sowie ein Servoventil als Lenkventil für die hydraulische Lenkkräftunterstützung umfasst. Die Geberpumpe und das Servoventil sind hierbei baulich zu dem Lenkaggregat zusammengefasst und an dem Lenkgeber bzw. einer mit dem Lenkgeber verbundenen Lenksäule angebaut, so dass die Geberpumpe und das Servoventil direkt durch die Lenkbewegung des Lenkgebers gesteuert werden. Das Servoventil steuert die Beaufschlagung eines hydraulischen Aktuators mit Druckmittel von einer Druckmittelquelle, um die Fremdkraftunterstützung und somit die Servounterstützung mit dem von einer Druckmittelquelle erzeugten Hydraulikdruck zu erzielen. Der hydraulische Aktuator ist in der Regel als Hydraulikzylinder oder Hydraulikmotor

ausgeführt und steht zur Betätigung mit dem zu lenkenden Rad bzw. den zu lenkenden Rädern in Wirkverbindung. Die von dem Lenkgeber mechanisch betätigte Geberpumpe ermöglicht bei einem Ausfall einer das Servoventil versorgenden Druckmittelquelle, beispielsweise einer die Lenkungseinrichtung versorgenden Hydropumpe, einen Notlenkbetrieb.

[0006] Bei derartigen hydrostatischen Lenkungseinrichtung weist jedoch das von der Geberpumpe und dem Servoventil gebildete Lenkaggregat einen hohen Bauraumbedarf auf und führt bei einer Anordnung an dem Lenkgeber zu einer Einschränkung der Beinfreiheit in einem Fahrerarbeitsplatz der Arbeitsmaschine, die insbesondere das Ein- und Aussteigen der Bedienperson in den Fahrerarbeitsplatz erschwert. Bei einer Betätigung des Lenkaggregats durch eine mit dem Lenkgeber in Verbindung stehenden Lenksäule ist eine Anordnung des Lenkaggregats unterhalb einer Bodenplatte des Fahrerarbeitsplatzes möglich. Die Lenksäule mit einer entsprechenden Betätigungswelle zur Betätigung des Lenkaggregats durch den Lenkgeber führt jedoch ebenfalls zu einer Einschränkung der Beinfreiheit für die Bedienperson, da die Lenksäule aus Kostengründen in der Regel ohne Umlenkung ausgeführt wird. Um eine verbesserte Beinfreiheit für den Aus- und Einstieg der Bedienperson zu erzielen und eine Behinderung des Aus- und Einstiegs durch die Lenksäule für die Bedienperson zu verringern, wird daher die Lenksäule als verstellbare bzw. verschwenkbare Lenksäule ausgebildet. Dabei hat es sich jedoch gezeigt, dass von der Bedienperson die verstellbare Lenksäule mit dem Lenkgeber oftmals weiter vorn eingestellt wird als ergonomisch optimal wäre. Ein weiterer Nachteil bekannter hydrostatischer Lenkungseinrichtungen besteht darin, dass an das Lenkaggregat eine hohe Anzahl von Druckmittelleitungen angeschlossen ist. Bekannte Lenkaggregate weisen zumindest vier an das Lenkaggregat angeschlossene Druckmittelleitungen auf, nämlich eine mit einer Pumpe in Verbindung stehende Druckmittelleitung, eine mit einem Behälter verbundene Druckmittelleitung und zwei zu dem hydraulischen Aktuator geführte Druckmittelleitungen. Bei einer Ausführung der hydraulischen Lenkungseinrichtung als Load-Sensing gesteuerte Lenkungseinrichtung ist zusätzlich zu diesen vier Druckmittelleitungen eine Lastdruckmeldeleitung an das Lenkaggregat angeschlossen. Diese hohe Anzahl von an das Lenkaggregat angeschlossenen Druckmittelleitungen vergrößert den Bauraumbedarf weiterhin und stellt aufgrund der Steifigkeit der Druckmittelleitungen für eine Verstellung bzw. Verschwenkung des Lenkrades bzw. der Lenksäule, um das Lenkrad in eine ergonomisch günstige Arbeitsposition einstellen zu können, ein großes Hindernis dar. Bei bekannten hydrostatischen Lenkungseinrichtungen ist das von der Geberpumpe und dem Servoventil bestehende Lenkaggregat weiterhin in unmittelbarer Nähe der Bedienperson der mobilen Arbeitsma-

schine angeordnet. Die von dem Lenkaggregat emittierten hydraulischen Geräusche werden daher von der Bedienperson als störend empfunden.

[0007] Um die Nachteile von hydrostatischen Lenkungseinrichtungen hinsichtlich der als störend empfundenen Geräusche und hinsichtlich der Beschränkungen der Beinfreiheit der im Fahrerarbeitsplatz befindlichen Bedienperson sowie der Behinderungen beim Aus- und Einstieg der Bedienperson in den Fahrerarbeitsplatz zu vermeiden, ist es bereits bekannt, die Lenkungseinrichtung von mobilen Arbeitsmaschinen als elektrische Lenkungseinrichtung auszuführen.

[0008] Elektrische Lenkungseinrichtungen sind als voll-elektrische Lenkungseinrichtung bekannt. Bei derartigen voll-elektrischen Lenkungseinrichtungen ist zur Erfassung der Betätigung des Lenkgebers an dem Lenkgeber ein elektrischer Lenkgebersensor angebaut, der mit einer elektronischen Steuereinrichtung in Wirkverbindung steht. Die elektronische Steuereinrichtung steuert ein elektrisches Lenkelement an, das in der Regel als Elektromotor ausgeführt ist, und mit dem das zu lenkende Rad bzw. die zu lenkenden Räder gelenkt wird. Bei einer Ausbildung der Lenkungseinrichtung als Regelung ist zusätzlich zu dem als Sollwertsensor ausgeführten, an dem Lenkgeber angeordneten Lenkgebersensor an dem elektrischen Aktuator bzw. dem gelenkten Rad ein Lenkwinkelsensor als Istwertgeber erforderlich zur Erfassung und Rückmeldung des Lenkeinschlags des gelenkten Rades an die elektronische Steuereinrichtung.

[0009] Zudem ist es bereits bekannt, die elektrische Lenkungseinrichtung von mobilen Arbeitsmaschinen als elektro-hydraulische Lenkungseinrichtung auszuführen. Bei einer derartigen elektro-hydraulischen Lenkungseinrichtung ist zur Erfassung der Betätigung des Lenkgebers an dem Lenkgeber ein elektrischer Lenkgebersensor als Sollwertsensor angebaut, der mit einer elektronischen Steuereinrichtung in Wirkverbindung steht. Die elektronische Steuereinrichtung steuert ein elektrisches Lenkelement an, das in der Regel von einem elektrisch betätigbaren, hydraulischen Lenkventil gebildet ist, mit dem die Beaufschlagung eines hydraulischen Nehmeraktuators mit Druckmittel gesteuert wird. Der hydraulische Nehmeraktuator ist in der Regel als Hydraulikzylinder oder Hydraulikmotor ausgeführt und steht zur Betätigung mit dem zu lenkenden Rad bzw. den zu lenkenden Räder in Wirkverbindung. Bei einer Ausbildung als Regelung ist zusätzlich zu dem als Sollwertsensor ausgeführten Lenkgebersensor an dem Lenkgeber an dem hydraulischen Aktuator bzw. dem gelenkten Rad ein Lenkwinkelsensor als Istwertgeber erforderlich zur Erfassung und Rückmeldung des Lenkeinschlags des gelenkten Rades an die elektronische Steuereinrichtung.

[0010] Da bei derartigen, als voll-elektrischen oder elektro-hydraulischen Lenkungen ausgebildeten elektrischen Lenkungseinrichtungen an dem Lenkgeber lediglich der elektrische Lenkgebersensor angebaut ist, ergeben sich keine als störend empfundenen Geräusche und eine hohe Beinfreiheit für die im Fahrerarbeitsplatz befindliche Bedienperson. Weiterhin wird der Aus- und Einstieg der Bedienperson in den Fahrerarbeitsplatz verbessert.

[0011] Ein wesentlicher Nachteil einer voll-elektrischen Lenkungseinrichtung sowie einer elektro-hydraulischen Lenkungseinrichtung besteht jedoch darin, dass keine Notlenkungsfunktion gegeben ist, die bei einem Ausfall der die elektrischen bzw. elektronischen Komponenten versorgenden elektrischen Energiequelle einen weiteren Betrieb der voll-elektrischen Lenkungseinrichtung bzw. der elektro-hydraulischen Lenkungseinrichtung ermöglicht. Eine derartige Notlenkungsfunktion ist jedoch für den Betrieb der Arbeitsmaschine auf öffentlichen Straßen erforderlich und gesetzlich vorgeschrieben. Für eine Notlenkungsfunktion ist bei derartigen elektrischen Lenkungseinrichtungen eine redundante und sichere elektrische Energieversorgung denkbar, die jedoch aufwändig ist und einen hohen Bauaufwand verursacht.

[0012] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine mobile Arbeitsmaschine, insbesondere ein Flurförderzeug, mit einer elektrischen Lenkungseinrichtung der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, die mit geringem Bauaufwand mit einer Notlenkungsfunktion versehen ist ohne die Beinfreiheit in einem Fahrerarbeitsplatz und den Ein- und Ausstieg der Bedienperson in den Fahrerarbeitsplatz nachteilig zu beeinflussen.

[0013] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein hydraulischer Notlenkkreis vorgesehen ist, der eine an dem Lenkgeber angeordnete und mit dem Lenkgeber trieblich verbundene Hydropumpe als Geberpumpe aufweist, die mit einem hydraulischen Nehmeraktuator verbunden ist, der zum Lenken des mindestens einen gelenkten Rades dient, wobei der hydraulische Notlenkkreis bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungseinrichtung einen Lenkbetrieb des zumindest einen gelenkten Rades ermöglicht. Der erfindungsgemäße Gedanke besteht somit darin, der elektrischen Lenkungseinrichtung für die Notlenkungsfunktion einen parallelen hydraulischen Notlenkkreis zuzuordnen und somit die elektrische Lenkungseinrichtung mit einem hydraulischen Notlenkkreis zu kombinieren, mit dem bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungseinrichtung über den hydraulischen Nehmeraktuator das gelenkte Rad bzw. die gelenkten Räder manuell gelenkt werden kann. Ein derartiger zusätzlicher hydraulischer Notlenkkreis, der eine an dem Lenkgeber angeordnete und mit dem Lenkgeber trieblich ver-

bundene Hydropumpe als Geberpumpe aufweist, die mit einem hydraulischen Nehmeraktuator zum Lenken des gelenkten Rades bzw. der gelenkten Räder verbunden ist, ist kostengünstig umsetzbar und weist einen geringen zusätzlichen Bauaufwand auf, so dass die elektrische Lenkungseinrichtung mit geringem Bauaufwand mit einer Notlenkungsfunktion versehen werden kann. Da bei dem hydraulischen Notlenkkreis lediglich eine klein bauende Geberpumpe direkt an dem Lenkgeber angeordnet ist und innerhalb des Fahrer Arbeitsplatzes angeordnet ist und die Geberpumpe des Notlenkkreises unmittelbar unterhalb des Lenkgebers angeordnet werden kann, werden aufgrund des kleinen Bauvolumens der Geberpumpe weiterhin keine nachteilige Verringerung der Beinfreiheit des Fahrer Arbeitsplatzes und keine nachteilige Beeinträchtigung des Ein- und Ausstiegs für eine Bedienperson in den Fahrer Arbeitsplatz erzielt. Bei der erfindungsgemäßen elektrischen Lenkungseinrichtung mit dem zusätzlichen hydrostatischen Notlenkkreis, bei der der elektrische Lenkgebersensor der elektrischen Lenkungseinrichtung und die Geberpumpe des Notlenkkreises zusammen an dem Lenkgeber angeordnet sind, wird bei funktionsfähiger elektrischer Lenkungseinrichtung eine Betätigung des Lenkgebers von dem Lenkgebersensor erfasst und gleichzeitig die Geberpumpe betätigt, die einen Druckmittelstrom in dem hydrostatischen Notlenkkreis erzeugt, der proportional zur Betätigung des Lenkgebers ist und dessen Förderrichtung abhängig von der Drehrichtung des Lenkgebers ist. Mit der von dem Lenkgeber angetriebenen Geberpumpe ergibt sich somit eine handbetätigte hydrostatische Notlenkungsfunktion, die parallel zu der elektrischen Lenkungseinrichtung arbeitet und bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungseinrichtung eine Notlenkungsfunktion ermöglicht.

[0014] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform der Erfindung sind die Hydropumpe des hydraulischen Notlenkkreises und der elektrische Lenkgebersensor der elektrischen Lenkungseinrichtung koaxial an dem Lenkgeber angeordnet, insbesondere unmittelbar benachbart zu einer den Lenkgeber drehbar lagernden Lenkgebernabe. Bei Verwendung einer klein bauenden Geberpumpe des Notlenkkreises wird es ermöglicht, die Geberpumpe des Notlenkkreises zusammen mit dem elektrischen Lenkgebersensor unmittelbar unterhalb des Lenkgebers anzuordnen, so dass mit geringem Bauaufwand ein Antrieb der Lenkgeberpumpe durch den Lenkgeber erzielt wird und keine Nachteile hinsichtlich der Beinfreiheit und des Ein- und Ausstiegs der Bedienperson in den Fahrer Arbeitsplatz erzielt werden.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der hydraulische Notlenkkreis als geschlossener Kreislauf ausgebildet, wobei die an dem Lenkgeber angeordnete und von dem Lenkgeber angetriebene Hydropumpe mit dem hydraulischen

Nehmeraktuator im geschlossenen Kreislauf verbunden ist. Ein derartiger hydrostatischer Notlenkkreis mit einem geschlossenen Kreislauf zwischen der Geberpumpe und dem Nehmeraktuator weist einen einfachen und kostengünstigen Aufbau sowie eine hohe Betriebssicherheit auf, so dass ein betriebs- und funktionssicherer hydraulischer Notlenkkreis erzielt werden kann. Ein weiterer Vorteil des hydraulischen Notlenkkreises mit einem geschlossenen Kreislauf zwischen der Hydropumpe und dem Aktuator besteht darin, dass der geschlossene Kreislauf lediglich aus zwei Druckmittelleitungen besteht, so dass an die an dem Lenkgeber angeordnete Geberpumpe des Notlenkkreises lediglich die beiden Druckmittelleitungen des geschlossenen Kreislaufs angeschlossen sind, die mit dem Nehmeraktuator des Notlenkkreises verbunden sind. Die an die Geberpumpe angeschlossenen Druckmittelleitungen können hierbei als Schlauchleitungen oder Rohrleitungen ausgebildet sein. Durch die geringe Anzahl von Druckmittelleitungen an der an dem Lenkgeber angeordneten Geberpumpe ergibt sich ein geringer Bauumbedarf des Notlenkkreises im Bereich des Lenkgebers und des Fahrer Arbeitsplatzes. Zudem kann durch die geringe Anzahl von Druckmittelleitungen an der Geberpumpe des Notlenkkreises, die an dem Lenkgeber angeordnet ist, eine Verstellung und/oder Verschwenkung des Lenkgebers, um eine optimale ergonomische günstige Einstellung des Lenkgebers an die Bedürfnisse einer Bedienperson zu ermöglichen, mit geringem konstruktiven Bauaufwand umgesetzt werden.

[0016] Der hydraulische Nehmeraktuator des Notlenkkreises kann als Hydromotor oder Hydrozylinder ausgebildet sein. Entsprechend der Anzahl der gelenkten Räder der Arbeitsmaschine kann mit einem Hydromotor oder einem Hydrozylinder mit geringem Bauaufwand die Notlenkung des bzw. der gelenkten Räder erzielt werden.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der geschlossene Kreislauf mit einer Überdruckabsicherungseinrichtung und/oder einer Nachsaugereinrichtung und/oder einem Ausgleichbehälter und/oder einem Speisekreis versehen. Der geschlossene Kreislauf des Notlenkkreises kann somit mit geringem Bauaufwand gegen Überdruck und Füllungsmangel abgesichert werden sowie ein Volumenausgleich sichergestellt werden, um eine Funktionssicherheit des hydrostatischen Notlenkkreises zu gewährleisten.

[0018] Die elektrische Lenkungseinrichtung kann gemäß einer Ausführungsform der Erfindung als voll elektrische Lenkungseinrichtung ausgebildet sein, bei der das elektrische Lenkelement als Elektromotor ausgebildet ist. Der hydraulische Nehmeraktuator des hydrostatischen Notlenkkreises, der als Hydromotor oder Hydrozylinder ausgebildet sein kann,

kann hierbei mit dem Elektromotor in Wirkverbindung stehen oder mit dem gelenkten Rad oder den gelenkten Rädern in Wirkverbindung stehen, um bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungseinrichtung die Notlenkungsfunktion zu ermöglichen.

[0019] Die elektrische Lenkungseinrichtung kann gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung als elektro-hydraulische Lenkungseinrichtung ausgebildet sein, bei der das elektrische Lenkelement als elektrisch betätigbares hydraulisches Lenkventil ausgebildet ist, das mit einer Druckmittelquelle, einem Behälter und einem hydraulischen Nehmeraktuator der elektro-hydraulischen Lenkungseinrichtung in Verbindung steht.

[0020] Bei einer derartigen elektro-hydraulischen Lenkungseinrichtung sind hinsichtlich eines geringen zusätzlichen Bauaufwandes für die hydraulische Notlenkungsfunktion besondere Vorteile erzielbar, wenn gemäß einer Weiterbildung der Erfindung der hydraulische Nehmeraktuator des hydraulischen Notlenkkreises von dem hydraulischen Nehmeraktuator der elektro-hydraulischen Lenkungseinrichtung gebildet ist. Der bereits vorhandene und als Hydromotor bzw. Hydrozylinder ausgeführte, im Bereich des gelenkten Rades bzw. der gelenkten Räder angeordnete hydraulische Nehmeraktuator der elektro-hydraulischen Lenkungseinrichtung dient somit ebenfalls als Nehmeraktuator der hydraulischen Notlenkeinrichtung, so dass lediglich ein einziger hydraulischer Nehmeraktuator für die erfindungsgemäße elektrische Lenkungseinrichtung mit der hydraulischen Notlenkungsfunktion erforderlich ist. Durch entsprechende zusätzliche Ventile bzw. Ausbildung des elektrisch betätigbaren hydraulischen Lenkventils kann hierbei auf einfache Weise eine Beeinflussung der beiden hydraulischen Kreise der elektro-hydraulischen Lenkungseinrichtung und des hydrostatischen Notlenkkreises verhindert werden.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist der hydraulische Notlenkkreis einen gegenüber der elektro-hydraulischen Lenkungseinrichtung verringerten Betriebsdruck auf. Sofern der Betriebsdruck des geschlossenen Kreislaufs des Notlenkkreises ein geringeres Druckniveau aufweist wie der Betriebsdruck der elektro-hydraulischen Lenkungseinrichtung, können geringe Bedienkräfte an dem Lenkgeber während der Notlenkfunktion erzielt werden und der Bauaufwand für den hydraulischen Notlenkkreis verringert werden.

[0022] Bei der erfindungsgemäßen elektrischen Lenkungseinrichtung mit dem parallel arbeitenden hydrostatischen Notlenkkreis, bei dem bei einer Betätigung des Lenkgebers mittels des elektrischen Lenkgebersensor die Betätigung des Lenkgebers zur Ansteuerung und Betätigung des elektrischen Lenkelements erfasst und gleichzeitig die Geberpumpe einen

Förderstrom im hydrostatischen Notlenkkreis fördert, stellt sich im normalen Betrieb bei funktionsfähiger elektrischer Lenkungseinrichtung in dem parallelen hydrostatischen Notlenkkreis lediglich ein minimaler hydraulischer Druck ein, so dass eine leichtgängige Bedienung des Lenkgebers erzielt wird. Bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungseinrichtung steigt der Druck in dem hydrostatischen Notlenkkreis und das an dem Lenkgeber von der Bedienperson manuell aufzubringende Drehmoment an, um über den hydrostatischen Notlenkkreis das gelenkte Rad bzw. die gelenkten Räder lenken zu können. Durch diese Betriebsweise ist es möglich, den hydrostatischen Notlenkkreis auch bei funktionsfähiger elektrischer Lenkungseinrichtung aktiv und im Betrieb zu lassen.

[0023] Alternativ ist es möglich, gemäß einer Weiterbildung der Erfindung den Notlenkkreis mit einer Steuerungseinrichtung zu versehen, mittels der bei funktionsfähiger elektrischer Lenkungseinrichtung der Notlenkkreis deaktiviert ist und bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungseinrichtung der Notlenkkreis aktiviert wird. Hierdurch wird es möglich, den Notlenkkreis nur dann zu aktivieren, wenn dieser bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungseinrichtung für die Notlenkungsfunktion erforderlich ist.

[0024] Die Steuerungseinrichtung kann hierbei gemäß einer Ausführungsform eine die triebliche Verbindung des Lenkgebers mit der Hydropumpe steuernde Kupplungseinrichtung aufweisen, die von einer Federeinrichtung in eine drehmomentübertragende Verbindungsstellung betätigt ist und von einer elektrischen Betätigungseinrichtung in eine drehmomenttrennende Trennstellung betätigbar ist. Mit einer federbelasteten, elektrisch betätigbaren Kupplungseinrichtung kann mit geringem Bauaufwand bei funktionsfähiger elektrischer Lenkungseinrichtung durch Bestromen elektrischer Betätigungseinrichtung, beispielsweise eines Elektromagneten, der Kupplungseinrichtung die Geberpumpe zur Deaktivierung des Notlenkkreises von dem Lenkgeber trieblich getrennt werden und bei einem Stromausfall durch die Federeinrichtung automatisch mit der Kupplungseinrichtung eine triebliche Verbindung des Lenkgebers mit der Geberpumpe zur Aktivierung des Notlenkkreises erzielt werden.

[0025] Gemäß einer alternativen Ausgestaltungsform der Erfindung weist die Steuerungseinrichtung einen den Druckmittelleitungen des geschlossenen Kreislaufs des Notlenkkreises zugeordnete Kurzschlussventileinrichtung auf, die von einer Federeinrichtung in eine erste Schaltstellung zum Absperrn einer Kurzschlussverbindung des Notlenkkreises und von einer elektrischen Betätigungseinrichtung in eine zweite Schaltstellung zum Öffnen der Kurzschlussverbindung des Notlenkkreises betätigbar ist. Mit einer federbelasteten, elektrisch betätigbaren Kurzschlussventileinrichtung kann ebenfalls mit ge-

ringem Bauaufwand bei funktionsfähiger elektrischer Lenkungseinrichtung durch Bestromen der elektrischen Betätigungseinrichtung, beispielsweise eines Elektromagneten, die Kurzschlussventileinrichtung in die zweite Schaltstellung betätigt werden, in der die Geberpumpe bei geöffneter Kurzschlussverbindung in einem drucklosen Umlauf betrieben wird und somit der Notlenkkreis deaktiviert ist, und bei einem Stromausfall durch die Federeinrichtung automatisch der drucklose Umlauf in der ersten Schaltstellung der Kurzschlussventileinrichtung abgesperrt werden, um bei einer Betätigung der Geberpumpe in dem geschlossenen Kreislauf einen Druck und Volumenstrom zur Betätigung des Nehmeraktuators aufbauen zu können und somit den Notlenkkreis zu aktivieren.

[0026] Mit besonderem Vorteil ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung die Hydropumpe des Notlenkkreises als Zahnradpumpe, insbesondere Zahnringpumpe, ausgebildet. Derartige Zahnradmaschinen, beispielsweise eine auch als Gerotormaschine bezeichnete Zahnringmaschine, weisen eine flache Bauweise auf. Eine als Zahnradpumpe, bevorzugt als Zahnringpumpe, ausgebildete Hydropumpe des Notlenkkreises kann aufgrund der flachen Bauweise und des geringen Bauraumbedarfs auf einfache Weise unmittelbar unterhalb des Lenkgebers angeordnet werden, ohne die Beinfreiheit im Fahrerarbeitsplatz zu verringern oder den Ein- und Ausstieg der Bedienperson in den Fahrerarbeitsplatz zu behindern.

[0027] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der mit der Geberpumpe versehene Lenkgeber in einem Fahrerarbeitsplatz der Arbeitsmaschine oberhalb eines Beinraums für eine Bedienperson angeordnet. Aufgrund der flachen Bauweise einer als Zahnradpumpe, bevorzugt als Zahnringpumpe, ausgeführten Geberpumpe kann die Geberpumpe des Notlenkkreises in den Bauraum oberhalb der Knie einer Bedienperson und somit oberhalb des Beinbereichs im Fahrerarbeitsplatz sowie unterhalb des Lenkgebers angeordnet werden. Gegenüber bekannten hydrostatischen Lenkungseinrichtungen, bei denen das von dem Servoventil und der Geberpumpe bestehenden Lenkaggregat unterhalb des Lenkrades angeordnet sind, kann bei der erfindungsgemäßen elektrischen Lenkungseinrichtung mit dem hydraulischen Notlenkkreis, wobei lediglich die Hydropumpe des hydraulischen Notlenkkreises unterhalb des Lenkgebers angeordnet ist, eine signifikant verbesserte Beinfreiheit für die Bedienperson erzielt werden und eine Behinderung des Bedienperson beim Aus- und Einstieg in den Fahrerarbeitsplatz vermieden werden.

[0028] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der in den schematischen Figu-

ren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigt

[0029] Fig. 1 eine erfindungsgemäße mobile Arbeitsmaschine in einer Seitenansicht,

[0030] Fig. 2 einen Schaltplan einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Lenkungseinrichtung der Arbeitsmaschine

[0031] Fig. 3 eine erste Weiterbildung der Fig. 2,

[0032] Fig. 4 eine zweite Weiterbildung der Fig. 2 und

[0033] Fig. 5 einen Schaltplan einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Lenkungseinrichtung der Arbeitsmaschine.

[0034] In der Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße mobile Arbeitsmaschine **1** dargestellt, insbesondere ein Flurförderzeug, das im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Gegengewichtsgabelstapler ausgebildet ist.

[0035] Das Flurförderzeug weist einen Fahrzeugkörper **2** auf, der von einem Fahrzeugrahmen **3** und einem im heckseitigen Bereich am Fahrzeugrahmen **3** angeordneten Gegengewicht **4** gebildet ist. Das Flurförderzeug stützt sich mit Vorderrädern **5**, die bevorzugt mittels eines Fahrantriebs angetrieben sind, sowie mit zumindest einem als gelenktes Rad **6** ausgebildeten Hinterrad auf einer Fahrbahn ab.

[0036] Im frontseitigen Bereich ist weiterhin ein Hubgerüst **7** dargestellt, an dem ein Lastaufnahmemittel **8** annehmbar und absenkbar angeordnet ist.

[0037] Ein Fahrerarbeitsplatz **10** ist von einem auf dem Fahrzeugkörper **3** aufgesetzten Fahrschutzdach **11** begrenzt. In dem Fahrerarbeitsplatz **10** ist im dargestellten Ausführungsbeispiel ein Fahrersitz **12** für eine Bedienperson angeordnet. Der Fahrersitz **12** ist auf einer Haube **13** angeordnet, die einen innerhalb des Fahrzeugkörpers **2** ausgebildeten Aggregaterraum nach oben abdeckt. Weiterhin ist eine Bodenplatte **14** dargestellt, auf die eine auf dem Fahrersitz **12** sitzende Bedienperson die Füße abstellen kann.

[0038] In dem Fahrerarbeitsplatz **10** sind die für die Bedienung des Flurförderzeugs durch die auf dem Fahrersitz **12** sitzende Bedienperson erforderlichen Bedienelemente angeordnet. Zu diesem gehören eine Fahrpedaleinrichtung zur Steuerung des Antriebs und einer Bremsanlage, sowie ein oder mehrere Bedienelemente zur Steuerung einer Arbeitshydraulik, mit der die Bewegungen des Lastaufnahmemittels **8** gesteuert werden können.

[0039] Das erfindungsgemäße Flurförderzeug ist zum Lenken des gelenkten Rades **6** mit einer elektri-

schen Lenkungseinrichtung **20** versehen, deren Aufbau in dem Schaltplänen der **Fig. 2** bzw. **Fig. 5** näher dargestellt ist.

[0040] Die **Fig. 2** bis **Fig. 4** zeigen eine Ausführung der elektrischen Lenkungseinrichtung **20** als elektrohydraulische Lenkungseinrichtung. Die **Fig. 5** zeigt eine Ausführung der elektrischen Lenkungseinrichtung als voll-elektrische Lenkungseinrichtung. Gleiche Bauteile sind hierbei mit gleichen Bezugsziffern versehen.

[0041] Gemäß den **Fig. 2** bis **Fig. 4** weist die erfindungsgemäße elektrische Lenkungseinrichtung **20** einen Lenkgeber **21** auf, der zur Betätigung durch die Bedienperson innerhalb des Fahrerarbeitsplatzes **10** angeordnet ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Lenkgeber **21** als Lenkrad **22** ausgebildet. Die elektrische Lenkungseinrichtung **20** weist eine elektronische Steuereinrichtung **23** auf, die eingangsseitig mit einem Lenkgebersensor **24** in Verbindung steht, mit dem die Betätigung des Lenkgebers **21** erfasst werden kann. Die elektronische Steuereinrichtung **23** steuert in Abhängigkeit von dem mittels des Lenkgebersensors **24** erfassten Betätigung des Lenkgebers **21** ein elektrisches Lenkelement **25** an, mittels dem das gelenkte Rad bzw. die gelenkten Räder gelenkt werden.

[0042] Bei der Ausführung der elektrischen Lenkungseinrichtung **20** als elektrohydraulische Lenkungseinrichtung gemäß der **Fig. 2** bis **Fig. 4** ist das elektrische Lenkelement **25** von einem elektrisch betätigbaren Lenkventil **26** gebildet, dass zur Ansteuerung mit der elektronischen Steuereinrichtung **23** in Verbindung steht.

[0043] Bei der Ausführung der elektrischen Lenkungseinrichtung **20** als voll-elektrische Lenkungseinrichtung gemäß den **Fig. 2** bis **Fig. 4**, ist das elektrisch Lenkelement **25** als ein einen Lenkmotor bildender Elektromotor **27** ausgebildet, der zur Ansteuerung mit der elektronischen Steuereinrichtung **23** in Verbindung steht und mit dem gelenkten Rad **6** in Wirkverbindung steht.

[0044] Gemäß den **Fig. 2** bis **Fig. 4** steuert das elektrisch ansteuerbare und betätigbare Lenkventil **26** einen hydraulischen Nehmeraktuator **30** an, der im dargestellten Ausführungsbeispiel als Hydraulikzylinder **31** ausgebildet ist und mit dem mindestens einen gelenkten Rad **6** zu dessen Lenkung in Wirkverbindung steht. Der Hydraulikzylinder **31** ist beispielsweise an einer Lenkachse der Arbeitsmaschine angeordnet.

[0045] Das Lenkventil **26** den **Fig. 2** bis **Fig. 4** ist an eine Förderleitung **35** einer als Hydraulikpumpe ausgebildeten hydraulischen Druckmittelquelle **36** angeschlossen, die von einem Antriebsmotor **37** angetrieben ist. Weiterhin ist das Lenkventil **26** an eine zu

einem Behälter **38** geführte Behälterleitung **39** angeschlossen. Der als doppelwirkender Lenkzylinder ausgebildete Hydraulikzylinder **31** ist als Gleichgangzylinder ausgebildet und weist einen ersten Steuerdruckraum **40a** und einen zweiten Steuerdruckraum **40b** auf. Der erste Steuerdruckraum **40a** steht mittels einer ersten Druckmittelleitung **41a** und der zweite Steuerdruckraum **40b** mittels einer zweiten Druckmittelleitung **41b** mit dem Lenkventil **26** in Verbindung. Bei einer Betätigung des Lenkventil **26** durch die elektronische Steuereinrichtung **23** bei einer mittels des Lenkgebersensors **24** erfassten Lenkanforderung wird von dem Lenkventil **26** in entsprechenden Steuerstellungen, die in den **Fig. 2** bis **Fig. 4** oben und unten dargestellt sind, ein hydraulischer Steuerpfad von der Hydraulikpumpe **36** zu dem Steuerdruckraum **40a** bzw. **40b** und von dem Steuerdruckraum **40b** bzw. **40a** zu dem Behälter **38** gesteuert, so dass das gelenkte Rad bzw. die gelenkten Räder entsprechend der Betätigung des Lenkgebers **21** gelenkt werden. In der dargestellten als federzentrierte Mittelstellung ausgebildeten Neutralstellung des Lenkventils **26** sind die Anschlüsse des Lenkventils **26** abgesperrt.

[0046] Die Hydraulikpumpe **36** dient im dargestellten Ausführungsbeispiel zur gleichzeitigen Versorgung einer Arbeitshydraulik **45** und der elektrohydraulischen Lenkungseinrichtung **20** der Arbeitsmaschine.

[0047] Die Hydraulikpumpe **36** ist im offenen Kreislauf betrieben und saugt Druckmittel aus dem Behälter **38** an und fördert dieses in eine Förderleitung **46**, in der zur bevorzugten Versorgung der Lenkungseinrichtung **20** ein Prioritätsventil **47** angeordnet ist. Von dem Prioritätsventil **47** führt die Förderleitung **35** zu dem Lenkventil **26** der Lenkungseinrichtung **20** als vorrangig mit Druckmittel versorgten Verbraucher. Das Prioritätsventil **47** ist bevorzugt mittels einer Feder **48** und dem in einer Lastdruckmeldeleitung **49** anstehenden Lastdruck der elektrohydraulischen Lenkungseinrichtung **20** in Richtung einer die Förderleitung **46** mit der Förderleitung **35** zur bevorzugten Versorgung der Lenkungseinrichtung **20** verbindenden Stellung **47a** beaufschlagbar. Der Abgriff des an dem Nehmeraktuator **30** anstehenden Lastdruckes, der in die Lastdruckmeldeleitung **49** gemeldet wird, erfolgt an dem Lenkventil **26**. Mittels des in der Förderleitung **35** anstehenden Förderdruckes ist das Prioritätsventil **47** in Richtung einer Stellung **47b** beaufschlagbar, in der die Förderleitung **46** mit der zur Lenkungseinrichtung **20** geführten Förderleitung **35** und einer zu der Arbeitshydraulik **45** geführten Förderleitung **50** verbunden ist.

[0048] Die Arbeitshydraulik **45** umfasst bei einem als Gabelstapler ausgebildeten Flurförderzeug mehrere hydraulische Verbraucher, beispielsweise einen Hubantrieb für das Lastaufnahmemittel **8**, einen Neigean-

trieb für das Hubgerüst **7** und in entsprechenden Varianten einen oder mehrere Zusatzverbraucher, beispielsweise eine Seitenschiebereinrichtung für das Lastaufnahmemittel **8**.

[0049] Bei der Ausführungsform der **Fig. 5** ist das gelenkte Rad **6** an einem um eine vertikale Drehachse **51** schwenkbar angeordneten Lenkschemel **52** angeordnet. Der von der elektronischen Steuerungseinrichtung **23** angesteuerte, den Lenkmotor bildende Elektromotor **27** steht zum Lenken des gelenkten Rades **6** mit einem Zahnkranz **53** des Lenkschemels **52** in trieblicher Verbindung, beispielsweise über ein nicht näher dargestelltes Zahnritzel an einer Abtriebswelle des Elektromotors **27**.

[0050] Bei der erfindungsgemäßen elektrischen Lenkungseinrichtung **20** gemäß den **Fig. 2** bis **Fig. 4** bzw. der **Fig. 5** ist erfindungsgemäß ein parallel zu der elektrischen Lenkungseinrichtung arbeitender hydraulischer Notlenkkreis **60** vorgesehen. Der hydraulische Notlenkkreis **60** weist eine an dem Lenkgeber **21** angeordnete und mit dem Lenkgeber **21** trieblich verbundene Hydropumpe **61** als Geberpumpe auf, die mit einem hydraulischen Nehmeraktuator **62** verbunden ist, der zum Lenken des mindestens eines gelenkten Rades **6** dient. Der hydraulische Notlenkkreis **60** ermöglicht somit bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungseinrichtung **20** einen Lenkbetrieb des zumindest einen gelenkten Rades **6** durch die manuelle Betätigung des Lenkgebers **21**.

[0051] Die Hydropumpe **61** des hydraulischen Notlenkkreises **60** und der elektrische Lenkgebersensor **24** der elektrischen Lenkungseinrichtung **20** sind – wie in Verbindung mit der **Fig. 1** näher ersichtlich ist – koaxial an dem Lenkgeber **21** angeordnet. Bevorzugt sind die Hydropumpe **61** und der Lenkgebersensor **24** unmittelbar benachbart zu einer den Lenkgeber **21** drehbar lagernden Lenkgebernabe **63** unterhalb des Lenkgebers **21** angeordnet.

[0052] Die Hydropumpe **61** ist bevorzugt als flach bauende Zahnradpumpe, insbesondere Zahnringpumpe, ausgebildet. Der mit der Hydropumpe **61** und dem elektrischen Lenkgebersensor **24** versehene Lenkgeber **21** ist in dem Fahrerarbeitsplatz **10** angeordnet. Der mit der Hydropumpe **61** und dem elektrischen Lenkgebersensor **24** versehene Lenkgeber **21** ist hierbei in dem Fahrerarbeitsplatz **10** in vertikaler Richtung oberhalb eines durch die gestrichelte Linie verdeutlichten Beinraums **B** einer auf dem Fahrersitz **12** sitzenden Bedienperson angeordnet.

[0053] Der zusätzliche hydraulische Notlenkkreis **60** ist als geschlossener Kreislauf ausgebildet, wobei die an dem Lenkgeber **21** angeordnete und von dem Lenkgeber **21** angetriebene Hydropumpe **61** mit dem hydraulischen Nehmeraktuator **62** im geschlossenen Kreislauf verbunden ist. Der geschlossene Kreislauf

ist von zwei Druckmittelleitungen **64a**, **64b** gebildet, mit denen der hydraulische Nehmeraktuator **62** des Notlenkkreises **60** an die in beide Drehrichtungen betreibbare Hydropumpe **61** angeschlossen ist.

[0054] In den **Fig. 2** bis **Fig. 4** bildet der hydraulische Nehmeraktuator **30** der elektrohydraulischen Lenkungseinrichtung **20** gleichzeitig den hydraulischen Nehmeraktuator **62** des Notlenkkreises **60**. Die in beide Drehrichtungen betreibbare Geberpumpe **61** des Notlenkkreises **60** ist hierbei mittels der beiden Druckmittelleitungen **64a**, **64b** an den von dem elektrischen Lenkventil **26** gesteuerten hydraulischen Nehmeraktuator **30** angeschlossen. Die Druckmittelleitung **64a** ist hierbei mit dem Steuerdruckraum **40a** und die Druckmittelleitung **64b** mit dem Steuerdruckraum **40b** verbunden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Druckmittelleitung **64a** an die von dem Lenkventil **26** zu dem Steuerdruckraum **40a** geführte Druckmittelleitung **41a** und die Druckmittelleitung **64b** an die von dem Lenkventil **26** zu dem Steuerdruckraum **40b** geführte Druckmittelleitung **41b** angeschlossen.

[0055] In der **Fig. 5** ist der hydraulische Nehmeraktuator **62**, der mittels der Druckmittelleitungen **64a**, **64b** an die Geberpumpe **61** im geschlossenen Kreislauf angeschlossen ist, als Hydromotor **65** ausgebildet, der auf nicht näher dargestellte Weise mit dem gelenkten Rad **6** zu dessen Lenkung in Wirkverbindung steht, beispielsweise über eine mit dem Zahnkranz **53** des Lenkschemels **52** in trieblicher Verbindung stehendes Zahnritzel an einer Abtriebswelle des Hydromotors **65**.

[0056] Der geschlossene Kreislauf des Notlenkkreises **60** ist weiterhin mit einer Überdruckabsicherungseinrichtung **70** und/oder einer Nachsaugereinrichtung **71** sowie einem von dem Behälter **38** gebildeten Ausgleichsbehälter **72** versehen. Die Überdruckabsicherungseinrichtung **70** besteht aus zwei den Druckmittelleitungen **64a**, **64b** zugeordneten Druckbegrenzungsventilen **70a**, **70b**. Die Nachsaugereinrichtung **71** besteht aus den Druckmittelleitungen **64a**, **64b** zugeordneten Nachsaugeventilen **71a**, **71b**. Die Druckbegrenzungsventile **70a**, **70b** stehen ausgangsseitig und die Nachsaugeventile **71a**, **71b** eingangsseitig mit dem die Funktion eines Ausgleichsbehälters **72** aufweisenden Behälter **38** in Verbindung.

[0057] Bei den **Fig. 2** bis **Fig. 4** dient die Überdruckabsicherungseinrichtung **70** und/oder die Nachsaugereinrichtung **71** durch die Verbindung mit den Druckmittelleitungen **41a**, **41b** weiterhin zur Absicherung des hydraulischen Kreislaufs der elektrohydraulischen Lenkungseinrichtung **20**.

[0058] Bevorzugt sind die Ventile der Überdruckabsicherungseinrichtung **70** und/oder der Nachsaugereinrichtung **71** an dem Lenkgeber **21** angeordnet.

einrichtung **71** des geschlossenen Kreislaufs des hydraulischen Notlenkkreises **60** und das gegebenenfalls vorhandene Kurschlussventil **81** im Bereich des Nehmeraktuators **62** angeordnet, so dass an dem Lenkgeber **21** keine störende Geräusche verursachenden Ventile angeordnet sind.

[0059] Im normalen Betrieb bei funktionsfähiger elektrischer Lenkungseinrichtung **20** stellt sich in dem parallelen hydrostatischen Notlenkkreis **60** lediglich ein minimaler hydraulischer Druck ein, da bei einer Betätigung des Lenkgebers **21** von der elektronischen Steuereinrichtung **23** das elektrische Lenkelement **25** entsprechend der von dem Lenkgebersensor **24** erfassten Betätigung des Lenkgebers **21** angesteuert wird, um das gelenkte Rad **6** bzw. die gelenkten Räder zu lenken. Von der Hydropumpe **61** wird hierbei ein zur Betätigung des Lenkgebers **21** proportionaler und von der Betätigungsrichtung des Lenkgebers **21** abhängiger Förderstrom in dem geschlossenen Kreislauf des hydrostatischen Notlenkkreises **60** von einer auf die andere Seite des hydraulischen Nehmeraktuators **62** gefördert. Hierdurch wird im normalen Betrieb eine leichtgängige Bedienung des Lenkgebers **21** erzielt. Bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungseinrichtung **20**, beispielsweise infolge eines Stromausfalls, steigt bei einer Betätigung des Lenkgebers **21** der Druck in dem parallelen hydrostatischen Notlenkkreis **60** und das an dem Lenkgeber **21** von der Bedienperson manuell aufzubringende Drehmoment an, wobei über den parallelen hydrostatischen Notlenkkreis **60** das gelenkte Rad **6** bzw. die gelenkten Räder gelenkt werden können.

[0060] In den Fig. 3 bis Fig. 5 ist gemäß einer Weiterbildung der Erfindung der Notlenkkreis **60** mit einer Steuerungseinrichtung **80** versehen, mit der bei funktionsfähiger elektrischer Lenkungseinrichtung **20** der Notlenkkreis **60** deaktiviert ist und bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungseinrichtung **20** der Notlenkkreis **60** automatisch aktiviert wird.

[0061] In der Fig. 3 ist die Steuerungseinrichtung **80** von einer Kurzschlussventileinrichtung **81** gebildet, die den beiden Druckmittelleitungen **64a**, **64b** des geschlossenen Kreislaufs des Notlenkkreises **60** zugeordnet ist. Stromab des Anschlusses der Kurzschlussventileinrichtung **81** an die Druckmittelleitungen **64a**, **64b** ist in den Druckmittelleitungen **64a**, **64b** jeweils ein in Richtung zu dem hydraulischen Nehmeraktor **62** öffnendes, aufsteuerbares Sperrventil **85a**, **85b** angeordnet. Die Sperrventil **85a**, **85b** sind im dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils als vom Druck in der Gegenseite des geschlossenen Kreislaufs des Notlenkkreises **60** aufsteuerbares Sperrventil, beispielsweise Rückschlagventil, ausgebildet. Das in der Druckmittelleitung **64a** angeordnete Sperrventil **85a** ist über eine Steuerleitung von dem Druck in der Druckmittelleitung **64b** in eine Durchflussstellung aufsteuerbar. Entsprechend ist das in der Druck-

mittelleitung **64b** angeordnete Sperrventil **85b** über eine Steuerleitung von dem Druck in der Druckmittelleitung **64a** in eine Durchflussstellung aufsteuerbar. Die Kurzschlussventileinrichtung **81** ist von einer Federeinrichtung **82** in eine als Sperrstellung ausgebildete erste Schaltstellung **81a**, in der eine Kurzschlussverbindung **84** der Druckmittelleitungen **64a**, **64b** abgesperrt ist, und von einer elektrischen Betätigungseinrichtung **83**, die zur Ansteuerung mit der elektronischen Steuereinrichtung **23** in Verbindung steht, in eine als Durchflussstellung ausgebildete zweite Schaltstellung **81b** betätigbar, in der eine Kurzschlussverbindung **84** der Druckmittelleitungen **64a**, **64b** geöffnet ist. Die Geberpumpe **61** wird somit in der Durchflussstellung **81b** in einem drucklosen Umlauf betrieben.

[0062] Im normalen Betrieb bei funktionsfähiger elektrischer Lenkungseinrichtung **20** ist die Kurzschlussventileinrichtung **81** durch Ansteuerung der Betätigungseinrichtung **83** in die zweite Schaltstellung **81b** betätigt, um durch die geöffnete Kurzschlussverbindung **84** den Notlenkkreis **60** zu deaktivieren. Bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungseinrichtung **20**, beispielsweise einem Stromausfall, wird die Kurzschlussventileinrichtung **81** automatisch von der Federeinrichtung **82** in die erste Schaltstellung **81a** betätigt, um durch die abgesperrte Kurzschlussverbindung **84** den Notlenkkreis **60** zu aktivieren.

[0063] In der Fig. 4 ist die Steuerungseinrichtung **80** ebenfalls von einer Kurzschlussventileinrichtung **81** gebildet, die den beiden Druckmittelleitungen **64a**, **64b** des geschlossenen Kreislaufs des Notlenkkreises **60** zugeordnet ist. Die Kurzschlussventileinrichtung **81** ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als Vier-Anschluss-Zwei-Stellungs-Wege-Sitzventil ausgebildet. Die Kurzschlussventileinrichtung **81** ist von einer Federeinrichtung **82** in eine erste Schaltstellung **81a** und von einer elektrischen Betätigungseinrichtung **83**, die zur Ansteuerung mit der elektronischen Steuereinrichtung **23** in Verbindung steht, in eine zweite Schaltstellung **81b** betätigbar. In der ersten Schaltstellung **81a** sind die Druckmittelleitungen **64a**, **64b** und somit der geschlossene Kreislauf des Notlenkkreises **60** geöffnet und ist die Geberpumpe **61** mit den Druckmittelleitungen **41a**, **41b** und somit dem Nehmeraktor **30** verbunden. In der zweiten Schaltstellung **81b** sind die mit der Geberpumpe **61** in Verbindung stehenden Abschnitte der Druckmittelleitungen **64a**, **64b** mittels einer Kurzschlussverbindung **84** miteinander verbunden. Die Geberpumpe **61** wird somit in der zweiten Schaltstellung **81b** in einem drucklosen Umlauf betrieben. Die mit dem Nehmeraktor **30** in Verbindung stehenden Abschnitte der Druckmittelleitungen **64a**, **64b** sind mittels jeweils eines Sperrventils **85**, **85b**, die im dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils als Rückschlagventil ausgebildet ist, abgesperrt. In der ersten Schaltstellung **81a**

ist somit die Kurzschlussverbindung **84** abgesperrt und somit der Notlenkkreis **60** aktiviert. In eine zweite Schaltstellung **81b** ist die Kurzschlussverbindung **84** geöffnet und somit der Notlenkkreis **60** deaktiviert.

[0064] Im normalen Betrieb bei funktionsfähiger elektrischer Lenkungseinrichtung **20** ist die Kurzschlussventileinrichtung **81** durch Ansteuerung der Betätigungseinrichtung **83** in die zweite Schaltstellung **81b** betätigt, um durch die geöffnete Kurzschlussverbindung **84** den Notlenkkreis **60** zu deaktivieren. Bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungseinrichtung **20**, beispielsweise einem Stromausfall, wird die Kurzschlussventileinrichtung **81** automatisch von der Federeinrichtung **82** in die erste Schaltstellung **81a** betätigt, um durch die abgesperrte Kurzschlussverbindung **84** und die Verbindung der Geberpumpe **61** mit dem Nehmeraktuator **30** den Notlenkkreis **60** zu aktivieren.

[0065] In der **Fig. 5** ist die Steuerungseinrichtung **80** von einer die triebliche Verbindung des Lenkgebers **21** mit der Hydropumpe **61** steuernden Kupplungseinrichtung **86** gebildet. Die Kupplungseinrichtung **86** ist auf nicht näher dargestellte Weise von einer Federeinrichtung in eine drehmomentübertragende Verbindungsstellung betätigt und von einer elektrischen Betätigungseinrichtung, die zur Ansteuerung mit der elektronischen Steuereinrichtung **23** in Verbindung steht, in eine drehmomenttrennende Trennstellung betätigt. Mit einer derartigen federbelasteten und elektrisch trennbaren Kupplungseinrichtung **86** wird ebenfalls erzielt, dass im normalen Betrieb bei funktionsfähiger elektrischer Lenkungseinrichtung **20** durch Ansteuerung der Betätigungseinrichtung die Kupplungseinrichtung **86** in die Trennstellung betätigt ist, um den Notlenkkreis **60** zu deaktivieren. Bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungseinrichtung **20**, beispielsweise einem Stromausfall, wird die Kupplungseinrichtung **86** automatisch von der Federeinrichtung in die Verbindungsstellung betätigt, um durch die Drehmomentverbindung zwischen dem Lenkgeber **21** und der Hydropumpe **61** den Notlenkkreis **60** zu aktivieren.

[0066] Die erfindungsgemäße voll-elektrische bzw. elektro-hydraulische Lenkungseinrichtung **20** mit dem parallelen hydraulischen Notlenkkreis **60** weist eine Reihe von Vorteilen auf.

[0067] Mit dem hydraulischen Notlenkkreis **60**, der von der an dem Lenkgeber **21** angeordneten Hydropumpe **61** und dem im geschlossenen Kreislauf an die Hydropumpe **61** angeschlossenen hydraulischen Nehmeraktuator **62** gebildet ist, kann eine elektrische Lenkungseinrichtung **20** mit geringem zusätzlichen Bauaufwand und in kostengünstiger Weise mit einer Notlenkungsfunktion versehen werden, die einem Betrieb der mobilen Arbeitsmaschine auf öffentlichen Straßen ermöglicht. Der erfindungsgemäße hydrau-

lische Notlenkkreis **60** kann weiterhin auf einfache Weise bei einer bestehenden elektrischen Lenkungseinrichtung **20** angebaut bzw. nachgerüstet werden, um bei einer elektrischen Lenkungseinrichtung **20** im Bedarfsfall eine Notlenkungsfunktion zu ermöglichen. Durch diese modulare Ausführung der erfindungsgemäßen Lenkungseinrichtung und optionalen Einbau des hydraulischen Notlenkkreises **60** wird es auf einfache Weise möglich, ohne Veränderungen an der elektrischen Lenkungseinrichtung im Bedarfsfall bei einer Arbeitsmaschine mit einer Straßenverkehrszulassung eine Notlenkungsfunktion der Arbeitsmaschine vorzusehen.

[0068] Bei einer flach bauenden Bauweise der Hydropumpe **61**, beispielsweise einer als Zahnringpumpe ausgebildeten Zahnradpumpe, des Notlenkkreises **60** ist der Einbauraum im Fahrerarbeitsplatz **10** oberhalb des Beinraums **B** und unterhalb des Lenkgebers **21** für den Einbau der Hydropumpe **61** sowie des elektrischen Lenkgebersensors **24** ausreichend. Die unterhalb des Lenkgebers **21** angeordnete Hydropumpe **61** für die Notlenkungsfunktion führt somit zu keiner Beeinträchtigung des Beinraums **B** und der Beinfreiheit einer auf dem Fahrersitz **12** sitzenden Bedienperson und weiterhin zu keiner Beeinträchtigung der Bedienperson beim Aus- und Einsteigen der Bedienperson in den Fahrerarbeitsplatz **10**.

[0069] Weiterhin sind an die Hydropumpe **61** des hydrostatischen Notlenkkreises **60** lediglich die beiden Druckmittelleitungen **64a**, **64b** des geschlossenen Kreislaufs angeschlossen, so dass sich ein geringer Platzbedarf für die Hydropumpe **61** und die Druckmittelleitungen **64a**, **64b** im Fahrerarbeitsplatz **10** ergibt, wodurch sich weitere Vorteile hinsichtlich der Beinfreiheit und des ungehinderten Aus- und Einstiegs der Bedienperson in den Fahrerarbeitsplatz **10** ergeben. Weiterhin kann durch die geringe Anzahl von Druckmittelleitungen **64a**, **64b** im Falle einer verstellbaren bzw. verschwenkbaren Anordnung des Lenkgebers **21** die Verstellung für die Verstellbewegungen und/oder Verschwenkbewegungen des Lenkgebers **21** konstruktiv einfach aufgebaut werden.

[0070] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass der hydrostatische Notlenkkreis **60** gegenüber bekannten hydrostatischen Lenkungseinrichtungen durch das Fehlen von an dem Lenkgeber **21** angeordneten Ventilen eine geringe Geräuschemissionen im Fahrerarbeitsplatz **10** aufweist. Sofern weiterhin der geschlossenen Kreislauf des Notlenkkreises **60** gemäß der **Fig. 5** zu der übrigen Hydraulikanlage der Arbeitsmaschine keinen direkten fluidischen Kontakt aufweist bzw. gemäß den **Fig. 2** bis **Fig. 4** von der übrigen Hydraulikanlage der Arbeitsmaschine weitestgehend getrennt ist, wird eine weitere Verringerung des Geräuschniveaus im Fahrerarbeitsplatz **10** erzielt.

[0071] Bei der erfindungsgemäßen Lenkungseinrichtung bleiben bei einer funktionsfähigen elektrischen Lenkungseinrichtung **20** mögliche Zusatzfunktionen der elektrischen Lenkungseinrichtung **20** vollständig erhalten, wie beispielsweise eine fahrzeugsituations- oder geschwindigkeitsabhängige Lenkübersetzung, ein Geradeausfahrtassistent oder eine automatische Kalibrierung der Lenkgeberstellung bezüglich der Geradeausfahrt sowie eine gegebenenfalls vorhandene, dosierte und situationsbezogene Kraftrückmeldung am Lenkgeber.

[0072] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt.

[0073] Die **Fig. 2** bis **Fig. 4** sind nicht auf den Anschluss der beiden Druckmittelleitungen **64a**, **64b** des Notlenkkreises **60** an die Druckmittelleitungen **41a**, **41b** beschränkt. Es ist alternativ möglich, die beiden Druckmittelleitungen **64a**, **64b** des Notlenkkreises **60** an das elektrisch betätigbare Lenkventil **26** anzuschließen. Durch geeignete Ausführung der Steuerstellungen des Lenkventils **26** kann im Betrieb eine Beeinflussung der beiden hydraulischen Kreise verhindert werden. Zudem ist denkbar, dass die Funktion der Steuerungseinrichtung **80** zum Aktivieren und Deaktivieren des Notlenkkreises **60** von dem Lenkventil **26** übernommen wird, indem beispielsweise in den beiden durch eine elektrische Ansteuerung eingenommenen Steuerstellungen des Lenkventils **26** die Druckmittelleitungen **64a**, **64b** des Notlenkkreises **60** in einem drucklosen Umlauf miteinander verbunden sind und lediglich in der federzentrierten Mittelstellung, die das Lenkventil **26** im Fehlerfall einnimmt, beispielsweise einem Stromausfall, die Druckmittelleitungen **64a**, **64b** des Notlenkkreises **60** mit den zu dem hydraulischen Nehmeraktuator **62** geführten Druckmittelleitungen **41a**, **41b** verbunden sind, um die Notlenkungsfunktion durch den hydraulischen Notlenkkreis **60** zu ermöglichen.

[0074] Bei den **Fig. 2** bis **Fig. 4** kann alternativ der hydraulische Nehmeraktuator **30**, **62** als Hydromotor ausgebildet werden.

[0075] Bei der **Fig. 5** kann der hydraulische Nehmeraktuator **62** des Notlenkkreises **60** alternativ von einem Hydrozylinder gebildet werden, der beispielsweise über eine Zahnstange, die mit dem Zahnkranz **53** in Eingriff steht, die Notlenkungsfunktion des gelenkten Rades **6** ermöglicht.

[0076] Zudem versteht sich, dass die Steuerungseinrichtung **80** der **Fig. 3** bzw. **Fig. 4** alternativ von einer Kupplungseinrichtung **86** gemäß der **Fig. 5** und die Steuerungseinrichtung **80** der **Fig. 5** alternativ von einer Kurzschlussventileinrichtung **81** gemäß der **Fig. 3** bzw. der **Fig. 4** gebildet werden kann.

[0077] Selbstverständlich kann die **Fig. 5** ohne eine Steuerungseinrichtung **80** ausgeführt werden.

Patentansprüche

1. Mobile Arbeitsmaschine (**1**), insbesondere Flurförderzeug, mit einer elektrischen Lenkungseinrichtung (**20**), die ein in Abhängigkeit von einem Lenkgeber (**21**), insbesondere einem Lenkrad (**22**), betätigbares elektrisches Lenkelement (**25**) zum Lenken zumindest eines gelenkten Rades (**6**) umfasst, wobei eine elektronische Steuereinrichtung (**23**) vorgesehen ist, die eingangsseitig mit einem die Betätigung des Lenkgebers (**21**) erfassenden Lenkgebersensor (**24**) und ausgangssseitig mit dem elektrischen Lenkelement (**25**) zu dessen Ansteuerung in Wirkverbindung steht, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein hydraulischer Notlenkkreis (**60**) vorgesehen ist, der eine an dem Lenkgeber (**21**) angeordnete und mit dem Lenkgeber (**21**) trieblich verbundene Hydropumpe (**61**) als Geberpumpe aufweist, die mit einem hydraulischen Nehmeraktuator (**62**) verbunden ist, der zum Lenken des mindestens einen gelenkten Rades (**6**) dient, wobei der hydraulische Notlenkkreis (**60**) bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungseinrichtung (**20**) einen Lenkbetrieb des zumindest einen gelenkten Rades (**6**) ermöglicht.

2. Mobile Arbeitsmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hydropumpe (**61**) des hydraulischen Notlenkkreises (**60**) und der elektrische Lenkgebersensor (**24**) der elektrischen Lenkungseinrichtung (**20**) koaxial an dem Lenkgeber (**21**) angeordnet sind, insbesondere unmittelbar benachbart zu einer den Lenkgeber (**21**) drehbar lagernden Lenkgebernabe (**63**).

3. Mobile Arbeitsmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der hydraulische Notlenkkreis (**60**) als geschlossener Kreislauf ausgebildet ist, wobei die an dem Lenkgeber (**21**) angeordnete und von dem Lenkgeber (**21**) angetriebene Hydropumpe (**61**) mit dem hydraulischen Nehmeraktuator (**62**) im geschlossenen Kreislauf verbunden ist.

4. Mobile Arbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der hydraulische Nehmeraktuator (**62**) des Notlenkkreises als Hydromotor (**65**) oder Hydrozylinder (**31**) ausgebildet ist.

5. Mobile Arbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der geschlossene Kreislauf mit einer Überdruckabsicherungseinrichtung (**70**) und/oder einer Nachsaugereinrichtung (**71**) und/oder einem Ausgleichsbehälter (**72**) und/oder einem Speisekreis versehen ist.

6. Mobile Arbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die

elektrische Lenkungseinrichtung (20) als voll-elektrische Lenkungseinrichtung ausgebildet ist, bei der das elektrische Lenkelement (25) als Elektromotor (27) ausgebildet ist.

7. Mobile Arbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Lenkungseinrichtung (20) als elektrohydraulische Lenkungseinrichtung ausgebildet ist, bei der das elektrische Lenkelement (25) als elektrisch betätigbares hydraulisches Lenkventil (26) ausgebildet ist, das mit einer Druckmittelquelle (36), einem Behälter (38) und einem hydraulischen Nehmeraktuator (30) der elektro-hydraulischen Lenkungseinrichtung in Verbindung steht.

8. Mobile Arbeitsmaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der hydraulischer Nehmeraktuator (62) des hydraulischen Notlenkkreises (60) von dem hydraulischen Nehmeraktuator (31) der elektro-hydraulischen Lenkungseinrichtung gebildet ist.

9. Mobile Arbeitsmaschine nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der hydraulische Notlenkkreis (60) einen gegenüber der elektro-hydraulischen Lenkungseinrichtung (20) verringerten Betriebsdruck aufweist.

10. Mobile Arbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Notlenkkreis (60) mit einer Steuerungseinrichtung (80) versehen ist, mittels der bei funktionsfähiger elektrischer Lenkungseinrichtung (20) der Notlenkkreis (60) deaktiviert ist und bei einem Ausfall der elektrischen Lenkungseinrichtung (20) der Notlenkkreis (60) aktiviert wird.

11. Mobile Arbeitsmaschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinrichtung (80) eine die triebliche Verbindung des Lenkgebers (21) mit der Hydropumpe (61) steuernde Kuppelungseinrichtung (86) aufweist, die von einer Feder-einrichtung in eine drehmomentübertragende Verbindungsstellung betätigt ist und von einer elektrischen Betätigungseinrichtung in eine drehmomenttrennende Trennstellung betätigbar ist.

12. Mobile Arbeitsmaschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinrichtung (80) eine den Druckmittelleitungen (64a, 64b) des geschlossenen Kreislauf des Notlenkkreises (60) zugeordnete Kurzschlussventileinrichtung (81) aufweist, die von einer Federeinrichtung (82) in eine erste Schaltstellung (81a) zum Absperrern einer Kurzschlussverbindung (84) des Notlenkkreises (60) und von einer elektrischen Betätigungseinrichtung (83) in eine zweite Schaltstellung (81b) zum Öffnen der Kurzschlussverbindung (84) des Notlenkkreises (60) betätigbar ist.

13. Mobile Arbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hydropumpe (61) des Notlenkkreises als Zahnradpumpe, insbesondere Zahnringpumpe, ausgebildet ist.

14. Mobile Arbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mit der Hydropumpe (61) versehene Lenkgeber (21) in einem Fahrerarbeitsplatz (10) der Arbeitsmaschine (1) oberhalb eines Beinraums (B) für eine Bedienperson angeordnet ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

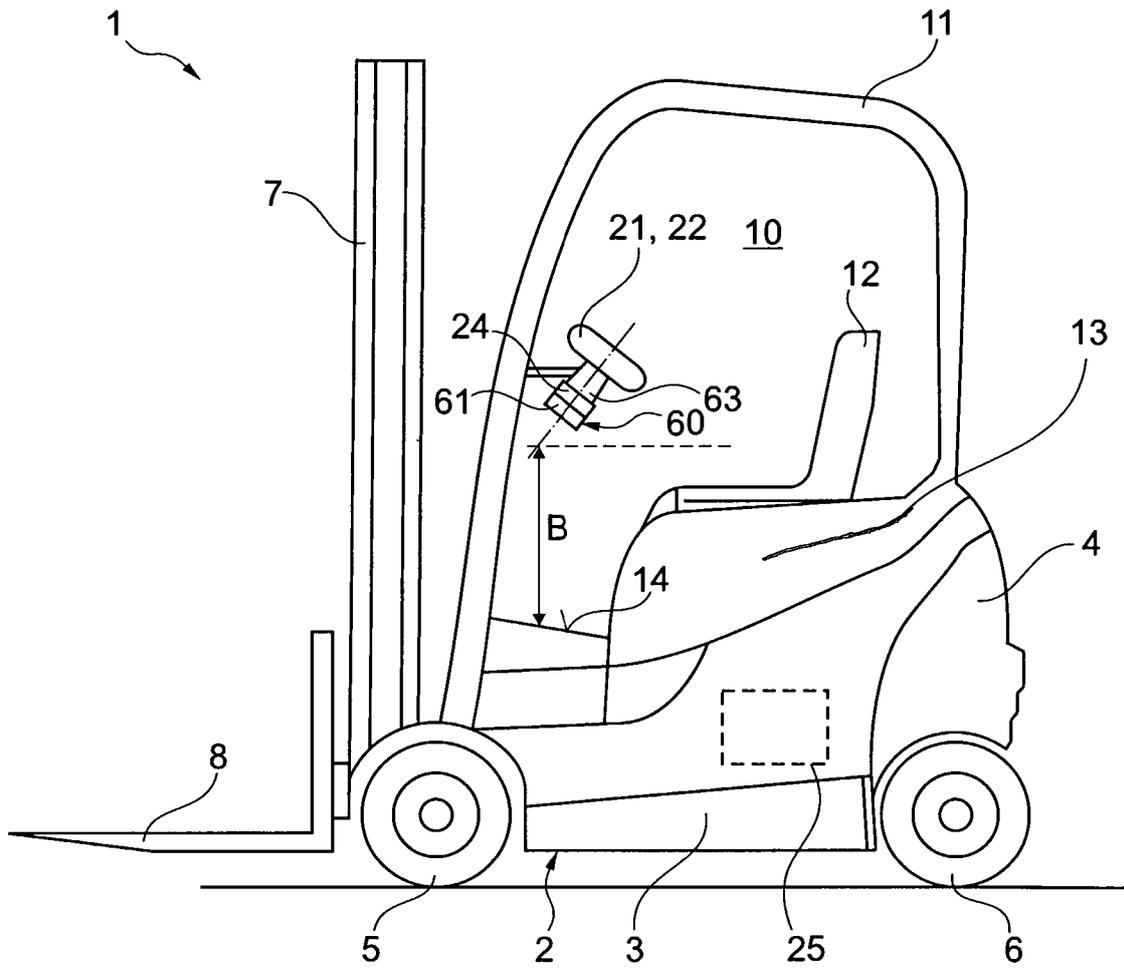


Fig. 1

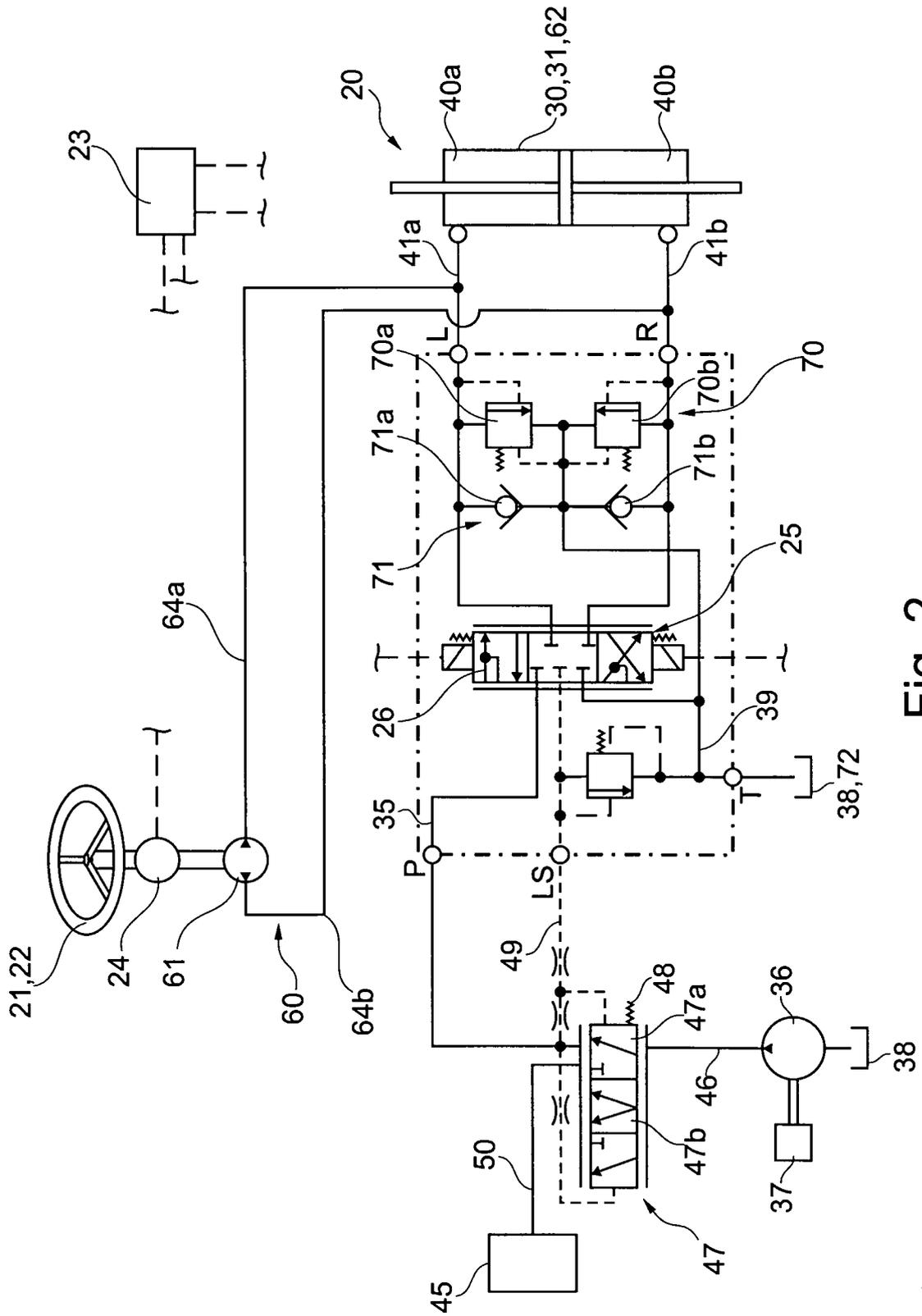


Fig. 2

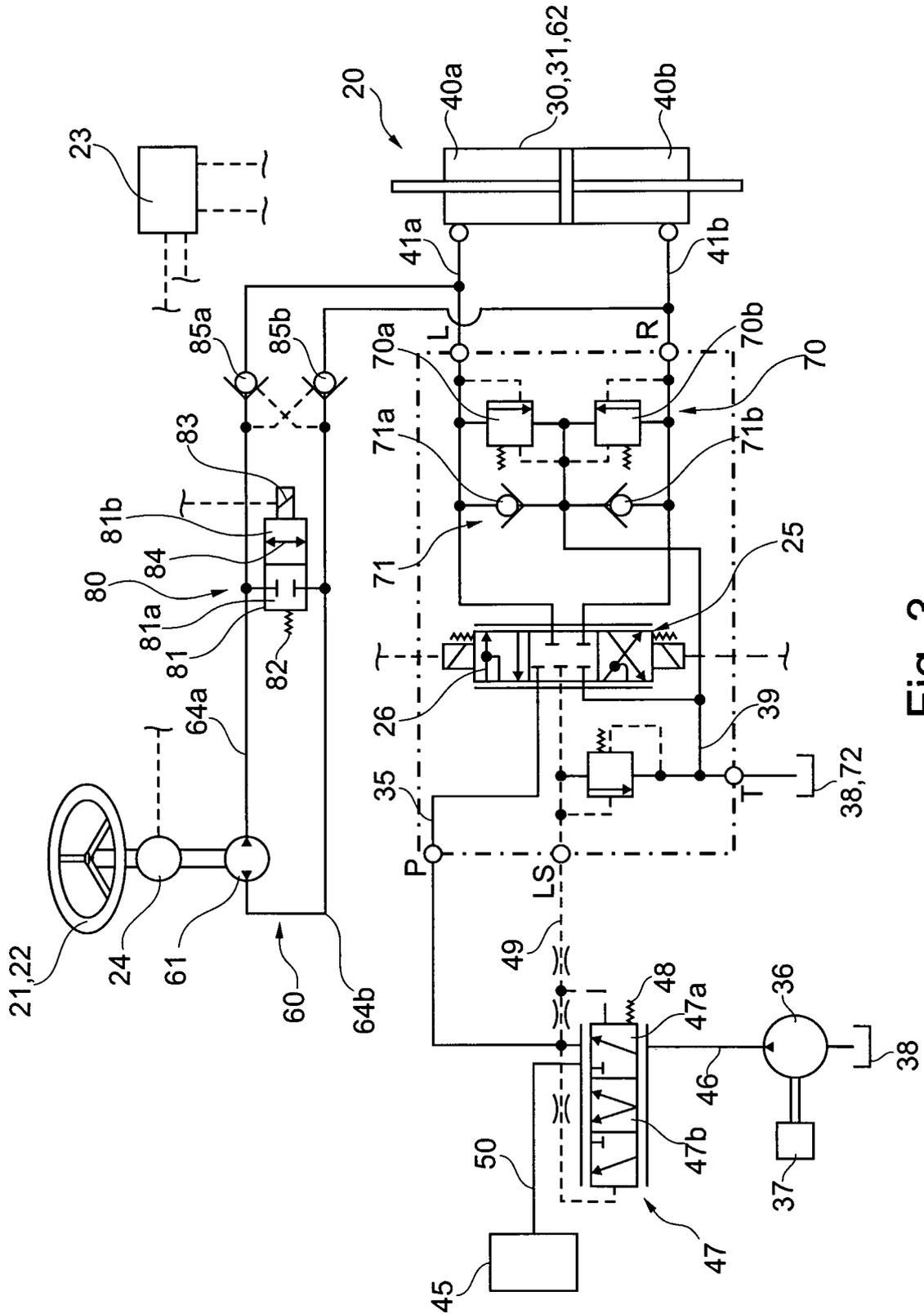


Fig. 3

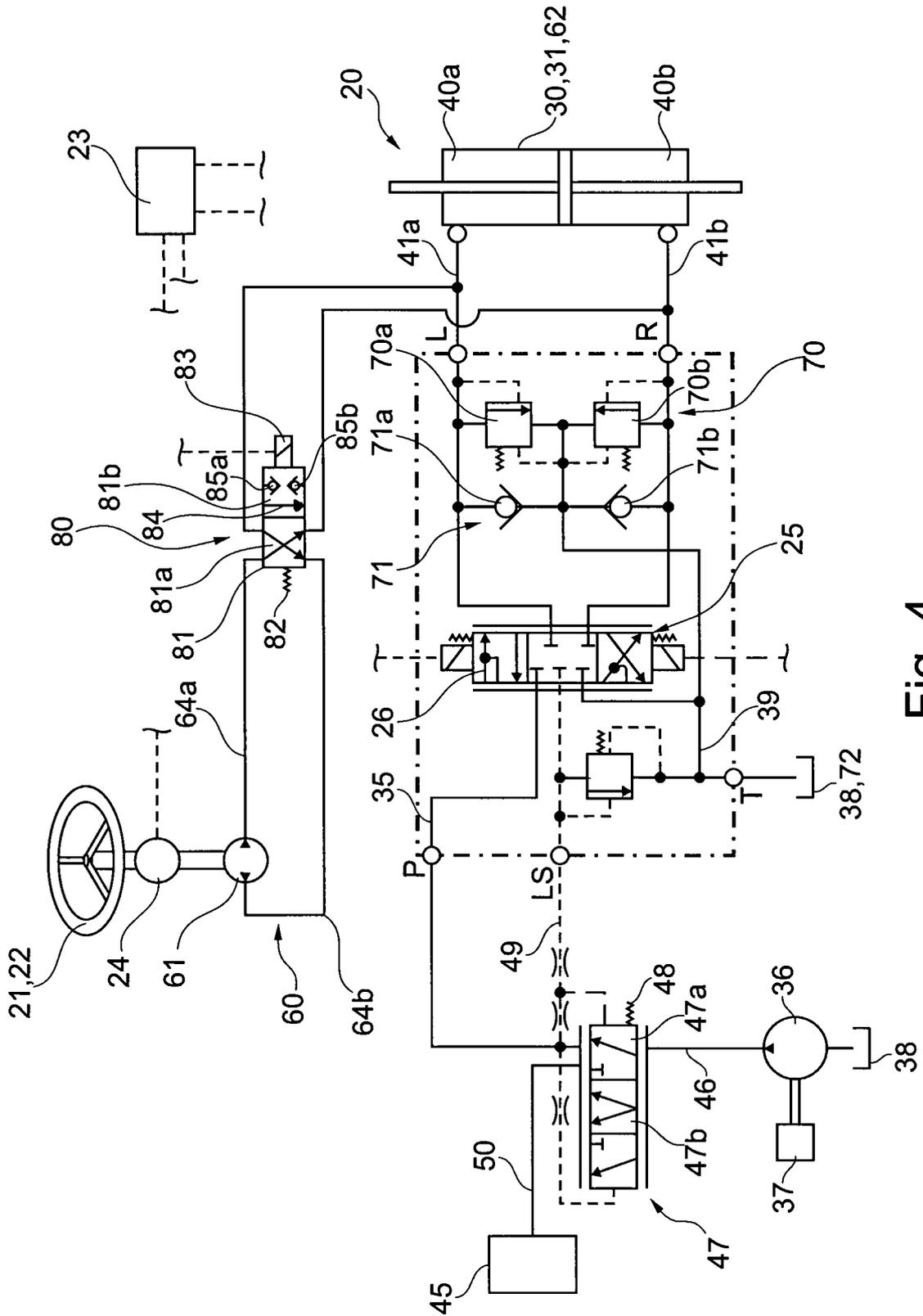


Fig. 4

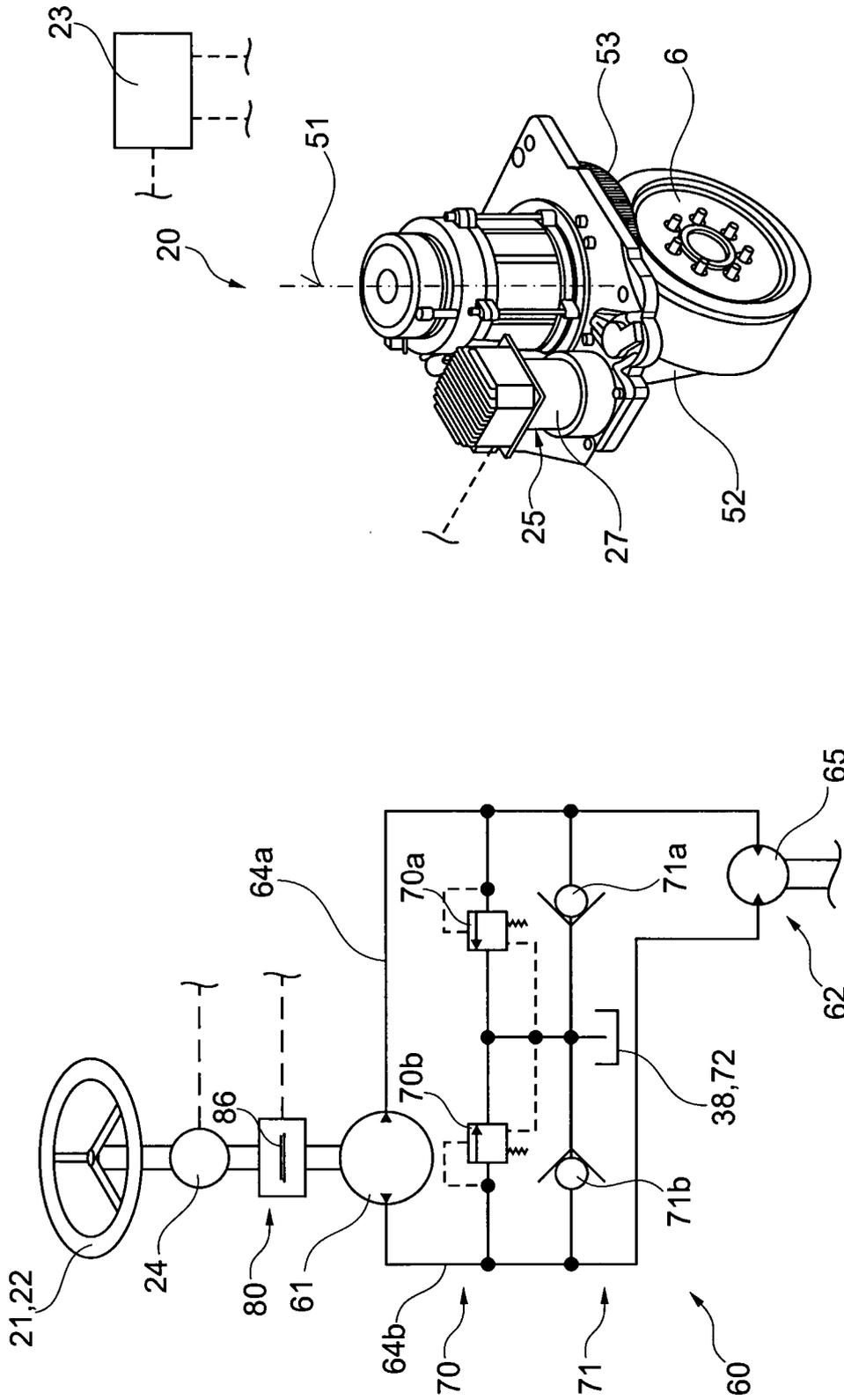


Fig. 5