



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 131 525.2**

(22) Anmeldetag: **10.12.2018**

(43) Offenlegungstag: **10.06.2020**

(51) Int Cl.: **B60K 17/04 (2006.01)**

B60K 17/02 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074
Herzogenaurach, DE**

(72) Erfinder:
**Grethel, Marco, 77830 Bühlertal, DE; Weber,
Thomas, 76461 Muggensturm, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2012 209 348	B3
DE	10 2005 059 121	A1
DE	10 2014 210 773	A1
DE	10 2015 220 680	A1
WO	2015/ 048 961	A2
WO	2015/ 149 775	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

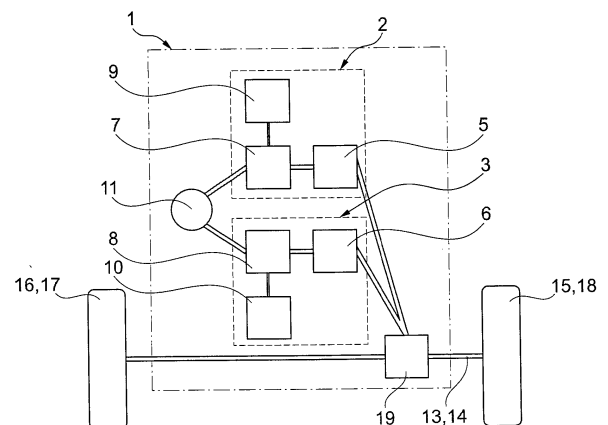
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Antriebsstrang mit einer Mehrzahl von Teilsträngen für ein Kraftfahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Antriebsstrang (1) mit einer Mehrzahl von Teilsträngen (2,3) für ein Kraftfahrzeug (4), aufweisend zumindest die folgenden Komponenten:

- ein Antriebsaggregat (11);
- eine erste Übersetzungseinheit (5);
- eine zweite Übersetzungseinheit (6);
- eine normal-offene erste Kopplung (7) zum lösbaren Verbinden des Antriebsaggregats (11) mit der ersten Übersetzungseinheit (5);
- eine normal-offene zweite Kopplung (8) zum lösbaren Verbinden des Antriebsaggregats (11) mit der zweiten Übersetzungseinheit (6);
- einen ersten Kopplungsaktor (9) zum Schließen der ersten Kopplung (7); und
- einen zweiten Kopplungsaktor (10) zum Schließen der zweiten Kopplung (8). Der Antriebsstrang (1) ist vor allem dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kopplungsaktor (9) hemmungsfrei und der zweite Kopplungsaktor (10) hemmend eingerichtet ist.

Mit dem hier vorgeschlagenen Antriebsstrang ist unter Maßgabe einer geringen Leistungsaufnahme bei Systemausfall die Funktionssicherheit hergestellt, und bevorzugt weiterhin zumindest ein Notfallbetrieb ermöglicht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Antriebsstrang mit einer Mehrzahl von Teilsträngen für ein Kraftfahrzeug, sowie ein Kraftfahrzeug mit einem solchen Antriebsstrang.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Antriebsstränge für Kraftfahrzeuge in unterschiedlichsten Konfigurationen bekannt. Die vorliegende Erfindung befasst sich vornehmlich mit einem als elektrische Antriebsmaschine ausgeführten Antriebsaggregat eines elektrifizierten Antriebsstrangs, beispielsweise einem Hybrid-Antriebsstrang mit zumindest einer elektrischen Antriebsmaschine und einer Verbrennungskraftmaschine oder einem rein-elektrischen Antriebsstrang. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese Anwendung beschränkt.

[0003] Für einige Anwendungen ist es vorteilhaft, ein Antriebsaggregat über eine geringe Anzahl von Teilsträngen, beispielsweise zwei Teilsträngen, mit einem Verbraucher, beispielsweise Fahrzeugrädern, mittels des Antriebsstrangs zu verbinden. Ein Teilstrang stellt dabei eine spezifische Übersetzung der Drehzahl beziehungsweise des Drehmoments des Antriebsaggregats auf den Verbraucher dar. Dabei ist in der Regel nur ein Teil des Antriebsstrangs auf separate Baugruppen, nämlich jeweils eine Übersetzungseinheit, verteilt und der übrige Teil des Antriebsstrangs gemeinsam genutzt. Eine Übersetzungseinheit ist beispielsweise ein Stirnradgetriebe, ein Drehmomentwandler oder ähnliches, wobei in einer Übersetzungseinheit das Übersetzungsverhältnis kleiner als, gleich oder größer als eins ist. Bei einem Übersetzungsverhältnis von eins ist beispielsweise eine reine, also stufenlose, Wellenverbindung vorgesehen ist. Die Übersetzungsverhältnisse der Übersetzungseinheiten sind aber voneinander verschieden.

[0004] Nun ist das Herstellen der Verbindung über eine Übersetzungseinheit und das Trennen einer Verbindung über die jeweils anderen Übersetzungseinheiten mittels einer Kopplung bewerkstelligt, wobei für je eine Übersetzungseinheit je eine Kopplung vorgesehen ist, sodass das Verbinden und Trennen separat, beispielsweise synchronisiert wie bei bekannten Anwendungen von Doppelkupplungen zum Erhalt einer dauerhaften Drehmomentübertragung auf den Verbraucher, ausführbar ist.

[0005] Zum Betätigen einer solchen Kopplung ist jeweils ein Kopplungsaktor vorgesehen, welcher die Kopplung betätigt, also öffnet und schließt. Dazu ist es notwendig, dass der Kopplungsaktor zumindest zum Betätigungsvorgang, also der Aktorbewegung, Leistung aufnimmt, beispielsweise mit einer elektrischen Maschine elektrische Leistung aufnimmt. Weil ein Teilstrang meist lange geschaltet bleiben soll, al-

so der Drehmomentverlauf mittels einer ersten Kopplung und einer ersten Übersetzungseinheit geschaltet ist und über die zumindest eine weitere Kopplung getrennt ist, führt dies zu einer dauerhaften Leistungsaufnahme an zumindest einem der Kopplungsaktoren.

[0006] Es wurde für diesen Zweck ein Kopplungsaktor entwickelt, welcher in zwei Stellungen keine oder nahezu keine Leistungsaufnahme aufweist. Ein solcher Kopplungsaktor ist beispielsweise aus der WO 2015 / 048 961 A2 bekannt, in welcher unter anderem ein hydrostatischer Kopplungsaktor [HCA, engl.: hydrostatic clutch actuator] beschrieben ist, bei welchem eine Stellung der Spindel beziehungsweise der Spindelmutter mittels einer Schlingbandfeder gehalten oder zumindest unterstützt wird. Diese Stellung müsste ansonsten unter dauerhafter Bestromung der antreibenden elektrischen Maschine gehalten werden. In der anderen Stellung ist die Spindel beziehungsweise die Spindelmutter axial eingefahren und übt so keine Kraft aus beziehungsweise befindet sich abgestützt an einem geometrischen Anschlag an einem Ende eines Betätigungswegs. Ein hydrostatischer Kopplungsaktor ist zum Betätigen eines Geberkolbens eines hydrostatischen Betätigungssystems eingerichtet, wobei der Nehmerkolben beispielsweise ein Zentralausrücker [CSC, engl.: concentric slave cylinder] für eine Doppelkupplung ist. Weitere bekannte Ausführungsformen sind in der DE 10 2015 220 680 A1 offenbart.

[0007] Eine Weiterentwicklung des hydrostatischen Kopplungsaktors [HCA] ist ein sogenannter modularer Kopplungsaktor [MCA, engl.: modular clutch actuator], welcher nicht auf eine Anwendung als Antrieb für einen Geberkolben beschränkt ist, sondern aufgrund seiner modularen Bauweise in verschiedenen Konfigurationen beispielsweise direkt-betätigend, also elektro-mechanisch betätigend, einsetzbar ist. Beispielsweise ist dazu die den Aktorweg ausführende Komponente mit einem Anschluss ausgeführt, welcher mit einem Geberkolben oder einer Direkt-Aktorik, beispielsweise auch rotatorisch wirkend, kraftübertragend verbindbar ist. Ein solcher modularer Kopplungsaktor [MCA] ist beispielsweise in der WO 2015 / 149 775 A1 beschrieben.

[0008] Nachteilig bei bekannten Antriebssträngen ist, dass einige Sicherheitsaspekte nicht eigenständig eingehalten werden können, wenn jeweils beide Stellungen stromlos gehalten werden können, also einander widersprechende Stellungen eingehalten werden, wenn ein Systemausfall vorliegt.

[0009] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile zumindest teilweise zu überwinden. Die erfindungsgemäßen Merkmale ergeben sich aus den unabhängigen Ansprüchen,

zu denen vorteilhafte Ausgestaltungen in den abhängigen Ansprüchen aufgezeigt werden. Die Merkmale der Ansprüche können in jeglicher technisch sinnvoller Art und Weise kombiniert werden, wobei hierzu auch die Erläuterungen aus der nachfolgenden Beschreibung sowie Merkmale aus den Figuren hinzugezogen werden können, welche ergänzende Ausgestaltungen der Erfindung umfassen.

[0010] Die Erfindung betrifft einen Antriebsstrang mit einer Mehrzahl von Teilsträngen für ein Kraftfahrzeug, aufweisend zumindest die folgenden Komponenten:

- ein Antriebsaggregat;
- eine erste Übersetzungseinheit;
- eine zweite Übersetzungseinheit;
- eine normal-offene erste Kopplung zum lösbaren Verbinden des Antriebsaggregats mit der ersten Übersetzungseinheit;
- eine normal-offene zweite Kopplung zum lösbaren Verbinden des Antriebsaggregats mit der zweiten Übersetzungseinheit;
- einen ersten Kopplungsaktor zum Schließen der ersten Kopplung; und
- einen zweiten Kopplungsaktor zum Schließen der zweiten Kopplung.

[0011] Der Antriebsstrang ist vor allem dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kopplungsaktor hemmungsfrei und der zweite Kopplungsaktor hemmend eingerichtet ist.

[0012] Der hier beschriebene Antriebstrang ist bevorzugt in einem Kraftfahrzeug einsetzbar, wobei eine Mehrzahl von Teilsträngen, bevorzugt lediglich zwei Teilstränge vorgesehen sind. Der Antriebstrang umfasst zumindest ein Antriebsaggregat, beispielsweise (einzig) eine elektrische Antriebsmaschine, wobei hier beispielsweise nur ein Elektro-Teiltriebsstrang eines Gesamtantriebsstrangs beschrieben ist, bei welchem lediglich ein einziges Antriebsaggregat vorgesehen ist. In einem Hybrid-Antriebstrang ist beispielsweise der hier beschriebene Antriebstrang derjenige Teilantriebsstrang, welcher eine elektrische Antriebsmaschine als Antriebsaggregat umfasst und welcher zu einem weiteren Teilantriebsstrang mit einer Verbrennungskraftmaschine parallel oder in Reihe geschaltet ist. Vor allem für einen Antriebsstrang mit einzig einer elektrischen Antriebsmaschine sind einzig zwei Teilstränge mit einzig zwei unterschiedlichen Übersetzungsverhältnissen aufgrund des großen bereitstellbaren Drehzahlbereichs und gutmütigen Drehmomentverlaufs vorteilhaft.

[0013] Die jeweilige Übersetzungseinheit ist beispielsweise eine feste Stufe, beispielsweise einen

einfaches Stirnradgetriebe, ein Umlaufrädergetriebe (auch Planetengetriebe genannt), oder ein Drehmomentwandler und/oder ein Schaltgetriebe. In einer Ausführungsform ist eine der Übersetzungseinheiten eine reine, also stufenlose, Wellenverbindung mit einem Übersetzungsverhältnis von eins. In einer Ausführungsform ist beispielsweise die erste Übersetzungseinheit ein Stirnradgetriebe, welches für einen niedrigen Drehzahlbereich und hohen Drehmomentbereich eingerichtet ist. Die zweite Übersetzungseinheit ist in diesem Beispiel für einen hohen Drehzahlbereich und einen vergleichsweise niedrigen Drehmomentbereich, besonders bevorzugt für einen großen Drehzahlbereich, eingerichtet. Die erste Übersetzungseinheit und die zweite Übersetzungseinheit sind in einer Ausführungsform in einem bestimmten Drehzahlbereich ineinander übergehend parallel-schaltbar, sodass eine konstante Drehmomentübertragung des von dem Antriebsaggregat abgegebenen Drehmoments an einen Verbraucher ermöglicht ist. Bei fehlerhafter Ansteuerung führt aber ein solcher Zustand bei den meisten oder allen Drehzahlen zu einer Verspannung des Antriebsstrangs beziehungsweise des Verbrauchers. Ein verspannter Zustand an einer Antriebsachse eines Kraftfahrzeugs kann zu einem instabilen Fahrzustand führen; dies ist vor allem bei einem Hinterachsantrieb der Fall, bei welchem ein Schleudern des Kraftfahrzeugs ausgelöst werden kann, weil die Verspannung der Hinterachse zu einem Haftungsverlust der Fahrzeugräder der fahrtrichtungsstabilisierenden Hinterachse führen kann. Eine fehlerhafte Ansteuerung liegt beispielsweise vor, wenn die beiden Teilkupplungen einer Doppelkupplung geschlossen sind und aufgrund des reibschlüssig übertragbaren (maximalen Gesamt-) Drehmoments an jeder Teilkupplung bei halbiertem Drehmomenteingang kein Schlupfen auftritt und somit kein Drehzahlangleichen möglich ist. Damit liegen am Verbraucher aufgrund der verschiedenen Übersetzungsverhältnisse der beiden Teilstränge zwei unterschiedliche Drehzahlen an.

[0014] Zum Betätigen der ersten Übersetzungseinheit ist eine normal-offene erste Kopplung vorgesehen, welche also konstruktiv bedingt beziehungsweise aufgrund einer Vorspannung ausgehend von einem Energiespeicher, beispielsweise einer Tellerfeder, in einer Offenstellung gehalten wird. In einer Offenstellung ist ein Drehmomentverlauf über den ersten Teilstrang getrennt, also eine Drehmomentübertragung über die normal-offene erste Kopplung und die erste Übersetzungseinheit unterbrochen.

[0015] Eine normal-offene Kopplung ist mittels einer äußeren Betätigungskraft schließbar, also in eine Geschlossenstellung überführbar. In einer Geschlossenstellung ist ein Drehmoment über die normal-offene Kopplung und die zugehörige Übersetzungseinheit übertragbar, also die normal-offene Kopplung geschlossen. Die Betätigungskraft wird von

dem zugehörigen Kopplungsaktor erzeugt und mittelbar, beispielsweise mittels eines hydrostatischen Betätigungssystems mit einem Geberkolben und einem Nehmerkolben, oder unmittelbar, beispielsweise elektro-mechanisch mittels eines Axialhubkolbens oder mittels eines Schwenkhebels, auf die normal-offene Kopplung beziehungsweise auf die (interne) Öffnungskraft der normal-offenen Kopplung entgegenwirkend übertragen. In einer Ausführungsform ist der Kopplungsaktor ein, beispielsweise ventilgesteuerter und/oder pumpendruckgesteuerter, hydrostatischer Nehmerzylinder mit einem Nehmerkolben.

[0016] Die Hemmung ist dann beispielsweise mittels eines fluidgesteuerten Schließventils erzeugt. Die Kopplungsaktoren sind entsprechend unmittelbar elektrisch angetrieben und bei einem Kraftfahrzeug aus dem internen Bordnetz des Kraftfahrzeugs gespeist oder entsprechend hydrostatisch betrieben und aus einem Druckkreislauf mit (etwa) gleichem Druck beispielsweise ventilgesteuert gespeist oder über eine separate Pumpe elektro-hydraulisch mit einem ausreichenden Druck beaufschlagt.

[0017] Ebenso ist eine normal-offene zweite Kopplung zum lösbaren Verbinden des Antriebsaggregats mit einem Verbraucher mittels einer zweiten Übersetzungseinheit vorgesehen, sodass in einem Normalzustand, das heißt ohne Betätigungskraft ausgehend von dem zweiten Kopplungsaktor, der zweite Teilstrang getrennt ist, also eine Drehmomentübertragung über die normal-offene zweite Kopplung und die zweite Übersetzungseinheit unterbrochen ist. Befinden sich sowohl die erste Kopplung als auch die zweite Kopplung im Normalzustand, also in der Offenstellung, ist von dem Antriebsaggregats mittels des Antriebsstrangs kein Drehmoment auf einen (gemeinsamen) Verbraucher übertragbar.

[0018] Der erste Kopplungsaktor weist eine erste Betätigungseinheit zum Schließen der ersten Kopplung auf und ebenso weist der zweite Kopplungsaktor eine zweite Betätigungseinheit zum Schließen der zweiten Kopplung auf. Die jeweilige Betätigungseinheit befindet sich dann an dem Anfang eines Betätigungswegs, welcher der Offenstellung der zugehörigen Kopplung entspricht. Die Offenstellung wird dabei von der Betätigungseinheit nicht erzwungen, sondern stellt sich selbsttätig, also passiv, in der betreffenden normal-offenen Kopplung ein. Es ist also zum Herstellen der Offenstellung keine Leistungsaufnahme notwendig. Die Geschlossenstellung der Kopplung hingegen tritt ein, wenn sich die Betätigungseinheit des zugehörigen Kopplungsaktors am Ende ihres Betätigungswegs befindet. Dann wird die (interne) Öffnungskraft der betreffenden Kopplung überwunden und eine Drehmomentübertragung mittels der Kopplung ermöglicht. Der Anfang und das Ende des Betätigungswegs weisen in einer Ausführungsform ein Überhubreservoir auf, sodass die Kopplung

bereits vor einem vollständigen Ausschöpfen der verfügbaren Stellwegs der Betätigungseinheit in die Offenstellung beziehungsweise in die Geschlossenstellung gelangt.

[0019] Es sei darauf hingewiesen, dass eine Drehmomentübertragung in einer Ausführungsform auch umgekehrt ermöglicht ist, also ein von außen aufgegebenes Drehmoment, beispielsweise bei einem Schubtrieb eines Kraftfahrzeugs, über den Antriebsstrang hin zu dem Antriebsaggregat, beispielsweise zur Rekuperation, übertragbar ist.

[0020] Hier ist nun vorgeschlagen, dass der erste Kopplungsaktor hemmungsfrei eingerichtet ist, sodass also nur bei einem Ausüben einer Betätigungskraft die erste Kopplung aus ihrer Offenstellung in die Geschlossenstellung überführbar ist. Das bedeutet, dass ohne Leistungsaufnahme an dem erste Kopplungsaktor die erste Kopplung nicht nur in der Offenstellung verbleibt, sondern auch selbsttätig, also passiv, aus der Geschlossenstellung in die Offenstellung zurückkehrt. Die unvermeidbare intrinsische Reibung in der Betätigungseinheit beziehungsweise im gesamten Betätigungssystem ist dabei so gering, dass sie von der Öffnungskraft der ersten Kopplung zumindest bei Vorliegen eines (auslegungsgemäß) zu großen Schleppmoments noch überwunden wird. Bei einem Systemausfall wird also die Drehmomentübertragung über den ersten Teilstrang unterbrochen.

[0021] Der zweite Kopplungsaktor hingegen ist hemmend eingerichtet, sodass zumindest nach Aufbringen einer (maximalen) Betätigungskraft und nach Zurücklegen eines (maximalen) Betätigungswegs, also nach Erreichen des Endes des Betätigungswegs, die Geschlossenstellung der zweiten Kopplung leistungsfrei gehalten bleibt, und zwar aufgrund der Hemmwirkung und unter Umständen aufgrund von zusätzlich vorliegenden die Hemmwirkung unterstützenden intrinsischen Reibeffekten. Erst durch Unterstützung durch den Kopplungsaktor mittels einer rückwärtigen Betätigungskraft (Lösekraft) wird die Geschlossenstellung der zweiten Kopplung wieder (passiv) aufgehoben.

[0022] Der hier vorgeschlagene Antriebstrang weist den Vorteil auf, dass bei einem Systemausfall, bei welchem also der erste Kopplungsaktor und der zweite Kopplungsaktor nicht mehr aktiv ansteuerbar sind, der erste Kopplungsaktor von der internen Öffnungskraft der ersten Kopplung zum Anfang des erste Betätigungswegs zurückgeführt wird und die erste Kopplung in ihrer Offenstellung zurückkehrt. Der zweite Kopplungsaktor bleibt jedoch in der gerade eingestellten Stellung, sodass eine sich in Geschlossenstellung befindende zweite Kopplung geschlossen bleibt, weil die interne Öffnungskraft der zweiten Kopplung nicht in der Lage ist, die Hemmung des zweiten Kopplungsaktors zu überwinden.

[0023] Beispielsweise ist so weiterhin ein Fahren über den zweiten Teilstrang des Antriebsstrangs möglich, während aber sichergestellt ist, dass die beiden Teilstränge des Antriebsstrangs nicht gegeneinander verspannt sind. Somit ist die Funktionssicherheit vor allem für einen Hinterachsantrieb eines Kraftfahrzeugs auch bei einem Systemausfall sichergestellt. Zugleich ist aber die Leistungsaufnahme für viele Anwendungsfälle zu gering, weil der zweite Teilstrang des Antriebsstrangs den mit größten Zeitanteilen betriebenen Teilstrang (Hauptbetriebszustand) darstellt.

[0024] Bei einer Anwendung in einem Kraftfahrzeug ist bevorzugt von dem Antriebsaggregat mittels des zweiten Teilstrangs ein ausreichendes Drehmoment für ein Anfahren sowie eine ausreichende Drehzahl für einen, zumindest gedrosselten, Fahrbetrieb bereitstellbar. Somit ist bei einem Systemausfall weiterhin zumindest eine Fahrt des Kraftfahrzeugs in die Werkstatt noch eigenständig möglich.

[0025] Es wird weiterhin in einer vorteilhaften Ausführungsform des Antriebsstrangs vorgeschlagen, dass der zweite Kopplungsaktor mittels einer Schlingbandfeder hemmend eingerichtet ist.

[0026] Bei einem elektro-mechanischen Kopplungsaktor ist die Betätigungseinheit des Kopplungsaktors beispielsweise ein Spindeltrieb mit einer axial verschiebbaren Spindel oder mit einer axial verschiebbaren Spindelmutter. Die Hemmung ist bei einem Spindeltrieb beispielsweise über eine Selbsthemmung im Gewinde eines Kugelgewindetriebs eingerichtet, wobei hier dann für ein leistungsfreies Halten einer Stellung die intrinsische Reibkraft des Kugelgewindetriebs dauerhaft der Betätigungskraft des Kopplungsaktors entgegengerichtet ist.

[0027] Für eine hohe Betriebssicherheit sowie für eine geringe Leistungsaufnahme beim Öffnen der zweiten Kopplung ist der zweite Kopplungsaktor beziehungsweise die zweite Betätigungseinheit möglichst reibungsarm ausgeführt, solange nicht eine Hemmeinrichtung wirkt. Dafür ist der Einsatz einer Schlingbandfeder besonders vorteilhaft, wobei diese sich erst bei einem (ausreichend großen) negativen Drehmoment an der Spindel umschlingend beziehungsweise an der Spindelmutter aufweitend, also die Reibkraft auf die Spindel beziehungsweise auf die Spindelmutter erheblich anhebend, anlegt. Das negative Drehmoment liegt an, wenn die Öffnungskraft auf die Betätigungseinheit größer ist als die entgegengerichtete (schließende) Betätigungskraft des Kopplungsaktors. Wird nun durch Abgeben eines Drehmoments zum Bewegen der Betätigungseinheit in Richtung Anfang des Betätigungswegs das negative Drehmoment an der Spindel aufgehoben, löst die Schlingbandfeder sich wieder und die Hemmkraft ist augenblicklich erheblich verringert. Damit ist

ein leistungsarmes und (unter theoretischer Annahme baugleicher Kopplungen) (passives) Öffnen der zweiten Kopplung im Vergleich zu der ersten Kopplung nahezu gleich schnell. In einer Ausführungsform ist die Schlingbandfeder, neben unter Kostenvorgaben unvermeidbaren intrinsischen Reibungseffekten, das einzige Reibkraft erzeugende Mittel.

[0028] Es wird weiterhin in einer vorteilhaften Ausführungsform des Antriebsstrangs vorgeschlagen, dass die erste Kopplung und/oder die zweite Kopplung eine der folgenden Konfigurationen aufweisen:

- Reibkupplung;
- Teilkupplung einer Mehrfachkupplung;
- Bremse mit rotatorisch-fixierter Bremseinrichtung; und
- Formschluss-Kupplung.

[0029] Die hier beschriebene Kopplung ist beispielsweise eine Reibkupplung, beispielsweise eine Einfach-Reibkupplung, bei welcher also eine Anpressplatte mit einer Reibscheibe zum reibschlüssigen Drehmomentübertragen verpressbar ist. In einer Ausführungsform ist eine solche Reibkupplung eine Lamellenkupplung.

[0030] In einer anderen Konfiguration ist eine solche Kopplung ein Teilkupplung einer Mehrfachkupplung, beispielsweise einer Doppelkupplung oder Tripelkupplung. Bei einer Doppelkupplung sind dann der erste Kopplungsaktor und der zweite Kopplungsaktor beispielsweise als Zentralausrücker, beziehungsweise hier korrekterweise als Zentraleinrücker, [CSC], ausgeführt. Die erste Kopplung ist also eine separate Teilkupplung, beispielsweise bei einer Doppelkupplung mit gemeinsamer Zentralplatte als Gegenplatte für beide Teilkupplungen axial vor der Zentralplatte, und die zweite Kopplung ist eine zweite separate Teilkupplung, beispielsweise axial hinter der Zentralplatte. In einer Ausführungsform ist die erste Kopplung in einer anderen Konfiguration ausgeführt, beispielsweise als eine separate Kopplung, beispielsweise eine Reibkupplung, und die zweite Kopplung und eine weitere Kopplung sind in einer Doppelkupplung als Teilkupplungen untergebracht.

[0031] In einer weiteren Konfiguration ist zumindest eine der Kopplungen als Bremse ausgeführt, wobei also nicht zwei rotierende Bauteile miteinander synchronisiert werden, sondern eine rotatorisch fixierte Bremseinrichtung, beispielsweise ein Bremsklotz, eine rotierende Bremscheibe stoppt, wobei die rotierende Bremscheibe mit einem Getrieberad verbunden ist. Durch Festhalten des (bremsbaren) Getrieberads ist das Übersetzungsverhältnis in diesem Getriebe verändert. Die Übersetzungseinheiten sind also nicht ausschließlich als separate Getriebestufen oder als Getriebestufen eines Schaltgetriebes ausge-

führt, sondern sind durchaus als zwei Betriebszustände eines einzigen Getriebes ausführbar.

[0032] In einer anderen Konfiguration ist zumindest eine der Kopplungen als formschlüssige Kupplung, beispielsweise als Klauenkupplung oder als sogenannte Wedge-Clutch ausgeführt, welche nur bei synchroner Drehzahl beziehungsweise bei geringer Drehzahldifferenz schließbar ist. Dies ist besonders vorteilhaft bei einer einregelbaren Drehzahlgleichung, wie bei vielen elektrischen Antriebsmaschinen möglich. Eine Wedge-Clutch umfasst (beispielsweise eingangsseitig) einen Nabenkonus und (entsprechend beispielsweise ausgangsseitig) einen (abgerundet) polygonen Mitnehmerkonus auf, wobei der Mitnehmerkonus bevorzugt als Festkörperfeder ausgeführt ist. Bei einer solchen Wedge-Clutch sind Relativdrehzahlen von 20 bis 30 U/min [Umdrehungen pro Minute] schaltbar, weil der Eingriff nicht rein formschlüssig, sondern zudem kraftschlüssig gebildet ist.

[0033] Es wird weiterhin in einer vorteilhaften Ausführungsform des Antriebsstrangs vorgeschlagen, dass zumindest einer der beiden Kopplungsaktoren ein modular aufgebauter Aktor ist.

[0034] Hier wird nun vorgeschlagen, dass zumindest einer der Kopplungsaktoren ein modular aufgebauter Aktor, beispielsweise wie bekannt als modularer Kopplungsaktor [MCA] ausgeführt ist. Ein solcher modularer Kopplungsaktor ist unkompliziert einsetzbar für individuelle Anforderungen anpassbar und leicht in eine Steuerungselektronik, beispielsweise ein Bordnetz eines Kraftfahrzeugs, integrierbar. Besonders vorteilhaft ist der Einsatz eines konventionellen modular aufgebauten Aktors, welcher eine Schlingbandfeder zum Hemmen der Betätigungseinheit umfasst. Dieser ist sowohl als erster Kopplungsaktor als auch als zweiter Kopplungsaktor einsetzbar, wobei bei dem ersten Kopplungsaktor die Schlingbandfeder entfernt ist. Der Aufbau der modularen Aktoren ist im Übrigen identisch. Aufgrund der Mehrzahl solcher modular aufgebauten Aktoren gleicher Bauart in dem Antriebsstrang aber auch für weitere Aufgaben in dem Kraftfahrzeug können größere Stückzahlen erreicht und damit ein Skaleneffekt erzielt werden.

[0035] Es wird weiterhin in einer vorteilhaften Ausführungsform des Antriebsstrangs vorgeschlagen, dass zumindest eine weitere Übersetzungseinheit, eine zugehörige normal-offene weitere Kopplung und ein zugehöriger weiterer Kopplungsaktor vorgesehen sind, wobei der zumindest eine weitere Kopplungsaktor hemmungsfrei eingerichtet ist.

[0036] Für einige Anwendungen ist es vorteilhaft, einen weiteren oder mehrere weitere Teilstränge bereitzustellen. Ein weiterer Teilstrang ist beispielsweise ein Rückwärtsgang oder ein Boost-Teilstrang für ein beispielsweise kurzzeitig abrufbares erhöhtes

Drehmoment, beispielsweise bei einer hohen Drehzahl und/oder bei einer Zuschaltung eines weiteren Antriebsaggregats, beispielsweise einer Verbrennungskraftmaschine und/oder eines Motor-Generators.

[0037] Hier ist vorgeschlagen, dass der eine oder die mehreren weiteren Teilstränge entsprechend dem oben beschriebenen ersten Teilstrang des Antriebsstrangs eingerichtet sind, also die weitere Kopplung normal-offen eingerichtet ist und der weitere Kopplungsaktor hemmungsfrei ist und so bei einem Systemausfall von der (weiteren) Öffnungskraft der weiteren Kopplung überwunden wird, sodass die weitere Kopplung in die Offenstellung zurückkehrt. Somit ist weiterhin die Funktionssicherheit sichergestellt, in dem einzig die zweite Kopplung in einer Geschlossenstellung verbleibt, wenn aufgrund eines Systemausfalls den Kopplungsaktoren keine Leistung mehr bereitgestellt werden kann.

[0038] Es wird weiterhin in einer vorteilhaften Ausführungsform des Antriebsstrangs vorgeschlagen, dass das Antriebsaggregat eine elektrische Antriebsmaschine und/oder eine Verbrennungskraftmaschine umfasst.

[0039] Es wird hier vorgeschlagen, dass das Antriebsaggregat eine elektrische Maschine ist, alternativ eine Verbrennungskraftmaschine ist, oder sowohl zumindest eine elektrische Antriebsmaschine als auch zumindest eine Verbrennungskraftmaschine umfasst. In einer Ausführungsform ist der hier beschriebene Antriebsstrang lediglich ein Teilstrang eines Gesamtantriebsstrangs, beispielsweise eines Kraftfahrzeugs, beispielsweise weiterhin umfassend einen Verbrenner-Antriebsstrang mit einer Verbrennungskraftmaschine, und bevorzugt einem Motor-Generator. In einer anderen Ausführungsform stellt der Antriebstrang lediglich den elektrischen Teilstrang eines Verbrenner-Antriebstrangs dar, beispielsweise mit dem Antriebsaggregat als Motor-Generator. In einer anderen Ausführungsform stellt der Antriebstrang den Gesamtantriebstrang dar, wobei einzig eine elektrische Antriebsmaschine vorgesehen ist oder zusätzlich eine Verbrennungskraftmaschine separat zuschaltbar ist, wobei das Drehmoment der Verbrennungskraftmaschine dann ebenfalls über die Teilstränge des beschriebenen Antriebsstrangs übertragen wird.

[0040] Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Kraftfahrzeug vorgeschlagen, aufweisend eine Vorderachse und eine Hinterachse mit jeweils zumindest einem Fahrzeugrad, wobei zumindest eines der Fahrzeugräder mittels eines Antriebsstrangs nach einer Ausführungsform gemäß der obigen Beschreibung antreibbar ist.

[0041] Derzeit geht die Entwicklung hin zu leistungsstarken elektrifizierten Kraftfahrzeugen. Hierbei sind aufgrund der Neuheit der Antriebe die grundlegenden Sicherheitsvorkehrungen noch nicht umfassend bekannt und erprobt. Ein Fokus liegt dabei auf dem elektrischen Verbrauch der eingesetzten On-Board-Systeme, welche in der Regel mittelbar oder unmittelbar aus der gleichen Quelle, der Bordbatterie, gespeist werden müssen. Dies beeinträchtigt die erzielbare Reichweite des Kraftfahrzeugs beziehungsweise bei einem Hybrid-Antriebsstrang mit Verbrennungskraftmaschine den Verbrauch.

[0042] Verschärft wird diese Problematik infolge der zunehmenden Elektrifizierung der On-Board-Aktorik, wobei also zunehmend elektrische Maschinen zum Betätigen der Kopplungen, Servolenkung, Bremsen und anderer Fahrzeugkomponenten eingesetzt werden. Oftmals sind aus Sicherheitsgründen hohe Leistungsaufnahmen in einem Hauptbetriebszustand, also einem gehaltenen Zustand mit im üblichen Betrieb langen Zeitanteilen, notwendig.

[0043] Der hier vorgeschlagene Antriebsstrang ermöglicht eine geringe Leistungsaufnahme in allen Betriebszuständen bei zugleich größter Funktionssicherheit, vor allem bei einer Anwendung als Hinterachs Antrieb. Vorteilhaft ist zudem, dass bei einem Systemausfall das Kraftfahrzeug zumindest noch selbstständig in die Werkstatt gebracht werden kann oder sogar lediglich eine zwar spürbare, aber wenig hinderliche, Vortriebsleistungsabgabe vorliegt, beispielsweise beim Anfahren aufgrund dauerhaften Anliegens des hohen zweiten Teilstrangs.

[0044] Es wird weiterhin in einer vorteilhaften Ausführungsform des Kraftfahrzeugs vorgeschlagen, dass das zumindest eine Fahrzeugrad der Hinterachse angetrieben ist.

[0045] Gemäß dieser vorteilhaft Ausführungsform ist mittels des Antriebstrangs eine beziehungsweise die Hinterachse des Kraftfahrzeugs angetrieben. Ein Verspannen der Mehrzahl der Teilstränge könnte zu einem Schleudern des Kraftfahrzeugs führen. Mittels des hier vorgeschlagenen Antriebstrangs ist ein Verspannungszustand an der Hinterachse auch bei einem Systemausfall ausgeschlossen. Somit ist eine Sicherheit gegen ein systemausfallbedingtes Blockieren der Hinterachse geschaffen. Zugleich ist die Leistungsaufnahme der Kopplungsaktoren beziehungsweise des zweiten Kopplungsaktors bei Vorliegen der Drehmomentübertragung über die zweite Übersetzungseinheit, was den Hauptbetriebszustand darstellt, geringgehalten, beispielsweise auf einen Stand-by-Strombedarf begrenzt.

[0046] Die oben beschriebene Erfindung wird nachfolgend vor dem betreffenden technischen Hintergrund unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeich-

nungen, welche bevorzugte Ausgestaltungen zeigen, detailliert erläutert. Die Erfindung wird durch die rein schematischen Zeichnungen in keiner Weise beschränkt, wobei anzumerken ist, dass die Zeichnungen nicht maßhaltig sind und zur Definition von Größenverhältnissen nicht geeignet sind. Es wird dargestellt in

Fig. 1: ein Schema eines Antriebsstrangs;

Fig. 2: ein erster Teilstrang eines Antriebsstrangs;

Fig. 3: ein zweiter Teilstrang eines Antriebsstrangs; und

Fig. 4: ein Elektro-Antriebsstrang in einem Kraftfahrzeug.

[0047] In **Fig. 1** ist schematisch ein Antriebstrang **1** gezeigt, bei welchem eine elektrische Antriebsmaschine über einen ersten Teilstrang **2** und einen zweiten Teilstrang **3**, hier über ein Differential **19**, mit einer vereinfacht dargestellten Vorderachse **13** oder Hinterachse **14**, beispielsweise eines Kraftfahrzeugs **4** (vergleiche **Fig. 4**) drehmomentübertragend verbindbar ist. Die Vorderachse **13** weist ein linkes vorderes Fahrzeugrad **15** und ein rechtes vorderes Fahrzeugrad **16** auf, wobei dann die Fahrtrichtung in der Darstellung nach unten oder aus der Blattebene hinaus weist, und in der Ausführungsform als Hinterachse **14** weist dieser ein linkes hinteres Fahrzeugrad **17** und ein rechtes hinteres Fahrzeugrad **18** auf, wobei dann die Fahrtrichtung in der Darstellung nach oben oder in die Blattebene hinein weist. Der erste Teilstrang **2** umfasst hierbei eine erste Übersetzungseinheit **5**, welche über eine erste Kopplung **7** trennbar mit der elektrischen Antriebsmaschine **11** verbunden ist. Die erste Kopplung **7** ist von einem ersten Kopplungsaktor **9** betätigbar. In gleicher Weise ist der zweite Teilstrang **3** mit einer zweiten Übersetzungseinheit **6**, trennbar mittels einer zweiten Kopplung **8** mit der elektrischen Antriebsmaschine **11** verbunden. Die zweite Kopplung **8** ist von einem zweiten Kopplungsaktor **10** betätigbar. Die beiden Teilstränge **2** und **3** werden normal separat betrieben und würden im gleichzeitig verbundenen Betrieb, zumindest bei den meisten Drehzahlen, bei einer fehlerhaften Ansteuerung zu einer Verspannung des Antriebstrangs **1** führen, was zu einem Blockieren der Vorderachse **13** beziehungsweise Hinterachse **14** führen könnte.

[0048] In **Fig. 2** ist der erste Teilstrang **2** gezeigt und in **Fig. 3** ist der zweite Teilstrang **3** gezeigt, wobei diese jeweils in einem offenen Zustand und der Übersichtlichkeit halber (fast) identisch dargestellt sind, sodass nur **Fig. 2** ausführlich erläutert wird und zur Beschreibung von **Fig. 3** entsprechend auf die Erläuterung zu **Fig. 2** verwiesen wird. Der dargestellte erste Teilstrang **2** und zweite Teilstrang **3** sind als bloßes Anwendungsbeispiel ohne Beschränkung der Allgemeinheit zum mittelbaren Betätigen der ersten Kopp-

lung 7 beziehungsweise der zweiten Kopplung 8 verbunden mit einem hydrostatischen Betätigungssystem dargestellt, umfassend einen ersten Geberkolben 24 beziehungsweise einen zweiten Geberkolben 25 und einen damit kommunizierend verbundenen ersten Nehmerkolben 26 beziehungsweise zweiten Nehmerkolben 27. Das hydrostatische Betätigungssystem umfasst hierbei ein schematisch dargestelltes Reservoir 28 mit hydraulischer Flüssigkeit, welches unter Umständen von den hydrostatischen Betätigungssystemen beider Teilstränge 2 und 3 geteilt wird.

[0049] In Fig. 2 ist links in der Darstellung eine erste Steuerungseinheit 20 gezeigt, welche Bestandteil des ersten Kopplungsaktors 9 ist oder Bestandteil eines Bordnetzes eines Kraftfahrzeugs ist. Die erste Steuerungseinheit 20 ist zum Steuern des ersten Kopplungsaktors 9 beziehungsweise zum Steuern von dessen Leistungsaufnahme eingerichtet. Der erste Kopplungsaktor 9 treibt eine erste Betätigungseinheit 22 an, beispielsweise einen Spindeltrieb mit einer axial bewegbaren Spindel oder mit einer axial bewegbaren Spindelmutter, beispielsweise unter Einsatz eines übersetzenden Planetenwälzgetriebes. Innerhalb der Betätigungseinheit, aber auch insgesamt, sind (bei positivem Drehmoment) intrinsische Reibungseffekte zu überwinden, welche hier mit einer ersten Reibungskraft 32 mit einem (dünnen) Pfeil schematisch dargestellt ist. Die erste Betätigungseinheit 22 bewirkt, dass der erste Geberkolben 24 bewegt wird und über die kommunizierende Verbindung somit der erste Nehmerkolben 26 betätigt wird. Von dem Nehmerkolben 26 wiederum wird die erste Kopplung 7 betätigt. Die erste Kopplung 7 ist hier schematisch durch ein (typisches) Kraftdiagramm einer Reibkupplung dargestellt, wobei die Abszisse die Wegachse 30 und die Hochachse die Kraftachse 31 darstellt. Die gezeigte Kraft-Weg-Kurve 29 entspricht schematisch einer typischen gewünschten Einrück-Kraftkurve einer normal-offenen Reibkupplung.

[0050] Würde nun bei dem ersten Teilstrang 2 gemäß Fig. 2 die erste Steuerungseinheit 20 ausfallen beziehungsweise der erste Kopplungsaktor 9 nicht mehr bestromt, so wird die intrinsische Reibung von der vorliegenden entgegenstehenden Öffnungskraft in der ersten Kopplung 7, sowie in dem hydrostatischen Betätigungssystem überwunden. Die intrinsische Reibung für das nun anliegende negative Drehmoment an der ersten Betätigungseinheit 22 ist mit der hier mit der ersten Reibungskraft 32 (etwa) identischen zweiten Reibungskraft 33 dargestellt.

[0051] In Fig. 3 ist in einem gleichartigen schematischen Aufbau der Übersichtlichkeit halber der zweite Teilstrang 3 gezeigt, wobei hier eine zweite Steuerungseinheit 21 einen zweiten Kopplungsaktor 10 steuert und dieser eine zweite Betätigungseinheit 23 betätigt. Hierbei muss wiederum (bei positivem Dreh-

moment) eine erste Reibungskraft 32 überwunden werden und damit ist ein zweiter Geberkolben 25, betätigbar, welcher mittels des zweiten Nehmerkolbens 27 die zweite Kopplung 8 betätigt. Die zweite Betätigungseinheit 23 ist nun hemmend ausgeführt, sodass zum Lösen der zweiten Kopplung 8, und damit bei negativem Drehmoment über der zweiten Betätigungseinheit 23, eine deutlich höhere (dritte) Reibungskraft 34 überwunden werden muss. Die (maximale) vorliegende Öffnungskraft in der zweiten Kopplung 8 reicht hierbei aber nicht raus, um die Betätigungskraft der zweiten Betätigungseinheit 23 zu überwinden und damit reicht diese nicht aus, um die zweite Kopplung 8 zu öffnen.

[0052] In Fig. 4 ist ein Kraftfahrzeug 4 gezeigt, bei welchem die Hinterachse 14 über einen (hier rein elektrischen) Antriebsstrang 1 antreibbar ist. Der Antriebsstrang 1 umfasst hierbei eine elektrische Antriebsmaschine 11, wobei die elektrische Antriebsmaschine 11 mittels ihrer Rotorwelle 12 über einen ersten Teilstrang 2 und/oder über einen zweiten Teilstrang 3, hier optional über ein Differential 19, mit der Hinterachse 14 zum Antreiben des linken hinteren Fahrzeuggrads 17 beziehungsweise des rechten hinteren Fahrzeuggrads 18 eingerichtet ist. In der gezeigten Konfiguration ist die elektrische Antriebsmaschine 11 quer zur Längsachse 35 des Kraftfahrzeugs 4 angeordnet und hinter der Fahrerkabine 36 direkt bei der Hinterachse 14 angeordnet. Die Vorderachse 13 mit dem linken vorderen Fahrzeuggrad 15 und dem rechten vorderen Fahrzeuggrad 16 sind beispielsweise mitlaufend eingerichtet und hier nur vereinfacht dargestellt. Beispielsweise stellt die Vorderachse 13 die Lenkachse des Kraftfahrzeugs 4 dar.

[0053] Mit dem hier vorgeschlagenen Antriebsstrang ist unter Maßgabe einer geringen Leistungsaufnahme bei Systemausfall die Funktionssicherheit hergestellt, und bevorzugt weiterhin zumindest ein Notfallbetrieb ermöglicht.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|------------------------------|
| 1 | Antriebsstrang |
| 2 | erster Teilstrang |
| 3 | zweiter Teilstrang |
| 4 | Kraftfahrzeug |
| 5 | erste Übersetzungseinheit |
| 6 | zweite Übersetzungseinheit |
| 7 | erste Kopplung |
| 8 | zweite Kopplung |
| 9 | erster Kopplungsaktor |
| 10 | zweiter Kopplungsaktor |
| 11 | elektrische Antriebsmaschine |

- 12 Rotorwelle
- 13 Vorderachse
- 14 Hinterachse
- 15 linkes vorderes Fahrzeugrad
- 16 rechtes vorderes Fahrzeugrad
- 17 linkes hinteres Fahrzeugrad
- 18 rechtes hinteres Fahrzeugrad
- 19 Differential
- 20 erste Steuerungseinheit
- 21 zweite Steuerungseinheit
- 22 erste Betätigungseinheit
- 23 zweite Betätigungseinheit
- 24 erster Geberkolben
- 25 zweiter Geberkolben
- 26 erster Nehmerkolben
- 27 zweiter Nehmerkolben
- 28 Reservoir
- 29 Kraft-Weg-Kurve
- 30 Wegachse
- 31 Kraftachse
- 32 erste Reibungskraft
- 33 zweite Reibungskraft
- 34 dritte Reibungskraft
- 35 Längsachse
- 36 Fahrerkabine

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102015220680 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Antriebsstrang (1) mit einer Mehrzahl von Teilsträngen (2,3) für ein Kraftfahrzeug (4), aufweisend zumindest die folgenden Komponenten:

- ein Antriebsaggregat (11);
- eine erste Übersetzungseinheit (5);
- eine zweite Übersetzungseinheit (6);
- eine normal-offene erste Kopplung (7) zum lösbaren Verbinden des Antriebsaggregats (11) mit der ersten Übersetzungseinheit (5);
- eine normal-offene zweite Kopplung (8) zum lösbaren Verbinden des Antriebsaggregats (11) mit der zweiten Übersetzungseinheit (6);
- einen ersten Kopplungsaktor (9) zum Schließen der ersten Kopplung (7); und
- einen zweiten Kopplungsaktor (10) zum Schließen der zweiten Kopplung (8), **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Kopplungsaktor (9) hemmungsfrei und der zweite Kopplungsaktor (10) hemmend eingerichtet ist.

2. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 1, wobei der zweite Kopplungsaktor (10) mittels einer Schlingbandfeder hemmend eingerichtet ist.

3. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erste Kopplung (7) und/oder die zweite Kopplung (8) eine der folgenden Konfigurationen aufweist:

- Reibkupplung;
- Teilkupplung einer Mehrfachkupplung;
- Bremse mit rotatorisch-fixierter Bremseinrichtung; und
- Formschluss-Kupplung.

4. Antriebsstrang (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest einer der beiden Kopplungsaktoren (9,10) ein modular aufgebauter Aktor ist.

5. Antriebsstrang (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest eine weitere Übersetzungseinheit, eine zugehörige normal-offene weitere Kopplung und ein zugehöriger weiterer Kopplungsaktor vorgesehen sind, wobei der zumindest eine weitere Kopplungsaktor hemmungsfrei eingerichtet ist.

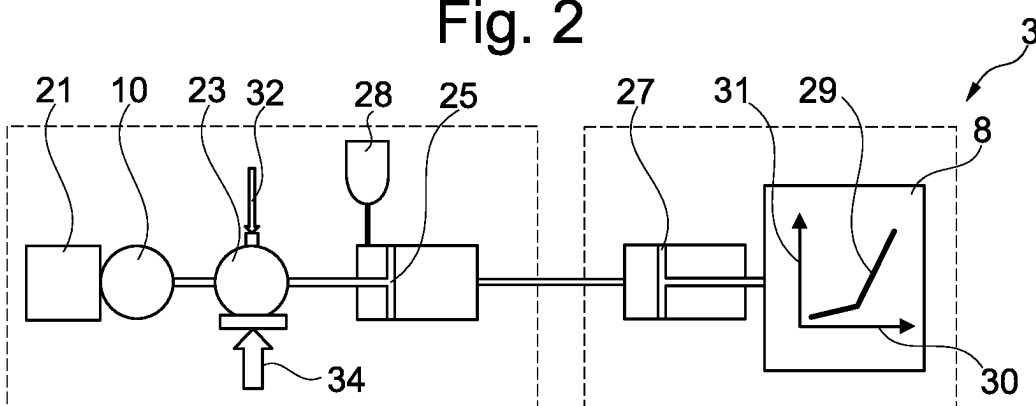
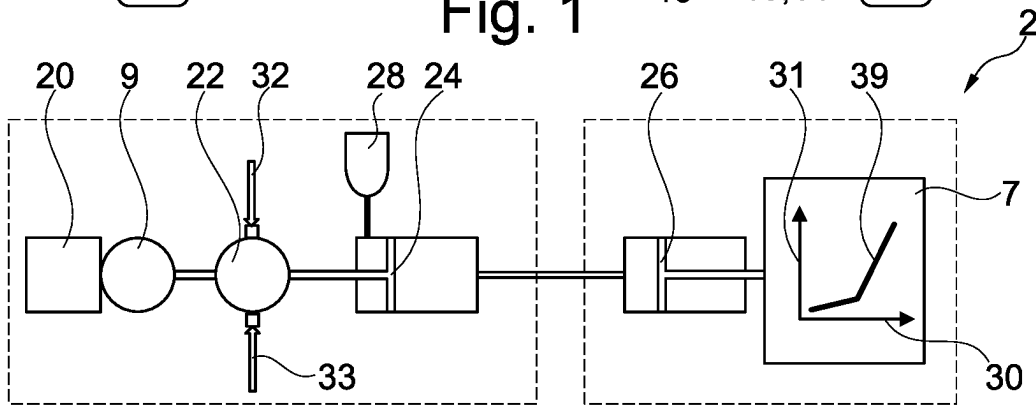
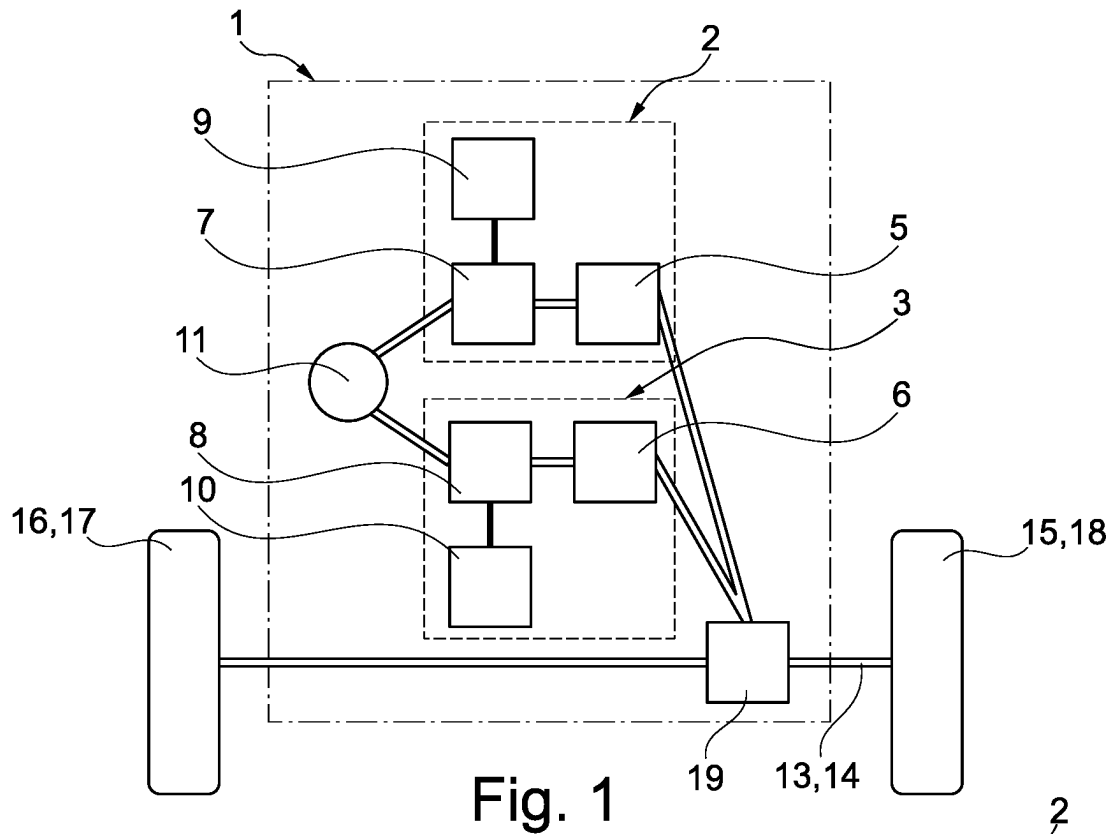
6. Antriebsstrang (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Antriebsaggregat eine elektrische Antriebsmaschine (11) und/oder eine Verbrennungskraftmaschine (12) umfasst.

7. Kraftfahrzeug (4), aufweisend eine Vorderachse (13) und eine Hinterachse (14) mit jeweils zumindest einem Fahrzeugrad (15,16,17,18), wobei zumindest eines der Fahrzeugräder (17,18) mittels eines Antriebsstrangs (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche antreibbar ist.

8. Kraftfahrzeug (4) nach Anspruch 7, wobei das zumindest eine Fahrzeugrad (17,18) der Hinterachse (14) angetrieben ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



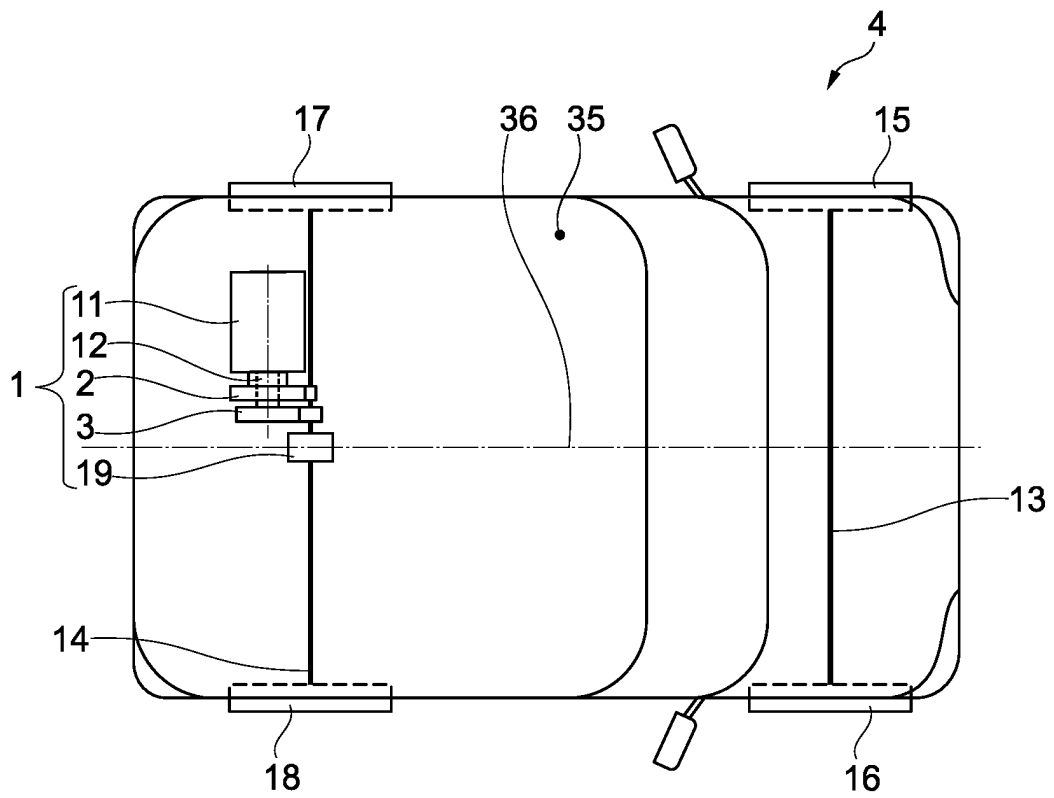


Fig. 4