



(10) **DE 10 2007 008 613 B4** 2022.02.17

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2007 008 613.1**
(22) Anmeldetag: **22.02.2007**
(43) Offenlegungstag: **28.08.2008**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **17.02.2022**

(51) Int Cl.: **B60W 40/10** (2006.01)
B60W 30/20 (2006.01)
B60W 10/06 (2006.01)
B60W 10/08 (2006.01)
B60W 20/10 (2016.01)
B60K 6/445 (2007.10)
G01P 3/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

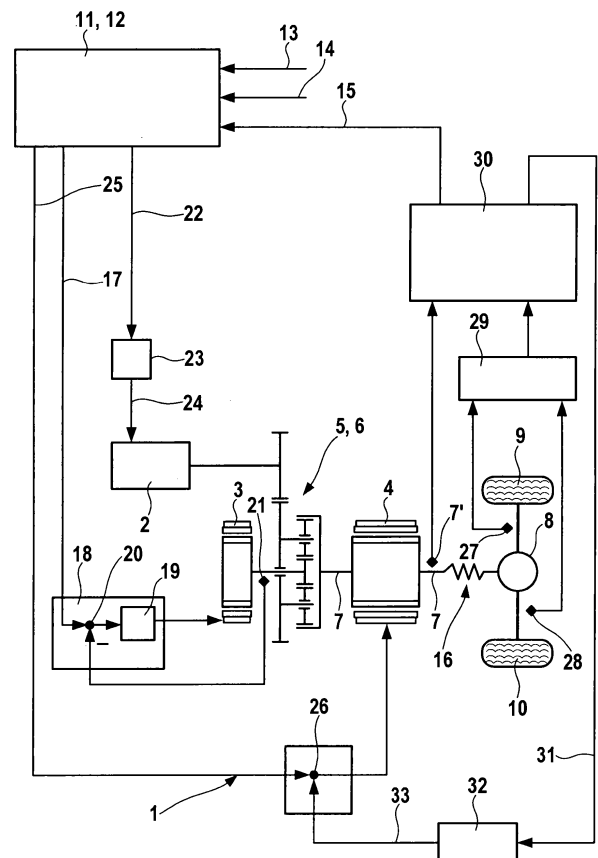
(56) Ermittelte Stand der Technik:

(72) Erfinder:
Falkenstein, Jens-Werner, 73434 Aalen, DE

DE	100 57 054	A1
DE	196 28 789	A1
DE	198 23 766	A1
DE	199 03 936	A1

(54) Bezeichnung: **Antriebsvorrichtung sowie Verfahren zum Antreiben eines Fahrzeugs**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Antreiben eines Fahrzeugs, insbesondere Kraftfahrzeugs, das einen Antriebsstrang aufweist, wobei an mindestens zwei unterschiedlichen Stellen des Antriebsstrangs jeweils die Drehzahl gemessen wird, wobei die gemessenen Drehzahlen einer Auswerteschaltung zugeführt werden, die bei zwischen den beiden Stellen auftretenden Ruckelschwingungen, welche zu Drehzahldifferenzen zwischen den beiden gemessenen Drehzahlen führen, eine bereinigte, ruckelschwingungsfreie Drehzahl und/oder einen Ruckelschwingungsinformationwert ermittelt, wobei eine erste Drehzahl an mindestens einem Antriebsrad ermittelt wird, eine zweite Drehzahl an einer Getriebeabtriebswelle eines Getriebes des Antriebsstrangs ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die ruckelfreie Drehzahl aus einem gewichteten Mittel der ersten Drehzahl und der zweiten Drehzahl bestimmt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Antreiben eines Fahrzeugs, insbesondere Kraftfahrzeugs, das einen Antriebsstrang aufweist.

Stand der Technik

[0002] Aus dem Stand der Technik sind vielerlei Antriebsvorrichtungen für Fahrzeuge mit einem Antriebsstrang und Verfahren zum Antreiben von Fahrzeugen mit einem Antriebsstrang bekannt. So wird zum Beispiel ein Fahrzeug beziehungsweise der Antriebsstrang des Fahrzeugs von einer Antriebsmaschine, beispielsweise Brennkraftmaschine und/oder einer Elektromaschine, angetrieben, wobei der Antriebsstrang mit Antriebsrädern des Fahrzeugs wirkverbunden ist, und dadurch das von der Antriebsmaschine kommende Drehmoment auf eine Fahrbahn überträgt. In der Regel weist der Antriebsstrang einer Antriebsvorrichtung Übertragungselemente, wie zum Beispiel Antriebswellen und/oder Differenzialgetriebe auf, die zur Drehmomentübertragung dienen.

[0003] Während des Fahrbetriebs kann durch schnelle Laständerungen oder durch Wechsel des Ganges eines vorhandenen Getriebes des Antriebsstrangs ein unerwünschtes Ruckeln des Fahrzeugs hervorgerufen werden, bei dem typischerweise die Antriebsmaschinen- und die Getriebedrehmasse zusammen gegen die reduzierte Fahrzeugmasse mitsamt den Antriebsrädern schwingt. Bei Hybridantrieben können Übergänge zwischen dem elektrischen und dem hybridischen Fahrbetrieb, verbunden mit dem Start oder Stopp einer Brennkraftmaschine, ein Ruckeln hervorrufen. Auch können äußere Einflüsse, wie zum Beispiel Fahrbahnnebenheiten, den Antriebsstrang zu Torsionsschwingungen anregen. Dabei werden die im Antriebsstrang, zwischen einer Getriebeabtriebswelle und den Antriebsrädern befindlichen Elastizitäten beziehungsweise Übertragungselemente zyklisch verdrillt. Wobei meist die Ist-Drehzahl der Getriebeabtriebswelle gegenphasig zu den Drehzahlen der Antriebsräder schwingt.

[0004] Wird die Ist-Drehzahl der Getriebeabtriebswelle dazu benutzt, eine oder mehrere der Antriebsmaschinen zu steuern, so besteht die Gefahr der Rückkopplung von Ruckelschwingungen, wodurch die ursprünglichen Ruckelschwingungen verstärkt werden können.

[0005] Aus der DE 196 28 789 A1 ist eine automatisch gesteuerte Kupplung bekannt. Diese automatische Kupplung ist zwischen einem Motor und einem Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges angeordnet und weist eine Überwachungseinrichtung auf, welche Drehzahldifferenzen zwischen Kupplungseingang

und Kupplungsausgang registriert, wobei die genannten Drehzahldifferenzen aus Signalen einer ersten Drehzahlmesseranordnung am Eingang der Kupplung bzw. am mit dem Eingang drehfest verbundenen Fahrzeugmotor sowie Signalen einer weiteren Drehzahlmesseranordnung an Fahrzeugantriebsrädern unter Berücksichtigung der jeweiligen Übersetzung bzw. Stufe eines Getriebes zwischen Kupplung und Antriebsrädern ermittelt werden: Dabei ist vorgesehen, dass Drehzahlschwankungen, deren Frequenz einer Eigenfrequenz des Antriebsstranges bei geschlossener Kupplung entspricht, ausgeblendet und Drehzahlschwankungen, deren Frequenz für Rupfschwingungen beim Ein- bzw. Auskuppeln charakteristisch ist, berücksichtigt werden.

[0006] Aus der DE 100 57 054 A1 ist ein Verfahren zum Erkennen von Drehzahlschwingungen der Getriebeeingangsdrehzahl eines im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs enthaltenen Kegelscheibenumschlingungsgetriebes im Bereich zwischen 0,5 und 5 Hz bekannt. Dabei wird während wenigstens eines vorbestimmten Zeitintervalls ein den Gradienten der Getriebeeingangsdrehzahl enthaltender Wert ermittelt, das Maximum und das Minimum des ermittelten Wertes bestimmt, die Differenz zwischen Maximum und Minimum gebildet und als Schwingung gewertet, wenn die Differenz einen vorbestimmten Schwellwert übersteigt.

[0007] Aus der DE 198 23 766 A1 bekannt ist eine Vorrichtung zur Steuerung des von einer automatisierten Kupplung übertragbaren Drehmomentes im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges mit einem Motor und einem Getriebe mit einem Schaltelement zur Auswahl der Getriebeübersetzung und einem Sensor zur Detektion der Getriebeübersetzung, der Motor stellt abtriebsseitig ein steuerbares anstehendes Motormoment zur Verfügung, mit einer von einer Steuereinheit ansteuerbaren Betätigungseinheit, wie Aktor, zur Steuerung des von der Kupplung übertragbaren Drehmomentes. Dabei ist vorgesehen, dass die Steuereinheit das von der Kupplung übertragbare Drehmoment in Abhängigkeit von dem anstehenden Motormoment steuert, wobei das Kupplungsmoment innerhalb eines vorgebbaren Toleranzbandes um das anstehende Motormoment gesteuert wird und das Toleranzband abhängig von der Getriebeübersetzung ist.

Offenbarung der Erfindung

[0008] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass an mindestens zwei unterschiedlichen Stellen des Antriebsstrangs jeweils ein Drehzahlsensor angeordnet ist, wobei die Drehzahlsensoren mit einer Auswerteschaltung verbunden sind, die bei zwischen den beiden Stellen auftretenden Ruckelschwingungen, welche zu Drehzahldifferenzen der von den Sensoren gelieferten Drehzahlen führen, eine berei-

nigte, ruckelschwingungsfreie Drehzahl und/oder einen Ruckelschwingungsinformationwert zur Verfügung stellt. Es ist also vorgesehen, dass mindestens zwei Drehzahlsensoren dem Antriebsstrang zugeordnet sind, die an zwei unterschiedlichen Stellen des Antriebsstrangs jeweils eine Drehzahl ermitteln. Vorteilhafterweise werden die Drehzahlsensoren derart angeordnet, dass sich die die unerwünschten Ruckelschwingungen hervorrufenden Elastizitäten des Antriebsstrangs zwischen den Drehzahlsensoren, beziehungsweise zwischen den von den Drehzahlsensoren erfassten Stellen des Antriebsstrangs befinden. Die Drehzahlsensoren liefern jeweils ein Signal zu einer Auswerteschaltung, die die beiden Drehzahlen beziehungsweise die die Drehzahlen darstellenden Signale miteinander vergleicht und bei einer erfassten Drehzahldifferenz zwischen den erfassten Drehzahlen eine bereinigte, ruckelschwingungsfreie Drehzahl bestimmt beziehungsweise berechnet und zur Verfügung stellt. Wird die bereinigte, ruckelschwingungsfreie Drehzahl zur Bestimmung einer Soll-Drehzahl der Antriebsvorrichtung verwendet, so ist ein Rückkoppeln von Ruckelschwingungen des Antriebsstrangs nicht möglich. Alternativ oder zusätzlich zu dem zur Verfügungsstellen der bereinigten, ruckelschwingungsfreien Drehzahl ist vorgesehen, dass die Auswerteschaltung einen Ruckelschwingungsinformationwert aus den erfassten Drehzahlen der Drehzahlsensoren berechnet beziehungsweise bestimmt und zur Verfügung stellt. Dieser Ruckelschwingungsinformationwert kann beispielsweise dazu verwendet werden, eine oder mehrere der Antriebsmaschinen der Antriebsvorrichtung so anzusteuern, dass die im Antriebsstrang auftretenden Ruckelschwingungen aktiv durch Entgegenwirken der Antriebsmaschine gedämpft werden. Die Auswerteschaltung gibt also ein Signal aus, aus welchem die durch Ruckelschwingungen hervorgerufenen Anteile zumindest im Wesentlichen entfernt sind, und alternativ oder zusätzlich ein Signal, welches im Wesentlichen nur die durch Ruckelschwingungen hervorgerufenen Anteile enthält.

[0009] Vorteilhafterweise ist mindestens einem Antriebsrad des Antriebsstrangs, also einem Antriebsrad des Fahrzeugs, ein Drehzahlsensor zugeordnet. Hierbei wird also eine Drehzahl an einem „Ende“ des Antriebsstrangs erfasst. Ist das Fahrzeug beziehungsweise das Kraftfahrzeug mit einem Antiblockiersystem (ABS) beziehungsweise mit einem elektronischen Stabilitäts-Programm (ESP) ausgestattet, so ist es nicht erforderlich, dass zusätzliche Sensoren angebracht werden müssen, stattdessen können vorteilhaft die bereits vorhandenen Raddrehzahlsensoren des Antiblockiersystems beziehungsweise des elektronischen Stabilitäts-Programms verwendet werden. Vorteilhafterweise weist der Antriebsstrang ein Differenzialgetriebe auf, welches das Antriebsdrehmoment auf zwei Antriebsr-

äder einer Antriebsachse überträgt, wobei das Differenzialgetriebe unterschiedliche Achs- und Raddrehzahlen bei Kurvenfahrt für die beiden Antriebsräder ermöglicht, und somit für eine gleichmäßige Verteilung des Antriebsdrehmoments sorgt. Vorteilhafterweise sind in diesem Fall an den angetriebenen Rädern jeweils ein Drehzahlsensor angeordnet, wobei die erfassten Drehzahlen, beziehungsweise die von den Drehzahlsensoren ausgegebenen Signale derart miteinander zu einem Signal beziehungsweise zu einer theoretischen Antriebsraddrehzahl verknüpft werden, dass die Wirkung des Differenzialgetriebes bei Kurvenfahrt und die Übersetzung des Differenzialgetriebes berücksichtigt werden.

[0010] Zweckmäßigerweise weist der Antriebsstrang mindestens ein Getriebe auf. Dies dient dazu, die von einer Antriebsmaschine kommende Drehzahl und/oder das Drehmoment zu wandeln, und/oder die Antriebsmaschine mit zumindest einer weiteren Antriebsmaschine zu koppeln.

[0011] Im Betrieb des Fahrzeugs werden die Ruckelschwingungen insbesondere durch die zwischen dem Getriebe und den Antriebsrädern befindlichen Elastizitäten der Übertragungselemente hervorgerufen. Daher ist vorteilhafterweise ein zweiter Drehzahlsensor einer Abtriebswelle des Getriebes, also einer Getriebeabtriebswelle, zugeordnet. Somit kann eine Drehzahldifferenz über den die Ruckelschwingungen hervorrufenden Bereich des Antriebsstrangs erfasst beziehungsweise ermittelt werden. Hierdurch wird vermieden, dass die sich auf die Drehzahl der Abtriebswelle des Getriebes auswirkenden Ruckelschwingungen des Antriebsstrangs auf die Steuerung der Antriebsvorrichtung übertragen werden, sodass eine Rückkopplung und Verstärkung von Ruckelschwingungen verhindert wird.

[0012] Nach einer Weiterbildung der Erfindung weist die Antriebsvorrichtung mindestens eine Brennkraftmaschine und/oder mindestens eine Elektromaschine als Antriebsmaschinen auf. Ist die Rotorwelle einer Elektromaschine drehfest mit der Getriebeabtriebswelle verbunden, kann das Signal eines Drehzahlsensors der Elektromaschine genutzt werden, sodass ein zusätzlicher Drehzahlsensor zur Erfassung der Drehzahl der Getriebeabtriebswelle nicht erforderlich ist.

[0013] Besonders bevorzugt bilden die Brennkraftmaschine, eine erste Elektromaschine und eine zweite Elektromaschine einen elektromechanisch-leistungsverzweigten Hybridantrieb. Bei einem derartigen Hybridantrieb wird die Antriebsleistung der Brennkraftmaschine mittels einem oder mehreren mechanischen Getrieben in eine Teilleistung aufgeteilt, die rein mechanisch und dadurch mit hohem Wirkungsgrad zum Abtrieb beziehungsweise zu den

Antriebsrädern gelangt. Die übrige Leistung wird über eine (die erste oder die zweite) generatorisch arbeitende Elektromaschine in elektrische Energie gewandelt und von der anderen (der zweiten oder der ersten) motorisch arbeitenden Elektromaschine wieder in den Antriebsstrang als mechanische Leistung gespeist.

[0014] Zweckmäßigerweise ist dazu das Getriebe als Planetenradgetriebe ausgebildet, wobei durch die Überlagerungseigenschaften des Planetenradgetriebes typischerweise ein Drehzahlfreiheitsgrad vorhanden ist. Zum Beispiel lässt sich bei einer vorgegebenen Fahrzeuggeschwindigkeit, und bei einer eventuell vorgegebenen Fahrstufe, falls mehrere Fahrstufen gewählt werden können, die Drehzahl der Brennkraftmaschine innerhalb physikalischer Grenzen frei wählen. Im hybridischen Betrieb wird der vorhandene Drehzahlfreiheitsgrad vorteilhafterweise dazu genutzt, den Antriebsstrang im Bereich hoher Gesamtwirkungsgrade zu betreiben.

[0015] Vorteilhafterweise ist die Abtriebswelle der Brennkraftmaschine mit einem Steg des Planetenradgetriebes drehfest verbunden. Mit einem Sonnenrad des Planetenradgetriebes ist bevorzugt die Rotorwelle der ersten Elektromaschine drehfest verbunden. Mit einem Hohlrads des Planetenradgetriebes ist zweckmäßigerweise die Rotorwelle der zweiten Elektromaschine drehfest verbunden. Je nach Betriebsart der Antriebsvorrichtung sind die Elektromaschinen unabhängig voneinander generatorisch oder motorisch betreibbar. Bevorzugt ist mindestens eine der Antriebsmaschinen, also zumindest die Brennkraftmaschine, die erste Elektromaschine oder die zweite Elektromaschine, drehzahl geregelt.

[0016] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird vorteilhafterweise an mindestens zwei unterschiedlichen Stellen des Antriebsstrangs jeweils die Drehzahl gemessen, wobei die beiden Drehzahlen einer Auswerteschaltung zugeführt werden, die bei zwischen den beiden Stellen auftretenden Ruckelschwingungen, welche zu Drehzahldifferenzen zwischen den beiden gemessenen Drehzahlen führen, eine bereinigte, ruckelschwingungsfreie Drehzahl und/oder einen Ruckelschwingungsinformationwert ermittelt beziehungsweise berechnet. Vorteilhafterweise werden die Drehzahlsensoren möglichst weit auseinander an dem Antriebsstrang angeordnet, sodass zwischen ihnen im Wesentlichen sämtliche Elastizitäten beziehungsweise Übertragungselemente liegen, die Ruckelschwingungen hervorrufen können. Wie oben beschrieben, kann aufgrund von beispielsweise schnellen Laständerungen, Fahrbahnunebenheiten oder Starts oder Stopps der Brennkraftmaschine der Antriebsstrang aufgrund der Elastizitäten zyklisch verdrillt werden, was zu den unerwünschten Ruckelschwingungen führt. Bei Kraftfahrzeugen, bei denen eine Ist-Drehzahl im

Antriebsstrang zur Steuerung von einer oder mehreren Antriebsmaschinen verwendet wird, kann dies zu einer Rückkopplung der Ruckelschwingungen führen. Durch Erfassen der Drehzahlen an zwei unterschiedlichen Stellen des Antriebsstrangs ist es möglich, mittels der Auswerteschaltung eine bereinigte, ruckelschwingungsfreie Drehzahl bereitzustellen, die zur Steuerung der einen oder der mehreren Antriebsmaschinen zur Verfügung steht. Dadurch wird eine Rückkopplung von Ruckelschwingungen unterbunden. Alternativ oder zusätzlich dazu ist vorgesehen, dass die Auswerteschaltung einen Ruckelschwingungsinformationwert ermittelt beziehungsweise berechnet. Dieser entspricht einem Signal, welches im Wesentlichen die durch die Ruckelschwingungen hervorgerufenen Anteile enthält und zur aktiven Dämpfung der Ruckelschwingungen vorteilhafterweise auf eine oder mehrere der Antriebsmaschinen aufgeschaltet wird.

[0017] Erfindungsgemäß wird eine erste Drehzahl an mindestens einem Antriebsrad des Fahrzeugs beziehungsweise des Antriebsstranges ermittelt. Werden die Drehzahlen an mehreren Antriebsrädern erfasst beziehungsweise ermittelt, so wird vorteilhafterweise aus diesen eine erste theoretische Antriebsraddrehzahl bestimmt. Werden beispielsweise die Drehzahlen von zwei Antriebsrädern, die auf einer Achse des Fahrzeugs/des Antriebsstrangs liegen und über ein Differenzialgetriebe miteinander wirkverbunden sind, erfasst beziehungsweise ermittelt, so wird bevorzugt eine theoretische Antriebsraddrehzahl als erste Drehzahl bestimmt, die die Übersetzung des Differenzialgetriebes sowie die Wirkung des Differenzialgetriebes bei Kurvenfahrt berücksichtigt.

[0018] Erfindungsgemäß wird eine zweite Drehzahl an einer Abtriebswelle eines Getriebes, also an einer Getriebeabtriebswelle, des Antriebsstrangs ermittelt. Wobei die Stelle derart gewählt wird, dass sich vorteilhafterweise die die Ruckelschwingungen hervorgerufenen Übertragungselemente zwischen den beiden Stellen, wie bereits oben beschrieben, befinden.

[0019] Nach einer Weiterbildung der Erfindung wird das Fahrzeug von mindestens einer Brennkraftmaschine und mindestens einer Elektromaschine als Antriebsmaschinen angetrieben. Wobei die Elektromaschine sowohl motorisch als auch generatorisch betrieben werden kann.

[0020] Bevorzugt werden die Brennkraftmaschine, eine erste und eine zweite Elektromaschine derart miteinander wirkverbunden, dass sie einen elektromechanisch-leistungsverzweigten Hybridantrieb bilden. Vorteilhafterweise wird dazu ein Planetenradgetriebe verwendet, welches die Drehmomente und Drehzahlen der Antriebsmaschine entsprechend auf- beziehungsweise verteilt.

[0021] Erfindungsgemäß wird die ruckelfreie Drehzahl aus einem gewichteten Mittel der ersten Drehzahl und der zweiten Drehzahl bestimmt. Durch dieses einfache Verfahren wird der Aufwand zur Bestimmung einer ruckelfreien Drehzahl gering gehalten. Durch die Nutzung von bereits vorhandenen Drehzahlsensoren, wie zum Beispiel die Drehzahlsensoren eines Antiblockiersystems oder eines elektronischen Stabilisations-Programms des Fahrzeugs kann auf ein Anbringen von zusätzlichen Drehzahlsensoren an den Antriebsrädern verzichtet werden.

[0022] Bevorzugt werden die ruckelfreie Drehzahl und/oder der Ruckelschwingungsinformationwert in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Antriebsvorrichtung bestimmt. Dazu sind bei der Berechnung der ruckelfreien Drehzahl beziehungsweise des Ruckelschwingungsinformationwertes ein oder mehrere Faktoren vorgesehen, die beispielsweise eine eingestellte Fahrstufe eines Schaltgetriebes oder unterschiedliche Beladungen des Fahrzeugs mitberücksichtigen.

Figurenliste

[0023] Im Folgenden soll die Erfindung anhand einer Figur näher erläutert werden. Dabei zeigt die

Figur eine Antriebsvorrichtung eines Kraftfahrzeugs in einer schematischen Darstellung.

Ausführungsform(en) der Erfindung

[0024] Die Figur zeigt in einer schematischen Darstellung eine Antriebsvorrichtung A mit einem Antriebsstrang 1 eines hier nicht näher dargestellten Kraftfahrzeugs. Der Antriebsstrang 1 weist eine Brennkraftmaschine 2, eine erste Elektromaschine 3 und eine zweite Elektromaschine 4 als Antriebsmaschinen auf, die über ein Getriebe 5, welches als Planetenradgetriebe 6 ausgebildet ist, miteinander wirkverbunden sind. Dabei ist die Rotorwelle der Elektromaschine 3 drehfest mit dem Sonnenrad des Planetenradgetriebes 6 und die Rotorwelle der Elektromaschine 4 drehfest mit dem Hohlrad des Planetenradgetriebes 6 verbunden. Die Brennkraftmaschine 2 treibt über eine Stirn-Zahnradstufe den Steg des Planetenradgetriebes 6 an. Die Antriebsmaschinen (2, 3 und 4) bilden zusammen mit dem Planetenradgetriebe 6 einen elektromechanisch-leistungsverzweigten Hybridantrieb, der es erlaubt, die Brennkraftmaschine 2 im Bereich hoher Wirkungsgrade zu betreiben. Dabei wird die Antriebsleistung der Brennkraftmaschine 2 mittels des Planetenradgetriebes 6 in eine Teilleistung aufgeteilt, die rein mechanisch und damit mit hohem Wirkungsgrad zum Abtrieb gelangt. Die übrige Leistung wird über eine generatorisch arbeitende Elektromaschine 3 oder 4 in elektrische Leistung gewandelt und von der anderen, motorisch arbeitenden Elektromaschine 4 oder 3 wieder in den Antriebsstrang als mechanische Leistung gespeist.

Durch die Überlagerungseigenschaften des Planetenradgetriebes 6 ist typischerweise ein Drehzahlfreiheitsgrad vorhanden. Zum Beispiel lässt sich bei vorgegebener Fahrzeuggeschwindigkeit (und bei vorgegebener Fahrstufe, falls mehrere Fahrstufen gewählt werden können) und einer damit vorgegebenen Drehzahl des Hohlrades des Planetenradgetriebes 6 die Drehzahl der Brennkraftmaschine 2 innerhalb physikalischer Grenzen frei wählen. Im hybriden Betrieb wird der vorhandene Drehzahlfreiheitsgrad dazu benutzt, den Antriebsstrang 1 im Bereich hoher Gesamtwirkungsgrade zu betreiben.

[0025] Die Rotorwelle der Elektromaschine 4 bildet eine Getriebeabtriebswelle 7 des Planetenradgetriebes 6, beziehungsweise des Hohlrades des Planetenradgetriebes 6, die über ein Differenzialgetriebe 8 ein Antriebsdrehmoment auf ein erstes Antriebsrad 9 und ein zweites Antriebsrad 10 überträgt. Der Getriebeabtriebswelle 7 ist ein Drehzahlsensor 7' zugeordnet, der die Drehzahl der Getriebeabtriebswelle erfasst.

[0026] Weiterhin ist in der Figur ein Block 11 dargestellt, der eine Steuereinheit 12 des Fahrzeugs beziehungsweise der Antriebsvorrichtung A darstellt, welche Soll-Drehmomente oder Soll-Drehzahlen für die Antriebsmaschinen 2, 3 und 4 in Abhängigkeit einer Fahrpedalstellung, gekennzeichnet durch einen Pfeil 13, einer erforderlichen elektrischen Leistung, gekennzeichnet durch einen Pfeil 14, die zum Beispiel zur Versorgung des Bordnetzes des Fahrzeugs erforderlich ist, sowie einer Ist-Drehzahl des Antriebsstrangs 1 bestimmt. Im Stand der Technik wird dazu als Ist-Drehzahl die Drehzahl der Getriebeabtriebswelle 7 über eine Verbindung 15 der Steuereinheit 12 zugeführt. Unerwünschtes Ruckeln des Fahrzeugs, bei dem typischerweise die Brennkraftmaschinen- und die Getriebedrehmasse zusammen gegen die reduzierte Fahrzeugmasse mitsamt den Rädern schwingt, wird meist durch schnelle Laständerungen oder Wechsel von Fahrstufen angeregt. Daneben können zum Beispiel Fahrbahnunebenheiten den Antriebsstrang 1 zu Torsionsschwingungen anregen. Bei Ruckelschwingungen des Fahrzeugs beziehungsweise des Antriebsstranges 1 wird eine in der Figur dargestellte Elastizität 16, die sämtliche Elastizitäten der zwischen der Getriebeabtriebswelle 7 und den Antriebsrädern 9, 10 befindlichen Übertragungselemente, wie zum Beispiel Antriebswellen oder Differenzialgetriebe 8, nachbildet, zyklisch verdrillt. Das hat zur Folge, dass die an der Getriebeabtriebswelle 7 erfasste Drehzahl meist gegenphasig zu den Drehzahlen der Antriebsräder 9 und 10 schwingt. Wird, wie im Stand der Technik, die mittels des Drehzahlsensors 7' erfasste Drehzahl als Ist-Drehzahl der Steuereinheit 12 zugeführt, so besteht die Gefahr der Rückkopplung von Ruckelschwingungen über die Steuereinheit 12.

[0027] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel führt eine Verbindung 17 von der Steuereinheit 12 beziehungsweise dem Block 11 zu einem Block 18, der eine interne Steuerung der Elektromaschine 3 darstellt. Die Verbindung 17 führt dabei zu einem Knotenpunkt 20 in dem Block 18. An dem Knotenpunkt 20 wird eine von einem Drehzahlsensor 21 erfasste Ist-Drehzahl (n_{E3_ist}) der Elektromaschine 3 von der von der Steuereinheit 12 über die Verbindung 17 zugeführten Soll-Drehzahl der Elektromaschine 3 (n_{E3_soll}) abgezogen. Das Ergebnis wird einem Drehzahlregler 19 zugeführt, der die Elektromaschine 3 ansteuert.

[0028] Von dem Block 11 führt eine weitere Verbindung 22 zu einem Block 23, von dem eine Verbindung 24 zu der Brennkraftmaschine 2 führt. Über die Verbindung 22 gibt die Steuereinheit 12 ein bestimmtes beziehungsweise ermitteltes Brennkraftmaschinen-Soll-Drehmoment (M_{VM_soll}) der Brennkraftmaschine 2 vor, wobei in dem Block 23 ein Steuergerät der Brennkraftmaschine 2 (Engine Control Unit = ECU) entsprechend dem von der Steuereinheit 12 kommenden Signal die Brennkraftmaschine 2 ansteuert.

[0029] Von dem Block 11 führt eine weitere Verbindung 25 zu einem Knotenpunkt 26 und von da aus zur Elektromaschine 4. Die Steuereinheit 12 gibt über die Verbindung 25 der Elektromaschine 4 ein Soll-Drehmoment (M_{E4_soll}) vor.

[0030] Wird die vom Drehzahlsensor 7' gemessene Drehzahl der Getriebeabtriebswelle 7 in der Steuereinheit 12 als Basis zur Bestimmung der Soll-Drehzahl der Elektromaschine 3 verwendet, so wirken sich auftretende Ruckelschwingungen auf die Soll-Drehzahl (n_{E3_soll}) für die drehzahlgeregelte Elektromaschine 3 aus und werden über den Drehzahlregler 19 an die Elektromaschine 3 weitergegeben. Dies kann zu einer Verstärkung der unerwünschten Ruckelschwingungen führen, insbesondere in Verbindung mit Totzeiten in der Signalübertragung.

[0031] Um eine Rückkopplung von Ruckelschwingungen zu vermeiden, werden in dem Ausführungsbeispiel zwei weitere Drehzahlen des Antriebsstrangs 1 erfasst, aus denen zusammen mit der Drehzahl (n_{AW}) der Getriebeabtriebswelle 7 eine bereinigte, ruckelschwingungsfreie Drehzahl (n_S) bestimmt wird, die als Ist-Drehzahl der Steuereinheit 12 zugeführt wird. Dazu zeigt die Figur einen Drehzahlsensor 27 der dem Antriebsrad 9 zugeordnet ist und einen Drehzahlsensor 28 der dem Antriebsrad 10 zugeordnet ist. Die Drehzahlsensoren 27 und 28 liefern jeweils ein Signal zu einer Einheit 29. In der Einheit 29 erfolgt zunächst die Ermittlung einer auf den Getriebeausgang umgerechneten theoretischen Antriebsraddrehzahl (n_R), wobei die Wirkung des Dif-

ferenzialgetriebes 8 bei Kurvenfahrt und seine Übersetzung (i_{Diff}) berücksichtigt werden:

$$n_R = i_{Diff} \cdot \frac{1}{2} \cdot (n_{R1} + n_{R2}).$$

[0032] Die Variable n_{R1} steht dabei für die erfasste Drehzahl des Drehzahlsensors 27 und die Variable n_{R2} für die erfasste Drehzahl des Drehzahlsensors 28. Sind keine Ruckelschwingungen vorhanden, das heißt die Elastizität 16 wird nicht zyklisch verdrillt, gilt:

$$n_R = n_{AW}.$$

[0033] Bei Ruckelschwingungen des Antriebsstrangs 1, verbunden mit zyklischer Beanspruchung der Elastizität 16, schwingen die Drehzahlen n_R und n_{AW} nahezu gegenphasig. Die in der Einheit 29 ermittelte Antriebsraddrehzahl n_R wird einer Auswerteschaltung 30 zugeführt, in der die Antriebsraddrehzahl n_R mit der Drehzahl n_{AW} der Getriebeabtriebswelle 7 verglichen wird. Dabei wird in in der Auswerteschaltung 30 die bereinigte, ruckelfreie Drehzahl n_S nach folgender Formel bestimmt:

$$n_S = \alpha \cdot n_{AW} + (1 - \alpha) \cdot n_R.$$

[0034] Hierbei werden die „Ruckelanteile“ aus der Drehzahl n_S weitestgehend entfernt. Der Faktor α nimmt einen Wert zwischen 0 und 1 an und wird den Amplitudenverhältnissen der in den Drehzahlen n_R und n_{AW} enthaltenen Ruckelschwingungen entsprechend eingestellt, die sich im Wesentlichen aus den Massen beziehungsweise Trägheiten und den Übersetzungen ergeben. Bei Getrieben, die mehrere Fahrstufen ermöglichen, wird der Faktor α vorteilhafterweise der eingestellten Fahrstufe angepasst. Auch eine Adaption des Faktors α , um zum Beispiel unterschiedliche Beladungen des Fahrzeugs zu berücksichtigen, ist von Vorteil. Dies kann zum Beispiel dadurch erfolgen, dass die Drehzahlen n_S und n_{AW} hochpassgefiltert werden, um die Ruckelschwingungen zu isolieren und die restlichen Anteile zu entfernen. Mittels Vergleich der gefilterten, nahezu mittelwertfreien Signale wird der Faktor α dann adaptiert, bei gleicher Phasenlage erniedrigt, bei unterschiedlicher Phasenlage erhöht. Die so ermittelte ruckelfreie Drehzahl n_S wird als Ist-Drehzahl über die Verbindung 15 der Steuereinheit 12 beziehungsweise dem Block 11 zugeführt. Eine Rückkopplung von Ruckelschwingungen beispielsweise über den Drehzahlregler 19 der Elektromaschine 3 ist damit nicht möglich.

[0035] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird vorteilhafterweise zusätzlich eine aktive Dämpfung von Ruckelschwingungen eingesetzt, die auf den ermittelten Drehzahlen n_R und n_{AW} basiert. Dazu wird in der Auswerteschaltung 30 zusätzlich ein dämpfendes Drehmoment M_D ermittelt, welches

über eine Verbindung 31 zu einem Block 32 und von da über eine Verbindung 33 zu dem Knotenpunkt 26 geführt wird. In der Auswerteschaltung 30 wird das dämpfende Drehmoment M_D folgendermaßen bestimmt:

$$M_D = K_D \cdot (n_R - n_{AW}).$$

[0036] Dabei ist K_D ein Verstärkungsfaktor, der dem Fahrzustand des Fahrzeugs entsprechend angepasst wird, wobei bei Getrieben mit mehreren Fahrstufen, zum Beispiel, die eingestellte Fahrstufe berücksichtigt wird.

[0037] Zeitverzögerungen in den Drehzahlerfassungen können bei dynamischen Vorgängen, wie zum Beispiel bei einem Beschleunigungsvorgang des Fahrzeugs, zu einem „quasistationären“ Anteil der Differenz ($n_R - n_{AW}$) führen. Dieser kann ebenso durch Ungenauigkeiten in den Drehzahlerfassungen entstehen. Daher ist vorteilhafterweise ein Hochpass- oder ein Bandpassfilter, hier durch den Block 32 dargestellt, vorgesehen, das den „quasistationären“ Anteil im dämpfenden Drehmoment M_D eliminiert. Der dämpfende Eingriff wird dann auf den Frequenzbereich der unerwünschten Ruckelschwingungen begrenzt. Das so gefilterte Drehmoment M_D wird über den Knotenpunkt 26 der Elektromaschine 4 zusätzlich aufgeschaltet. Dadurch wirkt die Elektromaschine 4 den Ruckelschwingungen entgegen.

[0038] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird eine konventionelle Regelstrategie mit einer drehzahlgeregelten Elektromaschine 3 und einer weiteren, momentengesteuerten Elektromaschine 4 sowie einer momentengesteuerten Brennkraftmaschine 2 zugrunde gelegt. Die Erfindung kann vorteilhaft auch bei Regelstrategien mit mehreren drehzahlgeregelten Aggregaten eingesetzt werden.

[0039] Bei modernen Kraftfahrzeugen mit Antiblockiersystem (ABS) beziehungsweise elektronischem Stabilitäts-Programm (ESP) werden die Drehzahlen der Räder meist standardmäßig ermittelt, sodass diese Drehzahlen zur Bestimmung der ruckelfreien Drehzahl n_s genutzt werden können. Das Anbringen von zusätzlichen Sensoren kann dadurch vorteilhaft entfallen. Darüber hinaus sind die bei Hybridfahrzeugen im Antriebsstrang 1 vorhandenen Elektromaschinen (3, 4) üblicherweise mit Rotorlager- beziehungsweise Drehzahlgebern ausgerüstet, sodass deren Signale genutzt werden können und zusätzliche Drehzahlsensoren nicht erforderlich sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Antreiben eines Fahrzeugs, insbesondere Kraftfahrzeugs, das einen Antriebsstrang aufweist, wobei an mindestens zwei unterschiedlichen Stellen

des Antriebsstrangs jeweils die Drehzahl gemessen wird, wobei die gemessenen Drehzahlen einer Auswerteschaltung zugeführt werden, die bei zwischen den beiden Stellen auftretenden Ruckelschwingungen, welche zu Drehzahldifferenzen zwischen den beiden gemessenen Drehzahlen führen, eine bereinigte, ruckelschwingungsfreie Drehzahl und/oder einen Ruckelschwingungsinformationwert ermittelt, wobei eine erste Drehzahl an mindestens einem Antriebsrad ermittelt wird, eine zweite Drehzahl an einer Getriebeabtriebswelle eines Getriebes des Antriebsstrangs ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ruckelfreie Drehzahl aus einem gewichteten Mittel der ersten Drehzahl und der zweiten Drehzahl bestimmt wird.

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch **dadurch gekennzeichnet**, dass der Antriebsstrang von mindestens einer Brennkraftmaschine und/oder mindestens einer Elektromaschine angetrieben wird.

3. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Brennkraftmaschine, eine erste Elektromaschine und eine zweite Elektromaschine derart miteinander wirkverbunden werden, dass sie einen elektromechanisch-leistungsverzweigten Hybridantrieb bilden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ruckelfreie Drehzahl und/oder der Ruckelschwingungsinformationwert in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Antriebsvorrichtung bestimmt werden.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

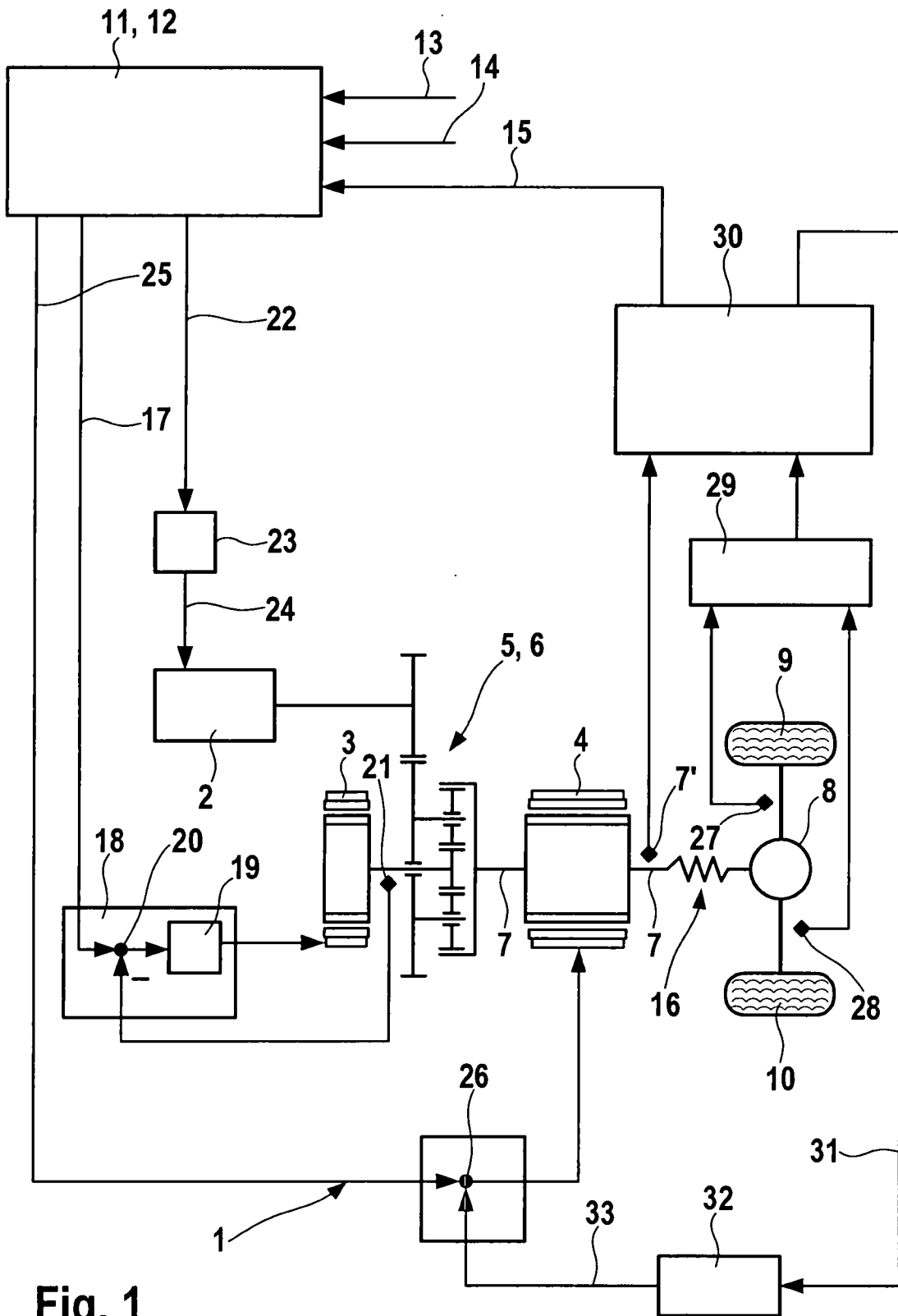


Fig. 1