



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 013 336 A1** 2007.10.18

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 013 336.9**

(22) Anmeldetag: **20.03.2007**

(43) Offenlegungstag: **18.10.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B60W 30/20** (2006.01)

**B60W 20/00** (2006.01)

**B60W 10/06** (2006.01)

**B60W 10/08** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**11/386,315**      **22.03.2006**      **US**

(74) Vertreter:  
**Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München**

(71) Anmelder:  
**GM Global Technology Operations, Inc., Detroit, Mich., US**

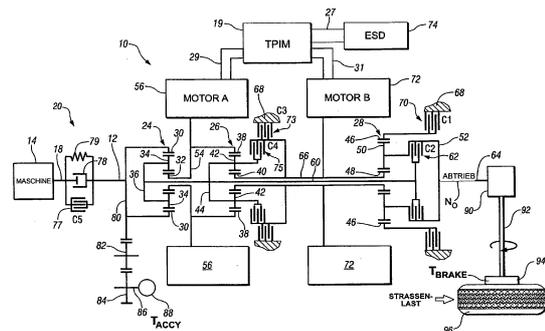
(72) Erfinder:  
**Morris, Robert L., Milford, Mich., US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Umgang mit Ruckeln unter Verwendung einer Multivariablen Aktiven Endantriebsdämpfung**

(57) Zusammenfassung: Es ist ein Ansatz einer multivariablen Regelung offenbart, um das Ausmaß an Ruckeln in einem Antriebsstrangsystem, das mehrere Drehmomentsteuereinrichtungen verwendet, aktiv zu dämpfen. Um mit Ruckeln umzugehen, wird das gewünschte Achsdrehmoment beschränkt, wenn eine Drehmomentumkehr auftritt. Wenn der Fahrzeugbediener oder das System einen Befehl ausführt, der eine Richtungsänderung des Drehmoments erfordert, wird das gewünschte Achsdrehmoment auf ein niedriges Niveau begrenzt, bis die Spielschätzung sich entsprechend geändert hat. Während dieser Übergangszeit steuert die aktive Dämpfung die Drehzahlen der Endantriebskomponenten derart, dass der Effekt eines Spielausgleichs minimiert ist. Nachdem der Spielausgleich erfolgt, fährt das gewünschte Achsdrehmoment ohne Beschränkung fort. Die Erfindung umfasst, dass ein gewünschtes Achsdrehmoment, eine Abtriebsdrehzahl des Getriebes und eine Abtriebsdrehzahl eines angetriebenen Rades des Endantriebs bestimmt werden. Eine der Einrichtungen wird auf der Basis einer auf die Zeit bezogenen Änderungsrate des gewünschten Achsdrehmoments gesteuert.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Diese Erfindung betrifft im Allgemeinen Hybrid-Antriebsstrangsteuersysteme, und im Besonderen das Steuern des Umgangs mit Ruckeln des Endantriebs, indem mehrere Drehmomenteingänge gesteuert werden.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Es sind verschiedene Hybrid-Antriebsstrangarchitekturen bekannt, um mit den Antriebs- und Abtriebsdrehmomenten von verschiedenen Antriebsmaschinen in Hybridfahrzeugen, üblicherweise Brennkraftmaschinen und elektrische Maschinen, umzugehen. Reihenhybridarchitekturen zeichnen sich im Allgemeinen durch eine Brennkraftmaschine aus, die einen elektrischen Generator antreibt, der wiederum elektrische Leistung an einen elektrischen Triebstrang und an ein Batteriepaket liefert. Die Brennkraftmaschine in einem Reihenhybrid ist nicht direkt mechanisch mit dem Triebstrang gekoppelt. Der elektrische Generator kann auch in einem Motorantriebsmodus arbeiten, um eine Startfunktion für die Brennkraftmaschine bereitzustellen, und der elektrische Triebstrang kann Fahrzeugbremsenergie wieder auffangen, indem er in einem Generatormodus arbeitet, um das Batteriepaket wieder aufzuladen. Parallelhybridarchitekturen zeichnen sich im Allgemeinen durch eine Brennkraftmaschine und einen Elektromotor aus, die beide eine direkte mechanische Kopplung mit dem Triebstrang aufweisen. Der Triebstrang umfasst herkömmlich ein Schaltgetriebe, um die bevorzugten Übersetzungsverhältnisse für einen Betrieb mit einem breiten Bereich bereitzustellen.

**[0003]** Eine Hybrid-Antriebsstrangarchitektur umfasst ein elektromechanisches Getriebe mit zwei Modi und Verbund-Verzweigung (two-mode, compound-split, electro-mechanical transmission), das ein Antriebselement zur Aufnahme von Leistung von einer Antriebsmaschinen-Leistungsquelle und ein Abtriebselement zur Abgabe von Leistung von dem Getriebe benutzt. Ein erster und zweiter Motor/Generator sind wirksam mit einer Energiespeichereinrichtung verbunden, um elektrische Leistung zwischen der Speichereinrichtung und dem ersten und zweiten Motor/Generator auszutauschen. Es ist eine Steuereinheit vorgesehen, um den Austausch elektrischer Leistung zwischen der Energiespeichereinrichtung und dem ersten und zweiten Motor/Generator zu regeln. Die Steuereinheit regelt auch den Austausch elektrischer Leistung zwischen dem ersten und zweiten Motor/Generator.

**[0004]** Für Ingenieure besteht eine Herausforderung darin, mit Übergängen in den Betriebszuständen von Hybrid-Antriebsstrangsystemen umzugehen, um die Auswirkung auf das Fahrverhalten des Fahrzeugs zu minimieren, die durch Endantriebspiel oder Spielraum in dem gesamten Zahnradstrang hervorgerufen wird. Aktionen, bei denen Endantriebsdrehmoment von einem neutralen Drehmoment zu einem positiven oder negativen Drehmoment oder von einem positiven Drehmoment zu einem negativen Drehmoment übergeht, können zu Zahnradspiel und Ruckeln führen, wenn Spielraum aus dem Endantrieb und Endantriebskomponenten, die aufeinanderprallen, herausgenommen wird. Übermäßiges Zahnradspiel, Ruckeln und andere damit in Beziehung stehende Ereignisse können zu Unzufriedenheit des Bedieners führen und können die Zuverlässigkeit und Haltbarkeit des Antriebsstrangs und des Getriebes negativ beeinflussen.

**[0005]** Zahnradspiel und Ruckeln haben das Potenzial, während Fahrzeugbetriebsbedingungen aufzutreten, die die Folgenden umfassen: wenn der Bediener Getriebegänge wechselt, z.B. von Neutral/Parken zu Drive (Fahren) oder Rückwärts, oder wenn der Bediener Gas gibt oder wegnimmt. Eine Spielwirkung tritt beispielsweise wie folgt auf: Drehmoment erzeugende Einrichtungen des Antriebsstrangs üben ein positives Drehmoment auf die Getriebeantriebszahnäder aus, um das Fahrzeug durch den Endantrieb anzutreiben. Während einer nachfolgenden Verzögerung nimmt der Drehmomenteingang in den Antriebsstrang und dem Endantrieb ab, und Zahnäder in dem Getriebe und dem Endantrieb trennen sich. Nach dem Durchgang durch den Punkt mit einem Drehmoment von Null verbinden sich die Zahnäder wieder, um Drehmoment in der Form von Motorbremsen, elektrische Stromerzeugung und anderes zu übertragen. Das Wiederverbinden der Zahnäder zum Übertragen von Drehmoment führt zu einem Zahnradauflauf mit dem daraus resultierenden Ruckeln.

**[0006]** Hybrid-Antriebsstrangsysteme, wie etwa das beispielhafte elektromechanische Getriebe mit zwei Modi und Verbund-Verzweigung, weisen mehrere Drehmoment erzeugende Einrichtungen auf. Eine koordinierte Steuerung der Drehmoment erzeugenden Einrichtung ist erforderlich, um Zahnradspiel und Ruckeln des Endantriebs zu verringern. Zusätzlich bringt das beispielhafte Hybrid-Antriebsstrangsystem die Herausforderung mit sich, Endantriebsübergänge zu steuern, die auftreten können, wenn einer der Motoren/Generatoren von dem Betrieb in einem Motorantriebsmodus in den Betrieb in einem Stromerzeugungsmodus übergeht.

**[0007]** Daher besteht ein Bedarf für ein Steuerschema für Hybrid-Antriebsstrangsysteme, wie etwa das beispielhafte elektromechanische Getriebe mit zwei Modi und Verbund-Verzweigung, das mehrere Drehmoment erzeugende Einrichtungen aufweist, welches die vorstehend erwähnten Probleme, die mit Zahnradspiel und Klacken des Endantriebs in Beziehung stehen, anspricht. Dieses umfasst ein Schema, das sich Endantriebsdrehmomentübergängen bewusst ist, die auftreten können, wenn einer der Motoren/Generatoren von dem Betrieb in einem Motorantriebsmodus in den Betrieb in einem Stromerzeugungsmodus übergeht. Es gibt einen weiteren Bedarf, ein Hybrid-Antriebsstrangsteuersystem zu entwickeln, das Leistung von den Drehmoment erzeugenden Einrichtungen auf eine Weise koordinieren und damit umgehen kann, die an Bord befindliche Berechnungsressourcen effektiv nutzt.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0008]** Die Erfindung stellt einen Ansatz einer multivariablen Regelung bereit, um das Betrag an Ruckeln in einem Hybridantriebsstrangsystem und anderen Antriebsstrangsystemen, die mehrere Drehmomentsteuereinrichtungen verwenden, zu dämpfen.

**[0009]** Um mit Ruckeln umzugehen, wird das gewünschte Achsdrehmoment  $T_{A\_DES}$  begrenzt, wenn eine Drehmomentumkehr auftritt. Wenn der Fahrzeugbediener oder das System einen Befehl ausführt, der erfordert, dass das System sich von einem positiven Drehmoment zu einem negativen Drehmoment oder von einem negativen Drehmoment zu einem positiven Drehmoment ändert, wird das gewünschte Achsdrehmoment während der Umkehr auf ein niedriges Niveau begrenzt, bis die Spielschätzung sich entsprechend, d.h. von positiv zu negativ oder von negativ zu positiv, geändert hat. Während dieser Übergangszeit steuert die aktive Dämpfung die Antwort der Endantriebskomponentendrehzahlen derart, dass die Wirkung des Spielausgleichs minimiert ist. Nachdem der Spielausgleich auftritt, kann das gewünschte Achsdrehmoment ohne Einschränkung für den Bediener- oder Systembefehl fortfahren.

**[0010]** Daher umfasst ein Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern eines Bewegungsdrehmoments an einem Endantrieb eines Hybridantriebsstrangsystems. Das Hybridantriebsstrangsystem umfasst mehrere Drehmoment erzeugende Einrichtungen, die wirksam mit einem Getriebe verbunden sind, das betreibbar ist, um Bewegungsdrehmoment auf eine Achse des Endantriebs zu übertragen. Die Drehmoment erzeugenden Einrichtungen umfassen vorzugsweise elektrische Maschinen oder Motoren/Generatoren. Das Verfahren umfasst, dass ein gewünschtes Achsdrehmoment, eine Abtriebsdrehzahl des Getriebes und eine Abtriebsdrehzahl eines angetriebenen Rades des Endantriebs bestimmt werden. Eine der Drehmoment erzeugenden Einrichtungen wird auf der Basis einer auf die Zeit bezogenen Änderungsrate des gewünschten Achsdrehmoments gesteuert. Das Steuern jeder Drehmoment erzeugenden Einrichtung erfolgt vorzugsweise wenn die Abtriebsdrehzahl des angetriebenen Rades niedriger ist als ein vorbestimmter Wert, wie etwa während des Anfahrens eines Fahrzeugs ausgehend von einer Fahrzeuggeschwindigkeit bei oder in der Nähe von Null.

**[0011]** Ein Aspekt der Erfindung umfasst, dass das gewünschte Achsdrehmoment bestimmt wird, indem eine Bedienereingabe an einem Gaspedal oder an einem Bremspedal überwacht wird.

**[0012]** Ein anderer Aspekt der Erfindung umfasst, dass ein Übergang zwischen einem Drehmoment erzeugenden Modus und einem Elektrizität erzeugenden Modus gesteuert wird, um Ruckeln in dem Endantrieb zu verhindern, wenn die Drehmomente erzeugende Einrichtung eine elektrische Maschine umfasst.

**[0013]** Ein Aspekt der Erfindung umfasst, dass das Endantriebsdrehmoment während des Anfahrens des Fahrzeugs oder während eines Wechsels eines festen Übersetzungsverhältnisses eines Getriebes des Antriebsstrangs gesteuert wird.

**[0014]** Diese und weitere Aspekte der Erfindung werden Fachleuten beim Lesen und Verstehen der folgenden ausführlichen Beschreibung der Ausführungsformen deutlich werden.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0015]** Die Erfindung kann physikalische Form in bestimmten Teilen und einer bestimmten Anordnung von Teilen annehmen, wobei deren bevorzugte Ausführungsform in den begleitenden Zeichnungen, die einen Teil hiervon bilden, ausführlich beschrieben und dargestellt wird, und wobei:

**[0016]** [Fig. 1](#) ein schematisches Schaubild eines beispielhaften Antriebsstrangs gemäß der vorliegenden Er-

findung ist;

[0017] [Fig. 2](#) ein schematisches Schaubild einer beispielhaften Steuerarchitektur und eines beispielhaften Antriebsstrangs gemäß der vorliegenden Erfindung ist;

[0018] [Fig. 3](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) schematische Informationsflussdiagramme gemäß der vorliegenden Erfindung sind; und

[0019] [Fig. 6](#) ein repräsentativer Datengraph gemäß der vorliegenden Erfindung ist.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0020] In den Zeichnungen, in denen die Darstellungen allein zum Zweck der Veranschaulichung der Erfindung dienen und nicht zum Zweck selbige einzuschränken, zeigen die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ein System mit einer Maschine **14**, einem Getriebe **10**, einem Steuersystem und einem Endantrieb, das gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufgebaut worden ist.

[0021] Mechanische Aspekte des beispielhaften Getriebes **10** sind ausführlich in der gemeinschaftlich übertragenen U.S. Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer U. S. 2005/0137042 A1, die am 23. Juni 2005 veröffentlicht wurde, mit dem Titel Two-Mode, Compound-Split, Hybrid Electro-Mechanical Transmission having Four Fixed Ratios (elektromechanisches Hybridgetriebe mit zwei Modi, Verbund-Verzweigung und vier festen Verhältnissen), das hierin durch Bezugnahme miteingeschlossen ist, offenbart. Das beispielhafte elektromechanische Hybridgetriebe mit zwei Modi und Verbund-Verzweigung, das die Konzepte der vorliegenden Erfindung ausführt, ist in [Fig. 1](#) dargestellt und allgemein mit dem Bezugszeichen **10** bezeichnet. Das Hybridgetriebe **10** weist ein Antriebselement **12** auf, das in der Natur einer Welle vorliegen kann, die direkt durch eine Maschine **14** angetrieben ist. Ein Dämpfer **20** für transientes Drehmoment ist zwischen der Abtriebswelle **18** der Maschine **14** und dem Antriebselement **12** des Hybridgetriebes **10** eingebaut. Der Dämpfer **20** für transientes Drehmoment umfasst vorzugsweise eine Drehmomentübertragungseinrichtung **77**, die Charakteristiken eines Dämpfungsmechanismus und einer Feder, die jeweils als **78** und **79** gezeigt sind, aufweist. Der Dämpfer **20** für transientes Drehmoment erlaubt einen selektiven Eingriff der Maschine **14** mit dem Hybridgetriebe **10**, es ist aber zu verstehen, dass die Drehmomentübertragungseinrichtung **77** nicht dazu benutzt wird, den Modus, in dem das Hybridgetriebe **10** arbeitet, zu verändern oder zu steuern. Die Drehmomentübertragungseinrichtung **77** umfasst vorzugsweise eine hydraulisch betätigte Reibungskupplung, die als Kupplung C5 bezeichnet ist.

[0022] Die Maschine **14** kann irgendeine von zahlreichen Formen von Brennkraftmaschinen sein, wie etwa ein Ottomotor oder ein Dieselmotor, die leicht anpassbar ist, um eine Leistungsabgabe an das Getriebe **10** mit einem Bereich von Betriebsdrehzahlen von Leerlauf bei oder in der Nähe von 600 Umdrehungen pro Minute (RPM oder U/min) bis zu über 6000 RPM oder U/min bereitzustellen. Ungeachtet des Mittels, durch das die Maschine **14** mit dem Antriebselement **12** des Getriebes **10** verbunden ist, ist das Antriebselement **12** mit einem Planetenradsatz **24** in dem Getriebe **10** verbunden.

[0023] Nun unter spezieller Bezugnahme auf [Fig. 1](#) benutzt das Hybridgetriebe **10** drei Planetenradsätze **24**, **26** und **28**. Der erste Planetenradsatz **24** weist ein äußeres Zahnradelement **30** auf, das allgemein als Hohlrads bezeichnet sein kann und ein inneres Zahnradelement **32** umgibt, das allgemein als Sonnenrad bezeichnet ist. Mehrere Planetenradelemente **34** sind an einem Träger **36** drehbar montiert, so dass jedes Planetenradelement **34** kämmend mit sowohl dem äußeren Zahnradelement **30** als auch dem inneren Zahnradelement **32** in Eingriff steht.

[0024] Der zweite Planetenradsatz **26** weist ebenfalls ein äußeres Zahnradelement **38** auf, das allgemein als Hohlrads bezeichnet ist und ein inneres Zahnradelement **40** umgibt, das allgemein als Sonnenrad bezeichnet ist. Mehrere Planetenradelemente **42** sind an einem Träger **44** drehbar montiert, so dass jedes Planetenrad **42** kämmend mit sowohl dem äußeren Zahnradelement **38** als auch dem inneren Zahnradelement **40** in Eingriff steht.

[0025] Der dritte Planetenradsatz **28** weist auch ein äußeres Zahnradelement **46** auf, das allgemein als Hohlrads bezeichnet ist und ein inneres Zahnradelement **48** umgibt, das allgemein als Sonnenrad bezeichnet ist. Mehrere Planetenradelemente **50** sind an einem Träger **52** drehbar montiert, sodass jedes Planetenrad **50** kämmend mit sowohl dem äußeren Zahnradelement **46** als auch dem inneren Zahnradelement **48** in Eingriff steht.

**[0026]** Verhältnisse von Zähnen an Hohlrädern/Sonnenrädern beruhen typischerweise auf Konstruktionserwägungen, die dem Fachmann bekannt sind und außerhalb des Schutzzumfangs der vorliegenden Erfindung liegen. Beispielsweise beträgt in einer Ausführungsform das Hohlrad/Sonnenrad-Zähneverhältnis des Planetenradsatzes **24** 65/33; das Hohlrad/Sonnenrad-Zähneverhältnis des Planetenradsatzes **26** beträgt 65/33; und das Hohlrad/Sonnenrad-Zähneverhältnis des Planetenradsatzes **28** beträgt 94/34.

**[0027]** Die drei Planetenradsätze **24**, **26** und **28** umfassen jeweils einfache Planetenradsätze. Darüber hinaus sind der erste und zweite Planetenradsatz **24** und **26** darin zusammengesetzt, dass das innere Zahnradelement **32** des ersten Planetenradsatzes **24**, etwa über ein Nabenplattenzahnrad **54**, mit dem äußeren Zahnradelement **38** des zweiten Planetenradsatzes **26** verbunden ist. Die verbundenen inneres Zahnradelement **32** des ersten Planetenradsatzes **24** und äußeres Zahnradelement **38** des zweiten Planetenradsatzes **26** sind ständig mit einem ersten Motor/Generator **56** verbunden, der auch als "Motor A" bezeichnet ist.

**[0028]** Die Planetenradsätze **24** und **26** sind darüber hinaus darin zusammengesetzt, dass der Träger **36** des ersten Planetenradsatzes **24**, wie über eine Welle **60**, mit dem Träger **44** des zweiten Planetenradsatzes **26** verbunden ist. Als solches sind die Träger **36** und **44** des ersten und zweiten Planetenradsatzes **24** bzw. **26** verbunden. Die Welle **60** ist auch selektiv mit dem Träger **52** des dritten Planetenradsatzes **28**, wie über eine Drehmomentübertragungseinrichtung **62**, verbunden, die, wie es nachstehend ausführlicher erläutert wird, angewandt wird, um bei der Auswahl der Betriebsmodi des Hybridgetriebes **10** zu helfen. Der Träger **52** des dritten Planetenradsatzes **28** ist direkt mit dem Getriebeabtriebsselement **64** verbunden.

**[0029]** In der hierin beschriebenen Ausführungsform, in der das Hybridgetriebe **10** in einem Landfahrzeug verwendet wird, ist das Abtriebsselement **64** wirksam mit dem Endantrieb verbunden, der einen Getriebekasten **90** oder eine andere Drehmomentübertragungseinrichtung umfasst, die einen Drehmomentausgang für eine oder mehrere Fahrzeugachsen **92** oder Halbwellen (nicht gezeigt) bereitstellt. Die Achsen **92** enden wiederum in Antriebselementen **96**. Die Antriebselemente **96** können entweder Vorder- oder Hinterräder des Fahrzeugs sein, an dem sie angewandt werden, oder sie können das Antriebszahnrad eines Kettenfahrzeugs sein. Den Antriebselementen **96** kann irgendeine Form von Radbremse **94** zugeordnet sein. Die Antriebselemente weisen jeweils einen Drehzahlparameter  $N_{\text{WHL}}$  auf, der die Rotationsgeschwindigkeit jedes Rades **96** umfasst, die typischerweise mit einem Raddrehzahlsensor messbar ist.

**[0030]** Das innere Zahnradelement **40** des zweiten Planetenradsatzes **26** ist mit dem inneren Zahnradelement **48** des dritten Planetenradsatzes **28**, etwa über eine Hohlwelle **66**, die die Welle **60** umgibt, verbunden. Das äußere Zahnradelement **46** des dritten Planetenradsatzes **28** ist selektiv mit Masse, die durch das Getriebegehäuse **68** dargestellt ist, durch eine Drehmomentübertragungseinrichtung **70** verbunden. Die Drehmomentübertragungseinrichtung **70** wird, wie es nachstehend ebenfalls erläutert wird, auch angewandt, um bei der Auswahl der Betriebsmodi des Hybridgetriebes **10** zu helfen. Die Hohlwelle **66** ist auch ständig mit einem zweiten Motor/Generator **72** verbunden, der auch als "Motor B" bezeichnet wird.

**[0031]** Alle Planetenradsätze **24**, **26** und **28** sowie die beiden Motoren/Generatoren **56** und **72** sind koaxial orientiert, wie etwa um die axial angeordnete Welle **60**. Die Motoren/Generatoren **56** und **72** sind beide von einer kreisringförmigen Konfiguration, die zulässt, dass diese die drei Planetenradsätze **24**, **26** und **28** derart umgeben können, dass die Planetenradsätze **24**, **26** und **28** radial innen von den Motoren/Generatoren **56** und **72** angeordnet sind. Diese Anordnung stellt sicher, dass die Gesamtumhüllende, d.h. die Umfangsabmessung, des Getriebes **10** minimiert ist.

**[0032]** Eine Drehmomentübertragungseinrichtung **73** verbindet das Sonnenrad **40** selektiv mit Masse, d.h. mit dem Getriebegehäuse **68**. Eine Drehmomentübertragungseinrichtung **75** dient als Sperrkupplung, die die Planetenradsätze **24**, **26**, Motoren **56**, **72** und den Antrieb sperrt, so dass sie als eine Gruppe rotieren, indem das Sonnenrad **40** selektiv mit dem Träger **44** verbunden wird. Die Drehmomentübertragungseinrichtungen **62**, **70**, **73**, **75** sind alle Reibungskupplungen, die jeweils wie folgt bezeichnet sind: Kupplung C1 **70**, Kupplung C2 **62**, Kupplung C3 **73** und Kupplung C4 **75**. Jede Kupplung ist vorzugsweise hydraulisch betätigt, wobei sie Hydraulikdruckfluid von einer Pumpe aufnimmt. Die hydraulische Betätigung wird unter Verwendung eines bekannten Hydraulikfluidkreises bewerkstelligt, der hierin nicht ausführlich beschrieben wird.

**[0033]** Das Hybridgetriebe **10** nimmt ein Bewegungsantriebsdrehmoment von mehreren Drehmoment erzeugenden Einrichtungen, die die Maschine **14** und die Motoren/Generatoren **56** und **72** umfassen, als ein Ergebnis einer Energieumwandlung aus Kraftstoff oder elektrischem Potenzial, das in einer elektrischen Energiespeichereinrichtung (ESD) **74** gespeichert ist, auf. Die ESD **74** umfasst typischerweise eine oder mehrere Batterien. Andere Speichereinrichtungen für elektrische Energie und elektrochemische Energie, die die Fähigkeit

haben, elektrische Leistung zu speichern und elektrische Leistung abzugeben, können anstelle der Batterien verwendet werden, ohne die Konzepte der vorliegenden Erfindung zu verändern. Die ESD **74** ist vorzugsweise auf der Basis von Faktoren bemessen, die regenerative Anforderungen, Anwendungsaufgaben, die mit typischer Straßensteigung und Temperatur in Beziehung stehen, und Antriebsanforderungen, wie etwa Emissionen, Hilfskraftunterstützung und elektrischer Bereich umfassen. Die ESD **74** ist mit einem Getriebestromumrichtermodul (TPIM von transmission power inverter module) **19** über Gleichstromleitungen oder Übertragungsleiter **27** hochspannungs-gleichstromgekoppelt. Das TPIM **19** ist ein Element des Steuersystems, das nachstehend anhand von [Fig. 2](#) beschrieben wird. Das TPIM **19** kommuniziert mit dem ersten Motor/Generator **56** über Übertragungsleiter **29**, und das TPIM **19** kommuniziert ähnlich mit dem zweiten Motor/Generator **72** über Übertragungsleiter **31**. Elektrischer Strom ist zu oder von der ESD **74** dementsprechend übertragbar, ob die ESD **74** aufgeladen oder entladen wird. Das TPIM **19** umfasst ein Paar Stromumrichter und jeweilige Motor-Controller, die konfiguriert sind, um Motorsteuerbefehle und Steuerumrichterzustände davon zu empfangen und somit eine Motorantriebs- oder Regenerationsfunktionalität bereitzustellen.

**[0034]** Bei der Motorantriebssteuerung nimmt der jeweilige Umrichter Strom von den Gleichstromleitungen auf und liefert Wechselstrom an den jeweiligen Motor über Übertragungsleiter **29** und **31**. Bei der Regenerationssteuerung nimmt der jeweilige Umrichter Wechselstrom von dem Motor über Übertragungsleiter **29** und **31** auf und liefert Strom an die Gleichstromleitungen **27**. Der Netto-Gleichstrom, der zu oder von den Umrichtern geliefert wird, bestimmt den Aufladungs- oder Entladungsbetriebsmodus der elektrischen Energiespeichereinrichtung **74**. Der Motor A **56** und Motor B **72** sind vorzugsweise Dreiphasen-Wechselstrommaschinen, und die Umrichter umfassen eine komplementäre Dreiphasen-Leistungselektronik.

**[0035]** Wieder nach [Fig. 1](#) kann ein Antriebszahnrad **80** an dem Antriebselement **12** vorgesehen sein. Wie es gezeigt ist, verbindet das Antriebszahnrad **80** das Antriebselement **12** fest mit dem äußeren Zahnradelement **30** des ersten Planetenradsatzes **24**, und das Antriebszahnrad **80** nimmt daher Leistung von der Maschine **14** und/oder den Motoren/Generatoren **56** und/oder **72** über die Planetenradsätze **24** und/oder **26** auf. Das Antriebszahnrad **80** steht kämmend mit einem Zwischenzahnrad **82** in Eingriff, das wiederum kämmend mit einem Verteilerzahnrad **84** in Eingriff steht, das an einem Ende einer Welle **86** befestigt ist. Das andere Ende der Welle **86** kann an einer Hydraulik-/Getriebefluidpumpe und/oder Leistungsentnahmeeinheit (PTO-Unit von Power Take-Off Unit) befestigt sein, die entweder einzeln oder gemeinsam mit **88** bezeichnet sind und eine Nebenaggregatlast umfassen.

**[0036]** In [Fig. 2](#) ist ein schematisches Blockschaltbild des Steuersystems gezeigt, das eine verteilte Controller-Architektur umfasst. Die nachstehend beschriebenen Elemente umfassen einen Teilsatz einer gesamten Fahrzeugsteuerarchitektur und sind betreibbar, um eine koordinierte Systemsteuerung des hierin beschriebenen Antriebsstrangsystems bereitzustellen. Das Steuersystem ist betreibbar, um sachdienliche Informationen und Eingänge zu synthetisieren und Algorithmen auszuführen, um verschiedene Aktoren zu steuern und somit Steuerziele zu erreichen, die solche Parameter umfassen wie die Kraftstoffwirtschaftlichkeit, Emissionen, Leistungsvermögen, Fahreigenschaften und den Schutz von Bauteilen, die die Batterien der ESD **74** und Motoren **56**, **72** einschließen. Die verteilte Controller-Architektur umfasst ein Maschinensteuermodul (ECM von Engine Control Module) **23**, ein Getriebesteuermodul (TCM von Transmission Control Module) **17**, ein Batteriepaketsteuermodul (BPCM von Battery Pack Control Module) **21** und ein Getriebestromumrichtermodul (TPIM von Transmission Power Inverter Module) **19**. Ein Hybridsteuermodul (HCP von Hybrid Control Module) **5** liefert eine übergreifende Steuerung und Koordination der vorstehend erwähnten Controller. Es gibt eine Benutzerschnittstelle (UI von User Interface) **13**, die wirksam mit mehreren Einrichtungen verbunden ist, durch die ein Fahrzeugbediener typischerweise den Betrieb des Antriebsstrangs, der das Getriebe **10** umfasst, steuert oder anweist. Beispielhafte Fahrzeugbedienereingabevorrichtungen für die UI **13** umfassen ein Gaspedal, ein Bremspedal, eine Getriebegangwähleinrichtung und eine Fahrzeugfahrtregelung. Jeder der vorstehend erwähnten Controller kommuniziert mit anderen Controllern, Sensoren und Aktoren über einen Bus **6** eines lokalen Netzes (LAN von Local Area Network). Der LAN-Bus **6** erlaubt eine strukturierte Kommunikation von Steuerparametern und Befehlen zwischen den verschiedenen Controllern. Das besondere benutzte Kommunikationsprotokoll ist anwendungsspezifisch. Beispielsweise ist ein Kommunikationsprotokoll der Standard J1939 der Society of Automotive Engineers. Der LAN-Bus und geeignete Protokolle sorgen für eine robuste Nachrichtenübermittlung und Schnittstellenbildung zwischen mehreren Controllern zwischen den vorstehend erwähnten Controllern und anderen Controllern, die eine Funktionalität, wie etwa Antiblockierbremsen, Traktionssteuerung und Fahrzeugstabilität, bereitstellen.

**[0037]** Das HCP **5** stellt eine übergreifende Steuerung des Hybrid-Antriebsstrangsystems bereit, wobei es dazu dient, einen Betrieb des ECM **23**, des TCM **17**, des TPIM **19** und BPCM **21** zu koordinieren. Auf der Basis verschiedener Eingangssignale von der UI **13** und dem Antriebsstrang erzeugt das HCP **5** verschiedene Be-

fehle, umfassend: einen Maschinendrehmomentbefehl  $T_{E\_CMD}$ ; Kupplungsdrehmomentbefehle  $T_{CL\_N}$  für die verschiedenen Kupplungen C1, C2, C3, C4 des Hybridgetriebes **10**; und Motordrehmomentbefehle  $T_{A\_CMD}$  und  $T_{B\_CMD}$  für die Elektromotoren A bzw. B.

**[0038]** Das ECM **23** ist wirksam mit der Maschine **14** verbunden und fungiert, um Daten von einer Vielfalt von Sensoren zu beschaffen bzw. eine Vielfalt von Aktoren der Maschine **14** über eine Vielzahl von diskreten Leitungen zu steuern, die gemeinsam als Sammelleitung **35** gezeigt sind. Das ECM **23** empfängt den Maschinendrehmomentbefehl  $T_{E\_CMD}$  von dem HCP **5** und erzeugt ein gewünschtes Achsdrehmoment  $T_{AXLE\_DES}$  und eine Angabe des aktuellen Maschinendrehmoments  $T_{E\_ACT}$ , die an das HCP **5** übermittelt wird. Der Einfachheit halber ist das ECM **23** derart gezeigt, dass es allgemein eine bidirektionale Schnittstelle mit der Maschine **14** über Sammelleitung **35** aufweist. Verschiedene andere Parameter, die von dem ECM **23** erfasst werden können, umfassen die Maschinenkühlmitteltemperatur, die Maschinenantriebsdrehzahl ( $N_E$ ) einer zu dem Getriebe führenden Welle, den Krümmerdruck, die Umgebungslufttemperatur und den Umgebungsdruck. Verschiedene Aktoren, die von dem ECM **23** gesteuert werden können, umfassen Kraftstoffeinspritzvorrichtungen, Zündmodule und Drosselklappensteuermodule.

**[0039]** Das TCM **17** ist wirksam mit dem Getriebe **10** verbunden und fungiert, um Daten von einer Vielfalt von Sensoren zu beschaffen und Befehlssignale an das Getriebe zu liefern. Eingänge von dem TCM **17** in das HCP **5** umfassen geschätzte Kupplungsdrehmomente  $T_{CL\_N\_EST}$  für jede der Kupplungen C1, C2, C3 und C4 und Drehgeschwindigkeit  $N_O$  der Abtriebswelle **64**. Andere Aktoren und Sensoren können verwendet werden, um zusätzliche Informationen von dem TCM an das HCP zu Steuerzwecken zu liefern.

**[0040]** Das BPCM **21** steht in Signalverbindung mit einem oder mehreren Sensoren, die betreibbar sind, um elektrische Strom- oder Spannungsparameter der ESD **74** zu überwachen und somit Informationen über den Zustand der Batterien an das HCP **5** zu liefern. Derartige Informationen umfassen den Batterieladezustand  $Bat\_SOC$  und andere Zustände der Batterien, die die Spannung  $V_{BAT}$  und die verfügbare Leistung  $P_{BAT\_MIN}$  und  $P_{BAT\_MAX}$  umfassen.

**[0041]** Das Getriebestromrichtermodul (TPIM) **19** umfasst ein Paar Stromrichter und Motor-Controller die konfiguriert sind, um Motorsteuerbefehle zu empfangen und daraus Umricherzustände zu steuern und somit eine Motorantriebs- oder Regenerationsfunktionalität bereitzustellen. Das TPIM **19** ist betreibbar, um Drehmomentbefehle für die Motoren A und B,  $T_{A\_CMD}$  und  $T_{B\_CMD}$  auf der Basis eines Einganges von dem HCP **5** zu erzeugen, das durch eine Bedieneingabe durch die UI **13** und Systembetriebsparameter angesteuert wird. Die vorbestimmten Drehmomentbefehle für die Motoren A und B,  $T_{A\_CMD}$  und  $T_{B\_CMD}$ , werden mit Motordämpfungsdrehmomenten  $T_{A\_DAMP}$  und  $T_{B\_DAMP}$  eingestellt, um Motordrehmomente  $T_A$  und  $T_B$  zu bestimmen, die durch das Steuersystem, einschließlich des TPIM **19**, um die Motoren A und B zu steuern, implementiert sind. Einzelne Motordrehzahlsignale  $N_A$  und  $N_B$  für Motor A bzw. Motor B werden jeweils von dem TPIM **19** aus den Motorphaseninformationen oder von herkömmlichen Rotationssensoren abgeleitet. Das TPIM **19** bestimmt und übermittelt Motordrehzahlen  $N_A$  und  $N_B$  an das HCP **5**. Die elektrische Energiespeichereinrichtung **74** ist an das TPIM **19** über Gleichstromleitungen **27** hochspannungs-gleichstromgekoppelt. Elektrischer Strom ist zu oder von dem TPIM **19** dementsprechend übertragen, ob die ESD **74** aufgeladen oder entladen wird.

**[0042]** Jeder der vorstehend erwähnten Controller ist vorzugsweise ein Vielzweck-Digitalcomputer, der im Allgemeinen einen Mikroprozessor oder eine zentrale Verarbeitungseinheit, einen Nurlesespeicher (ROM), einen Direktzugriffsspeicher (RAM), einen elektrisch programmierbaren Nurlesespeicher (EPROM), einen Hochgeschwindigkeitstaktgeber, eine Analog/Digital-(A/D)- und eine Digital/Analog-(D/A)-Schaltung eine Eingabe/Ausgabe-Schaltung und -Einrichtungen (I/O) und eine geeignete Signalaufbereitungs- und Pufferschaltung umfasst. Jeder Controller weist einen Satz von Steueralgorithmien auf, die residente Programmanweisungen und Kalibrierungen umfassen, die in dem ROM gespeichert sind und ausgeführt werden, um die jeweiligen Funktionen jedes Computers vorzunehmen. Die Informationsübertragung zwischen den verschiedenen Computern wird vorzugsweise unter Verwendung des vorstehend erwähnten LAN **6** bewerkstelligt.

**[0043]** Algorithmen zur Steuerung und Zustandsschätzung in jedem der Controller werden typischerweise während voreingestellter Schleifenzyklen ausgeführt, so dass jeder Algorithmus zumindest einmal in jedem Schleifenzyklus ausgeführt wird. Algorithmen, die in den nichtflüchtigen Speichereinrichtungen gespeichert sind, werden durch eine der zentralen Verarbeitungseinheiten ausgeführt und sind betreibbar, um Eingänge von den Erfassungseinrichtungen zu überwachen und Steuer- und Diagnoseroutinen zur Steuerung des Betriebes der jeweiligen Einrichtung unter Verwendung voreingestellter Kalibrierungen auszuführen. Die Schleifenzyklen werden typischerweise in regelmäßigen Intervallen, beispielsweise alle 3, 6,25, 15, 25 und 100 Millisekunden während des anhaltenden Maschinen- und Fahrzeugbetriebes ausgeführt. Alternativ können Algo-

rithmen in Abhängigkeit von dem Auftreten eines Ereignisses ausgeführt werden.

[0044] In Ansprechen auf eine Betätigung durch den Bediener, wie sie durch die UI 13 erfasst wird, bestimmen der Aufsicht führende HCP-Controller **5** und einer oder mehrere der anderen Controller das erforderliche Getriebeabtriebsdrehmoment  $T_o$ . Selektiv betriebene Komponenten des Hybridgetriebes **10** werden geeignet gesteuert und betätigt, um auf den Bedienerbefehl zu antworten. Beispielsweise bestimmt das HCP **5** in der in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigten beispielhaften Ausführungsform, wenn der Bediener einen Vorwärtsfahrbereich ausgewählt hat und entweder das Gaspedal oder das Bremspedal bedient, ein Abtriebsdrehmoment für das Getriebe, das beeinflusst, wie und wann das Fahrzeug beschleunigt oder verzögert. Eine abschließende Fahrzeugbeschleunigung wird durch andere Faktoren beeinflusst, die z.B. die Straßenlast, die Straßensteigung und die Fahrzeugmasse umfassen. Das HCP **5** überwacht die Parameterzustände der Drehmoment erzeugenden Einrichtungen und bestimmt den Abtrieb des Getriebes, der erforderlich ist, um zu dem gewünschten Drehmomentausgang zu gelangen. Unter der Anweisung des HCP **5** arbeitet das Getriebe **10** über einen Bereich von Abtriebsdrehzahlen von langsam bis schnell, um dem Bedienerbefehl nachzukommen.

[0045] Das elektromechanische Hybridgetriebe mit zwei Modi und Verbund-Verzweigung umfasst ein Abtriebsselement **64**, das Ausgangsleistung über zwei unterschiedliche Zahnradstränge in dem Getriebe **10** aufnimmt, und arbeitet in mehreren Getriebebetriebsmodi, die nun anhand von [Fig. 1](#) und der Tabelle 1 unten beschrieben werden.

Tabelle 1

Getriebebetriebsmodus	betätigte Kupplungen	
Modus I	C1 70	
festes Verhältnis 1	C1 70	C4 75
festes Verhältnis 2	C1 70	C2 62
Modus II	C2 62	
festes Verhältnis 3	C2 62	C4 75
festes Verhältnis 4	C2 62	C3 73

[0046] Die verschiedenen in der Tabelle beschriebenen Getriebebetriebsmodi geben an, welche der spezifischen Kupplungen C1, C2, C3, C4 für jeden der Betriebsmodi eingerückt oder betätigt wird. Zusätzlich können der Motor A **56** oder der Motor B **72** in verschiedenen Getriebebetriebsmodi jeweils als Elektromotoren arbeiten, was jeweils als MA, MB bezeichnet ist, und Motor A **56** kann als Generator arbeiten, was als GA bezeichnet ist. Ein erster Modus oder Zahnradstrang wird gewählt, wenn die Drehmomentübertragungseinrichtung **70** betätigt wird, um das äußere Zahnradenelement **46** des dritten Planetenradsatzes **28** "auf Masse zu legen". Ein zweiter Modus oder Zahnradstrang wird gewählt, wenn die Drehmomentübertragungseinrichtung **70** gelöst wird und die Drehmomentübertragungseinrichtung **62** gleichzeitig betätigt wird, um die Welle **60** mit dem Träger **52** des dritten Planetenradsatzes **28** zu verbinden. Andere Faktoren außerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung beeinflussen, wann die elektrischen Maschinen **56**, **72** als Motoren und Generatoren arbeiten, und werden hierin nicht weiter besprochen.

[0047] Das Steuersystem, das vor allem in [Fig. 2](#) gezeigt ist, ist betreibbar, um einen Bereich von Getriebeabtriebsdrehzahlen  $N_o$  der Welle **64** von relativ langsam bis relativ schnell innerhalb jedes Betriebsmodus bereitzustellen. Die Kombination von zwei Modi mit einem Abtriebsdrehzahlbereich von langsam bis schnell in jedem Modus lässt zu, dass das Getriebe **10** ein Fahrzeug von einer stehenden Bedingung aus bis zu Autobahngeschwindigkeiten antreiben kann und verschiedene andere Anforderungen erfüllt, wie sie zuvor beschrieben wurden. Zusätzlich koordiniert das Steuersystem den Betrieb des Getriebes **10**, um synchronisierte Schaltvorgänge zwischen den Modi zuzulassen.

[0048] Der erste und zweite Betriebsmodus beziehen sich auf Umstände, unter denen die Getriebefunktionen durch eine Kupplung, d.h. entweder Kupplung C1 **62** oder C2 **70**, und durch die gesteuerte Drehzahl und das gesteuerte Drehmoment der Motoren/Generatoren **56** und **72** gesteuert werden. Nachstehend werden bestimmte Betriebsbereiche beschrieben, bei denen feste Verhältnisse erreicht werden, indem eine zusätzliche

Kupplung angewandt wird. Diese zusätzliche Kupplung kann Kupplung C3 **73** oder C4 **75** sein, wie es in der Tabelle oben gezeigt ist.

**[0049]** Wenn die zusätzliche Kupplung angewandt wird, wird ein festes Verhältnis von Antriebsdrehzahl zu Abtriebsdrehzahl des Getriebes, d.h.  $N_i/N_o$ , erreicht. Die Rotationen der Motoren/Generatoren **56**, **72** hängen von der internen Rotation des Mechanismus ab, wie sie durch das Kuppeln definiert ist, und ist proportional zur Antriebsdrehzahl  $N_i$ , die an der Welle **12** bestimmt oder gemessen wird. Die Motoren/Generatoren fungieren als Motoren oder Generatoren. Sie sind vollständig unabhängig von dem Leistungsfluss von der Maschine zu dem Antrieb, wodurch ermöglicht wird, dass beide Motoren sind, beide als Generatoren fungieren oder irgendeine Kombination davon. Dies lässt zu, dass beispielsweise während des Betriebs in dem festen Verhältnis 1 die Bewegungsleistung, die von dem Getriebe an die Welle **64** ausgegeben wird, durch Leistung von der Maschine und Leistung von den Motoren A und B durch den Planetenradsatz **28** bereitgestellt wird, indem Leistung von der Energiespeichereinrichtung **74** aufgenommen wird.

**[0050]** Der Getriebetriebsmodus kann zwischen einem Betrieb mit festem Verhältnis und einem Modus-Betrieb umgeschaltet werden, indem eine der zusätzlichen Kupplungen während des Betriebes in Modus I oder Modus II aktiviert oder deaktiviert wird. Die Bestimmung des Betriebes in einem festen Verhältnis oder Modus-Steuerung erfolgt durch Algorithmen, die durch das Steuersystem ausgeführt werden, und liegt außerhalb des Schutzzumfangs dieser Erfindung.

**[0051]** Die Betriebsmodi können das Betriebsverhältnis überlappen und die Auswahl hängt wieder von der Fahrereingabe und von der Antwort des Fahrzeugs auf diese Eingabe ab. BEREICH 1 fällt vorwiegend in den Betrieb von Modus I, wenn die Kupplungen C1 **70** und C4 **75** eingerückt sind. BEREICH 2 fällt in den Modus I und den Modus II, wenn die Kupplungen C2 **62** und C1 **70** eingerückt sind. Ein dritter Bereich mit festem Verhältnis ist primär während des Modus II erhältlich, wenn die Kupplungen C2 **62** und C4 **75** eingerückt sind, und ein vierter Bereich mit festem Verhältnis ist während des Modus II verfügbar, wenn die Kupplungen C2 **62** und C3 **73** eingerückt sind. Es ist anzumerken, dass sich Betriebsbereiche für den Modus I und den Modus II typischerweise signifikant überlappen.

**[0052]** Der Antrieb des vorstehend beschriebenen beispielhaften Antriebsstrangsystems ist aufgrund von mechanischen und Systemgrenzen eingeschränkt. Die Abtriebsdrehzahl  $N_o$  des Getriebes, die an der Welle **64** gemessen wird, ist aufgrund von Begrenzungen der Maschinenabtriebsdrehzahl  $N_E$ , die an der Welle **18** gemessen wird, und der Getriebeantriebsdrehzahl  $N_i$ , die an der Welle **12** gemessen wird, und Geschwindigkeitsbegrenzungen der Elektromotoren A und B, die als  $+/- N_A$ ,  $+/- N_B$  bezeichnet sind, begrenzt. Das Abtriebsdrehmoment  $T_o$  des Getriebes **64** ist aufgrund von Begrenzungen des Maschinenantriebsdrehmoments  $T_E$  und des Antriebsdrehmoments  $T_i$ , das an der Welle **12** nach dem Dämpfer **20** für transientes Drehmoment gemessen wird, und Drehmomentbegrenzungen ( $T_{A\_MAX}$ ,  $T_{A\_MIN}$ ,  $T_{B\_MAX}$ ,  $T_{B\_MIN}$ ) der Motoren A und B **56**, **72** ähnlich begrenzt.

**[0053]** In [Fig. 3](#) ist ein Steuerschema gezeigt, das ein multivariates Regelungssystem umfasst, das vorzugsweise als Algorithmen in dem Controller des vorstehend anhand von [Fig. 2](#) beschriebenen Steuersystems ausgeführt wird, um den Betrieb des anhand von [Fig. 1](#) beschriebenen Systems zu steuern. Das nachstehend beschriebene Steuersystem umfasst einen Teilsatz der gesamten Fahrzeugsteuerarchitektur. Das Steuerschema umfasst ein Verfahren und eine Vorrichtung für eine multivariate aktive Endantriebsdämpfung. Ein beispielhaftes Verfahren und eine beispielhafte Vorrichtung für eine multivariate aktive Endantriebsdämpfung ist in der gemeinschaftlich übertragenen und anhängigen US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 10/xxx,xxx: mit dem Titel METHOD AND APPARATUS FOR MULTIVARIATE ACTIVE DRIVELINE DAMPING, Aktenzeichen des Anwalts GP-307477, beschrieben. Das vorstehend erwähnte Verfahren und die vorstehend erwähnte Vorrichtung sind hierin durch Bezugnahme miteingeschlossen, so dass die multivariate aktive Endantriebsdämpfung nicht ausführlich beschrieben werden muss. Das beispielhafte multivariate Regelungsverfahren und -system umfasst grundlegende Elemente zum Steuern von Drehmomentausgängen von den Drehmoment erzeugenden Einrichtungen **14**, **56**, **72** durch das Getriebe **10** zu dem Endantrieb. Dies umfasst die gesamten Steuerelemente des Bestimmens der gewünschten Betriebszustandsparameter für das Antriebsstrangsystem und den Endantrieb, die Eingänge in das Segment für die gewünschte Dynamik **210** umfassen. Ausgänge des Segments für die gewünschte Dynamik **210** umfassen mehrere Referenzwerte für Achsdrehmoment  $T_{AXLE\_REF}$ ; für Dämpferdrehmoment,  $T_{DAMP\_REF}$  und verschiedene Drehzahlen  $N_{A\_REF}$ ,  $N_{B\_REF}$ ,  $N_{O\_REF}$ ,  $N_{E\_REF}$ ,  $N_{WHL\_REF}$ . Die Referenzwerte und die Vielzahl von Betriebszustandsfehlern, die aus Ausgängen des Endantriebs berechnet werden, umfassen Eingänge in ein Motordämpfungs-Drehmomentsteuerschema **220**. Das Motordämpfungs-Drehmomentsteuerschema **220** wird ausgeführt, um Dämpfungsdrehmomente für die Drehmoment erzeugenden Einrichtungen, in dieser Ausführungsform für die Motoren A und B, d.h.  $T_{A\_DAMP}$  und  $T_{B\_DAMP}$ , zu be-

stimmen. Eine Steuerung der Endantriebsdynamik, die als **230** bezeichnet ist, umfasst das Steuern von Eingängen für jede Drehmoment erzeugende Einrichtung und andere Drehmomenteinrichtungen in dem Getriebe und dem Endantrieb auf der Basis der Betriebszustandsfehler und der Referenzzustände.

**[0054]** In [Fig. 4](#) sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schätzen von Zustandsparametern für einen multivariaten Endantrieb mit einem Endantrieb-Dynamikschätzer **240** gezeigt. Ein beispielhaftes Verfahren und eine beispielhafte Vorrichtung für eine multivariate aktive Endantriebsdämpfung ist in der gemeinschaftlich übertragenen und anhängigen U. S. Patentanmeldung mit der Seriennummer 10/xxx,xxx: mit dem Titel PARAMETER STATE ESTIMATION, Aktenzeichen des Anwalts GP-307478 beschrieben. Im Gesamtbetrieb ist der Endantriebs-Dynamikschätzer **240** ein mathematisches Modell, das mehrere lineare Gleichungen umfasst, die als Algorithmen in einem der Controller ausgeführt werden. Die mathematischen Modellgleichungen, einschließlich der Kalibrierungswerte, werden unter Verwendung von Algorithmen ausgeführt, um Darstellungen des Betriebes des beispielhaften anhand der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) beschriebenen Endantriebs zu modellieren, wobei anwendungsspezifische Massen, Trägheiten, Reibungsfaktoren und andere Charakteristiken und Parameter des Endantriebs, die die verschiedenen Betriebszustände beeinflussen, berücksichtigt werden. Das Verfahren zum Schätzen der Zustandsparameter für das vorstehend erwähnte Antriebsstrangsystem umfasst, dass die Betriebsdrehzahl für jede der Drehmoment erzeugenden Einrichtungen, in diesem Fall Motor A **56**, Motor B **72** und Maschine **14** überwacht wird. Die Maschinenabtriebsdrehzahl  $N_E$  wird an der Welle **18** gemessen und die Getriebeantriebsdrehzahl  $N_I$  wird an der Welle **12** gemessen. An der Welle **64** wird die Abtriebsdrehzahl  $N_O$  des Getriebes **10** gemessen. Es werden Drehmomentbefehle von dem Steuersystem für die Drehmoment erzeugenden Einrichtungen bestimmt und als  $T_A$ ,  $T_B$  und  $T_E$  bezeichnet. Es werden auch mehrere Endantriebs-Drehmomentlasten bestimmt und als Eingabe verwendet. Die vorstehend erwähnten mathematischen Modellgleichungen werden in einem der Controller ausgeführt, um jeden Zustandsparameter abzuschätzen, die  $T_{DAMP}$ ,  $T_{AXLE}$ ,  $N_A$ ,  $N_B$ ,  $N_O$ ,  $N_E$ ,  $N_{WHL}$ , umfassen, wobei als Eingänge verwendet werden: die Betriebsdrehzahl für jede der Drehmoment erzeugenden Einrichtungen, die Abtriebsdrehzahl der Getriebeeinrichtung, die Drehmomentbefehle für die Drehmoment erzeugenden Einrichtungen und die Drehmomentlasten. Die anhand von [Fig. 2](#) beschriebene verteilte Controller-Architektur und die hierin beschriebene algorithmische Struktur werden auf eine Weise ausgeführt, die bewirkt, dass eine Schätzung der vorstehend erwähnten Zustandsparameter in Echtzeit erreicht wird, d.h. die Berechnung jedes geschätzten Zustandes tritt während eines einzigen Taktzyklus des Controllers auf, so gibt es keine begrenzte Zeit oder keine Verzögerungszeit bei der Bestimmung der verschiedenen Zustände, wodurch ein Potenzial für einen Steuerungsverlust für das System beseitigt oder minimiert wird. Eingangparameter für den Endantriebs-Dynamikschätzer **240** umfassen Motordrehmomentwerte  $T_A$  und  $T_B$ , Maschinendrehmoment  $T_E$ , Kupplungsdrehmomente  $T_{CL,N}$  für Kupplungen C1, C2, C3, C4, Bremsdrehmoment  $T_{BRAKE}$ , Nebenaggregatlast  $T_{ACC}$  und Straßenlast  $T_{RL}$  und den Getriebebetriebsmodus. Die mathematischen Modellgleichungen werden auf die vorstehend erwähnten Eingänge angewandt, um geschätzte Ausgangszustandsparameter des Endantriebs, die  $T_{DAMP\_EST}$ ,  $T_{AXLE\_EST}$ ,  $N_{A\_EST}$ ,  $N_{B\_EST}$ ,  $N_{O\_EST}$ ,  $N_{E\_EST}$  und  $N_{WHL}$  umfassen, auf der Basis der Eingangparameter dynamisch zu berechnen. Eine erste Drehzahlmatrix, die die geschätzten Drehzahlen  $N_{A\_EST}$ ,  $N_{B\_EST}$ ,  $N_{O\_EST}$ ,  $N_{E\_EST}$  und  $N_{WHL\_EST}$  umfasst, wird von einer zweiten Drehzahlmatrix subtrahiert, die gemessene Drehzahlen  $N_A$ ,  $N_B$ ,  $N_O$ ,  $N_E$ ,  $N_{WHL}$  umfasst, die von der Endantriebs-Dynamiksteuerung **230** ausgegeben werden. Die resultierende Matrix wird in einen Schätzer **232** eingegeben, in dem sie mit einer von mehreren Verstärkungsmatrizen multipliziert wird, um eine Matrix von geschätzten Zustandskorrekturen zu bestimmen. Jede der Verstärkungsmatrizen umfasst eine Matrix aus skalaren Verstärkungsfaktoren, die vorzugsweise für jeden Getriebebetriebsmodus, d.h. den spezifischen Betriebsmodus und die Zahnradkonfiguration, die oben anhand von Tabelle 1 beschrieben wurde, bestimmt werden. In dieser Ausführungsform werden die Verstärkungsmatrizen offline bestimmt und als Kalibrierungswerte in einem der an Bord befindlichen Controller gespeichert. Es werden vorzugsweise zumindest zwei Sätze von Verstärkungsmatrizen als Teil der Aktion der Schätzerrückkopplungsverstärkung **232** entwickelt und ausgeführt, wobei ein Satz zur Verwendung dient, wenn der Endantrieb sich in einem neutralen Spielzustand befindet, und ein Satz zur Verwendung dient, wenn der Endantrieb sich in einem Fahrzustand befindet.

**[0055]** Die Matrix der geschätzten Zustandskorrekturen wird als Rückkopplung von dem Endantriebs-Dynamikschätzer **240** bei der Bestimmung der dynamisch berechneten geschätzten Abtriebszustände des Endantriebs, die  $T_{DAMP\_EST}$ ,  $T_{AXLE\_EST}$ ,  $N_{A\_EST}$ ,  $N_{B\_EST}$ ,  $N_{O\_EST}$ ,  $N_{E\_EST}$ ,  $N_{WHL\_EST}$  umfassen, auf der Basis der eingegebenen Parameter verwendet. Wenn die erste Drehzahlmatrix, die die geschätzten Drehzahlen umfasst, gleich der zweiten Drehzahlmatrix ist, die die gemessenen Drehzahlen umfasst, wird festgestellt, dass die Ausgänge des Schätzers, die  $T_{DAMP\_EST}$ ,  $T_{AXLE\_EST}$ ,  $N_{A\_EST}$ ,  $N_{B\_EST}$ ,  $N_{O\_EST}$ ,  $N_{E\_EST}$ ,  $N_{WHL\_EST}$  umfassen, genaue Messungen der tatsächlichen Betriebszustände des Endantriebs sind.

**[0056]** In den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) wird ein Verfahren zum Steuern des von dem anhand der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) beschriebenen Antriebsstrangsystem übertragenen Drehmoments während Übergängen, die zu Endantriebs-

ruckeln führen können, ausführlich beschrieben. Das gesteuerte Drehmoment  $T_{AXLE}$  wird auf die Achse **92** des Endantriebs übertragen. Das hierin beschriebene Verfahren und System werden als ein oder mehrere Algorithmen in der anhand von **Fig. 2** gezeigten verteilten Controller-Architektur ausgeführt und benutzen das anhand von **Fig. 3** beschriebene multivariate Regelungsschema, einschließlich die anhand von **Fig. 4** beschriebene Parameterzustandsschätzung, die jeweils durch Bezugnahme mit eingeschlossen sind, wie es oben angegeben wurde.

**[0057]** Das Verfahren zum Steuern des Endantriebsdrehmoments, das in dem Antriebstrangsystem ausgeht, welches die Drehmomente erzeugenden Einrichtungen **14, 56, 72** aufweist, die dazu dienen, Bewegungsdrehmoment auf das Getriebe zu übertragen, umfasst, dass ein gewünschtes Achsdrehmoment  $T_{AXLE\_DES}$  bestimmt wird und Abtriebsdrehzahlen des Antriebsstrangs  $N_O$  und eines angetriebenen Rades  $N_{WHL}$  des Endantriebs bestimmt werden. Jede der Drehmoment erzeugenden Einrichtungen **14, 56, 72** wird gesteuert, indem das vorstehend erwähnte und angeführte multivariate Steuersystem auf der Basis einer auf die Zeit bezogenen Änderungsrate des gewünschten Achsdrehmoments  $T_{AXLE\_DES\_dot}$  verwendet wird. Die Drehmoment erzeugenden Einrichtungen werden auf der Basis der auf die Zeit bezogenen Änderungsrate (time-rate change) des gewünschten Achsdrehmoments  $T_{AXLE\_DES\_dot}$  angesteuert und begrenzt, wenn die Abtriebsdrehzahl des angetriebenen Rades  $N_{WHL}$  niedriger ist als ein vorbestimmter Wert, und zwar typischerweise von einer Anfahrtdrehzahl von null. Diese auf die Zeit bezogene Änderungsrate kann ferner auf der Basis der auf die Zeit bezogenen Änderungsrate des gewünschten Achsdrehmoments gesteuert werden, was einen Übergang von einem der Motoren/Generatoren zwischen einem Drehmoment erzeugenden Modus und einem Elektrizität erzeugenden Modus umfasst. Dies umfasst das Steuern des Endantriebsdrehmoments  $T_{AXLE\_DES}$  während des Anfahrens des Fahrzeugs und das Steuern des Endantriebsdrehmoments  $T_{AXLE\_DES}$  während eines Wechsels des Übersetzungsverhältnisses des Getriebes **10**.

**[0058]** Es werden die folgenden Parameter bestimmt: das auf den Endantrieb übertragene Antriebsstrangdrehmoment, d.h.  $T_{AXLE}$ , die Abtriebsdrehzahl des Getriebes  $N_O$  zum Endantrieb und die Drehzahl des angetriebenen Rades  $N_{WHL}$ . Es wird ein Spielzustand bestimmt, und jede der Drehmoment erzeugenden Einrichtungen des Antriebsstrangs wird auf der Basis des Spielzustands gesteuert. In dieser Ausführungsform wird der Spielzustand unter Verwendung eines Schätzers **250** bestimmt, der vorzugsweise einen Algorithmus in einem der Controller umfasst. Eingänge in den Spielzustandsschätzer **250** umfassen das geschätzte Achsdrehmoment  $T_{AXLE\_EST}$ , die geschätzte Abtriebsdrehzahl  $N_{O\_EST}$  des Getriebes und die geschätzte Drehzahl des angetriebenen Rades  $N_{WHL\_EST}$ , von denen jede von dem Endantrieb-Dynamikschätzer **240** ausgegeben wird. Der Spielzustandsschätzer **250** ist betreibbar, um das geschätzte Achsdrehmoment  $T_{AXLE\_EST}$  und die geschätzte Abtriebsdrehzahl  $N_{O\_EST}$  zu vergleichen und somit den Spielzustand als einen positiven Zustand, einen negativen Zustand oder einen neutralen Zustand zu bestimmen. Der positive Zustand wird angegeben, wenn das geschätzte Achsdrehmoment  $T_{AXLE\_EST}$  und die geschätzte Abtriebsdrehzahl  $N_{O\_EST}$  und die geschätzte Drehzahl des angetriebenen Rades  $N_{WHL\_EST}$  zeigen, dass von dem Getriebe Drehmoment durch den Endantrieb in einer Vorwärtsrichtung übertragen wird, d.h. wenn das Fahrzeug zu einer Vorwärtsbewegung angetrieben wird. Der negative Zustand wird angegeben, wenn das geschätzte Achsdrehmoment  $T_{AXLE\_EST}$  und die geschätzte Abtriebsdrehzahl  $N_{O\_EST}$  und die geschätzte Drehzahl des angetriebenen Rades  $N_{WHL\_EST}$  zeigen, dass von dem Getriebe Drehmoment durch den Endantrieb in einer negativen Richtung übertragen wird, d.h. wenn das Fahrzeug zu einer Rückwärtsbewegung angetrieben wird, oder wenn es einen Brems- und Regenerationsmodus des Antriebsstrangs gibt. Der neutrale Zustand wird angegeben, wenn kein Drehmoment von dem Getriebe durch den Endantrieb auf die angetriebenen Räder übertragen wird.

**[0059]** Wenn der Ausgang des Spielzustandsschätzers einen positiven Spielzustand oder einen negativen Spielzustand angibt, erfolgt in dem Steuersystem auf der Basis des Spiels keine Aktion.

**[0060]** Wenn der Ausgang des Spielzustandsschätzers einen neutralen Zustand angibt, wird die resultierende Matrix, die die vorstehend erwähnte Differenz zwischen der ersten Matrix der geschätzten Drehzahlen (die  $N_{A\_EST}$ ,  $N_{B\_EST}$ ,  $N_{O\_EST}$ ,  $N_{E\_EST}$ ,  $N_{WHL\_EST}$  umfasst) und der zweiten Matrix der gemessenen Drehzahlen (die  $N_A$ ,  $N_B$ ,  $N_O$ ,  $N_E$ ,  $N_{WHL}$  umfasst) mit einer von mehreren Spielverstärkungsmatrizen multipliziert, um eine Matrix aus geschätzten Zustandskorrekturen für den Spielbetrieb zu bestimmen. Wenn die Matrix von geschätzten Zustandskorrekturen für den Spielbetrieb in dem Endantriebs-Dynamikschätzer **240** verwendet wird, werden die resultierenden Ausgänge des Schätzers **240**, die  $T_{DAMP\_EST}$ ,  $T_{DAMP\_EST}$ ,  $N_{A\_EST}$ ,  $N_{B\_EST}$ ,  $N_{O\_EST}$ ,  $N_{E\_EST}$  und  $N_{WHL\_EST}$  umfassen, als Rückkopplung an die multivariate Motordämpfungssteuerung **220** geliefert. Die multivariate Motordämpfungssteuerung **220** verwendet die Schätzerausgänge, um den tatsächlichen Achsdrehmomentausgang  $T_{AXLE}$  während der Zeit zu dämpfen, in der der neutrale Spielzustand detektiert wird. Somit ist das zu dem Endantrieb übertragene Drehmoment  $T_{AXLE}$  kleiner als das vom Bediener befohlene Drehmoment  $T_{AXLE\_DES}$ , wenn der Spielzustand neutral ist. Wenn der Spielzustand im Anschluss entweder positiv oder negativ wird,

wird die Verwendung der Spielverstärkungsmatrizen unterbrochen, und es wird eine Verstärkungsmatrix ausgewählt, wie es zuvor anhand von [Fig. 4](#) beschrieben wurde.

**[0061]** In [Fig. 6](#) sind beispielhafte Ergebnisse für den Umgang mit Achsdrehmoment während eines Zeitraums gezeigt, wenn ein Potenzial für ein Ruckeln des Endantriebs auftreten kann. Ruckeln des Endantriebs ist als eine Änderungsrate eines Achsdrehmoments während einer Schritt- oder Stufenänderung des gewünschten Achsdrehmoments, etwa infolge von einer Bedienereingabe in die UI **13**, definiert. Derartige Änderungen treten typischerweise während des Anfahrens eines Fahrzeugs und anderen Punkten von Beschleunigung auf. Ruckeln des Endantriebs kann auch aufgrund eines Übergangs im Betriebsmodus von einem der Motoren/Generatoren **56**, **72**, z.B. zwischen einem Drehmoment erzeugenden Modus und einem elektrische Energie erzeugenden Modus, auftreten. Eine typische Grenze des Betrages an Ruckeln, der wegen der Erwartungen eines Bedieners angestrebt wird, umfasst ein Ruckeln mit einer Spitze oder eine Beschleunigung mit einer Spitze von weniger als 1,6 G/s. In diesem Fall wird ein gewünschtes Achsdrehmoment  $T_{AXLE\_DES}$  auf der Basis von Bedienereingaben bestimmt und mit Filterkonstanten eingestellt, die in dem Schema für die gewünschte Dynamik **210** ausgeführt werden. Die Drehmomentbegrenzung wird vorzugsweise bewerkstelligt, indem Dämpfungsdrehmomentwerte für den Motor A und den Motor B  $T_{A\_DAMP}$  und  $T_{B\_DAMP}$  gesteuert werden, die anhand der multivariaten Motordämpfungsregelung oder -regelung **220** berechnet wurden, auf die vorher verwiesen wurde und die vorher beschrieben wurde. Die multivariate Motordämpfungsregelung **220** verwendet die Schätzerausgänge, um den tatsächlichen Achsdrehmomentausgang  $T_{AXLE}$  zu dämpfen. Somit ist das auf den Endantrieb übertragene Drehmoment  $T_{AXLE}$  kleiner als das vom Bediener befohlene Drehmoment  $T_{AXLE\_DES}$ , wenn das gewünschte Achsdrehmoment in Bezug auf Ruckeln begrenzt ist. Auf diese Weise ist das multivariate Regelungsschema verwendbar, um mit der Größe und mit dem Auftreten von Klacken oder Ruckeln des Endantriebs umzugehen und dieses zu unterdrücken.

**[0062]** Eingangsparmeter für den Endantriebs-Dynamikschätzer **240** umfassen Motordrehmomentwerte  $T_A$  und  $T_B$ , Maschinendrehmoment  $T_E$ , Kupplungsdrehmomente  $T_{CL\_N}$  für Kupplungen C1, C2, C3, C4, Bremsdrehmoment  $T_{BRAKE}$ , Nebenaggregatlast  $T_{ACC}$  und Straßenlast  $T_{RL}$  und den Getriebebetriebsmodus. Die mathematischen Modellgleichungen werden auf die vorstehend erwähnten Eingänge angewandt, um geschätzte Ausgangszustandsparameter des Endantriebs, die  $T_{DAMP\_EST}$ ,  $T_{AXLE\_EST}$ ,  $N_{A\_EST}$ ,  $N_{B\_EST}$ ,  $N_{O\_EST}$ ,  $N_{E\_EST}$  und  $N_{WHL}$  umfassen, auf der Basis der Eingangsparmeter dynamisch zu berechnen. Die erste Drehzahlmatrix, die sie geschätzten Drehzahlen umfasst, wird von der zweiten Drehzahlmatrix, die die gemessenen Drehzahlen umfasst, subtrahiert, wie es zuvor beschrieben wurde. Die resultierende Matrix wird mit einer von mehreren Verstärkungsmatrizen multipliziert, um die Matrix der Korrekturen der geschätzten Zustände zu bestimmen. Jede der mehreren Verstärkungsmatrizen umfasst eine Matrix aus skalaren Verstärkungsfaktoren, die vorzugsweise für jeden Getriebebetriebsmodus, d.h. den spezifischen Betriebsmodus und die Zahnradkonfiguration, die oben anhand von Tabelle 1 beschrieben wurde, bestimmt werden. In dieser Ausführungsform werden die Verstärkungsfaktoren offline bestimmt und als Kalibrierungswerte in einem der an Bord befindlichen Controller gespeichert. Es werden vorzugsweise zumindest zwei Sätze von Verstärkungsmatrizen, als Teil der Aktion der Schätzerrückkopplungsverstärkung **232** entwickelt und ausgeführt, wobei ein Satz zur Verwendung dient, wenn der Endantrieb sich in einem neutralen Spielzustand befindet, und ein Satz zur Verwendung dient, wenn der Endantrieb sich in einem Fahrzustand befindet.

**[0063]** Die Matrix der geschätzten Zustandskorrekturen wird als Rückkopplung von dem Endantriebs-Dynamikschätzer **240** bei der Bestimmung der dynamisch berechneten geschätzten Abtriebszustände des Endantriebs, die  $T_{DAMP\_EST}$ ,  $T_{AXLE\_EST}$ ,  $N_{A\_EST}$ ,  $N_{B\_EST}$ ,  $N_{O\_EST}$ ,  $N_{E\_EST}$ ,  $N_{WHL\_EST}$  umfassen, auf der Basis der eingegebenen Parameter verwendet. Wenn die erste Drehzahlmatrix, die die geschätzten Drehzahlen umfasst, gleich der zweiten Drehzahlmatrix ist, die die gemessenen Drehzahlen umfasst, wird festgestellt, dass die Ausgänge des Schätzers, die  $T_{DAMP\_EST}$ ,  $T_{AXLE\_EST}$ ,  $N_{A\_EST}$ ,  $N_{B\_EST}$ ,  $N_{O\_EST}$ ,  $N_{E\_EST}$ ,  $N_{WHL\_EST}$  umfassen, genaue Messungen der tatsächlichen Betriebszustände des Endantriebs sind.

**[0064]** Obwohl diese Ausführungsform derart beschrieben worden ist, dass sie den Ausgang der Elektromotoren steuert, ist zu verstehen, dass alternative Ausführungsformen dieser Erfindung Steuerschemata umfassen können, die betreibbar sind, um den Drehmomentausgang der Brennkraftmaschine sowie der Elektromotoren zu steuern. Es ist ferner zu verstehen, dass einige oder alle geschätzten Werte für Drehmoment und Drehzahl stattdessen direkt mit Sensoren und Erfassungsschemata überwacht werden können.

**[0065]** Die Erfindung ist mit besonderer Bezugnahme auf die bevorzugten Ausführungsformen und Abwandlungen davon beschrieben worden. Weitere Modifikationen und Veränderungen können Anderen beim Lesen und Verstehen der Beschreibung in den Sinn kommen. Es sollen alle derartigen Modifikationen und Abwandlungen eingeschlossen sein, insofern sie in den Schutzzumfang der Erfindung fallen.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Steuern des Bewegungsdrehmoments für einen Endantrieb eines Systems, wobei das System mehrere Drehmoment erzeugende Einrichtungen umfasst, die wirksam mit einem Getriebe verbunden sind, das betreibbar ist, um Bewegungsdrehmoment auf eine Achse des Endantriebs zu übertragen, das umfasst, dass:

ein gewünschtes Achsdrehmoment bestimmt wird;

eine Abtriebsdrehzahl des Getriebes und eine Abtriebsdrehzahl eines angetriebenen Rades des Endantriebs bestimmt werden; und

eine der Drehmoment erzeugenden Einrichtungen auf der Basis einer auf die Zeit bezogenen Änderungsrate des gewünschten Achsdrehmoments gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner umfasst, dass: jede der Drehmoment erzeugenden Einrichtungen auf der Basis einer auf die Zeit bezogenen Änderungsrate des gewünschten Achsdrehmoments gesteuert wird, wenn die Abtriebsdrehzahl des angetriebenen Rades niedriger als ein vorbestimmter Wert ist

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Bestimmen des gewünschten Achsdrehmoments umfasst, dass eine Bedieneringabe an einem Gaspedal überwacht wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Bestimmen des gewünschten Achsdrehmoments umfasst, dass eine Bedieneringabe an einem Bremspedal überwacht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4 wobei das Verfahren ferner umfasst, dass ein Endantriebsdrehmoment während des Anfahrens eines Fahrzeugs gesteuert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Steuern jeder Drehmoment erzeugenden Einrichtung auf der Basis einer auf die Zeit bezogenen Änderungsrate des gewünschten Achsdrehmoments umfasst, dass ein Übergang zwischen einem Drehmoment erzeugenden Modus und einem Elektrizität erzeugenden Modus gesteuert wird, wenn die Drehmoment erzeugende Einrichtung eine elektrische Maschine umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verfahren ferner umfasst, dass das Endantriebsdrehmoment während eines Wechsels eines festen Übersetzungsverhältnisses eines Getriebes des Antriebsstrangs gesteuert wird.

8. Fertigungsgegenstand, der ein Speichermedium mit einem darin codierten Computerprogramm aufweist, um ein Verfahren zum Steuern des Endantriebsdrehmoments in einem Antriebsstrangsystem zu bewirken, das mehrere Drehmoment erzeugende Einrichtungen aufweist, die dazu dienen, Bewegungsdrehmoment auf den Endantrieb zu übertragen, wobei das Verfahren umfasst:

Code, um Abtriebsdrehzahlen eines Antriebsstrangs und eines angetriebenen Rades des Endantriebs zu bestimmen;

Code, um ein gewünschtes Achsdrehmoment zu bestimmen; und

Code, um jede der Drehmoment erzeugenden Einrichtungen auf der Basis einer auf die Zeit bezogenen Änderungsrate des gewünschten Achsdrehmoments zu steuern.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, die ferner Code umfasst, um jede der Drehmoment erzeugenden Einrichtungen auf der Basis einer auf die Zeit bezogenen Änderungsrate des gewünschten Achsdrehmoments zu steuern, wenn die Abtriebsdrehzahl des angetriebenen Rades niedriger als ein vorbestimmter Wert ist

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei Code zum Steuern jeder Drehmoment erzeugenden Einrichtung auf der Basis einer auf die Zeit bezogenen Änderungsrate des gewünschten Achsdrehmoments ferner Code umfasst, um Drehmoment zu steuern, das von jeder Drehmoment erzeugenden Einrichtung ausgegeben wird, wenn die Drehmoment erzeugende Einrichtung als Elektromotor betrieben wird.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Drehmoment erzeugenden Einrichtungen eine erste elektrische Maschine umfassen.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Drehmoment erzeugenden Einrichtungen ferner eine zweite elektrische Maschine umfassen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei Code zum Steuern jeder Drehmoment erzeugenden Einrichtung

auf der Basis einer auf die Zeit bezogenen Änderungsrate des gewünschten Achsdrehmoments Code umfasst, um Drehmoment zu steuern, das von der ersten und zweiten elektrischen Maschine ausgegeben wird.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei die Drehmoment erzeugenden Einrichtungen ferner eine Brennkraftmaschine umfassen.

15. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei Code zum Bestimmen eines gewünschten Achsdrehmoments Code umfasst, um das gewünschte Achsdrehmoment auf der Basis einer Bedieneingabe zu schätzen.

16. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei Code zum Bestimmen von Abtriebsdrehzahlen des Antriebsstrangs und des angetriebenen Rades des Endantriebs Code umfasst, um Abtriebsdrehzahlen des Antriebsstrangs und eines angetriebenen Rades des Endantriebs mit Meßeinrichtungen zu messen.

17. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei Code zum Bestimmen von Abtriebsdrehzahlen des Antriebsstrangs und des angetriebenen Rades des Endantriebs Code umfasst, um Abtriebsdrehzahlen des Antriebsstrangs und des angetriebenen Rades des Endantriebs auf der Basis eines Eingangs von einer Messeinrichtung zu schätzen.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, wobei der Code zum Schätzen von Abtriebsdrehzahlen des Antriebsstrangs und des angetriebenen Rades des Endantriebs auf der Basis von Eingängen einer Messeinrichtung ferner Code umfasst, um ein multivariates Verfahren zum Schätzen von Abtriebsdrehzahlen auszuführen.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen



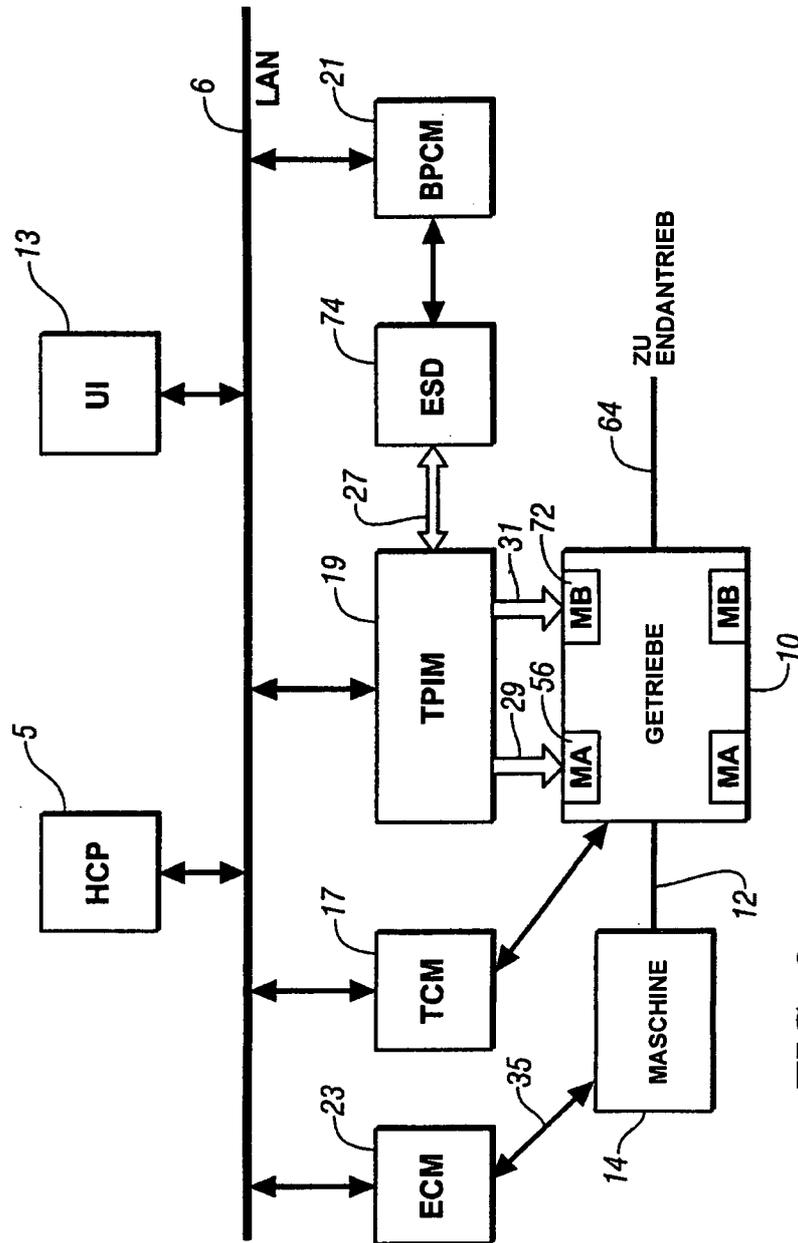


FIG. 2

AHS2 MULTIVARIABLE REGELUNG

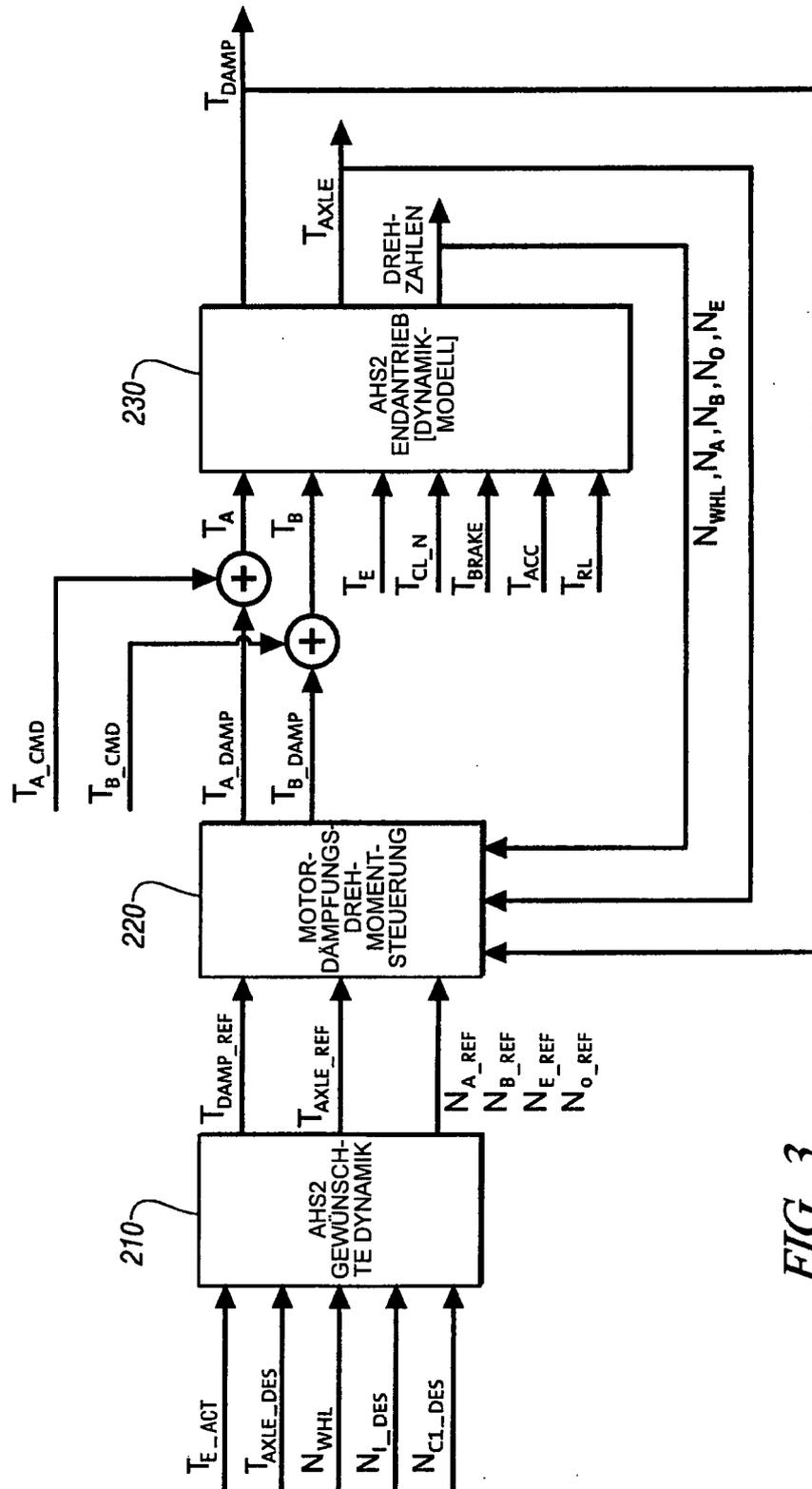


FIG. 3

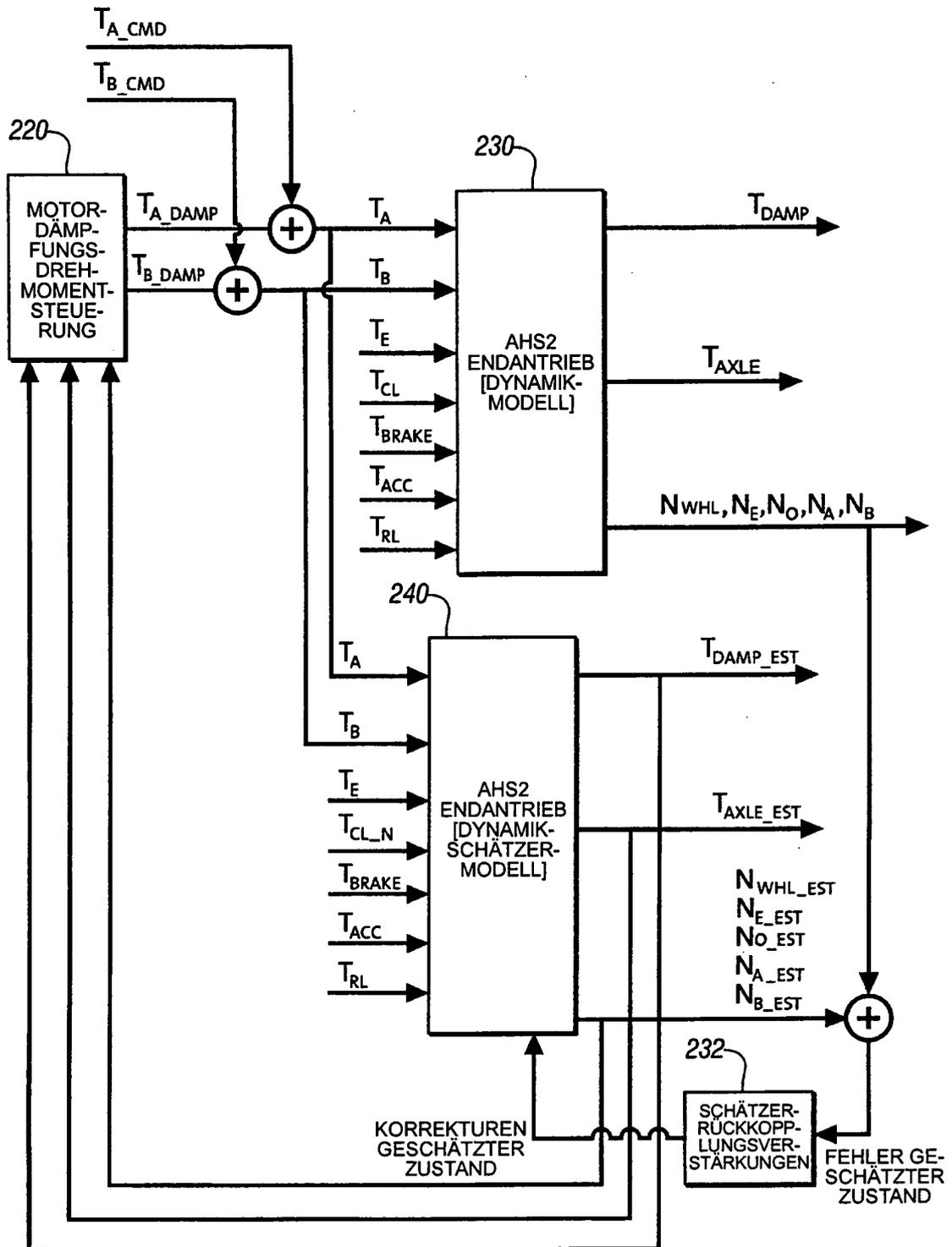


FIG. 4

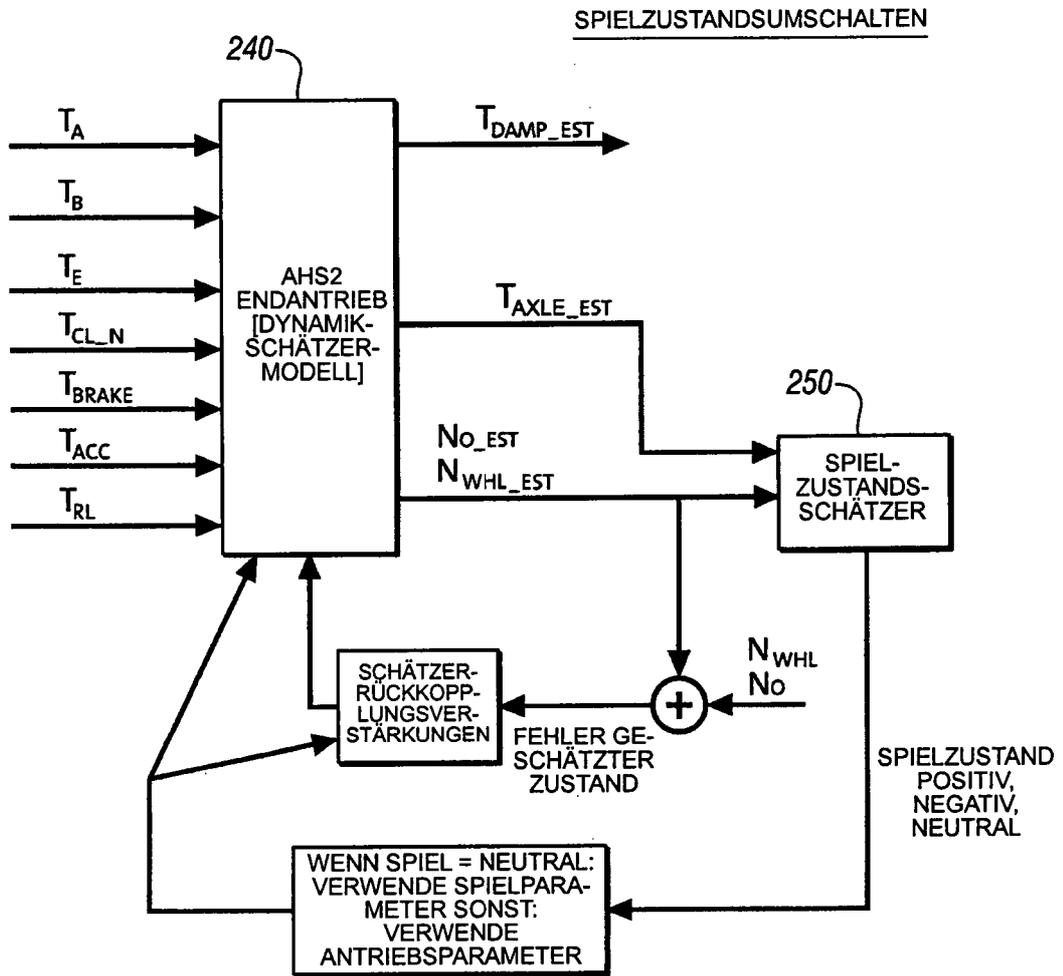


FIG. 5

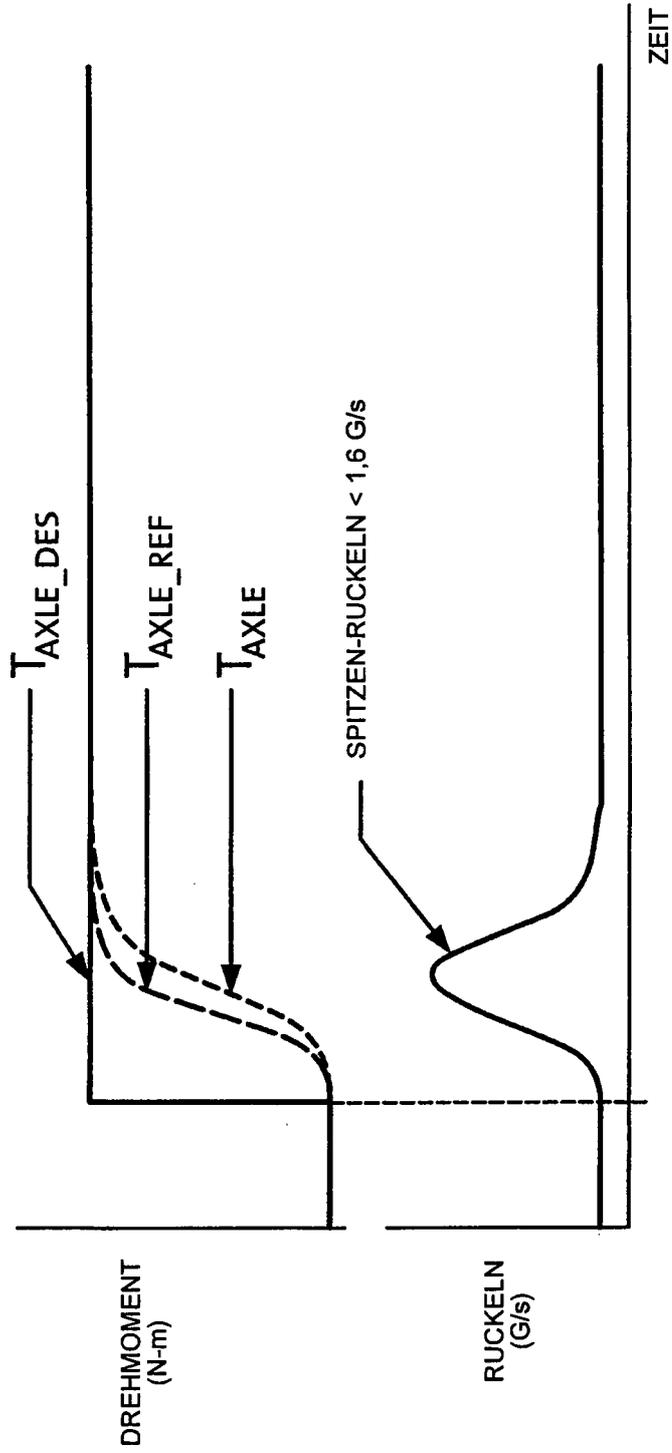


FIG. 6