



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 07 698 T2 2004.10.21**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 070 882 B1**

(51) Int Cl.7: **F16H 61/10**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 07 698.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 114 037.5**

(96) Europäischer Anmeldetag: **05.07.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.01.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **14.01.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.10.2004**

(30) Unionspriorität:

**356567            19.07.1999    US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT**

(73) Patentinhaber:

**Eaton Corp., Cleveland, Ohio, US**

(72) Erfinder:

**Janecke, Daniel Paul, Kalamazoo, Michigan  
49001-4323, US; Boardman, Mark David, Portage,  
Michigan 49024-6650, US**

(74) Vertreter:

**Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen**

(54) Bezeichnung: **Adaptive Steuerungslogik zur Vermeidung von pendelnden Rückschaltungen für ein automatisiertes Getriebe**

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

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Steuerungsverfahren/-system zur Steuerung von Herunterschaltvorgängen in einem wenigstens teilweise automatisierten mechanischen Getriebesystem. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine Steuerung für das Herunterschalten in einem automatisierten mechanischen Fahrzeuggetriebesystem, wobei das System zur Verhinderung eines „Hin- und Herschaltens“ (engl.: „hunting“) nach einem Hochschaltvorgang die Motordrehzahl, bei der ein Herunterschalten angefordert wird, vermindert, bis eine Zeitspanne verstreicht und/oder ein vorbestimmtes Ereignis auftritt, beispielsweise die Motordrehzahl einen vorbestimmten Referenzwert übersteigt.

**[0002]** Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine Steuerlogik, die nach einem Hochschaltvorgang auftretende Betriebsbedingungen hoher Last erfasst, um die Herunterschaltpunkte von den Werten zur Verhinderung eines Hin- und Herschaltens auf ihre normalen Werte zurückzusetzen.

## BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

**[0003]** Voll- und teilweise automatisierte mechanische Getriebesysteme für Fahrzeuge sind aus dem Stand der Technik bekannt, wie aus den US-Patentschriften Nr. 4 361 060, 4 648 290, 4 722 248, 4 850 236, 5 389 053, 5 487 004, 5 435 212 und 5 755 639 ersichtlich.

**[0004]** Steuerungen für automatisierte mechanische Getriebesysteme, insbesondere solche, bei denen ein Schalten durchgeführt wird, während die Hauptkupplung eingerückt bleibt, wobei die Möglichkeit (Durchführbarkeit) einfacher und/oder einzelne Gangstufen überspringender Schaltvorgänge ausgewertet wird, sind aus dem Stand der Technik bekannt, wie aus den US-Patentschriften Nr. 4 576 065, 4 916 979, 5 335 566, 5 425 689, 5 272 939, 5 479 345, 5 533 946, 5 582 069, 5 620 392, 5 489 247, 5 490 063 und 5 509 867 entnehmbar ist.

**[0005]** Eine ein Hin- und Herschalten verhindernde Logik für automatisierte mechanische Getriebesysteme ist aus dem Stand der Technik bekannt. Siehe US-Patentschriften Nr. 4 361 060 und 4 698 763.

**[0006]** Wie aus den vorerwähnten US-Patentschriften Nr. 4 361 060 und 4 698 763 ersichtlich, ist es für den Zweck, ein unerwünscht rasches Herunterschalten nach einem Hochschaltvorgang oder ein unerwünscht rasches Hochschalten nach einem Herunterschaltvorgang (d.h. ein „Hin- und Herschalten“

oder „pendelndes Rückschalten“, „Hunting“) zu verhindern, bekannt, die Schaltpunkte oder Schaltkennlinien nach einem Schaltvorgang anzupassen oder zu modifizieren, in dem die Motordrehzahl für das Hochschalten nach einem Herunterschaltvorgang erhöht und/oder die Motordrehzahl zum Herunterschalten nach einem Hochschaltvorgang erniedrigt wird. Es ist ferner bekannt, dass die Schaltpunkte oder Schaltkennlinien auf ihre normalen Stellungen zurückgesetzt werden sollten, um eine gewünschte Fahrzeugbetriebsweise so schnell wie möglich zu erreichen, nachdem die Wahrscheinlichkeit eines Hin- und Herschaltens auf ein Minimum reduziert worden ist. Gewöhnlich werden die Schaltkennlinien in zwei Stufen zurückgesetzt, wobei eine mit der vergehenden Zeit und die andere mit dem „Übergang“ der Motordrehzahl durch einen Motordrehzahlwert für das Rücksetzen in Beziehung steht (d.h., dass die Motordrehzahl von einem Wert oberhalb der Rücksetz-Motordrehzahl zu einem Wert unterhalb von dieser oder von einem Wert unterhalb zu einem Wert oberhalb der Rücksetz-Motordrehzahl übergeht).

**[0007]** Die (dem US-Patent 5 938 711 entsprechende) europäische Patentanmeldung 0 857 898 A2 offenbart ein automatisiertes mechanisches Getriebesystem, das logische Regeln gegen Hin- und Herschalten sowie eine Logik enthält, die dem Fahrzeugführer ermöglicht, die Versatzwerte der Logik gegen Hin- und Herschalten zu reduzieren oder zu löschen, indem das Fahrpedal nach dem Schalten betätigt wird. Beispielsweise wird nach einem Herunterschaltvorgang, falls die Drossel-/Fahrpedalstellung bis zu einem Referenzwert oder bis unterhalb von diesem erniedrigt wird oder falls sie erniedrigt und anschließend erhöht wird, der normalerweise eingerichtete Hochschaltpunkt dieser Logik minimiert oder gelöscht.

**[0008]** Obwohl die oben erwähnten Steuerungssysteme für Automatikgetriebe sehr wirksam arbeiten, um ein Automatikgetriebe zu steuern, indem sie eine gewünschte Gangstufe auswählen, die eine Optimierung der Wirtschaftlichkeit des Kraftstoffverbrauchs und/oder des Verhaltens des Fahrzeugs im Hinblick auf die erfassten Parameter ergeben soll, und um anschließend einen Schaltvorgang in die ausgewählte Gangstufe anzuweisen, sind solche Steuerungssysteme nicht völlig zufriedenstellend. Insbesondere arbeiten solche Steuerungssysteme insofern nicht völlig zufriedenstellend, als der mit der Motordrehzahl in Beziehung stehende Teil des Rücksetzvorgangs der Schaltkennlinie zum Herunterschalten von einem Hochschaltversatzwert des letzten Schaltvorgangs auf ihre normale Stellungen nicht schnell genug auf eine hohe Fahrpedal-/Drosselstellung ( $\geq 90\%$ ) anspricht, was mit einem Fehlen der Fahrzeugbeschleunigung ( $d/dt(OS) \leq 0$ ) verbunden ist. Dies sind Bedingungen, die für einen Hochschaltvorgang kennzeichnend sind, der gerade dann vorkommt, wenn

das Fahrzeug eine Steigung hochzufahren beginnt. Die (zu dem US-Patent 5 053 963 parallel abhängige) veröffentlichte europäische Patentanmeldung EP 0 469 731 A1 beschreibt ein verbessertes Steuerungssystem und -verfahren für ein automatisiertes mechanisches Getriebesystem, das einen Betriebsmodus mit einem durch den Fahrzeugführer wählbaren Tempomaten aufweist. Wenn die Kraftstoffbelieferung des Motors bei ungefähr 100 der vollständigen Fahrpedal-/Drosselverstellung liegt, der Geschwindigkeitsfehler des Tempomaten einen Geschwindigkeitsfehlerreferenzwert übersteigt und eine zeitliche Ableitung der Ausgangswellendrehzahl geringer ist als ein erster Referenzwert, wobei dieser Referenzwert einen negativen Wert aufweist, dann werden Schaltentscheidungen auf der Grundlage einer Schaltkennlinie für verbessertes Leistungsverhalten, ähnlich den „Kick-Down“-Schaltkennlinien (beim Durchtreten des Fahrpedals), gefällt. Zusätzlich weist das mechanische Getriebesystem eine herkömmliche Logik gegen Hin- und Herschalten, um die Steuerung zu veranlassen, die Schaltkennlinien in Folge eines Schaltvorgangs zu verschieben. Nach einem Hochschaltvorgang wird die Kennlinie zum Herunterschalten in Richtung auf eine niedrigere Motordrehzahl verschoben; und nach einem Herunterschaltvorgang werden die Hochschaltkennlinien in Richtung auf eine höhere Motordrehzahl verschoben, und zwar für ein vorbestimmtes Zeitintervall und/oder bis ein vorbestimmtes Ereignis auftritt.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0009]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wie sie in den Ansprüchen 1 und 2 bzw. 8 und 9 definiert ist, werden die Nachteile des Standes der Technik überwunden oder auf ein Minimum reduziert, indem ein Steuerungssystem, vorzugsweise ein elektronisches Steuerungssystem, für automatisierte Getriebe, beispielsweise automatisierte mechanische Getriebe, geschaffen ist, bei dem die Gangauswahl und Schaltentscheidungen auf der Grundlage gemessener und/oder berechneter Parameter vorgenommen und durchgeführt werden, zu denen die momentane Eingangswellen- oder Motordrehzahl, Fahrpedal-/Drosselverstellung und/oder Ausgangswellendrehzahl oder Fahrzeuggeschwindigkeit gehören, und bei dem das vorbestimmte Programm, durch das Schaltbefehle erzeugt werden, die Schaltkennlinien entsprechend der Richtung des letzten Schaltvorgangs modifiziert und die Schaltkennlinien auf der Grundlage erfasster Fahrpedal-/Drosselverstellung und erfassten Fahrzeugverhaltens nach dem Schaltvorgang, wenigstens teilweise, auf ihre normalen Stellungen zurücksetzt.

**[0010]** Das Voranstehende wird durch die Schaffung eines Getriebesteuerungssystems erreicht, das eine zentrale Verarbeitungseinheit aufweist, die basierend auf der Erfassung oder Berechnung der Motordrehzahl und der Fahrpedal-/Drosselverstellung

Schaltschemen generiert, und bei dem das Schalt-schema, gemäß dem Hochschaltvorgänge angewiesen werden, verändert wird, indem der Motordrehzahlwert, bei dem Hochschaltvorgänge angewiesen werden, in Abhängigkeit von der Auslösung eines Herunterschaltvorgangs durch die Verarbeitungseinheit angehoben und der Motordrehzahlwert, bei dem Herunterschaltvorgänge angewiesen werden, in Abhängigkeit von der Auslösung eines Hochschaltvorgangs durch die Verarbeitungseinheit erniedrigt wird. Die Schalt-schemen werden wenigstens teilweise auf ihre normalen Stellungen zurückgesetzt, wenn die Motordrehzahl in Bezug auf einen Rücksetzwert oder Rücksetzwerte der Motordrehzahl ein vorbestimmtes Verhältnis erreicht.

**[0011]** Nach einem Hochschaltvorgang wird beim Erfassen, dass die Fahrpedal-/Drosselverstellung relativ hoch ist ( $THL > 85\%$ ) und dass das Fahrzeug nicht beschleunigt ( $d/dt(OS) \leq 0$ ), die Herunterschaltkennlinie wenigstens teilweise auf ihre normalen (d.h. nicht in Abhängigkeit von der Richtung des letzten Schaltvorgangs versetzten) Werte zurückgesetzt.

**[0012]** Dementsprechend ist eine verbesserte Rückschaltsteuerung für automatisierte mechanische Getriebe geschaffen, die eine unmittelbar nach einem Hochschaltvorgang stattfindende Bergauffahrt eines Fahrzeugs (d.h. wenn ein Herunterschaltvorgang wahrscheinlich erwünscht ist) erfasst und die ein Hin- und Herschalten verhindernde Logik entsprechend modifiziert.

**[0013]** Diese und andere Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung erschließen sich beim Lesen der folgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0014]** Fig. 1 zeigt in Form eines Blockdiagramms ein automatisiertes mechanisches Getriebesystem, das die Steuerung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet, in einer schematischen Darstellung.

**[0015]** Fig. 2 veranschaulicht in graphischer Form Schaltpunktkennlinien für das Getriebesystem nach Fig. 1 gemäß der vorliegenden Erfindung, in einer schematisierten Darstellung.

**[0016]** Fig. 3A und 3B zeigen schematische Darstellungen der erfindungsgemäßen Steuerung in Form eines Flussdiagramms.

#### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

**[0017]** Ein wenigstens teilweise automatisiertes mechanisches Getriebesystem, das für die Verwendung

in einem Fahrzeug vorgesehen ist, ist auf schematisierte Weise in **Fig. 1** veranschaulicht. Das automatisierte Getriebesystem **10** enthält einen durch Kraftstoffzufuhr gesteuerten/geregelten Motor **12** (wie beispielsweise einen herkömmlich bekannten Dieselmotor oder dergleichen) ein mehrgängiges Schaltgetriebe **14** und eine nicht formschlüssige Kupplung **16** (beispielsweise eine Reibungshauptkupplung), die zwischen dem Motor und der Eingangswelle **18** des Getriebes antriebsmäßig eingefügt ist. Der Motor **12** ist vorzugsweise durch einen Dieselmotor für Schwerlastfahrzeuge gebildet, der eine regelbare maximale Drehzahl von ungefähr 2100 bis 2200 U/min aufweist. Das Getriebe **14** kann von der Verbundbauart sein, die eine Haupttriebegruppe aufweist, die mit einer Hilfsgruppe der Split- und/oder Range-Bauart in Serie verbunden ist. Getriebe dieser Art, insbesondere wie sie bei Schwerlastfahrzeugen Verwendung finden, haben gewöhnlich 6, 7, 9, 10, 12, 13, 16 oder 18 Vorwärtsgänge. Beispiele für derartige Getriebe sind aus den US-Patentschriften Nr. 5 390 561 und 5 737 978 entnehmbar.

**[0018]** Eine Getriebeausgangswelle **20** ragt von dem Getriebe **14** nach außen und ist, gewöhnlich mittels einer Antriebs- oder Gelenkwelle **24**, mit den Fahrzeugantriebsachsen **22** antriebsmäßig verbunden. Die veranschaulichte Haupttreibungskupplung **16** enthält einen Antriebsabschnitt **16A**, der mit der Motorkurbelwelle/dem Schwungrad verbunden ist, sowie einen Abtriebsabschnitt **16B**, der mit der Getriebeeingangswelle **18** verbunden und dazu eingerichtet ist, mit dem antreibenden Abschnitt **16A** reibschlüssig in Eingriff zu kommen. Eine Hochschaltbremse **26** (auch als Eingangswellenbremse oder Trägheitsbremse bezeichnet) kann dazu verwendet werden, um wahlweise die Drehgeschwindigkeit der Eingangswelle **18** für schnellere Hochschaltvorgänge zu verzögern, wie dies allgemein bekannt ist. Eingangswellen- oder Hochschaltbremsen sind aus dem Stand der Technik allgemein bekannt, wie beispielsweise aus den US-Patentschriften Nr. 5 655 407 und 5 713 445 ersichtlich.

**[0019]** Eine auf einem Mikroprozessor basierende Steuereinheit (oder ECU) **28** ist dazu vorgesehen, um Eingangssignale **30** entgegenzunehmen und diese gemäß vorbestimmten logischen Regeln zu verarbeiten, um Ausgangsbefehlssignale **32** an verschiedene Systemaktuatoren und dergleichen auszugeben. Mikroprozessor basierte Controller dieser Art sind allgemein bekannt, und ein Beispiel für diese kann der US-Patentschrift 4 595 986 entnommen werden.

**[0020]** Das System **10** enthält einen Drehzahlsensor **34** zur Erfassung der Drehzahl des Motors und zur Bereitstellung eines hierfür kennzeichnenden Ausgangssignals (ES), einen Drehzahlsensor **36** zur Erfassung der Drehzahl der Eingangswelle **16** und

zur Bereitstellung eines hierfür kennzeichnenden Ausgangssignals (IS) sowie einen Drehzahlsensor **38**, der dazu dient, die Drehzahl der Ausgangswelle **20** zu erfassen und ein hierfür kennzeichnendes Ausgangssignal (OS) zu liefern. Ein Sensor **40** kann dazu vorgesehen sein, um die Einstellung des Fahrpedals oder der Drossel zu erfassen und ein hierfür kennzeichnendes Ausgangssignal (THL) bereitzustellen. Es kann eine Schaltsteuerungskonsole **42** vorgesehen sein, um dem Fahrzeugführer zu ermöglichen, einen Betriebsmodus des Getriebesystems auszuwählen und ein hierfür kennzeichnendes Ausgangssignal ( $GR_T$ ) bereitzustellen.

**[0021]** Bekanntermaßen kann die Drehzahl des Motors bei eingerückter Kupplung aus der Drehzahl der Eingangswelle und/oder der Drehzahl der Ausgangswelle sowie dem eingelegten Getriebeübersetzungsverhältnis bestimmt werden ( $ES = IS = OS \cdot GR$ ).

**[0022]** Das System **10** kann ferner Sensoren **44** und **46** enthalten, um die Betätigung der (auch als Betriebsbremse bezeichneten) Fußbremse des Fahrzeugs bzw. der Motorbremsen zu erfassen und hierfür kennzeichnende Signale FB bzw. EB zur Verfügung zu stellen.

**[0023]** Die Hauptkupplung **16** kann mittels eines Kupplungspedals **48** oder mit Hilfe eines Kupplungsaktuators **50** gesteuert werden, der auf Ausgangsbefehlssignale von der ECU **28** anspricht. Alternativ kann ein auf Ausgangsbefehlssignale ansprechender Aktuator vorgesehen sein, der durch eine Betätigung des manuellen Kupplungspedals umgangen und außer Kraft gesetzt werden kann. In der bevorzugten Ausführungsform ist die Kupplung „manuell“ gesteuert und wird lediglich für den Anfahrvorgang des Fahrzeugs verwendet (siehe US-Patentschriften Nr. 4 850 236, 5 272 939 und 5 425 689). Das Getriebe **14** kann einen Getriebeaktuator **52** enthalten, der auf Ausgangsbefehlssignale von der ECU **28** anspricht und/oder der an ECU **28** Eingangssignale sendet, die seine ausgewählte Stellung kennzeichnen. Derartige Schalteinrichtungen, die häufig nach Art einer sogenannten X-Y-Schaltung ausgeführt sind, sind aus dem Stand der Technik bekannt, wie aus den US-Patentschriften Nr. 5 305 240 und 5 219 391 ersichtlich. Der Aktuator **52** kann die Hauptgruppe und/oder die Hilfsgruppe des Getriebes **14** schalten. Die eingerückten und ausgerückten Zustände der Kupplung **16** können mittels eines Sensors erfasst oder durch Vergleich der die Motor- und Eingangswellendrehzahlen kennzeichnenden Signale ES und IS bestimmt werden.

**[0024]** Die Kraftstoffbelieferung des Motors wird vorzugsweise durch einen elektronischen Motorcontroller **54** gesteuert/geregelt, der Befehlssignale von der ECU **28** entgegennimmt und/oder Eingangssignale an die ECU **28** übermittelt. Der Motorcontroller

**54** kommuniziert vorzugsweise über einen Datenlink DL, der entsprechend einem der allgemein bekannten Industrieprotokollen, beispielsweise SAE J1922, SAE 1939 und/oder ISO 11898, betrieben wird. Die ECU **28** kann in den Motorcontroller **54** integriert sein.

**[0025]** Für automatisiertes Schalten muss die ECU **28** bekanntermaßen bestimmen, wann Hochschaltvorgänge und Herunterschaltvorgänge erforderlich sind und ob ein einfaches Schalten um eine Gangstufe oder ein Gangstufen überspringendes Schalten erwünscht ist (vgl. US-Patentschriften Nr. 4 361 060, 4 576 065, 4 698 763, 4 916 979 und 4 947 331).

**[0026]** **Fig. 2** zeigt eine graphische Darstellung von Schaltpunktkennlinien, die verwendet werden, um zu bestimmen, wann Schaltbefehle von der ECU **28** an die Schaltaktuatoren **52** und/oder andere Systemaktuatoren ausgegeben werden sollten.

**[0027]** Eine der primären Zwecke des Programms oder der logischen Regeln der zentralen Verarbeitungseinheit besteht darin, Schaltschemen oder Schaltpunktkennlinien zu generieren, wie sie in **Fig. 2** graphisch veranschaulicht sind. Die durch die zentrale Verarbeitungseinheit erzeugten Schaltkennlinien bestimmen, ob das Getriebe bei der momentanen eingelegten Gangstufe verbleiben, zu der nächst höheren Gangstufe hochgeschaltet oder zu der nächst niedrigeren Gangstufe heruntergeschaltet werden sollte. In gewissen Situationen können mehrfache Hochschaltvorgänge oder Herunterschaltvorgänge ausgewählt werden. Die Schaltpunktkennlinien werden durch ein vorbestimmtes Programm ermittelt, das sich nach den momentanen oder gespeicherten Informationsdaten richtet, und werden gewöhnlich ausgewählt, um einen Kompromiss zwischen einem Betrieb mit der möglichst kraftstoffsparsamen Gangstufe und einem Betrieb in einem Gang zur Erzielung optimaler Leistungs-/Verhaltenseigenschaften des Fahrzeugs zu erreichen. Die in **Fig. 2** graphisch gezeigten Schaltpunktkennlinien sind in Abhängigkeit von sowohl der Fahrpedal-/Drosselstellung, die als Prozentsatz der maximalen Fahrpedal-/Drosselverstellung angegeben ist, und der Motordrehzahl veranschaulicht. Für die Zwecke, Schaltungsentscheidungen zu treffen, kann die Motordrehzahl direkt erfasst werden oder eine berechnete Motordrehzahl verwendet werden, die sich während eines Schaltübergangs nicht verändert, wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist.

**[0028]** Sowohl die normale Hochschaltkennlinie **60** als auch die normale Herunterschaltkennlinie **62**, die ebenfalls als Schaltpunktkennlinien, Schaltschemen etc. bezeichnet werden, schaffen die Basis zum Schalten des Getriebes in Abhängigkeit von der Drehzahl, die mittels der durch den Fahrer vorgegebenen Fahrpedal-/Drosselstellung gesteuert ist. Die

Fahrpedal-/Drosselstellung ist als Prozentsatz der vollständig verstellten (d.h. „weit geöffneten“) Drossel im Bereich zwischen 0% und 100% veranschaulicht.

**[0029]** Es versteht sich, dass andere erfasste oder berechnete überwachte Geschwindigkeiten, wie beispielsweise die Eingangswellendrehzahl, Ausgangswellendrehzahl, Fahrzeuggeschwindigkeit oder dergleichen, in den in **Fig. 2** veranschaulichten Schaltpunktkennfeldern anstelle der Motordrehzahl eingesetzt werden können.

**[0030]** Kurzgefasst, für Betriebsbedingungen, die innerhalb des durch die Herunterschaltkennlinie **62** und die Hochschaltkennlinie **60** begrenzten Raumes liegen, ist kein Gangwechsel erforderlich. Für Betriebsbedingungen bei oder rechts von der Hochschaltlinie **60** ist ein Hochschalten zu der nächst höheren Gangstufe erforderlich, während bei Betriebsbedingungen innerhalb des Bereiches auf oder links von der Herunterschaltlinie **62** ein Herunterschalten zu der nächst niedrigeren Gangstufe erforderlich ist. Es versteht sich naturgemäß, dass eine einzelne Schaltkennlinie für sämtliche Gangstufen eines Getriebes verwendet werden kann, oder es kann eine gesonderte Schaltkennlinie für jede momentan eingelegte Gangstufe erzeugt werden. Im allgemeinen gilt, dass je größer der Unterschied zwischen den Gängen beim Splitten der Gänge ist, desto größer ist auch der Wunsch nach gesonderten Schaltpunktkennlinien für jede momentan eingelegte Gangstufe.

**[0031]** Es ist einsehbar, dass die Maximierung der wirtschaftlichen Kraftstoffausnutzung und der Fahrzeugleistung oft im Gegensatz zueinander stehen. Die Positionierung der Hochschalt- und Herunterschaltlinien in einem Schaltpunkt-Kennlinienfeld stellt somit einen Versuch dar, einen optimalen Kompromiss zwischen wirtschaftlichem Kraftstoffverbrauch und Leistungsfähigkeit des Fahrzeugs zu erzielen. Da die relative Bedeutung der effizienten Kraftstoffausnutzung und der Fahrzeugleistung unter unterschiedlichen Betriebsbedingungen variiert, wie sie durch die zentrale Verarbeitungseinheit **28**, die sich nach den momentanen und/oder gespeicherten Informationsdaten richtet, entsprechend einem Programm ermittelt werden, sind die Kennlinien für Hochschaltung und Rückschaltung vorzugsweise nicht statisch sondern dynamisch. Dynamisches Verschieben der Schaltkennlinien ist allgemein bekannt und in größerer Einzelheit in dem US-Patent 4 361 060 beschrieben. Gewöhnlich werden die Schaltkennlinien in Abhängigkeit von momentanen und/oder gespeicherten Informationsdaten, wie beispielsweise Richtung der letzten Schaltung, Beschleunigung des Fahrzeugs, Beschleunigung des Motors, Änderungsrate der Fahrpedal-/Drosselstellung, Betätigung der Fahrzeugbremsen oder dergleichen, verschoben.

**[0032]** Falls die Schaltkennlinien **60** und **62** starr wären, würden Hochschaltvorgänge gewöhnlich zu einem Betriebspunkt führen, der auf oder in der Nähe der Herunterschalt-Kennlinie für den nächst höheren Gang angeordnet wäre und umgekehrt, so dass ein Hin- und Herschalten zwischen Gangstufen unvermeidlich wäre. Ein zusätzlicher Trennabstand zwischen den Kennlinien für Hochschaltung und Herunterschaltung ist erwünscht und akzeptabel; ein ausreichender Abstand zum Ausschließen eines Hin- und Herschaltens kann jedoch eine unerwünschte Reduktion der Wirtschaftlichkeit beim Kraftstoffverbrauch zur Folge haben. Um dieses Problem zu überwinden, verschiebt die Steuerung die Schaltkennlinie in Folge eines Schaltvorgangs. Nach einem Hochschalten wird die Kennlinie für Herunterschaltung in Richtung auf niedriger Motordrehzahlen verschoben; nach einem Herunterschalten werden die Hochschaltkennlinien in Richtung auf höhere Motordrehzahlen hin verschoben. Nachdem die Neigung zum Hin- und Herschalten auf ein Minimum abgenommen hat, sollten die Schaltkennlinien auf ihre normalen Stellungen zurückversetzt werden, um so schnell wie möglich eine kraftstoffeffiziente Betriebsweise zu ermöglichen.

**[0033]** Bezugnehmend auf **Fig. 2** ist veranschaulicht, dass nach einem Hochschaltvorgang die Kennlinie für Herunterschaltung nach links bis zu der Linie **64** und anschließend, nach Ablauf eines vorbestimmten Zeitintervalls (von z.B. 2 Sekunden) auf die Linie **66** verschoben wird. Die angepasste Herunterschalt-Kennlinie wird von der Linie **66** auf die Linie **62**, also ihre normale Position, zurückgesetzt, sobald die Motordrehzahl ein vorbestimmtes Verhältnis **68** in Bezug auf einen Rücksetzwert oder einen Satz von Rücksetzwerten erreicht. Eine solche Modifikation der Schaltkennlinien in Abhängigkeit von der Richtung des letzten Schaltvorgangs ist in den vorerwähnten US-Patentschriften Nr. 4 361 060 und 4 698 763 beschrieben.

**[0034]** Die Modifikationen der Schaltkennlinie in Abhängigkeit von der Richtung des letzten Schaltvorgangs können derart betrachtet werden, dass sie eine zeitgebundene Komponente, die durch die Differenz **70** zwischen den Linien **64** und **66** bei einer gegebenen Fahrpedal-/Drosselstellung definiert ist, sowie eine mit dem Antriebsstrangzustand verbundene Komponente aufweisen, die durch die Differenz **72** zwischen den Linien **66** und **62** bei einer gegebenen Fahrpedal-/Drosselstellung definiert ist. Die vorliegende Erfindung betrifft die Aufhebung der mit dem Antriebsstrangzustand in Beziehung stehenden Komponente der von der Richtung des letzten Schaltvorgangs abhängigen Modifikation der Schaltkennlinie (d.h. das Zurücksetzen der Herunterschalt-Kennlinien auf ihre normalen Positionen) ausgehend von den von dem Antriebsstrangzustand abhängigen Komponenten der angepassten Kennlinien **66**. Die

vorliegende Erfindung betrifft nicht die mit der Zeit in Beziehung stehenden Komponenten der Schaltkennlinienmodifikationen, die für die Zwecke der vorliegenden Erfindung als optional angesehen werden oder durch die Rücksetzverfahren gesteuert sein können, die Gegenstand dieser Erfindung sind.

**[0035]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Herunterschalt-Kennlinie aus der von dem Antriebsstrangzustand abhängigen Komponente der angepassten Kennlinie (d.h. von der Linie **66** aus) auf ihre normale Position (d.h. auf die Linie **62**) zurückgesetzt, wenn die Motordrehzahl einen vorbestimmten Wert **68** oder vorbestimmte Werte in Bezug auf einen Rücksetz-Referenzwert oder -Referenzwerte der Motordrehzahl erreicht. Der Rücksetz-Referenzwert **68** der Motordrehzahl wird zum Zeitpunkt des letzten Schaltvorgangs berechnet, um die zuletzt eingelegte Gangstufe, die Motordrehzahl zum Zeitpunkt des letzten Schaltvorgangs und die auf den Schaltvorgang folgende Fahrzeugleistung widerzuspiegeln, wie es erforderlich ist, um die Möglichkeit einer künftigen Schaltung nach Art eines Hin- und Herschaltens zu minimieren.

**[0036]** Wenn nach einem Hochschaltvorgang die Fahrpedal-/Drosselstellung relativ hoch ist (z.B. größer als 85%) und das Fahrzeug nicht beschleunigt ( $d/dt(OS) \leq 0$ ), dann ist es wahrscheinlich, dass das Fahrzeug begonnen hat, eine Steigung hochzufahren. Unter diesen Bedingungen kann ein Herunterschalten erwünscht sein, und dieses würde gemäß der herkömmlichen Logik verhindert werden, da die Motordrehzahl nicht in der Lage ist, den Rücksetzwert **68** zu erreichen.

**[0037]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird bei einer Erfassung, dass die Fahrpedal-/Drosselstellung relativ hoch ist und dass das Fahrzeug nicht beschleunigt, der die Fahrzeugleistung (d.h. den Antriebsstrangzustand) betreffende Versatzwert **72** bis auf null reduziert. Diese Reduktion kann in mehreren Stufen oder vorzugsweise gemäß einer kontinuierlich abfallenden Rampe (mit einer Rate von beispielsweise ungefähr 4 U/min pro 40 Millisekunden) erfolgen.

**[0038]** Bei einem gewöhnlichen Schwerlastfahrzeug, das einen Dieselmotor mit einer Nenndrehzahl von 2100 U/min aufweist, ist **70** gleich ungefähr 100 U/min, während **72** ungefähr 150 U/min beträgt. Der zeitbasierte Versatzwert **70** gegen Hin- und Herschalten wird gewöhnlich 1–3 Sekunden nach einem Hochschaltvorgang unabhängig von der Fahrzeugleistung aufgehoben.

**[0039]** Die Steuerung gemäß der vorliegenden Erfindung ist in Form eines Flussdiagramms in den **Fig. 3A** und **3B** veranschaulicht.

**[0040]** Dementsprechend ist zu ersehen, dass ein

verbessertes Steuerungssystem/-verfahren zur Steuerung von Herunterschaltvorgängen in einem wenigstens teilweise automatisierten mechanischen Getriebesystem in einem Fahrzeug geschaffen ist.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung automatisierter Herunterschaltvorgänge in einem automatisierten mechanischen Fahrzeuggetriebesystem (10) für ein Fahrzeug mit einem durch Kraftstoffzufuhr gesteuerten/geregelten Motor (12), einem mehrgängigen mechanischen Getriebe (14) und einem Controller (28), der dazu dient, Eingangssignale (20), einschließlich eines oder mehrerer Signale, die für die Richtung eines letzten Schaltvorgangs, die Motordrehzahl (ES), die eingelegte Gangstufe (GR) und/oder die Fahrzeuggeschwindigkeit (OS) kennzeichnend sind, entgegen zu nehmen und diese Eingangssignale gemäß logischen Regeln zu verarbeiten, um Ausgangsbefehlssignale (32) an Getriebesystemaktuatoren auszugeben, zu denen ein Getriebeaktuator (52) gehört, der zum Schalten des Getriebes dient, wobei die Steuerung dazu dient, Herunterschaltvorgänge anzuweisen, falls bei der momentanen Fahrpedalstellung das die Motordrehzahl kennzeichnende Signal kleiner ist als ein Referenzwert für das Herunterschalten ( $ES_{\text{Herunterschalten}}$ ) bei der momentanen Fahrpedalstellung, wobei die Steuerung einen ersten Standardwert (62) für den Referenzwert festsetzt und nach einem Hochschaltvorgang wirkt, um zu veranlassen, dass der Referenzwert um wenigstens einen Korrekturwert zur Verhinderung von Hin- und Herschaltvorgängen (72) kleiner ist als der Standardwert, bis die Motordrehzahl gleich einem Rücksetzreferenzwert ist ( $ES = 68$ ), wobei das Verfahren aufweist:

(a) Bestimmung eines Wertes, der für die Fahrpedalstellung (THL) kennzeichnend ist;  
 (b) Bestimmung eines die Fahrzeugbeschleunigung ( $d/dt(OS)$ ) kennzeichnenden Wertes; und  
 (c) für den Fall, dass (i) die Fahrpedalstellung größer ist als ein Fahrpedalstellungsreferenzwert ( $THL > REF_{THL}$ ) und (ii) die Fahrzeugbeschleunigung geringer ist als ein vorbestimmter Beschleunigungswert ( $d/dt(OS) < 0$ ), Veranlassen, dass der Absolutwert des Korrekturwertes zur Verhinderung von Hin- und Herschaltvorgängen über eine Zeitspanne hinweg auf eine kontinuierliche Weise vermindert wird.

2. Verfahren zur Steuerung automatisierter Herunterschaltvorgänge in einem automatisierten mechanischen Fahrzeuggetriebesystem (10) für ein Fahrzeug mit einem durch Kraftstoffbelieferung gesteuerten/geregelten Motor (12), einem mehrgängigen mechanischen Getriebe (14) und einem Controller (28), der dazu dient, Eingangssignale (39), einschließlich eines oder mehrerer Signale, die für die Richtung des letzten Schaltvorgangs, die Motordrehzahl (ES), die eingelegte Gangstufe (GR) und/oder die Fahrzeuggeschwindigkeit (OS) kennzeichnend

sind, entgegen zu nehmen und diese Eingangssignale gemäß logischen Regeln zu verarbeiten, um Ausgangsbefehlssignale (32) an Getriebesystemaktuatoren auszugeben, zu denen ein Getriebeaktuator (52) gehört, der dazu dient, das Getriebe zu schalten, wobei die Steuerung dazu dient, Herunterschaltvorgänge anzuweisen, falls bei der momentanen Fahrpedalstellung das die Motordrehzahl kennzeichnende Signal kleiner ist als ein Referenzwert zum Herunterschalten ( $ES_{\text{Herunterschalten}}$ ) für die momentane Fahrpedalstellung, wobei die Steuerung einen ersten Standardwert (62) für den Referenzwert festsetzt und dazu dient, nach einem Hochschaltvorgang zu veranlassen, dass der Referenzwert um wenigstens einen Korrekturwert zur Verhinderung von Hin- und Herschaltvorgängen (72) kleiner ist als der Standardwert, bis die Motordrehzahl gleich einem Rücksetzreferenzwert ist ( $ES = 68$ ), wobei das Verfahren aufweist:

(a) Bestimmung eines die Fahrpedalstellung (THL) kennzeichnenden Wertes;  
 (b) Bestimmung eines die Fahrzeugbeschleunigung ( $d/dt(OS)$ ) kennzeichnenden Wertes; und  
 (c) für den Fall, dass (i) die Fahrpedalstellung größer ist als ein Fahrpedalstellungsreferenzwert ( $THL > REF_{THL}$ ) und (ii) die Fahrzeugbeschleunigung unterhalb eines vorbestimmten Beschleunigungswertes liegt ( $d/dt(OS) < 0$ ), Veranlassen, dass der Absolutwert des Korrekturwertes zur Verhinderung von Hin- und Herschaltvorgängen über eine Zeitspanne hinweg in Schritten vermindert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei in Schritt (c) der Wert des Korrekturwertes zur Verhinderung von Hin- und Herschaltvorgängen auf einen Wert von Null reduziert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Zeitspanne ungefähr 1–3 Sekunden dauert.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Korrekturwert zur Verhinderung von Hin- und Herschaltvorgängen bei einem Dieselmotor mit einer Nenndrehzahl von ungefähr 2100 U/min ungefähr 100–200 U/min beträgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Fahrpedalstellungsreferenzwert ungefähr 85% der vollständigen Fahrpedalverstellung beträgt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der vorbestimmte Beschleunigungswert ungefähr gleich null ist.

8. Steuerungssystem zur Steuerung automatisierter Herunterschaltvorgänge in einem automatisierten mechanischen Fahrzeuggetriebesystem (10) für ein Fahrzeug mit einem durch Kraftstoffzufuhr gesteuerten/geregelten Motor (12), einem mehrgängi-

gen mechanischen Getriebe (14) und einem Controller (28), der dazu dient, Eingangssignale (30), einschließlich eines oder mehrerer Signale, die für die Richtung des letzten Schaltvorgangs, die Motordrehzahl (ES), die eingelegte Gangstufe (GR) und/oder Fahrzeuggeschwindigkeit (OS) kennzeichnend sind, entgegen zu nehmen und diese Eingangssignale gemäß logischen Regeln zu verarbeiten, um Ausgangsbefehlssignale (32) an Getriebesystemaktuatoren auszugeben, zu denen ein Getriebeaktor (52) gehört, der dazu dient, das Getriebe zu schalten, wobei die Steuerung dazu dient, Herunterschaltvorgänge anzuweisen, falls bei der momentanen Fahrpedalstellung das die Motordrehzahl kennzeichnende Signal kleiner ist als ein Referenzwert zum Herunterschalten ( $ES_{\text{Herunterschalten}}$ ) für die momentane Fahrpedalstellung, wobei die Steuerung einen ersten Standardwert für den Referenzwert festsetzt und nach einem Hochschaltvorgang wirksam ist, um zu veranlassen, dass der Referenzwert um wenigstens einen Korrekturwert zur Verhinderung von Hin- und Herschaltvorgängen (72) kleiner ist als der Standardwert, bis die Motordrehzahl gleich einem Rücksetzreferenzwert ist ( $ES = 68$ ), wobei das Steuerungssystem logische Regeln aufweist:

(a) zur Bestimmung eines die Fahrpedalstellung (THL) kennzeichnenden Wertes;  
 (b) zur Bestimmung eines die Fahrzeugbeschleunigung ( $d/dt(OS)$ ) kennzeichnenden Wertes; und  
 (c) falls (i) die Fahrpedalstellung größer ist als ein Fahrpedalstellungsreferenzwert ( $THL > REF_{THL}$ ) und (ii) die Fahrzeugbeschleunigung unterhalb eines vorbestimmten Beschleunigungswertes liegt ( $d/dt(OS) < 0$ ), zum Veranlassen, dass der Absolutwert des Korrekturwertes zur Verhinderung von Hin- und Herschaltvorgängen über eine Zeitspanne hinweg auf eine kontinuierliche Weise vermindert wird.

9. Steuerungssystem zur Steuerung automatisierter Herunterschaltvorgänge in einem automatisierten mechanischen Fahrzeuggetriebesystem (10) für ein Fahrzeug mit einem durch Kraftstoffzufuhr gesteuerten/geregelten Motor (12), einem mehrgängigen mechanischen Getriebe (14) und einem Controller (28), der dazu dient, Eingangssignale (30), einschließlich eines oder mehrerer Signale, die für die Richtung des letzten Schaltvorgangs, die Motordrehzahl (ES), die eingelegte Gangstufe (GR) und/oder die Fahrzeuggeschwindigkeit (OS) kennzeichnend sind, entgegen zu nehmen und diese Eingangssignale gemäß logischen Regeln zu verarbeiten, um Ausgangsbefehlssignale (32) an Getriebesystemaktuatoren auszugeben, zu denen ein Getriebeaktor (52) gehört, der zum Schalten des Getriebes dient, wobei die Steuerung dazu dient, Herunterschaltvorgänge anzuweisen, falls bei der momentanen Fahrpedalstellung das die Motordrehzahl kennzeichnende Signal kleiner ist als ein Referenzwert zum Herunterschalten ( $ES_{\text{Downshift}}$ ) für die momentane Fahrpedalstellung, wobei die Steuerung einen ersten Standard-

wert (62) für den Referenzwert festsetzt und nach einem Hochschaltvorgang wirksam ist, um zu veranlassen, dass der Referenzwert um wenigstens einen Korrekturwert zur Verhinderung von Hin- und Herschaltvorgängen (72) kleiner ist als der Standardwert, bis die Motordrehzahl gleich einem Rücksetzreferenzwert ist ( $ES = 68$ ), wobei das Steuerungssystem logische Regeln aufweist:

(a) zur Bestimmung eines die Fahrpedalstellung (THL) kennzeichnenden Wertes;  
 (b) zur Bestimmung eines die Fahrzeugbeschleunigung ( $d/dt(OS)$ ) kennzeichnenden Wertes; und  
 (c) für den Fall, dass (i) die Fahrpedalstellung größer ist als ein Fahrpedalstellungsreferenzwert ( $THL > REF_{THL}$ ) und (ii) die Fahrzeugbeschleunigung geringer ist als ein vorbestimmter Beschleunigungswert ( $d/dt(OS) < 0$ ), zum Veranlassen, dass der Absolutwert des Korrekturwertes zur Verhinderung von Hin- und Herschaltvorgängen über eine Zeitspanne hinweg schrittweise vermindert wird.

10. System nach Anspruch 8 oder 9, wobei in Schritt (c) der Wert des Korrekturwertes zur Verhinderung von Hin- und Herschaltvorgängen auf einen Wert von 0 reduziert wird.

11. System nach Anspruch 8, wobei die Zeitspanne ungefähr 1–3 Sekunden beträgt.

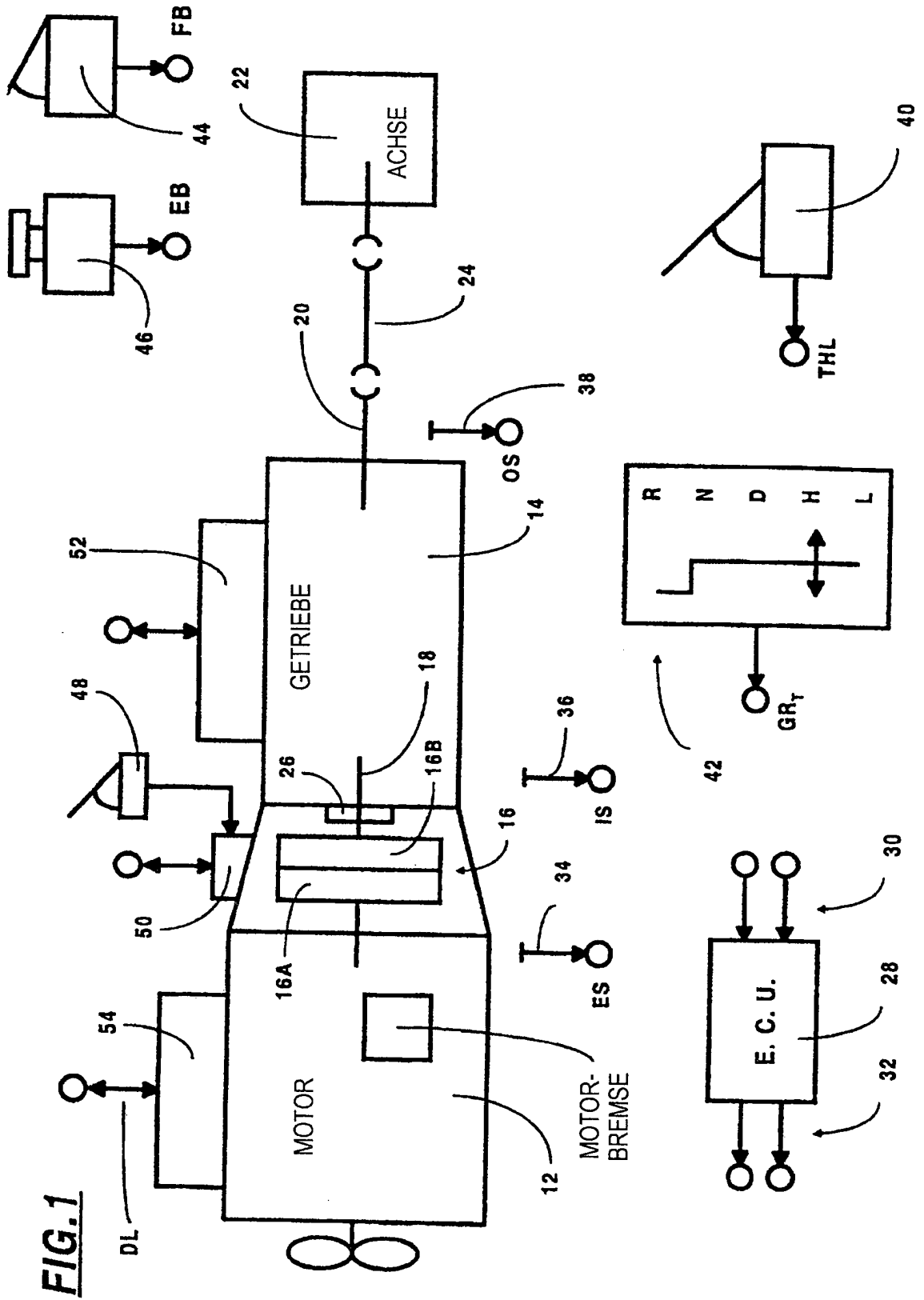
12. System nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei der Korrekturwert zur Verhinderung von Hin- und Herschaltvorgängen (72) für einen Dieselmotor mit einer Nenndrehzahl von ungefähr 2100 U/min ca. 100–200 U/min beträgt.

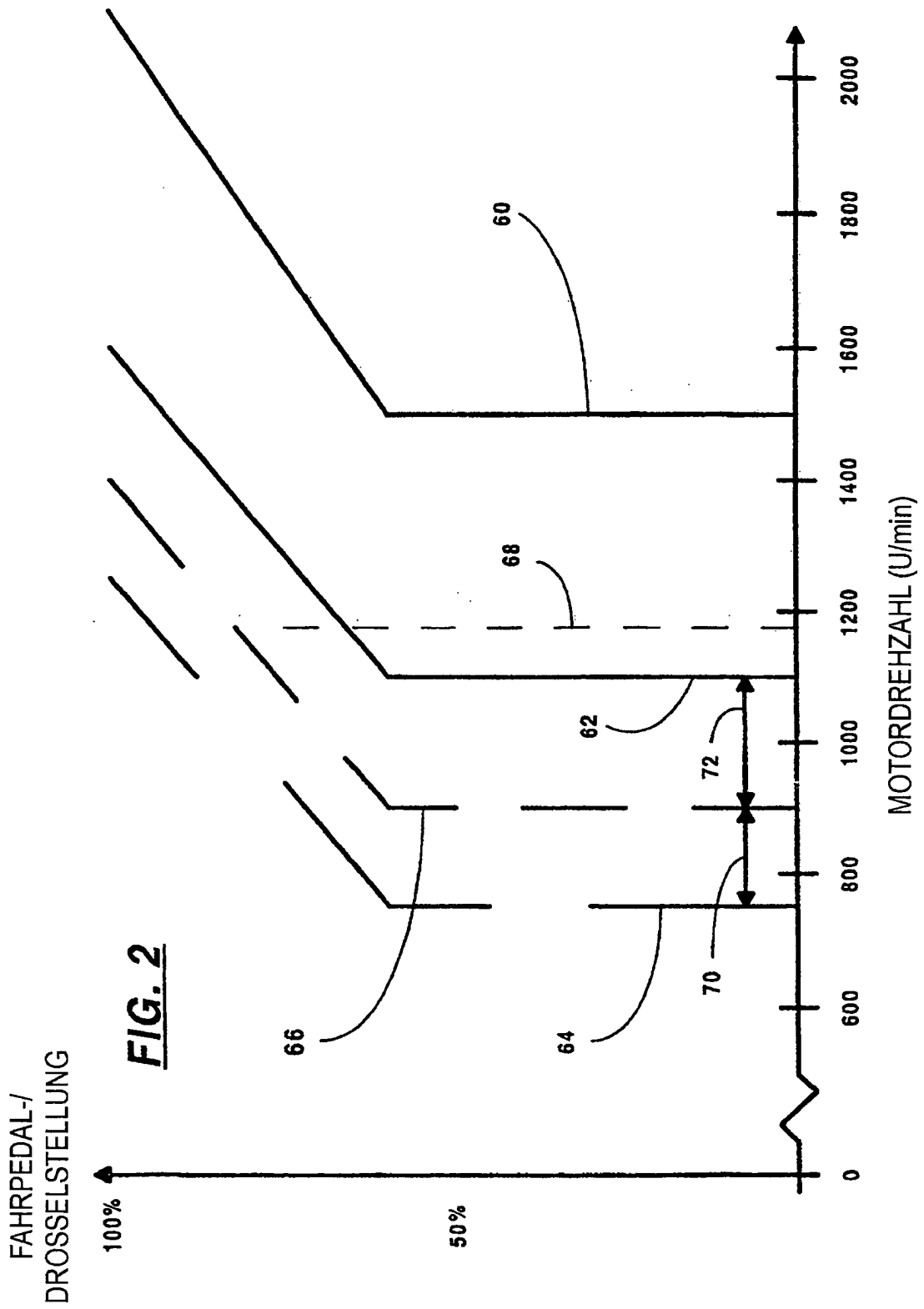
13. System nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei der Fahrpedalstellungsreferenzwert ungefähr 85% des vollständigen Fahrpedalstellwegs beträgt.

14. System nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei der vorbestimmte Beschleunigungswert ungefähr gleich null ist.

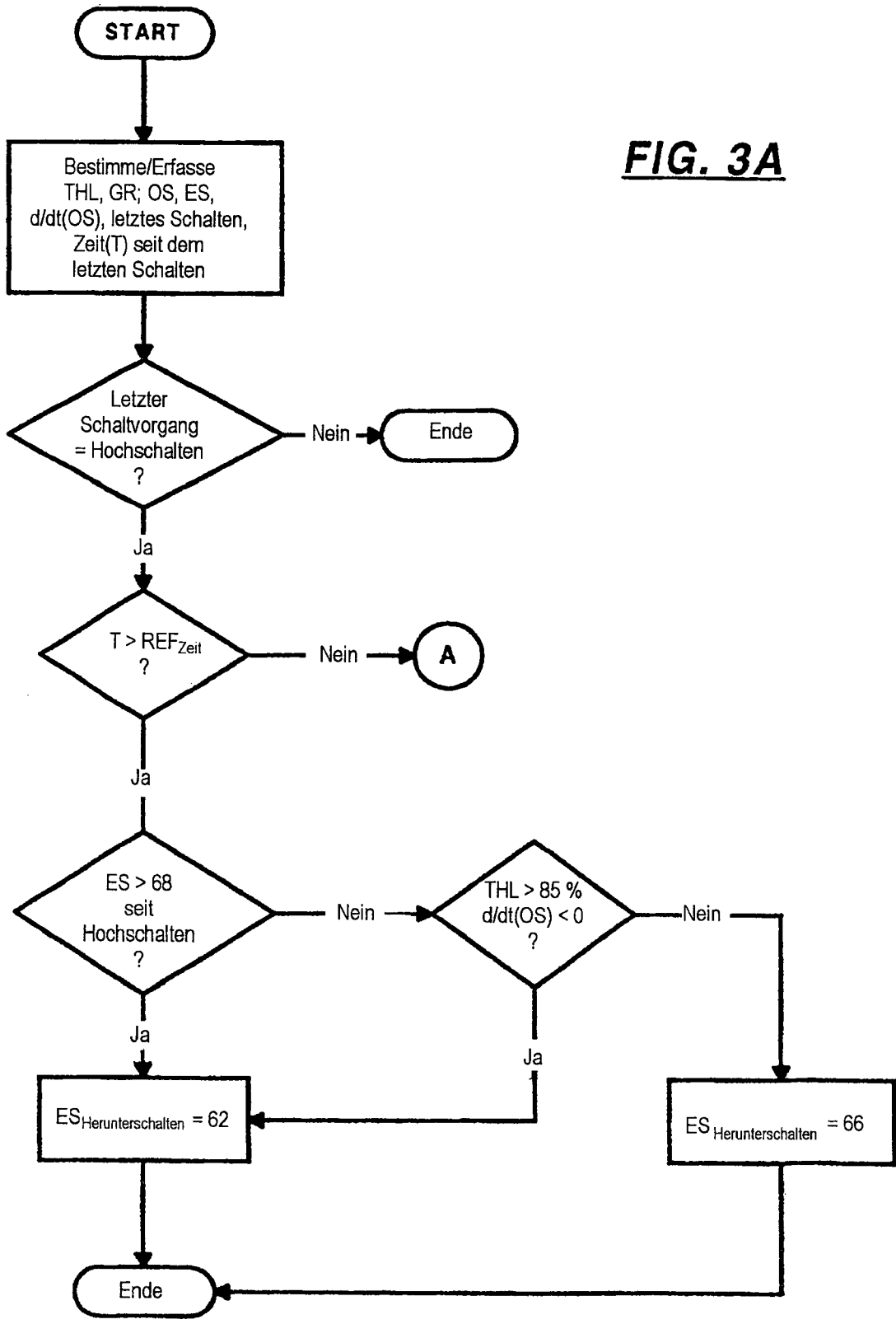
Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

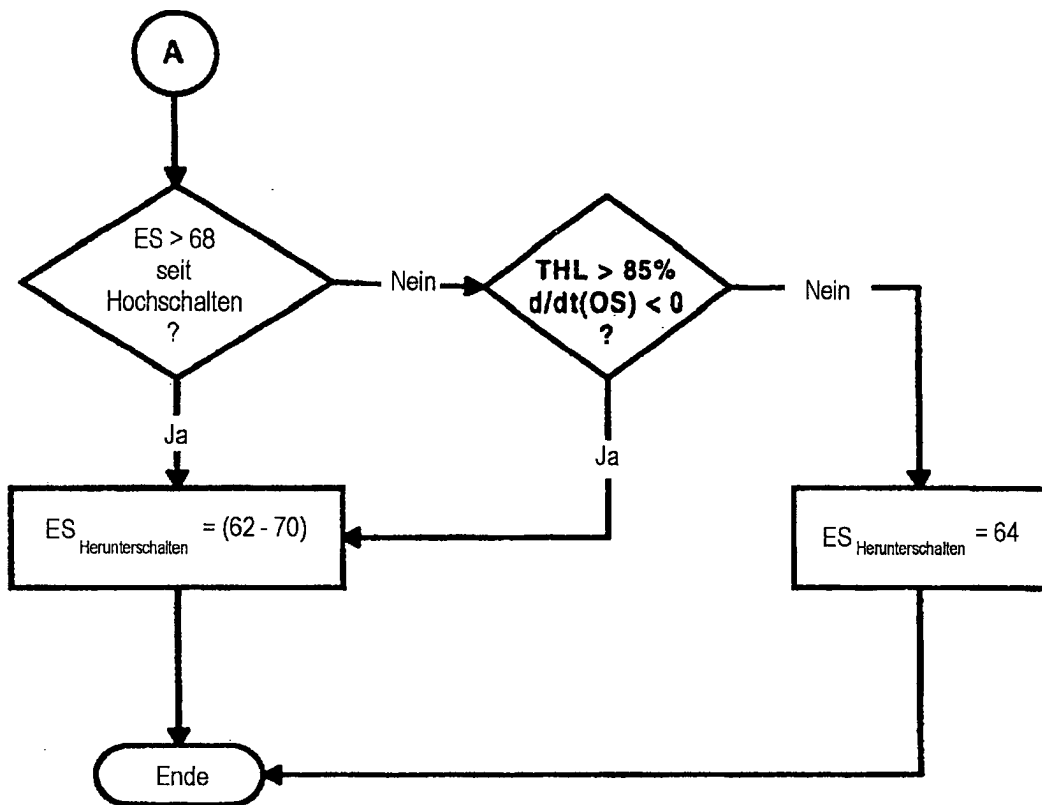
Anhängende Zeichnungen





**FIG. 3A**





**FIG. 3B**