



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 06 430 T2 2004.08.26**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 020 663 B1**

(51) Int Cl.⁷: **F16H 61/02**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 06 430.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 100 140.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **07.01.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.07.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **12.11.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.08.2004**

(30) Unionspriorität:

232252 14.01.1999 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB, IT, SE

(73) Patentinhaber:

Eaton Corp., Cleveland, Ohio, US

(72) Erfinder:

**Genise, Thomas Alan, Dearborn, Michigan
48128-1585, US; Janecke, Daniel Paul, Kalamazoo,
Michigan 49001-4323, US; Amsallen, Marcel,
Falling Waters, West Virginia 25419-9733, US**

(74) Vertreter:

Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Steuerung des Hochschaltvorganges eines automatisierten Getriebes**

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 der Erfindung:****Gebiet der Erfindung:**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Steuerungsverfahren/-system zum Steuern des Heraufschaltens in einem wenigstens teilweise automatisierten, mechanischen Getriebesystem gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 12 und wie aus der US-Patentschrift Nr. 5,272,939 bekannt. Im Einzelnen bezieht sich die vorliegende Erfindung auf die Steuerung des Hochschaltens in einem automatisierten, mechanischen Kraftfahrzeuggetriebesystem, bei dem das System Bedingungen erfasst, die für einen Hochschaltvorgang aus der gegenwärtig eingelegten Gangstufe (GR) kennzeichnend sind und aufeinanderfolgend die Zweckmäßigkeit von Skip-Hochschaltvorgängen (Sprung-Hochschaltvorgängen) und danach Einzel-Hochschaltvorgängen abschätzt und Hochschaltvorgänge anordnet, die als zweckentsprechend angesehen werden.

Beschreibung des Standes der Technik:

[0002] Ganz oder teilweise automatisierte mechanische Getriebesysteme für Kraftfahrzeuganwendungen 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 zu entnehmen ist. Die Verwendung von Motorbremsen (auch bekannt als Kompressionsbremsen, Auspuffbremsen oder Jakebremsen) und Getriebesteuerungen, die diese benutzen, sind aus dem Stand der Technik bekannt, wie den US-Patentschriften Nr. 5,409,432 und 5,425,689 zu entnehmen ist.

[0003] Steuerungen für automatisierte mechanische Getriebesysteme, insbesondere bei denen das Schalten durchgeführt wird, während die Hauptkupplung eingekuppelt gehalten wird, und bei denen die Durchführbarkeit von Einzel- und/oder Skip-Schaltvorgängen abgeschätzt wird, sind aus dem Stand der Technik bekannt, wie 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 zu entnehmen ist.

Zusammenfassung der Erfindung:

[0004] Die Steuerung der vorliegenden Erfindung schafft eine Steuerung für ein automatisiertes, mechanisches Kraftfahrzeuggetriebesystem, die Bedingungen erfasst, die für ein Hochschalten aus der gegenwärtig eingelegten Gangstufe kennzeichnend sind, und schätzt, in dieser Reihenfolge, die Zweckmäßigkeit von großen Skip-Hochschaltvorgängen, danach von einfachen Skip-Hochschaltvorgängen

und danach von Einzel-Hochschaltvorgängen ab und ordnet dann einen Hochschaltvorgang in die erste Zielgangstufe an, der unter den gegenwärtigen Fahrzeugbetriebsbedingungen als zweckentsprechend angesehen wird.

[0005] Das vorher Gesagte wird in einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt, indem (i) eine maximal akzeptable Schaltzeit zum Abschließen von Hochschaltvorgängen und (ii) Durchführbarkeitsregeln für Hochschaltvorgänge festgelegt werden, um zu bestimmen, ob ein vorgeschlagener Hochschaltvorgang unter den gegenwärtigen Fahrzeugbetriebsbedingungen durchführbar ist. Die Durchführbarkeitsregeln für Hochschaltvorgänge umfassen einen zweiteiligen Test,

(a) kann der Hochschaltvorgang oberhalb einer minimalen Motordrehzahl abgeschlossen werden? Und

(b) wenn er abgeschlossen ist, wird der Motor in der Zielgangstufe ein ausreichendes Drehmoment an den Antriebsrädern liefern, um wenigstens eine minimale Fahrzeugbeschleunigung zu ermöglichen?

[0006] Große Skip-Hochschaltvorgänge (z. B. Hochschaltvorgänge von GR nach GR + 3) und danach einfache Skip-Hochschaltvorgänge (z. B. Hochschaltvorgänge nach GR + 2) werden untersucht um zu bestimmen, ob (i) sie innerhalb der maximal akzeptablen Schaltzeit abgeschlossen werden können und (ii) ob sie durchführbar sind. Wenn ein untersuchter Skip-Schaltvorgang beide Bedingungen erfüllt, ist er zweckentsprechend und wird angeordnet. Wenn ein Skip-Schaltvorgang nicht zweckmäßig ist, wird ein Einzel-Hochschaltvorgang (z. B. Hochschaltvorgänge nach GR + 1) (nur) auf seine Durchführbarkeit geprüft und angeordnet, falls er durchführbar ist. [0007] Dementsprechend wird eine verbesserte Hochschaltsteuerung für automatisierte, mechanische Getriebe geschaffen, die zweckmäßige Skip- und danach Einzel-Hochschaltvorgänge automatisch abschätzt und anordnet.

[0008] Diese und andere Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung erschließen sich beim Lesen der folgenden Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen:

[0009] **Fig. 1** ist eine schematische Veranschaulichung eines automatisierten, mechanischen Getriebesystems, das die Steuerung der vorliegenden Erfindung verwendet, in Form eines Blockdiagramms.

[0010] **Fig. 2** ist eine schematische Veranschaulichung in grafischer Form, die Schaltprofile für das Getriebesystem aus **Fig. 1** gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0011] **Fig. 3a** und **3b** sind schematische Darstel-

lungen der Steuerung der vorliegenden Erfindung in Form eines Flussdiagramms.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform:

[0012] Ein wenigstens teilweise automatisiertes, mechanisches Getriebesystem, das für eine Anwendung in einem Kraftfahrzeug vorgesehen ist, ist in **Fig. 1** schematisch dargestellt. Das automatisierte Getriebesystem **10** umfasst einen durch Kraftstoffzufuhr gesteuerten Motor **12** (wie einen bekannten Dieselmotor o. ä.) ein Mehrgangschaltgetriebe **14** und eine nicht formschlüssige Kupplung **16** (wie eine Reibungshauptkupplung), die im Antrieb zwischen dem Motor und der Eingangswelle **18** des Getriebes angeordnet ist. Das Getriebe **14** kann vom Verbundtyp sein, der eine Hauptgetriebegruppe aufweist, die in Reihe mit einer Hilfsgetriebegruppe vom Splitter- und/oder Rangetyp verbunden ist. Getriebe dieses Typs, wie sie besonders in Schwerlastfahrzeugen verwendet werden, haben typischerweise 9, 10, 12, 13, 16 oder 18 Vorwärtsgänge. Beispiele für solche Getriebe sind aus den US-Patentschriften Nr. 5,390,561 und 5,737,978 ersichtlich.

[0013] Die Getriebeausgangswelle **20** ragt aus dem Getriebe **14** vor und ist antriebsmäßig mit den Fahrzeugantriebsachsen **20** verbunden, gewöhnlich mit Hilfe einer Gelenkwelle **24**. Die dargestellte Reibungshauptkupplung **16** umfasst einen antreibenden Abschnitt **16A**, der mit der Motorkurbelwelle/Schwungrad verbunden ist, und einen angetriebenen Abschnitt **16B**, der mit der Getriebeeingangswelle **18** gekuppelt und dazu eingerichtet ist, den antreibenden Abschnitt **16A** reibend zu kuppeln. Eine Hochschaltbremse **26** (auch als Eingangswellenbremse oder Trägheitsbremse bekannt) kann benutzt werden, um die Drehzahl der Eingangswelle **18** für schnelleres Hochschalten wahlweise zu verringern, wie dies bekannt ist. Eingangswellen- oder Hochschaltbremsen sind aus dem Stand der Technik bekannt, wie den US-Patentschriften Nr. 5,655,407 und 5,713,445 zu entnehmen ist.

[0014] Eine mikroprozessorgestützte elektronische Steuereinheit (oder ECU) **28** ist vorgesehen, um Eingangssignale **30** aufzunehmen und dieselben gemäß vorbestimmten logischen Regeln zu verarbeiten, um Ausgangssignale (**32**) an verschiedene Systemaktuatoren und ähnliches zu liefern. Mikroprozessorgestützte Steuerungen dieses Typs sind wohl bekannt, und ein Beispiel dafür ist aus der US-Patentschrift Nr. 4,595,986 ersichtlich.

[0015] Das System **10** umfasst einen Drehzahlsensor **34** zum Erfassen der Motordrehzahl und Bereitstellen eines dafür kennzeichnenden Ausgangssignals (ES), einen Drehzahlsensor **36** zum Erfassen der Drehzahl der Eingangswelle **16** und Bereitstellen eines dafür kennzeichnenden Ausgangssignals (IS) und einen Drehzahlsensor **38** zum Erfassen der Drehzahl der Ausgangswelle **20** und Bereitstellen eines dafür kennzeichnenden Ausgangssignals (OS).

Ein Sensor **40** kann vorgesehen sein, um die Auslenkung des Gaspedals zu erfassen und ein dafür kennzeichnendes Ausgangssignal (THL) bereitzustellen. Eine Schaltkonsole **42** kann vorgesehen sein, um es dem Fahrer zu ermöglichen, einen Betriebsmodus des Getriebesystems zu wählen und um ein dafür kennzeichnendes Ausgangssignal (GR_T) bereit zu stellen.

[0016] Wenn die Kupplung eingekuppelt ist, kann die Drehzahl des Motors bekanntlich aus der Drehzahl der Eingangswelle und/oder der Drehzahl der Ausgangswelle und dem eingelegten Getriebeübersetzungsverhältnis ($ES = IS = OS \cdot GR$) bestimmt werden.

[0017] Alternativ kann bei Systemen, bei denen wenigstens ein Teil des Schaltens durch einen manuellen Schalthebel **43** gesteuert wird, ein Sensor zum Bereitstellen eines Eingangssignals (SL) vorgesehen sein, das für die Position des Schalthebels kennzeichnend ist. Systeme dieses Typs umfassen Systeme, die eine manuell geschaltete Hauptgetriebegruppe und eine automatisierte Splittergruppe aufweisen. Sensoren dieses Grundtyps sind aus der US-Patentschrift Nr. 5,743,143 ersichtlich.

[0018] Das System **10** kann auch Sensoren **44** bzw. **46** zum Erfassen der Betätigung der Fahrzeugfußbremse (auch als Betriebsbremse bezeichnet) bzw. der Motorbremsen und zum Bereitstellen den Signalen FB bzw. EB aufweisen, die dafür kennzeichnend sind.

[0019] Die Hauptkupplung **16** kann durch ein Kupplungspedal **48** oder einen Kupplungsaktuator **50** gesteuert werden, der auf Ausgangssignale von der ECU **28** anspricht. Alternativ kann ein Aktuator vorgesehen sein, der auf Steuerungsausgangssignale anspricht, die durch Betätigung des manuellen Kupplungspedals unterdrückt werden können. In der bevorzugten Ausführungsform wird die Kupplung manuell gesteuert und nur benutzt, um das Fahrzeug in Bewegung zu setzen (siehe US-Patentschriften Nr. 4,850,236; 5,272,939 und 5,425,689). Das Getriebe **14** kann einen Getriebeaktuator **52** umfassen, der auf die Ausgangssignale von der ECU **28** anspricht und/oder der Eingangssignale, die für die gewählte Position kennzeichnend sind, zu der ECU **28** sendet. Schaltmechanismen dieses Typs, oft vom sogenannten X-Y-Schalttyp, sind aus dem Stand der Technik bekannt, wie den US-Patentschriften Nr. 5,305,240 und 5,219,391 zu entnehmen ist. Der Aktuator **52** kann die Haupt- und/oder Hilfsgruppe des Getriebes **14** schalten. Der eingekuppelte und ausgekuppelte Zustand der Kupplung **16** kann durch einen Stellungssensor (nicht dargestellt) erfasst oder durch Vergleichen der Drehzahlen des Motors (ES) und der Eingangswelle (IS) bestimmt werden.

[0020] Die Kraftstoffversorgung des Motors wird vorzugsweise durch einen elektronischen Motorregler **54** gesteuert, der Befehlssignale von der ECU **28** annimmt und/oder Eingangssignale an sie liefert. Vorzugsweise kommuniziert der Motorregler **54** mit

einem industriellen Standard-Datenlink DL, das bekannten industriellen Protokollen wie SAE J1922, SAE 1939 und/oder ISO 11898 entspricht. Die ECU **28** kann in dem Motorregler **54** enthalten sein.

[0021] Wie für automatisiertes Schalten bekannt ist, muss die ECU **28** bestimmen wann Hochschaltvorgänge und Herunterschaltvorgänge erforderlich sind und ob ein Einzel- oder Skip-Schaltvorgang zweckmäßig ist (siehe US-Patentschriften Nr. 4,361,060; 4,576,065; 4,916,979 und 4,947,331).

[0022] **Fig. 2** ist eine graphische Darstellung von Schaltpunktprofilen, die benutzt werden, um zu bestimmen, wann Schaltbefehle von der ECU **28** zum Schaltaktuator **52** ausgegeben werden sollen. Die durchgezogene Linie **60** ist das Standard-Hochschaltprofil, während die durchgezogene Linie **62** das Standard-überunterschaltprofil ist. Bekanntlich soll ein Hochschaltvorgang des Getriebes **14** befohlen werden, wenn das Fahrzeug rechts von dem Hochschaltprofil **60** betrieben wird, während ein Herunterschaltvorgang befohlen werden soll, wenn das Fahrzeug links von dem Herunterschaltprofil **62** betrieben wird. Wenn das Fahrzeug zwischen den Profilen **60** und **62** betrieben wird, ist kein Schaltvorgang des Getriebes erforderlich. Das Schaltprofil **60** ist eine graphische Darstellung der Motordrehzahlen, bei denen Hochschaltvorgänge aus einer gegenwärtig eingelegten Gangstufe (GR) für unterschiedliche Grade der Gaspedalauslenkung (z. B. Anforderung) erforderlich sind ($ES_{U/S}$). Gemäß der Steuerung einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine Abfolge begonnen, um, falls vorhanden, die wünschenswerte Hochschalt-Zielgangstufe ($GR_{TAR-GET}$) zu bestimmen, wenn ein Hochschaltvorgang aus der gegenwärtig eingelegten Gangstufe (GR) erforderlich ist (z. B. wenn bei der gegenwärtigen Gaspedalauslenkung die Motordrehzahl (ES) größer ist als die Hochschalt-Motordrehzahl ($ES_{U/S}$) in dem Schaltpunktpprofil **60**). Die Steuerung überprüft in der Reihenfolge Sprung- und danach Einzel-Hochschaltvorgänge auf Zweckmäßigkeit und befiehlt einen Hochschaltvorgang in die erste potentielle Zielgangstufe, die als zweckentsprechend angesehen wird.

[0023] Eine maximale Zeit für den Abschluss eines Hochschaltvorgangs ist auf der Grundlage von Überlegungen zur Schaltqualität, Fahrzeugleistung, etc. festgelegt. Bei Schwerlast LKW kann dieser Zeitwert z. B. einen Wert von ungefähr 1,0 bis 2,0 Sekunden haben.

[0024] Eine zweistufige Durchführbarkeitsprüfung wird festgelegt:

(1) Wird die Motordrehzahl bei gegebenen, gegenwärtigen/angenommenen Motor- und Fahrzeugverzögerungen bei einem synchronen Wert oberhalb einer vorgewählten, minimalen Motordrehzahl (ES_{MIN}) liegen? Die ES_{MIN} ist beispielsweise zu ungefähr 1.100 bis 1.300 Umdrehungen pro Minute gewählt, was für einen typischen Schwerlastdieselmotor bei oder nahe bei der Drehzahl mit maximalem Drehmoment liegt. Die

Motorverzögerung kann mit oder ohne Benutzung der Motorbremse abgeschätzt werden. Diese Logik kann aus den US-Patentschriften Nr. 5,335,566 und 5,425,689 entnommen werden. Um das Hochschalten zu verbessern, ist die Benutzung von Motorbremsen (auch Auspuff- und Jake-Bremsen genannt) bekannt, wie der US-Patentschrift Nr. 5,409,432 entnommen werden kann; und

(2) wird das Drehmoment an den Antriebsrädern nach dem Abschluss eines vorgeschlagenen Hochschaltvorgangs ein ausreichendes Drehmoment für wenigstens eine minimale Fahrzeugbeschleunigung liefern? (siehe US-Patentschriften Nr. 5,272,939 und 5,479,345).

[0025] Wenn einer von diesen Teilen des Durchführbarkeitstests oder beide nicht erfüllt sind, ist der Hochschaltvorgang in eine überprüfte Zielgangstufe (GR + 1, 2, 3,...) nicht durchführbar und wird nicht befohlen.

[0026] Nach dem Erfassen, dass ein Hochschaltvorgang erforderlich ist ($ES > ES_{U/S}$), gemäß der Logik der vorliegenden Erfindung in der Reihenfolge:

- (1) Ein großer Sprung-Hochschaltvorgang aus der gegenwärtig eingelegten Gangstufe GR nach GR + 3 (ohne Benutzung der Motorbremsen) wird abgeschätzt und ist zweckmäßig, wenn ein Hochschaltvorgang nach GR + 3 (i) durchführbar ist und (ii) innerhalb einer maximalen Zeit durchgeführt werden kann, und ein Hochschaltvorgang nach GR + 3 wird eingeleitet. Wenn nicht,
- (2) dann wird ein einfacher Skip-Hochschaltvorgang nach GR + 2 (ohne Benutzung der Motorbremsen) abgeschätzt und, wenn ein Hochschaltvorgang nach GR + 2 (i) durchführbar ist und (ii) innerhalb der maximalen Zeit durchgeführt werden kann, ist er zweckmäßig, und ein Hochschaltvorgang nach GR + 2 wird eingeleitet. Wenn nicht,
- (3) dann wird ein Einzel-Hochschaltvorgang nach GR + 1 (ohne Benutzung der Motorbremsen) abgeschätzt und, wenn ein Hochschaltvorgang nach GR + 1 (ohne Benutzung der Motorbremsen) durchführbar ist, wird ein Hochschaltvorgang nach GR + 1 (ohne Benutzung der Motorbremsen) befohlen. Wenn nicht,
- (4) dann wird ein Einzel-Hochschaltvorgang nach GR + 1 unter Benutzung der Motorbremsen abgeschätzt und, wenn ein Hochschaltvorgang nach GR + 1 unter Benutzung der Motorbremse durchführbar ist, wird ein Hochschaltvorgang nach GR + 1 unter Benutzung der Motorbremse befohlen. Wenn nicht,
- (5) wird kein Hochschaltvorgang eingeleitet.

[0027] Die Steuerung der vorliegenden Erfindung ist in den **Fig. 3a** und **3b** in Form eines Flussdiagramms dargestellt. Die Steuerungslogik der vorliegenden Erfindung veranlasst Hochschaltvorgänge zu der Gangstufe, die zu einer Motordrehzahl nahe bei dem,

aber nicht kleiner als den voreingestellten Wert ES_{MIN} führt, der bei oder in der Nähe von der Motordrehzahl mit maximalem Drehmoment liegt. Obwohl nur Skip-Schaltvorgänge von zwei Übersetzungsverhältnisstufen dargestellt sind, ist die vorliegende Erfindung auch auf Skip-Schaltvorgänge von drei oder mehr Übersetzungsverhältnisstufen anwendbar.

[0028] In einer anderen, alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann, wenn ein Einzelhochschaltvorgang nach $GR + 1$ unter Benutzung der Motorbremse abgeschätzt wird, die minimale Referenzmotordrehzahl (ES_{MIN}) um einen Wert von 100 bis 200 Umdrehungen pro Minute unter den Wert von 1.100 bis 1.300 Umdrehungen pro Minute gesenkt werden, der verwendet wird, um die anderen Hochschaltvorgänge abzuschätzen. Wenn auch in jedem Fall ein solcher Schaltvorgang ein Schaltvorgang von geringer Qualität ist, ist es vorzuziehen, die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass ein Schaltvorgang als durchführbar angesehen wird.

[0029] Demgemäß ergibt sich, dass ein verbessertes Steuerungssystem/-verfahren zur Steuerung des Hochschaltens in einem wenigstens teilweise automatisierten, mechanischen Getriebesystem in einem Kraftfahrzeug, das vorzugsweise ein manuell betätigtes Motorbremssystem aufweist, geschaffen worden ist.

[0030] Obwohl die vorliegende Erfindung mit einem gewissen Grad an Spezialisierung beschrieben ist, so versteht sich doch, dass die Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels nur beispielhaft ist und dass zahlreiche Änderungen in der Form und im Detail möglich sind, ohne den im Anschluss hieran beanspruchten Bereich der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern des automatischen Hochschaltens in einem automatisierten mechanischen Kraftfahrzeuggetriebesystem (10) für ein Fahrzeug, das einen durch Kraftstoffzulieferung gesteuerten Motor (12), ein mechanisches Mehrganggetriebe (14) und eine Steuereinrichtung (28) zum Empfang von Eingangssignalen (30), einschließlich eines oder mehrerer Signale, die für die Motordrehzahl (ES), die eingelegte Gangstufe (GR) und die Fahrzeuggeschwindigkeit (OS) kennzeichnend sind, und zur Verarbeitung der Eingangssignale (30) entsprechend logischen Regeln aufweist, um Ausgangssignale (32) an Getriebesystemaktuatoren einschließlich eines Getriebeaktuators (52) zu liefern, der geeignet ist, das Getriebe zu schalten, wobei das Verfahren den Schritt umfasst,

(i) ein Durchführbarkeitskriterium für einen Hochschaltvorgang aufzustellen, nach dem Hochschaltvorgänge in eine Zielgangstufe nur dann als durchführbar angesehen werden, wenn unter den erfassten Fahrzeugbetriebsbedingungen

(a) eine wesentliche Synchronisation oberhalb einer vorbestimmten Motordrehzahl erreicht werden kann

und

(b) das Fahrzeug nach dem Einlegen der Zielgangstufe wenigstens zu einer vorbestimmten Beschleunigung (dOS/dt) in der Lage ist,

und das Verfahren gekennzeichnet ist durch

(ii) die Festlegung einer maximal akzeptablen Zeit (T_{max}) für die jeweilige Vollendung eines Skip-Hochschaltvorgangs,

(iii) nach dem Erfassen des Erfordernisses ($ES > ES_{US}$) eines Hochschaltvorgangs aus einer eingelegten Gangstufe (GR) in der Reihenfolge

(a) bestimmen, ob ein Skip-Hochschaltvorgang von zwei Gangstufen von der zur Zeit eingelegten Gangstufe ($GR_{TARGET} = GR + 2$) durchführbar ist und innerhalb einer Zeit abgeschlossen werden kann, die nicht größer ist als die maximal akzeptable Zeit, und, wenn dies der Fall ist, einen Skip-Hochschaltvorgang von zwei Gangstufen aus der zur Zeit eingelegten Gangstufe befehlen; wenn dies nicht der Fall ist,

(b) bestimmen, ob ein Einzel-Hochschaltvorgang ($GR_{TARGET} = GR + 1$) ohne Benutzung der Motorbremsen durchführbar ist, und, falls durchführbar, einen Einzel-Hochschaltvorgang aus der zur Zeit eingelegten Gangstufe ohne Benutzung der Motorbremsen befehlen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Fahrzeug eine Motorbremse aufweist, die durch Ausgangssignale von der Steuereinheit betätigt werden kann, und das nach dem Schritt (iii)(b) die weiteren Schritte aufweist:

(c) Falls ein Einzel-Hochschaltvorgang ohne Benutzung der Motorbremsen nicht durchführbar ist, bestimmen, ob ein Einzel-Hochschaltvorgang mit Benutzung der Motorbremsen durchführbar ist, und, wenn dies der Fall ist, einen Einzel-Hochschaltvorgang unter Benutzung der Motorbremsen befehlen, und, wenn dies nicht der Fall ist,

(d) das Getriebe in der zur Zeit eingelegten Gangstufe belassen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, das vor dem Schritt (iii)(a) den weiteren Schritt aufweist:

(e) Bestimmen, ob ein Skip-Hochschaltvorgang von drei Gangstufen von der zur Zeit eingelegten Gangstufe ($GR_{TARGET} = GR + 3$) innerhalb einer Zeit durchführbar ist, die nicht größer ist als die maximal akzeptable Zeit, und, wenn dies der Fall ist, einen Skip-Hochschaltvorgang von drei Gangstufen aus der zur Zeit eingelegten Gangstufe befehlen, und, wenn dies nicht der Fall ist, zu dem Schritt (iii)(a) weitergehen.

4. Verfahren nach Anspruch 2, das vor dem Schritt (iii)(a) den weiteren Schritt aufweist:

(e) Bestimmen, ob ein Skip-Hochschaltvorgang von drei Gangstufen von der zur Zeit eingelegten Gangstufe ($GR_{TARGET} = GR + 3$) innerhalb einer Zeit durchführbar ist, die nicht größer ist als die maximal akzeptable Zeit, und, wenn dies der Fall ist, einen

Skip-Hochschaltvorgang von drei Gangstufen aus der zur Zeit eingelegten Gangstufe befehlen, und, wenn dies nicht der Fall ist, zu dem Schritt (iii)(a) weitergehen.

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Getriebe (14) mit dem Motor (12) durch eine manuell betätigte Kupplung (16) antriebsmäßig gekuppelt ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die maximal akzeptable Zeit ungefähr 1,0 bis 2,0 Sekunden beträgt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Motor ein Dieselmotor ist und die vorbestimmte Motordrehzahl ungefähr 1100 bis 1300 Umdrehungen pro Minute beträgt.

8. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Bestimmen der Durchführbarkeit eines Hochschaltvorgangs umfasst:

Bestimmen eines erwarteten erforderlichen Antriebsraddrehmoments (T_0), als eine Funktion von wenigstens der zur Zeit eingelegten Gangstufe und den Eingangssignalen, die für (i) gegenwärtiges Motormoment und (ii) gegenwärtige Fahrzeugbeschleunigung kennzeichnend sind, um wenigstens die minimale Fahrzeugbeschleunigung (A_0) unter den gegenwärtigen Fahrzeugbetriebsbedingungen aufrechterhalten zu können;

bestimmen als eine Funktion von (i) dem erwarteten, erforderlichen Antriebsraddrehmoment (T_0), um wenigstens die minimale Fahrzeugbeschleunigung (A_0) unter den gegenwärtigen Fahrzeugbetriebsbedingungen aufrechtzuerhalten, (ii) dem Gangübersetzungsverhältnis der gewählten Zielgangstufe und (iii) dem erwarteten maximal verfügbaren Antriebsraddrehmoment in der Zielgangstufe (GR_{TARGET}), ob das erwartete maximal verfügbare Drehmoment wenigstens gleich dem erwarteten erforderlichen Antriebsraddrehmoment nach dem Einlegen der Getriebezielgangstufe ist, wenn der gewählte Schaltvorgang ausgeführt worden ist, und

veranlassen der Einleitung des gewählten Schaltvorgangs nur bei der Feststellung eines genannten maximal verfügbaren Drehmoments, das wenigstens gleich dem erwarteten, erforderlichen Antriebsraddrehmoment nach Einlegen der Zielgangstufe sein wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Bestimmen der Durchführbarkeit eines Hochschaltvorgangs umfasst:

Bestimmen einer erwarteten Fahrzeugbeschleunigung (A_0) unter den gegenwärtigen Fahrzeugbetriebsbedingungen und bei einem Motordrehmoment auf die Antriebsräder von Null als eine Funktion von wenigstens den Eingangssignalen, die für (i) das gegenwärtige Motordrehmoment und (ii) die gegenwärtige Fahrzeugbeschleunigung kennzeichnend sind;

bestimmen der Durchführbarkeit oder Undurchführbarkeit des Erreichens im Wesentlichen synchroner Bedingungen für das Einlegen der Zielgangstufe, wenn der gewählte Schaltvorgang ausgeführt wird, als eine Funktion von (i) der erwarteten Fahrzeugbeschleunigung (A_0) unter den gegenwärtigen Fahrzeugbetriebsbedingungen und bei einem Motordrehmoment auf die Antriebsräder von Null, (ii) dem Gangübersetzungsverhältnis der gewählten Zielgangstufe und (iii) der erwarteten Eingangswellenbeschleunigung während eines Schaltvorgangs in die Zielgangstufe.

10. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Motor eine Drehzahl mit maximalem Drehmoment hat und die vorbestimmte Motordrehzahl im Wesentlichen gleich der Drehzahl mit maximalem Drehmoment ist.

11. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Fahrzeug eine Motorbremse aufweist, die von den Ausgangssignalen der Steuereinheit betätigt werden kann, und der Schritt (iii) (a) umfasst:

(a-1) Bestimmen, ob ein Skip-Hochschaltvorgang von zwei Gangstufen von der zur Zeit eingelegten Gangstufe ($GR_{TARGET} = GR + 2$) ohne Benutzung der Motorbremsen innerhalb einer Zeit durchführbar ist, die nicht größer ist als die maximal akzeptable Zeit, und, wenn dies der Fall ist, einen Skip-Hochschaltvorgang von zwei Gangstufen aus der zur Zeit eingelegten Gangstufe befehlen; wenn dies nicht der Fall ist,

(a-2) bestimmen, ob ein Skip-Hochschaltvorgang von zwei Gangstufen von der zur Zeit eingelegten Gangstufe ($GR_{TARGET} = GR + 2$) mit Benutzung der Motorbremsen innerhalb einer Zeit durchführbar ist, die nicht größer ist als die maximal akzeptable Zeit, und, wenn dies der Fall ist, einen Skip-Hochschaltvorgang von zwei Gangstufen aus der zur Zeit eingelegten Gangstufe befehlen.

12. Steuerungssystem zur Steuerung des automatischen Hochschaltens in einem automatisierten mechanischen Kraftfahrzeuggetriebesystem (10) für ein Fahrzeug, das einen durch Kraftstoffzulieferung gesteuerten Motor (12), ein mechanisches Mehrganggetriebe (14) und eine Steuereinrichtung (28) zum Empfang von Eingangssignalen (30) einschließlich eines oder mehrerer Signale, die für die Motordrehzahl (ES), die eingelegte Gangstufe (GR) und die Fahrzeuggeschwindigkeit (OS) kennzeichnend sind, und zur Verarbeitung der Eingangssignale (30) entsprechend logischen Regeln aufweist, um Ausgangssignale (32) an Getriebesystemaktuatoren einschließlich eines Getriebeaktors (52) zu liefern, der geeignet ist, das Getriebe zu schalten, wobei das Steuerungssystem logische Regeln aufweist zum (i) Aufstellen eines Durchführbarkeitskriteriums für einen Hochschaltvorgang, nach dem Hochschaltvorgänge in eine Zielgangstufe nur dann als durchführ-

bar angesehen werden, wenn unter den erfassten Fahrzeugbetriebsbedingungen

(a) eine wesentliche Synchronisation oberhalb einer vorbestimmten Motordrehzahl erreicht werden kann und

(b) das Fahrzeug nach dem Einlegen der Zielgangstufe wenigstens zu einer vorbestimmten Beschleunigung (dOS/dt) in der Lage ist, und gekennzeichnet ist durch:

(ii) die Festlegung einer maximal akzeptablen Zeit (T_{max}) für die jeweilige Vollendung eines Skip-Hochschaltvorgangs,

(iii) nach dem Erfassen des Erfordernisses ($ES > ES_{U/S}$) eines Hochschaltvorgangs aus einer eingelegten Gangstufe (GR) in der Reihenfolge

(a) bestimmen, ob ein Skip-Hochschaltvorgang von zwei Gangstufen von der zur Zeit eingelegten Gangstufe ($GR_{TARGET} = GR + 2$) durchführbar ist und innerhalb einer Zeit abgeschlossen werden kann, die nicht größer ist als die maximal akzeptable Zeit, und, wenn dies der Fall ist, einen Skip-Hochschaltvorgang von zwei Gangstufen aus der zur Zeit eingelegten Gangstufe befehlen; wenn dies nicht der Fall ist,

(b) bestimmen, ob ein Einzel-Hochschaltvorgang ($GR_{TARGET} = GR + 1$) ohne Benutzung der Motorbremsen durchführbar ist, und, falls durchführbar, einen Einzel-Hochschaltvorgang aus der zur Zeit eingelegten Gangstufe ohne Benutzung der Motorbremsen befehlen.

13. Steuerungssystem nach Anspruch 12, bei dem das Fahrzeug eine Motorbremse aufweist, die durch Ausgangssignale von der Steuereinheit betätigt werden kann, und das außerdem nach Schritt (iii)(b) logische Regeln aufweist, um

(c) falls ein Einzel-Hochschaltvorgang ohne Benutzung der Motorbremsen nicht durchführbar ist, zu bestimmen, ob ein Einzel-Hochschaltvorgang mit Benutzung der Motorbremsen durchführbar ist, und, wenn dies der Fall ist, einen Einzel-Hochschaltvorgang unter Benutzung der Motorbremsen zu befehlen, und, wenn dies nicht der Fall ist, (d) das Getriebe in der zur Zeit eingelegten Gangstufe belassen.

14. Steuerungssystem nach Anspruch 12, das außerdem vor dem Schritt (iii)(a) logische Regeln aufweist, um

(e) zu bestimmen, ob ein Skip-Hochschaltvorgang von drei Gangstufen von der zur Zeit eingelegten Gangstufe ($GR_{TARGET} = GR + 3$) innerhalb einer Zeit durchführbar ist, die nicht größer ist als die maximal akzeptable Zeit, und, wenn dies der Fall ist, einen Skip-Hochschaltvorgang von drei Gangstufen aus der zur Zeit eingelegten Gangstufe zu befehlen, und, wenn dies nicht der Fall ist, zu Schritt (iii)(a) weiterzugehen.

15. Steuerungssystem nach Anspruch 13, das außerdem vor dem Schritt (iii)(a) logische Regeln

aufweist, um

(e) zu bestimmen, ob ein Skip-Hochschaltvorgang von drei Gangstufen von der zur Zeit eingelegten Gangstufe ($GR_{TARGET} = GR + 3$) innerhalb einer Zeit durchführbar ist, die nicht größer ist als die maximal akzeptable Zeit, und, wenn dies der Fall ist, einen Skip-Hochschaltvorgang von drei Gangstufen aus der zur Zeit eingelegten Gangstufe zu befehlen, und, wenn dies nicht der Fall ist, zu Schritt (iii)(a) weiterzugehen.

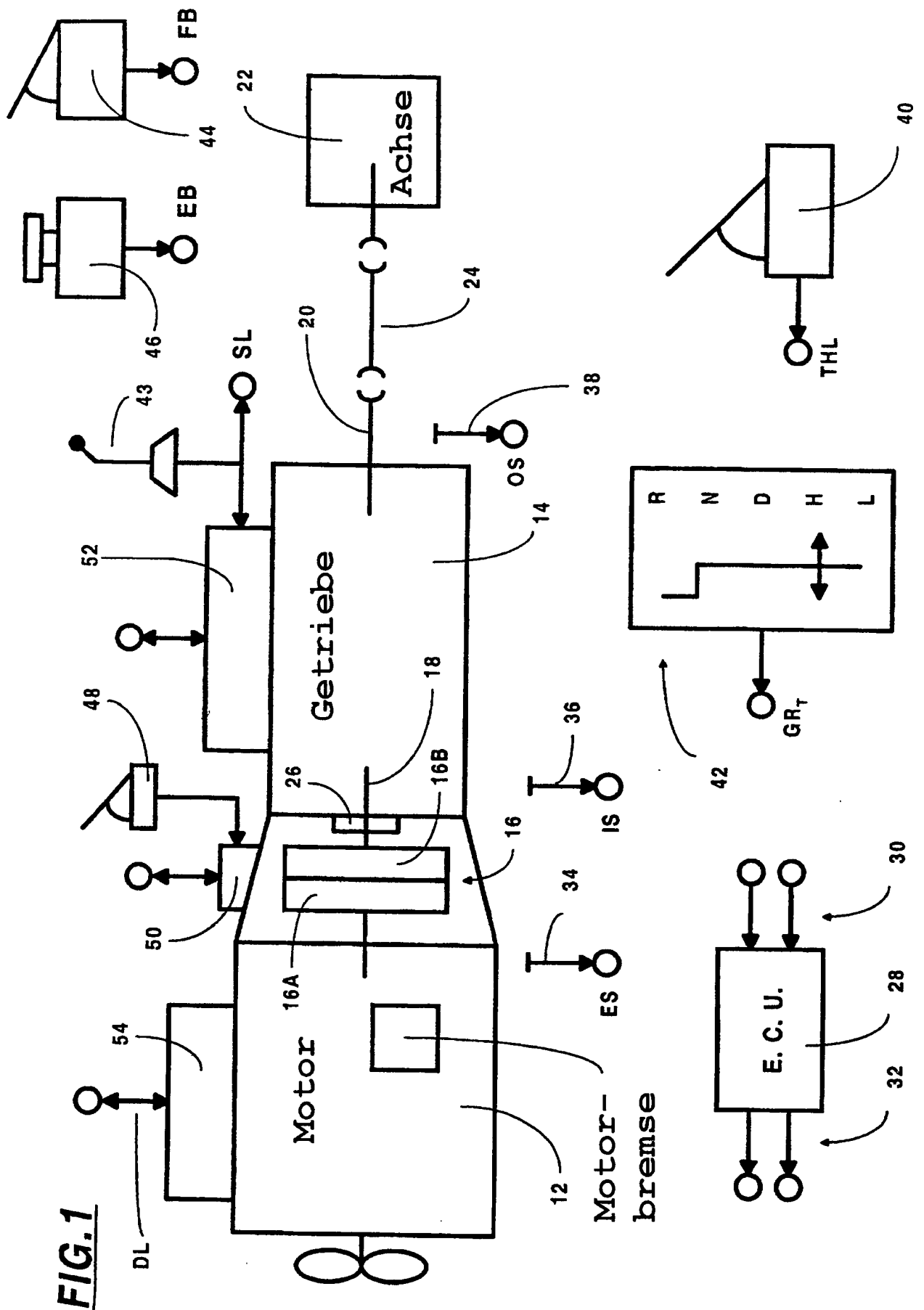
16. Steuerungssystem nach Anspruch 12, bei dem das Getriebe (14) mit dem Motor (12) durch eine manuell betätigte Kupplung (16) antriebsmäßig gekuppelt ist.

17. Steuerungssystem nach Anspruch 12, bei dem die maximal akzeptable Zeit ungefähr 1,0 bis 2,0 Sekunden beträgt.

18. Steuerungssystem nach Anspruch 12, bei dem der Motor ein Dieselmotor ist und die vorbestimmte Motordrehzahl ungefähr 1100 bis 1300 Umdrehungen pro Minute beträgt.

19. Steuerungssystem nach Anspruch 12, bei dem der Motor eine Drehzahl mit maximalem Drehmoment hat und die vorbestimmte Motordrehzahl im Wesentlichen gleich der Drehzahl mit maximalem Drehmoment ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



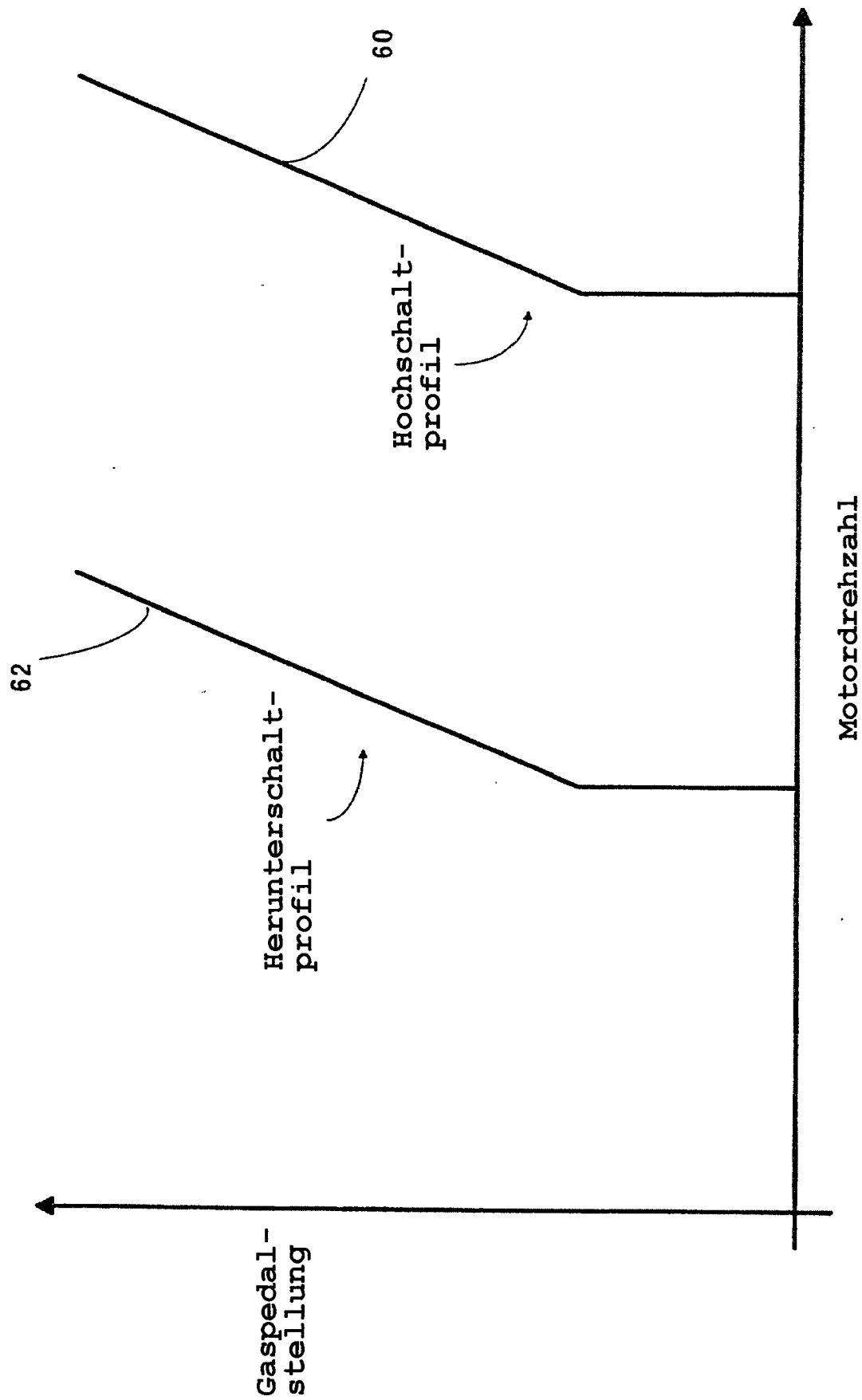


FIG. 2

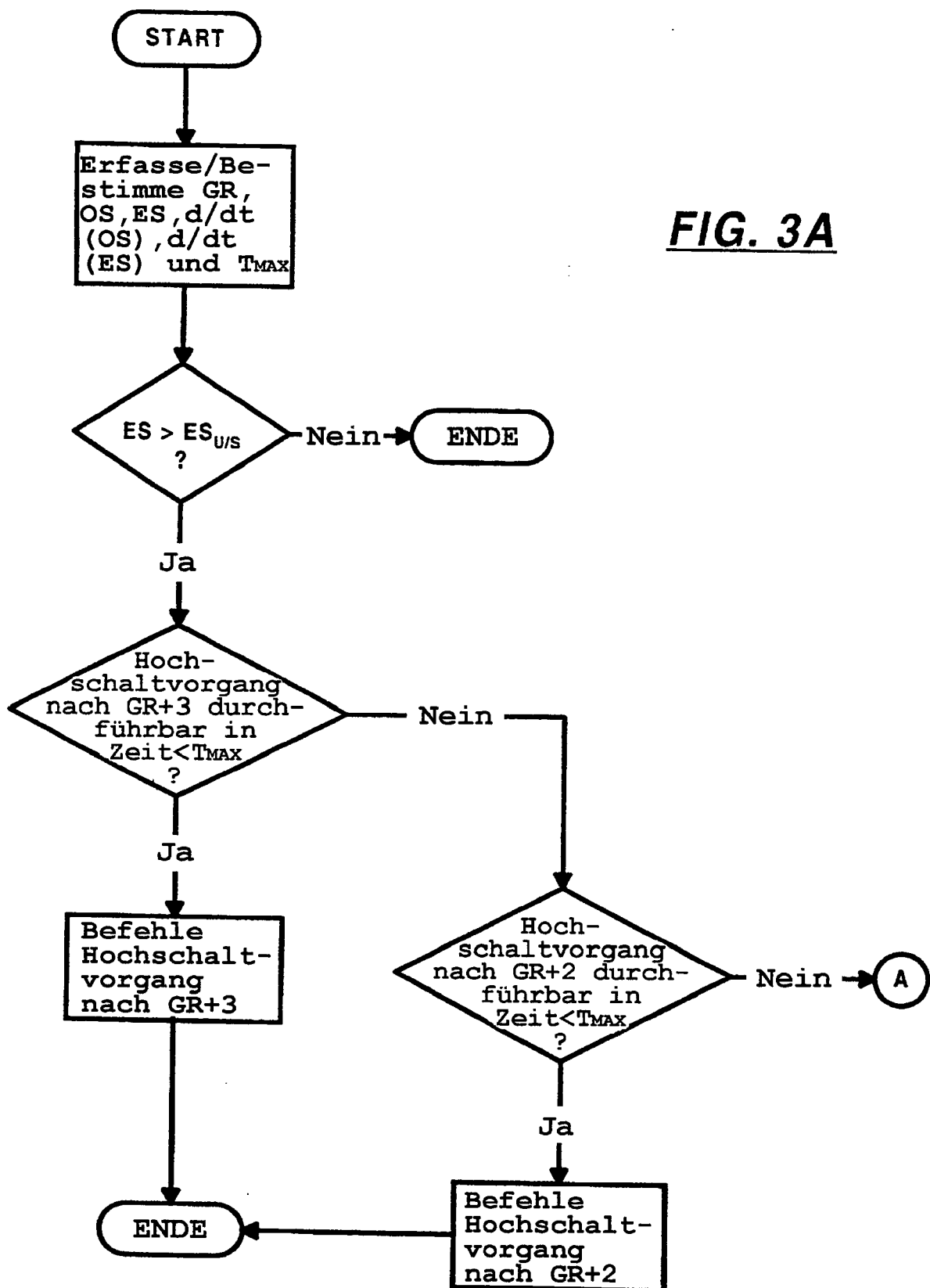
FIG. 3A

FIG. 3B