



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 46 885 B4 2006.02.23**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 46 885.4**
 (22) Anmeldetag: **09.10.2003**
 (43) Offenlegungstag: **12.05.2005**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **23.02.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F16D 48/06 (2006.01)**
F16D 48/08 (2006.01)
B60W 30/18 (2006.01)
F16H 61/21 (2006.01)
F16H 63/42 (2006.01)

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

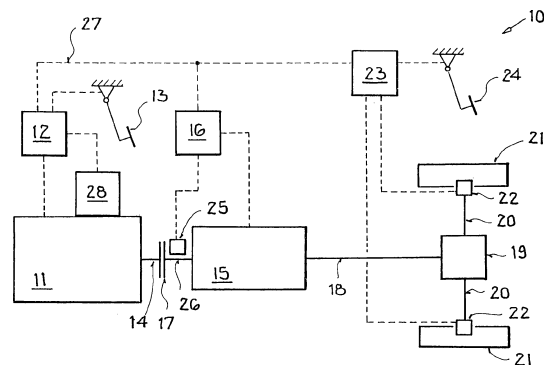
(73) Patentinhaber:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Becker, Martin, Dipl.-Ing., 76479 Steinmauern, DE;
Hofmann, Rainer, Dipl.-Ing., 70374 Stuttgart, DE;
Lichter, Mathias, Dipl.-Ing., 76571 Gaggenau, DE;
Raiser, Hartmut, Dipl.-Ing., 73776 Altbach, DE;
Walter, Dieter, 77731 Willstätt, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 199 03 150 C2
DE 199 49 204 A1
DE 198 23 764 A1
DE 102 28 029 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betrieb eines Nutzfahrzeuges**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Betrieb eines Kraftfahrzeuges, insbesondere eines Nutzfahrzeuges oder eines Lastkraftwagens, mit einem Antriebsstrang (10), mit einer im Antriebsstrang (10) angeordneten automatisiert betätigten Anfahrkupplung (17) und einer zugehörigen Steuer-/Regel-Einrichtung (16), wobei die Anfahrkupplung (17) in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Antriebsstrangs (10) zur Gewährleistung eines Nachführmomentes (M_{NF}) um einen Kupplungsaustrückweg ($Ks_{ausrück}$) ausgerückt wird und das Nachführmoment (M_{NF}) zwischen dem Moment der vollständig, ausgerückten Kupplung (17) und dem Moment der vollständig eingerückten Kupplung (17) liegt, wobei das Nachführmoment (M_{NF}) in Abhängigkeit eines Motorbremsmoments ermittelt wird dadurch gekennzeichnet, dass beim erstmaligen Erkennen der Betätigung einer Betriebsbremse (22) des Fahrzeuges ein kurzzeitiger Öffnungsimpuls (BB_{Peak}) für die Anfahrkupplung (17) erzeugt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Nutzfahrzeuges, insbesondere eines Lastkraftwagens, mit einer im Antriebsstrang angeordneten automatisiert betätigten Anfahrkupplung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 199 49 204 A1 ist ein Kraftfahrzeug mit einem Antriebsstrang bekannt, mit einer im Antriebsstrang angeordneten automatisiert betätigten (Anfahr-) Kupplung und einer zugehörigen Steuerungseinrichtung, wobei die (Anfahr-) Kupplung in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Antriebsstranges zur Gewährleistung eines Nachführmomentes, d.h. eines Kupplungsmomentes, um einen Kupplungsausrückweg ausgerückt wird und dadurch das Nachführmoment zwischen dem Moment der voll ausgerückten und dem Moment der voll eingerückten Kupplung liegt, wobei das Nachführmoment in Abhängigkeit eines Motorbrems- bzw. Motorschleppmomentes ermittelt wird.

[0003] Es hat sich herausgestellt, dass mit dieser Lösung die automatisierte Kupplung, insbesondere bei einem Nutzfahrzeug, nicht in allen Fahrsituationen rechtzeitig und/oder schnell genug und/oder zum richtigen Zeitpunkt geöffnet wird und es demzufolge Situationen gibt, in denen der Antriebsmotor abgewürgt werden kann.

Aufgabenstellung

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb eines Kraftfahrzeuges, insbesondere eines Nutzfahrzeuges oder eines Lastkraftwagens, mit einer im Antriebsstrang enthaltenen automatisierten Anfahrkupplung so zu gestalten, dass in jeder Fahrsituation ein Abwürgen des Motors verhindert wird.

[0005] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

[0006] Bei dem Motorbremsmoment handelt es sich insbesondere um ein Bremsmoment des Motors und/oder eines zusätzlichen Motorbremssystems. Insbesondere bei Nutzfahrzeugen und Lastkraftwagen wird im Schubbetrieb häufig der Motor mit seinem Bremsmoment und gegebenenfalls noch ein zusätzliches Bremsgetriebe zum Abbremsen bzw. Beibehalten der Geschwindigkeit benutzt. Das Motorbremsmoment kann erhöht werden durch Anheben des Abgasgedrucks mittels einer Abgasklappe und/oder durch Steuerung der Gaswechselventile oder eines Zusatzventils. Der Antriebsmotor, bei dem es sich beispielsweise um eine Brennkraftmaschine

handelt, ist in diesem Zustand nicht zündfähig und benötigt einige Zeit, bis die Zündfähigkeit wiederhergestellt ist.

[0007] Wird auf nasser, rutschiger oder glatter Fahrbahn zusätzlich zur aktivierten Motorbremse vom Fahrer noch die Betriebsbremse, insbesondere eine von einem Bremsassistenten und Achsmodulatoren äußerst schnell betätigte elektrischpneumatische Radbremse, betätigt, kann es zur Blockierung wenigstens eines Antriebsrades oder einer Antriebsachse kommen. Wird hierbei die automatisierte Anfahrkupplung zum falschen Zeitpunkt geöffnet, stirbt der nicht zündfähige Motor ab oder wird die Drehzahl des (inzwischen wieder zündfähigen) Motors durch das blockierende Antriebsrad bzw. die blockierende Antriebsachse unter einen kritischen Wert gezogen, was ebenfalls zum Absterben des Motors führt.

[0008] Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass beim erstmaligen Erkennen der Betätigung einer Betriebsbremse des Fahrzeuges ein kurzzeitiger Öffnungsimpuls für die Anfahrkupplung erzeugt wird.

[0009] Dadurch, dass immer nur das kleinste, gerade notwendige Kupplungsübertragungsmoment eingestellt wird, ist gewährleistet, dass das Motorbremsmoment jederzeit zuverlässig vom Antriebsmotor über die Anfahrkupplung und den weiteren Antriebsstrang auf die Antriebsräder des Kraftfahrzeuges übertragen und damit zum Bremsen benutzt werden kann. Zum anderen kann aus der Motordrehzahl und dem bekannten Zusammenhang zwischen motordrehzahlabhängigen Motorbremsmoment und Motordrehzahl auf die Größe des aktuellen Motorbremsmoments geschlossen und die automatisierte Anfahrkupplung zum richtigen Zeitpunkt, wenn der Motor wieder zündfähig und die Motordrehzahl noch nicht unter einen kritischen Wert gesunken ist, geöffnet werden.

[0010] Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist darüber hinaus sichergestellt, dass auch bei einer ABS-Bremung (Bremung mit Einsatz des Antiblockiersystems) oder bei einer Blockierbremung (Bremung mit wenigstens einer blockierenden Antriebsachse) der Antriebsmotor nicht abgewürgt wird. Die Anfahrkupplung kann aufgrund des geringen, noch einzustellenden restlichen Kupplungsausrückweges schnell genug geöffnet werden, da durch den kurzzeitigen, beim erstmaligen Erkennen der Betätigung einer Betriebsbremse des Fahrzeuges erzeugten Öffnungsimpuls (im weiteren auch als „Öffnungspeak“ bezeichnet) für die Anfahrkupplung ein entsprechender Zeitgewinn entsteht.

[0011] In einer Weiterbildung der Erfindung gemäß den Ansprüchen 2 und 3 wird vorgeschlagen dass zudem der Öffnungsimpuls eine Halbierung des aktuellen Sollwerts des Kupplungsausrückweges bewirkt

und dass schließlich beim Vorliegen eines Öffnungskriteriums der Öffnungsimpuls zumindest teilweise aufrecht erhalten wird und andernfalls die Anfahrkupplung wieder bis zur Gewährleistung des Nachführmomentes geschlossen wird.

[0012] Dadurch kann einerseits die für die nachfolgende Erkennung der Gradientenkriterien (Gradient des Bremspedalweges, Gradient der Motor- oder Getriebeeingangsdrehzahl) benötigte Zeit eingespart werden und muss andererseits die Anfahrkupplung nicht dauerhaft mit einem geringen übertragbaren Moment betrieben werden, was wesentlich zur Materialschonung beiträgt.

[0013] Der vergleichsweise langsame Aktor zum Betätigen der automatisierten Anfahrkupplung macht bei der kurzen, durch den Öffnungsimpuls verursachten Ansteuerungsdauer keinen wesentlichen Ausschlag, wenn zuvor die Anfahrkupplung geschlossen war, weil die Drehmomentnachführung noch nicht angesprochen hat und demnach keines der Kriterien zum Öffnen der Anfahrkupplung erfüllt ist. Ist jedoch ein Öffnungskriterium erfüllt, dann fügt es sich an den Öffnungsimpuls an, im Falle des Kriteriums für den Bremspedalweggradienten sogar ohne Verzögerung, so dass ein entsprechender Zeitgewinn zum Öffnen der Anfahrkupplung entsteht.

[0014] Weiterhin wird gemäß Anspruch 4 vorgeschlagen, das Nachführmoment aus dem Motorbremsmoment und einem Sicherheitsfaktor zu errechnen. Dadurch wird sichergestellt, dass im Schubbetrieb und auch bei ungünstigen Einflüssen die Anfahrkupplung nicht für längere Zeit mit Schlupf betrieben und durch übermäßige thermische Belastung geschädigt oder zerstört wird.

[0015] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens gemäß Anspruch 5 wird vorgeschlagen, dass die Anfahrkupplung nach einem Schaltvorgang nicht ganz geschlossen wird, sondern in eine Stellung zur Gewährleistung des Nachführmomentes gebracht wird oder verbleibt. Dadurch ergibt sich eine Entlastung für die Kupplungsstelleinrichtung und eine Minderung des Verschleißes, da zwischen zwei Schaltvorgängen die Anfahrkupplung nicht erst vollständig geschlossen und dann wieder dem Nachführmoment entsprechend geöffnet werden muss.

[0016] Nach einem weiteren Vorschlag der Erfindung gemäß Anspruch 6 wird die Ermittlung des Nachführmomentes in Abhängigkeit des Motorbremsmomentes gestartet, wenn der Gradient des Bremspedalweges in Richtung einer Zunahme einen Schwellwert überschreitet. Der Gradient, also die Änderungsgeschwindigkeit, des Bremspedalweges gibt Auskunft darüber, um was für eine Art Bremsung es sich handelt. Bei einer normalen, vorhergesehenen (weichen) Bremsung betätigt in aller Regel der Fahrer

das Bremspedal vorsichtig und dosiert mit entsprechend kleiner Änderungsgeschwindigkeit, so dass durch die Bremsung kein Rad blockiert. In einem solchen Fall einer weichen Bremsung muss die automatisierte Anfahrkupplung nicht geöffnet werden, weil die Gefahr des Motorabwürgens nicht besteht.

[0017] Im Gegensatz dazu wird bei einer unvorhergesehenen (harten) Bremsung, um beispielsweise einen Auffahrunfall zu vermeiden, der Fahrer das Bremspedal schnell und mit großer Kraft, d.h. mit hoher Änderungsgeschwindigkeit, betätigen, wodurch normalerweise ein oder mehrere Räder blockieren. Im Fall einer (harten) ABS- oder Blockierbremsung muss die automatisierte Anfahrkupplung geöffnet werden, um den Antriebsmotor nicht abzuwürgen.

[0018] Das bedeutet also, dass anhand der Änderungsgeschwindigkeit der Bremspedalbetätigung mit großer Sicherheit darauf geschlossen werden kann, ob eine weiche oder eine harte Bremsung bevorsteht und ob folglich die automatisierte Anfahrkupplung geöffnet werden muss oder nicht. Aufbauend auf Erfahrungswerte wird deshalb vorteilhaft ein Schwellwert für den Gradienten der Bremspedalbetätigung festgelegt, der eine Beurteilung der bevorstehenden Bremsung und so die Entscheidung ermöglicht, ob die automatisierte Anfahrkupplung geöffnet werden muss.

[0019] Besonders vorteilhaft ist es, wenn gemäß Anspruch 7 der Schwellwert für den Gradienten des Bremspedalweges von der Motor- oder Getriebeeingangsdrehzahl abhängig ist, da es kritische und unkritische Drehzahlbereiche gibt. In kritischen Drehzahlbereichen besteht die Gefahr des Motorabwürgens, so dass dort die automatisierte Anfahrkupplung geöffnet werden muss. In unkritischen Drehzahlbereichen hingegen besteht diese Gefahr nicht, so dass die Anfahrkupplung geschlossen bleiben kann.

[0020] Analog hierzu ist es gemäß Anspruch 17 ebenso vorteilhaft, dass die Nachführung des Kupplungsmomentes unterbleibt, wenn in unkritischen Gangstufen oder bei unkritischen Motordrehzahlen gefahren wird.

[0021] Vergleichbar verhält es sich mit dem Gradienten, also der Änderungsgeschwindigkeit, der Motor- oder Getriebeeingangsdrehzahl, so dass bei einem bevorzugten Verfahren gemäß Anspruch 8 die Ermittlung des Nachführmomentes in Abhängigkeit des Motorbremsmomentes gestartet wird, wenn der Gradient der Motor- oder Getriebeeingangsdrehzahl einen Schwellwert überschreitet. Auch hier besteht der Vorteil darin, dass die reale Gefahr des Motorabwürgens in einem frühen Stadium erkannt wird und durch das Öffnen der automatisierten Anfahrkupplung sicher verhindert werden kann.

[0022] Darüber hinaus ist es vorteilhaft, dass die Kupplung gemäß Anspruch 18 sofort vollständig geöffnet wird, wenn der Gradient der Motor- oder Getriebeeingangs-Drehzahl in Richtung einer Abnahme einen Schwellwert überschreitet oder wenn der Gradient des Bremspedalweges in Richtung einer Zunahme einen Schwellwert überschreitet, um zuverlässig ein Motorabwürgen zu vermeiden.

[0023] Ebenfalls besonders vorteilhaft ist es auch hier, wenn gemäß Anspruch 9 der Schwellwert für den Gradienten der Motor- oder Getriebeeingangs-Drehzahl von der Motor- oder Getriebeeingangs-Drehzahl abhängig ist, mit den bereits genannten Vorteilen.

[0024] Weiterhin wird in den Ansprüchen 10 und 11 vorgeschlagen, dass das vom Motorbremsmoment abhängige Nachführmoment zusätzlich von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängig ist und dass das von dem Motorbremsmoment abhängige Nachführmoment mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit auf zunehmend größere Werte eingestellt wird. Dies hat bei höheren Geschwindigkeiten kleinere Kupplungsöffnungswege zur Folge und kann in Kauf genommen werden, weil mit zunehmender Geschwindigkeit die Gefahr des Abwürgens geringer wird oder ganz verschwindet und man in entsprechendem Maße auf die Drehmomentnachführung verzichten kann. Für die Schonung der beteiligten Aggregate ist dies sehr wichtig.

[0025] Zur Materialschonung trägt auch bei, wenn gemäß Anspruch 19 der Schwellwert für den Gradienten der Motor- oder Getriebeeingangs-Drehzahl und/oder der Schwellwert für den Gradienten des Bremspedalweges drehzahlabhängig sind und bei unkritischen Drehzahlen eine Drehmomentnachführung unterbleibt.

[0026] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich gemäß den Ansprüchen 12 und 15 auch, wenn zusätzlich zur Nachführung des Kupplungsausrückweges bei Vorliegen eines diesbezüglichen Kriteriums eine Vorsteuerung des Kupplungsmoments erfolgt, und zwar ebenfalls in Abhängigkeit des Motorbremsmoments. Somit ist sichergestellt, dass das Nachführmoment einen Mindestwert nicht unterschreitet und zum einen ein eventuelles Motorbremsmoment sicher übertragen und zum anderen der Motor bei einer ABS- oder Blockierbremsung nicht abgewürgt wird. Zudem wird eine unnötig hohe Stellgliedbelastung vermieden, da die Kupplung seltener und weniger weit geöffnet werden muss.

[0027] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren angegeben.

[0028] Die Erfindung wird nun anhand eines Aus-

führungsbeispiels unter Zuhilfenahme der Zeichnung erläutert.

Ausführungsbeispiel

[0029] Dabei zeigen:

[0030] [Fig. 1](#) einen Ausschnitt eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs in prinzipieller, blockschaltbildähnlicher Darstellung,

[0031] [Fig. 2a](#) ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Vorsteuerung eines Kupplungsausrückweges,

[0032] [Fig. 2b](#) ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Bestimmung eines Kupplungsnachführmomentes und

[0033] [Fig. 2c](#) ein Diagramm, das den qualitativen Zusammenhang zwischen einem zu übertragendes Moment und dem Ausrückweg bei einer Anfahrkupplung („Kupplungskennlinie“) zeigt.

[0034] Das erfindungsgemäß Verfahren eignet sich insbesondere zum Betrieb eines Kraftfahrzeuges, insbesondere eines Nutzfahrzeuges oder eines Lastkraftwagens, mit einer im Antriebsstrang angeordneten automatisiert betätigten Anfahrkupplung.

[0035] Gemäß [Fig. 1](#) verfügt ein Antriebsstrang **10** eines nicht dargestellten Kraftfahrzeuges, insbesondere eines Nutzfahrzeuges oder eines Lastkraftwagens, über einen Antriebsmotor **11**, welcher von einer Steuerungseinrichtung **12** angesteuert wird. Die Steuerungseinrichtung **12** steht dazu mit nicht dargestellten Stellgliedern, wie beispielsweise einem Drosselklappensteller, und Sensoren, wie beispielsweise Drehzahlsensoren, in Signalverbindung. Weiterhin ist ein mit dem Antriebsmotor **11** in Verbindung stehendes Motorbremssystem **28** vorhanden, das ebenfalls mit der Steuerungseinrichtung **12** in Signalverbindung steht.

[0036] Die Steuerungseinrichtung **12** steht außerdem mit einem als elektronisches Fahr- oder Gaspedal ausgeführten Leistungsstellglied **13** in Signalverbindung, mittels welchem ein Fahrzeugführer ein abzugebendes Drehmoment des Antriebsmotors **11** einstellen kann. Die Steuerungseinrichtung **12** kann aus erfassten Größen weitere Betriebsgrößen des Antriebsmotors **11**, beispielsweise das tatsächlich abgegebene Drehmoment des Antriebsmotors **11** berechnen.

[0037] Der Antriebsmotor **11** ist über eine Ausgangswelle **14** mit einer automatisiert betätigten Anfahrkupplung **17** verbunden, die Anfahrkupplung **17** ihrerseits über eine weitere Welle **26** mit einem Getriebe **15**, das als ein manuelles oder automatisiertes

Schalt- oder als Automatikgetriebe ausgeführt ist und von einer Steuerungseinrichtung **16** angesteuert wird. Die automatisiert betätigte Anfahrkupplung **17** wird von einem Kupplungsaktor **25** betätigt, der ebenfalls von der Steuerungseinrichtung **16** angesteuert wird.

[0038] Das Getriebe **15** ist mittels einer Antriebswelle **18** mit einem Achsgetriebe **19** verbunden, welches auf bekannte Weise das abgegebene Drehmoment des Antriebsmotors **11** über Seitenwellen **20** auf angetriebene Fahrzeugräder **21** überträgt.

[0039] An den Fahrzeugrädern **21** sind Bremseinrichtungen **22** einer Betriebsbremse angeordnet, welche von einer Steuerungseinrichtung **23** angesteuert werden. Die Bremseinrichtungen **22** der Betriebsbremse sind als konventionell, pneumatisch, elektrohydraulisch oder elektromotorisch betätigte Radbremsen ausgeführt, wobei die notwendigen Signal- und/oder Versorgungsleitungen nicht dargestellt sind. Die Steuerungseinrichtung **23** steht mit einem Bremspedal **24** in Signalverbindung, mittels welchem der Fahrzeugführer das von den Bremseinrichtungen **22** der Betriebsbremse aufgebrachte und damit auf das Kraftfahrzeug wirkende Bremsmoment einstellen kann.

[0040] Dazu wird die Stellung des Bremspedals **24** mittels eines nicht dargestellten Sensors erfasst und an die Steuerungseinrichtung **23** übertragen, welche dann die Bremseinrichtungen **22** der Betriebsbremse entsprechend ansteuert. Die Steuerungseinrichtung **23** kann aber die Bremseinrichtungen **22** der Betriebsbremse auch unabhängig von der Stellung des Bremspedals **24**, beispielsweise auf eine Anforderung der Steuerungseinrichtung **12** oder der Steuerungseinrichtung **16** hin, ansteuern.

[0041] In den Bremseinrichtungen **22** der Betriebsbremse sind nicht dargestellte Drehzahlsensoren integriert, mittels welchen die Steuerungseinrichtung **23** eine Drehzahl der Fahrzeugräder **21** erfassen kann. Aus diesen Drehzahlen kann die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs bestimmt werden. Die Betriebsbremse mit den zugehörigen Bremseinrichtungen **22** und der zugehörigen Steuerungseinrichtung **12** kann über bekannte Betriebsmodi wie ABS (Antiblockiersystem), ASR (Antischlupfregelung) oder eine Antischleudereinrichtung ausgelegt sein.

[0042] Das Motorbremssystem **28** kann beispielsweise durch Beeinflussung des Ladungswechsels, üblicherweise durch das Anheben des Abgasgegen-drucks mittels einer Abgasklappe, aktiviert werden oder durch einen Eingriff in die Hochdruckschleife, beispielsweise durch Steuerung der Gaswechselventile oder eines Zusatzventils (getaktete oder ungetaktete Dekompressionsbremse). Zudem kann zum Motorbremssystem **28** ein zwischen Motor **11** und An-

fahrkupplung **17** geschaltetes, im Allgemeinen mehrstufiges hydrodynamisches Bremsgetriebe (Retarder) gehören.

[0043] Die Steuerungseinrichtungen **12**, **16** und **23** stehen untereinander über eine serielle Busverbindung **27**, beispielsweise über einen CAN-Bus (Controller Area Network), in Signalverbindung. Damit können erfasste Größen, wie beispielsweise die Drehzahl der Fahrzeugräder **21**, ausgetauscht oder Anforderungen an eine der genannten oder an eine weitere Steuerungseinrichtung, beispielsweise die Einstellung eines bestimmten Bremsmoments von der Steuerungseinrichtung **12** des Antriebsmotors **11** an die Steuerungseinrichtung **23** der Bremseinrichtungen **22**, gesendet werden. Die Bremseinrichtungen **22** der Betriebsbremse werden dabei zumindest indirekt von der Steuerungseinrichtung **12** des Antriebsmotors **11** angesteuert.

[0044] Ein Verfahren zur Vorsteuerung eines Kupplungsausrückweges A gemäß [Fig. 2a](#) startet im Block **30**. Eine Vorsteuerung auf einen bestimmten Kupplungsausrückweg A bzw. auf ein diesem Kupplungsausrückweg A entsprechendes bestimmtes Nachführmoment erfolgt, wenn ein diesbezügliches, nachfolgend beschriebenes Auslösekriterium erfüllt ist.

[0045] Im folgenden Abfrageblock **32** wird geprüft, ob die Betriebsbremse **22** ([Fig. 1](#)) betätigt wird. In nächsten Abfrageblock **34** wird geprüft, ob in der Steuerungseinrichtung **12** für die Betriebsbremse **22** der Betriebsmodus ABS (Antiblockiersystem) aktiviert ist. Bei aktiviertem Betriebsmodus ABS wird in einem nachfolgenden Abfrageblock **36** abgefragt, ob das Motorbremssystem **28** ([Fig. 1](#)) aktiviert ist. Bei aktiviertem Motorbremssystem **28** wird in einem nachfolgenden Abfrageblock **38** geprüft, ob die Motordrehzahl weniger als 1250 1/min beträgt. Ist dies der Fall, wird in einem nachfolgenden Block **40** ein Wert für einen Kupplungsausrückweg A eingestellt.

[0046] Wird im Abfrageblock **34** festgestellt, dass für die Betriebsbremse **22** der Betriebsmodus ABS (Antiblockiersystem) nicht aktiviert ist, wird in einem nachfolgenden Abfrageblock **42** geprüft, ob die Motordrehzahl weniger als 1500 1/min beträgt. Ist dies der Fall, wird in den nachfolgenden Block **40** verzweigt und ein Wert für einen Kupplungsausrückweg A eingestellt. In einem auf den Block **40** nachfolgenden Block **44** wird das Verfahren zur Vorsteuerung eines Kupplungsausrückweges A beendet.

[0047] Das Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Bestimmung eines Kupplungsnachführmomentes M_{NF} bzw. eines diesem Nachführmoment M_{NF} entsprechenden Kupplungsausrückweges $Ks_{ausrück}$ gemäß [Fig. 2b](#) startet in einem Block **50**. In einem nachfolgenden Block **52** wird berechnet, wie

groß das aktuelle Mindestübertragungsmoment M_{min} der Anfahrkupplung **17** ([Fig. 1](#)) sein muss, damit ein eventuelles aktuelles Bremsmoment des Motors **11** noch sicher über die Anfahrkupplung **17** auf das Getriebe **15** und schlussendlich auf die Fahrzeugräder **21** übertragen werden kann.

[0048] Hierzu wird in einem Block **54** die Motordrehzahl n_{Mot} ermittelt und das Ergebnis an den Block **52** und an einen Block **56** übermittelt. Weiterhin wird im Block **56** das aktuelle Motorbremsmoment als eine Funktion der im Block **54** ermittelten Motordrehzahl n_{Mot} und ein Sicherheitsfaktor K_{M_MB} bestimmt und an den Block **52** übermittelt.

[0049] Das Motorbremsmoment wird hierbei motordrehzahlabhängig angenommen, und zwar linear oder quadratisch zwischen 500 Nm bei einer Motordrehzahl n_{Mot} von 1000 1/min und 1000 Nm bei 2000 1/min. Der Sicherheitsfaktor K_{M_MB} , der beispielsweise einen Wert von 1,5 annimmt, ist variabel. Er ist so bemessen, dass das Motorbremsmoment sicher übertragen werden kann und berücksichtigt auch Unsicherheiten in Bezug auf die Kenntnis des Motormomentes und der Kupplungskennlinie.

[0050] In manchen Fällen kann es sinnvoll sein, anstelle bzw. zusätzlich zu der hier genannten Motordrehzahl n_{Mot} die möglicherweise leichter zu ermittelnde Getriebeeingangs-Drehzahl, eventuell zudem den Gradienten der Motor- oder Getriebeeingangs-Drehzahl zu bestimmen und zu berücksichtigen, indem ein jeweiliger zugehöriger Schwellwert festgelegt wird. Sinnvoll kann weiterhin sein, dass der jeweilige Schwellwert veränderbar ist und beispielsweise mit zunehmender Motor- oder Getriebeeingangs-Drehzahl vergrößert wird. Der zugehörige Algorithmus läuft nicht innerhalb dieses Ablaufdiagrammes gemäß [Fig. 2b](#) ab, sondern in einer separaten Routine.

[0051] Zwischen dem in Block **52** berechneten aktuellen Mindestübertragungsmoment M_{min} und der Motordrehzahl n_{Mot} wird ein linearer oder quadratischer Zusammenhang angenommen, oder die Bestimmung des aktuellen Mindestübertragungsmomentes M_{min} erfolgt analog zur Bestimmung des ebenfalls motordrehzahlabhängigen Motorbremsmomentes im Block **56**, wie oben beschrieben, wobei das so bestimmte Motorbremsmoment noch mit dem Sicherheitsfaktor K_{M_MB} multipliziert wird.

[0052] Beim erstmaligen Erkennen der Betätigung einer Betriebsbremse **22** ([Fig. 1](#)) des Fahrzeuges und wenn der Gradient des Bremspedalweges einen zugehörigen Schwellwert überschreitet, wird in einem nachfolgenden Block **58** ein kurzzeitiger Öffnungsspeak (Öffnungsimpuls) BB_Peak für die Anfahrkupplung **17** erzeugt. Hierzu wird in einem Block **60** der jeweilige Zustand der Betriebsbremse **22** und

des Motorbremssystems **28** abgefragt und das Ergebnis an den Block **58** übermittelt. Wenn das Motorbremssystem **28** aktiviert ist, wird beim Übergang der Betriebsbremse **22** vom Zustand „nicht betätigt“ zum Zustand „betätigt“ im Block **60** ein Flag gesetzt. Zu diesem Zeitpunkt wird im Block **58** für eine bestimmte kurze Zeit, beispielsweise für 100 ms, ebenfalls ein Flag BB_Peak gesetzt.

[0053] Der Gradient des Bremspedalweges führt beim Überschreiten des zugehörigen Schwellwertes zu einer Reaktion (Anfahrkupplung **17** sofort vollständig öffnen), wie sie auch bei einer Bremsung mit Einsatz des ABS der Fall ist. Dabei kann der Schwellwert für den Gradienten des Bremspedalweges veränderbar und von der Motor- oder Getriebeeingangs-Drehzahl abhängig sein; er wird beispielsweise mit zunehmender Motor- oder Getriebeeingangs-Drehzahl vergrößert. Der zugehörige Algorithmus läuft nicht innerhalb dieses Ablaufdiagrammes gemäß [Fig. 2b](#) ab, sondern in einer separaten Routine.

[0054] In einem nachfolgenden Entscheidungsblock **62** wird abgefragt, ob im vorangehenden Block **58** das Flag BB_Peak gesetzt worden ist. Trifft dies zu, wird in einen nachfolgenden Block **64** verzweigt, in dem das im Block **52** bestimmte Mindestübertragungsmoment M_{min} halbiert und das Ergebnis an einen nachfolgenden Block **66** übermittelt wird. Das Setzen des Flags BB_Peak bewirkt zusammen mit der darauffolgenden Halbierung des Mindestübertragungsmomentes M_{min} eine kurze Ansteuerung des Kupplungsaktors **25** ([Fig. 1](#)) in Richtung einer weiter geöffneten Anfahrkupplung **17**, wodurch die Reaktionszeit bei einer Bremsung mit Einsatz des ABS merklich verkürzt wird.

[0055] Das Flag BB_Peak wird beispielsweise für eine Dauer von 100 ms beim erstmaligen Erkennen der Betätigung der Betriebsbremse gesetzt und bewirkt eine Halbierung des aktuellen Drehmomentnachführungsmomentes M_{min} , um einerseits die für die Erkennung der Gradientenkriterien (siehe Block **60**) benötigte Zeit einzusparen und andererseits die Anfahrkupplung **17** nicht dauerhaft mit einem geringen übertragbaren Moment betreiben zu müssen.

[0056] Das vergleichsweise langsame Stellglied zum Betätigen der automatisierten Anfahrkupplung **17**, der Aktor **25** ([Fig. 1](#)), macht bei dieser kurzen Ansteuerungsdauer keinen wesentlichen Ausschlag, wenn zuvor die Anfahrkupplung **17** geschlossen war, weil die Drehmomentnachführung noch nicht angesprochen hat und demnach keines der obigen Kriterien zum Öffnen der Anfahrkupplung **17** erfüllt ist. Ist jedoch ein solches Öffnungskriterium aus Block **60** erfüllt, dann fügt es sich an den Öffnungsspeak BB_Peak an, im Falle des Kriteriums für den Bremspedalweggradienten sogar ohne Verzögerung, so dass ein entsprechender Zeitgewinn zum Öffnen der

Anfahrkupplung 17 entsteht.

[0057] Lautet die Abfrage im Entscheidungsblock 62, dass im vorangehenden Block 58 das Flag BB_Peak nicht gesetzt worden ist, so wird direkt in den nachfolgenden Block 66 verzweigt.

[0058] Im Block 66 erfolgt die Bestimmung eines vorläufigen Nachführmomentes M_{Nf} . Hierzu wird zuerst in einem Block 68 ein durch das Leistungsstellglied 13 (Fig. 1) vom Fahrer eingestelltes Fahrpedalmoment M_{FP} und ein Sicherheitsfaktor für das Übertragungsmoment K_{M_FP} bestimmt und das jeweilige Ergebnis dem Block 66 übermittelt.

[0059] Im Block 66 erfolgt eine Maximumauswahl zwischen dem im Block 52 und ggf. im Block 64 bestimmten Mindestübertragungsmoment M_{min} einerseits und dem Produkt aus dem Fahrpedalmoment M_{FP} und dem Sicherheitsfaktor für das Übertragungsmoment K_{M_FP} andererseits. Der größere der beiden Werte, entweder das Mindestübertragungsmoment M_{min} oder das Produkt $M_{FP} \cdot K_{M_FP}$ aus dem Fahrpedalmoment M_{FP} und dem Sicherheitsfaktor K_{M_FP} , wird als das vorläufige Nachführmoment M_{Nf} an einen nachfolgenden Block 70 weitergegeben.

[0060] In einem Block 72 werden die Fahrgeschwindigkeit v , ein unterer Schwellwert v_{min} für die Fahrgeschwindigkeit v und ein Fahrgeschwindigkeitsfaktor K_v bestimmt und die Ergebnisse an den Block 70 weitergeleitet.

[0061] Die Fahrgeschwindigkeit v ist üblicherweise bereits in wenigstens einem der Steuergeräte vorhanden und kann beispielsweise über den CAN-Bus abgefragt werden. Der Fahrgeschwindigkeitsfaktor K_v ist ein frei wählbarer Proportionalitätsfaktor, der einen linearen oder einen quadratischen Zusammenhang zwischen einem fahrgeschwindigkeitsabhängigen Vergrößerungsfaktor KV_v (Block 70) und der Fahrgeschwindigkeit v herstellt: $KV_v = K_v \cdot v$ oder $KV_v = K_v \cdot v^2$.

[0062] Unterhalb des unteren Schwellwertes v_{min} für die Fahrgeschwindigkeit v findet keine Kupplungsnachführung mehr statt, die Anfahrkupplung 17 ist dann vollständig geschlossen.

[0063] Es ist möglicherweise sinnvoll, auch einen oberen Schwellwert für die Fahrgeschwindigkeit v festzulegen, ab dem die Anfahrkupplung 17 vollständig geschlossen ist. Beispielsweise bei einer Autobahnfahrt braucht keine Kupplungsnachführung stattzufinden, weil bei einer solchen Fahrsituation genügend Zeit bleibt, die Anfahrkupplung 17 zum richtigen Zeitpunkt öffnen zu können und somit die Gefahr des Motorabwürgens, beispielsweise aufgrund einer Blockier- oder ABS-Bremmung, nicht gegeben ist.

[0064] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist kein diskreter oberer Schwellwert für die Geschwindigkeit v festgelegt. Allerdings bewirkt der Vergrößerungsfaktor KV_v , der oberhalb des unteren Schwellwertes v_{min} Werte größer Eins annimmt, eine Vergrößerung des Nachführmomentes und damit in Verbindung mit einer Kupplungskennlinie (Fig. 2c), dass beispielsweise ab einer Geschwindigkeit von 30 km/h die Drehmomentnachführung mit zunehmender Geschwindigkeit immer mehr außer Kraft gesetzt wird.

[0065] Im Block 70 wird zuerst der fahrgeschwindigkeitsabhängige Vergrößerungsfaktor KV_v für das im Block 66 ermittelte vorläufige Nachführmoment M_{Nf} bestimmt. Unterhalb des im Block 72 ermittelten unteren Schwellwertes v_{min} nimmt dieser fahrgeschwindigkeitsabhängige Vergrößerungsfaktor KV_v den Wert Eins an, oberhalb davon einen Wert größer Eins, und zwar in linearer oder quadratischer Abhängigkeit von dem im Block 68 bestimmten Fahrgeschwindigkeitsfaktor K_v .

[0066] Anschließend wird im Block 70 ein neues, endgültiges Nachführmoment M_{NF} bestimmt, indem das im Block 66 ermittelte vorläufige Nachführmoment M_{Nf} mit dem fahrgeschwindigkeitsabhängigen Vergrößerungsfaktor KV_v multipliziert wird, so dass für das endgültige Nachführmoment M_{NF} gilt: $M_{NF} = M_{Nf} \cdot KV_v$.

[0067] Das von dem Motorbremsmoment abhängige Nachführmoment M_{NF} wird also mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit v auf zunehmend größere Werte eingestellt.

[0068] Dieses endgültige Nachführmoment M_{NF} gilt für den Betrieb mit haftender Anfahrkupplung 17 (Fig. 1), also dann, wenn kein Schalt-, Anhalte- oder Anfahrvorgang stattfindet oder wenn in unkritischen Gangstufen (beispielsweise in einem hohen Gang) oder bei unkritischen Motordrehzahlen (beispielsweise bei mehr als 1250 1/min) gefahren wird, d.h. wenn in solchen Gangstufen oder bei solchen Motordrehzahlen gefahren wird, bei denen das Risiko des Motorabwürgens sehr gering oder nicht gegeben ist. Unkritische Gangstufen oder Motordrehzahlen sind im Abhängigkeit vom Fahrzeug und dem Zeitverhalten der Motorbremse zu ermitteln und fließen in Form der Sicherheitsfaktoren K_{M_MB} (Block 56), K_{M_FP} (Block 68) und des Fahrgeschwindigkeitsfaktors K_v (Block 72) sowie der unteren Schwelle für die Fahrgeschwindigkeit v_{min} (Block 72) in den im Ablaufdiagramm der Fig. 2b dargestellten Algorithmus ein.

[0069] In einem nachfolgenden Block 74 wird ein Sollwert $Ks_{ausrück}$ für den Ausrückweg der Anfahrkupplung 17 (Fig. 1) als Funktion des im Block 70 ermittelten endgültigen Nachführmomentes M_{NF} berechnet.

[0070] [Fig. 2c](#) zeigt hierzu ein Diagramm, das anhand einer „Kupplungskennlinie“ **84** den Zusammenhang zwischen einem zu übertragenden Moment und dem Ausrückweg einer Anfahrkupplung, hier der Anfahrkupplung **17** ([Fig. 1](#)), darstellt. Auf einer Abszisse **80** mit dem Kupplungsausrückweg (in mm oder 0 bis 100 %) ist auf einer Ordinate **82** das zu übertragende Moment, im allgemeinen das zu übertragende Abtriebsmoment des Antriebsmotors **11** oder ein zu übertragendes Bremsmoment, aufgetragen.

[0071] Die für jede Anfahrkupplung **17** typische Kupplungskennlinie **84** ist bekannt und beispielsweise in einem Kennlinienfeld abgelegt, so dass bei einem bekannten und zu übertragenden Abtriebsmoment **82** des Antriebsmotors **11** auf den hierfür einzustellenden Kupplungsausrückweg **80** rückgeschlossen werden kann.

[0072] Im Diagramm der [Fig. 2c](#) wird zur Ermittlung des Sollwertes $Ks_{\text{ausrück}}$ für den Ausrückweg der Anfahrkupplung **17** ([Fig. 1](#)) für das zu übertragende Kupplungsmoment auf der Ordinate **82** das im Block **70** ermittelte endgültige Nachführmoment M_{NF} eingesetzt, das beispielsweise einen Wert **86** annimmt. Anhand der Kupplungskennlinie **84** ergibt sich dann für das zu übertragende Nachführmoment M_{NF} auf der Abszisse **80** ein bestimmter Wert **88** für den einzustellenden Kupplungsausrückweg, der im Block **74** der [Fig. 2b](#) dem des Sollwert $Ks_{\text{ausrück}}$ entspricht.

[0073] In einem Block **76** der [Fig. 2b](#) wird das Verfahren zur Bestimmung eines Kupplungsnachführmomentes beendet. Die Bestimmung des Kupplungsnachführmomentes erfolgt ständig. Die Nachführung des im Block **74** berechneten Kupplungsausrückweges $Ks_{\text{ausrück}}$ in Abhängigkeit des Motorbremsmoments erfolgt, wenn der berechnete Wert größer ist als der vorgesteuerte, im Verfahren gemäß [Fig. 2a](#) bestimmte Kupplungsausrückweg (A).

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Kraftfahrzeuges, insbesondere eines Nutzfahrzeuges oder eines Lastkraftwagens, mit einem Antriebsstrang (**10**), mit einer im Antriebsstrang (**10**) angeordneten automatisiert betätigten Anfahrkupplung (**17**) und einer zugehörigen Steuer-/Regel-Einrichtung (**16**), wobei die Anfahrkupplung (**17**) in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Antriebsstrangs (**10**) zur Gewährleistung eines Nachführmomentes (M_{NF}) um einen Kupplungsausrückweg ($Ks_{\text{ausrück}}$) ausgerückt wird und das Nachführmoment (M_{NF}) zwischen dem Moment der vollständig, ausgerückten Kupplung (**17**) und dem Moment der vollständig eingerückten Kupplung (**17**) liegt, wobei das Nachführmoment (M_{NF}) in Abhängigkeit eines Motorbremsmoments ermittelt wird **dadurch gekennzeichnet**, dass beim erstmaligen Erkennen der Betätigung einer Betriebsbremse

(**22**) des Fahrzeuges ein kurzzeitiger Öffnungsimpuls (BB_{Peak}) für die Anfahrkupplung (**17**) erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Öffnungsimpuls (BB_{Peak}) eine Halbierung des aktuellen Sollwertes des Kupplungsausrückweges ($Ks_{\text{ausrück}}$) bewirkt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass beim Vorliegen eines Öffnungskriteriums der Öffnungsimpuls (BB_{Peak}) zumindest teilweise aufrecht erhalten wird und andernfalls die Anfahrkupplung (**17**) wieder bis zur Gewährleistung des Nachführmomentes (M_{NF}) geschlossen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Nachführmoment (M_{NF}) aus dem Motorbremsmoment und einem Sicherheitsfaktor ($K_{\text{M_MB}}$) errechnet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Anfahrkupplung (**17**) nach einem Schaltvorgang nicht ganz geschlossen wird, sondern in eine Stellung zur Gewährleistung des Nachführmomentes (M_{NF}) gebracht wird oder verbleibt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung des Nachführmomentes (M_{NF}) in Abhängigkeit des Motorbremsmomentes gestartet wird, wenn der Gradient des Bremspedalweges in Richtung einer Zunahme einen Schwellwert überschreitet.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellwert für den Gradienten des Bremspedalweges von der Motor- oder Getriebeeingangs-Drehzahl abhängig ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung des Nachführmomentes (M_{NF}) in Abhängigkeit des Motorbremsmomentes gestartet wird, wenn der Gradient der Motor- oder Getriebeeingangs-Drehzahl einen Schwellwert überschreitet.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellwert für den Gradienten der Motor- oder Getriebeeingangs-Drehzahl von der Motor- oder Getriebeeingangs-Drehzahl abhängig ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das vom Motorbremsmoment abhängige Nachführmoment (M_{NF}) zusätzlich von der Fahrzeuggeschwindigkeit (v) abhängig ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch ge-

kennzeichnet, dass das von dem Motorbremsmoment abhängige Nachführmoment (M_{NF}) mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit (v) auf zunehmend größere Werte eingestellt wird.

ten der Motor- oder Getriebeeingangs-Drehzahl und/oder der Schwellwert für den Gradienten des Bremspedalweges drehzahlabhängig sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 4 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vorsteuerung auf einen Kupplungsausrückweg (A) oder auf ein diesem Kupplungsausrückweg (A) entsprechendes Nachführmoment (M_{NF}) erfolgt, wenn ein diesbezügliches Auslösekriterium erfüllt ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Auslösekriterium für die Vorsteuerung des Kupplungsausrückweges (A) erfüllt ist, wenn bei einem eingeschalteten Antiblockiersystem das Motorbremssystem (**28**) und eine Betriebsbremse (**22**) betätigt sind und die Motordrehzahl kleiner oder gleich 1250 1/min ist.

14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Auslösekriterium für die Vorsteuerung des Kupplungsausrückweges (A) erfüllt ist, wenn bei einem ausgeschalteten Antiblockiersystem eine Betriebsbremse (**22**) betätigt und die Motordrehzahl kleiner oder gleich 1500 1/min ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorsteuerung des Kupplungsmoments zusätzlich zur Nachführung des Kupplungsausrückweges (A) in Abhängigkeit des Motorbremsmoments erfolgt.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Nachführung des Kupplungsmoments (M_{NF}) in Abhängigkeit des Motorbremsmoments erfolgt, wenn das Nachführmoment (M_{NF}) größer ist als das bereits durch die Vorsteuerung eingestellte Kupplungsmoment, das dem Kupplungsausrückweg (A) entspricht.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Nachführung des Kupplungsmomentes (M_{NF}) unterbleibt, wenn das Motorbremssystem (**28**) nicht betätigt ist, oder während eines Anfahr-, Schalt- oder Anhaltevorganges oder wenn in unkritischen Gangstufen oder bei unkritischen Motordrehzahlen gefahren wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Auslösekriterium für die vollständige Öffnung der Kupplung erfüllt ist, wenn der Gradient der Motor- oder Getriebeeingangs-Drehzahl in Richtung einer Abnahme einen Schwellwert überschreitet oder wenn der Gradient des Bremspedalweges in Richtung einer Zunahme einen Schwellwert überschreitet.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellwert für den Gradienten

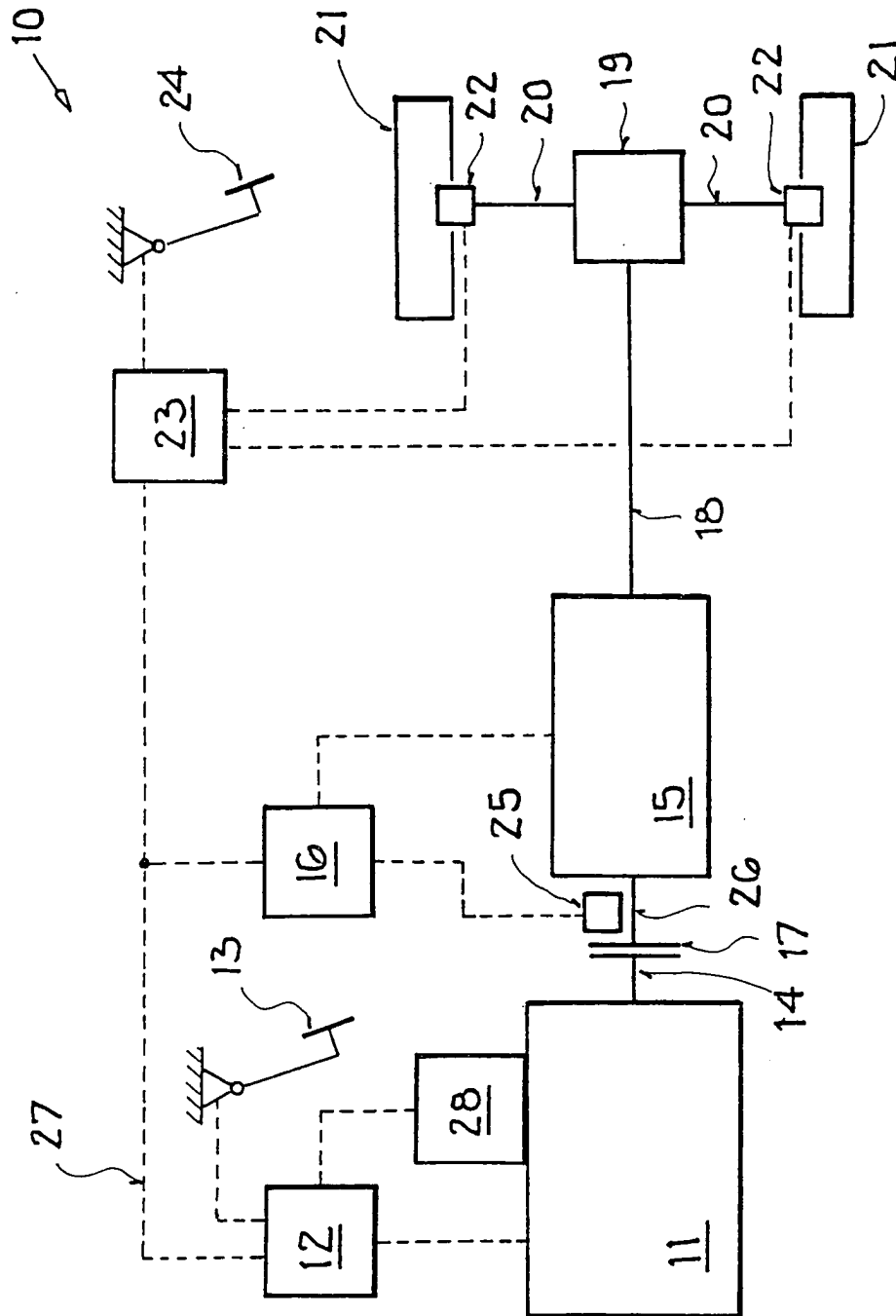


FIG.1

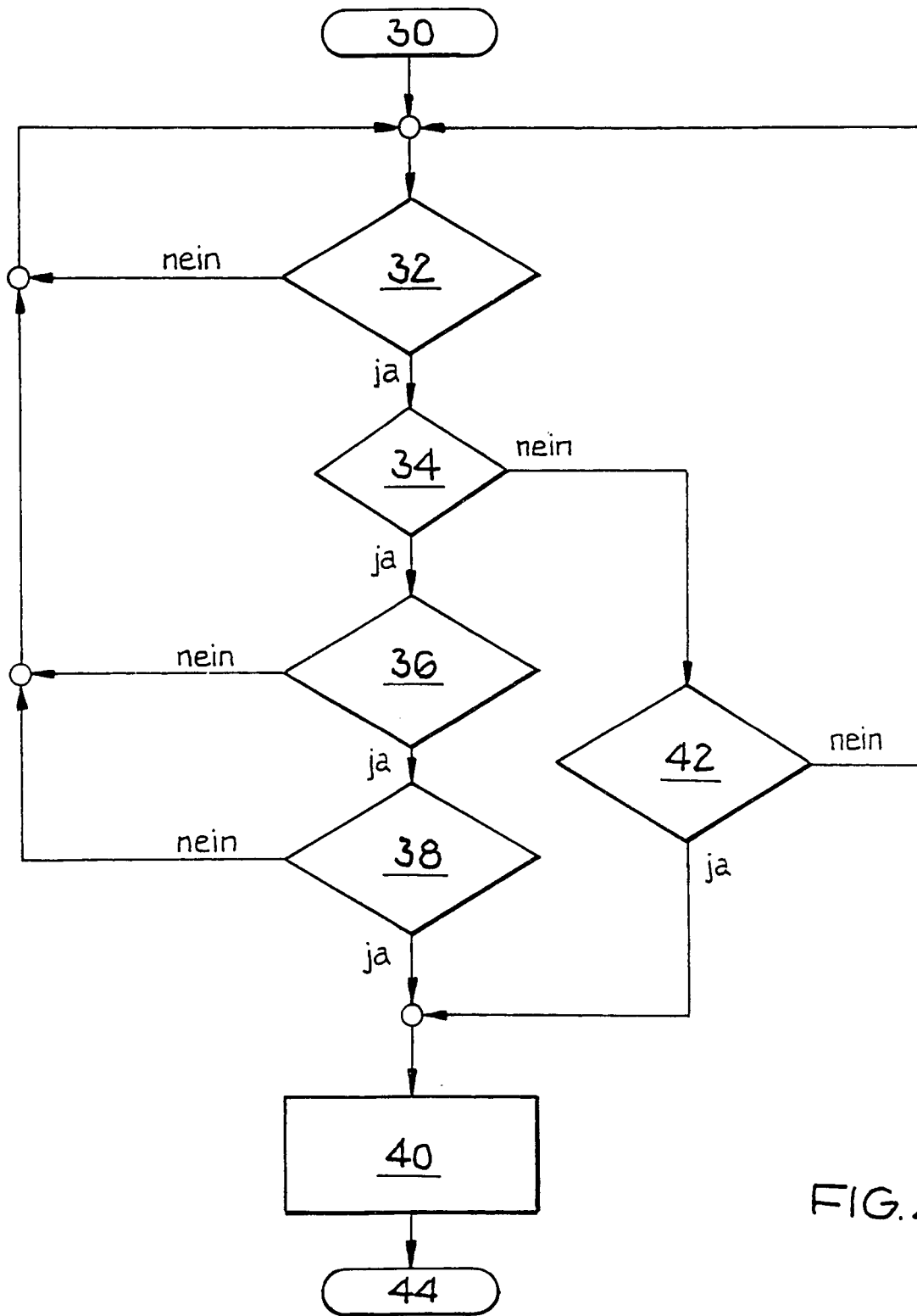


FIG. 2a

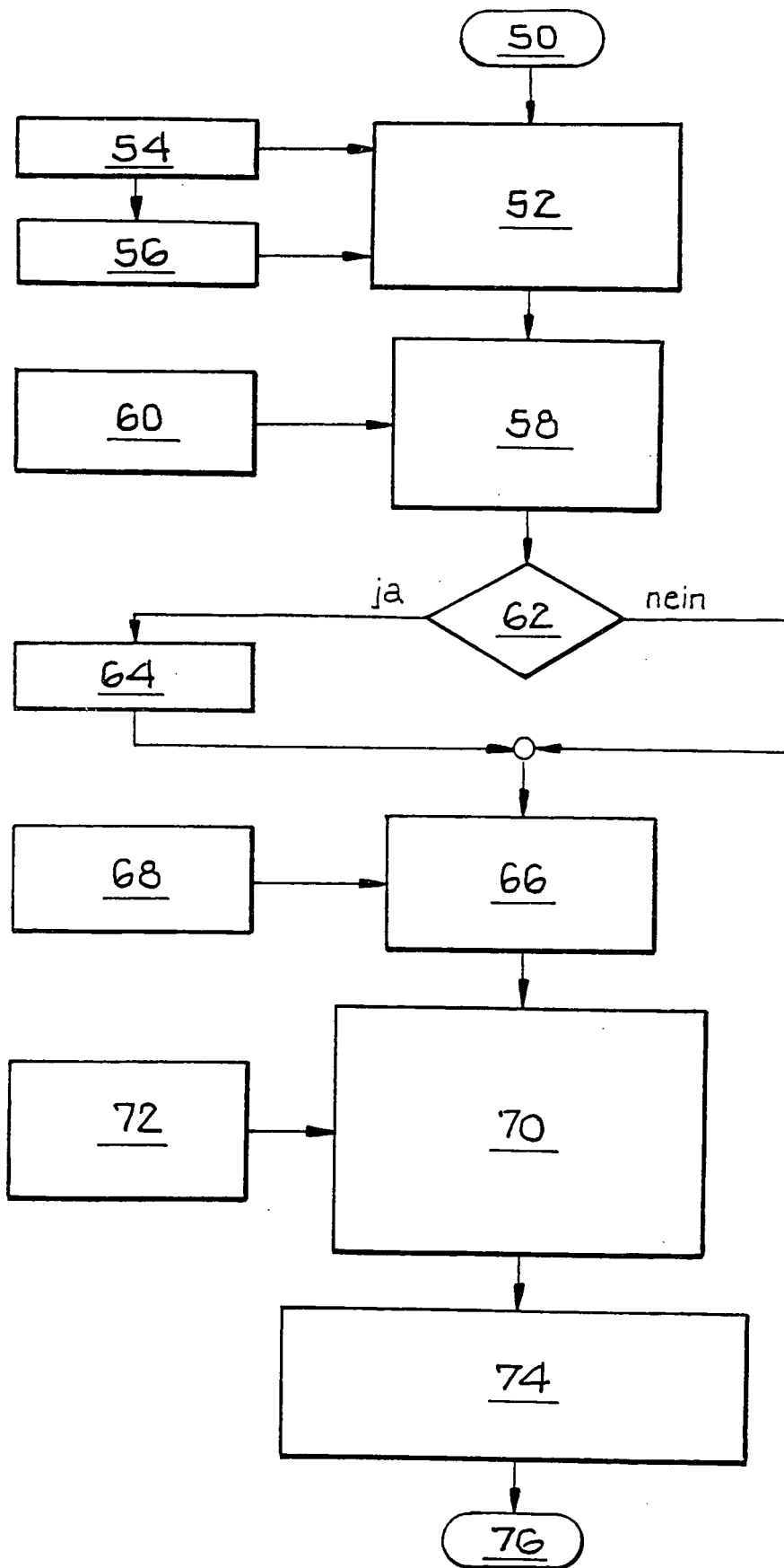


FIG.2b

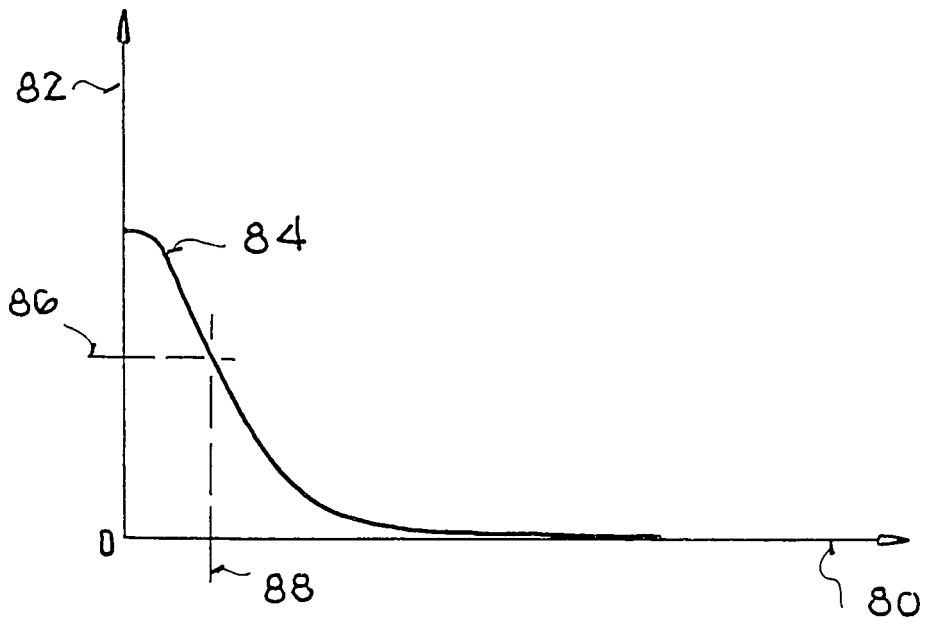


FIG. 2c