

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Oktober 2005 (20.10.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/098269 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F16H**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/003078

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. März 2005 (23.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 017 794.5 5. April 2004 (05.04.2004) DE

Rainer [DE/DE]; Sommerauerstrasse 37, 78112 St. Georgen (DE). **KALISCH, Tobias** [DE/DE]; Hafnergasse 7, 78112 St. Georgen (DE).

(74) **Anwälte: STEIL, Christian** usw.; Witte, Weller & Partner, Postfach 105462, 70047 Stuttgart (DE).

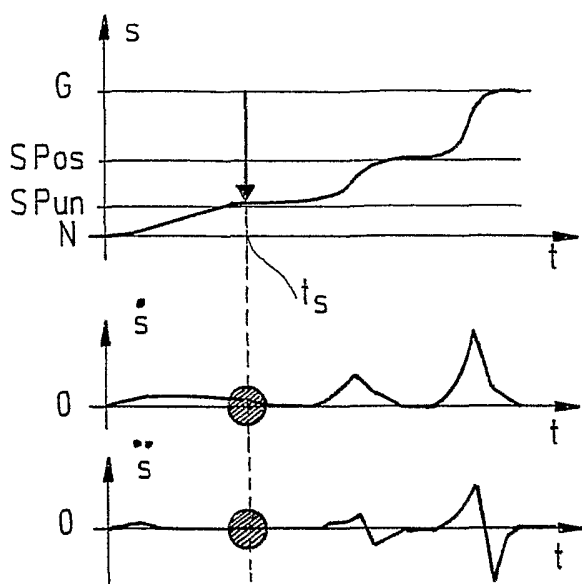
(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** SHIFTING OPTIMIZATION METHOD AND CORRESPONDING CONTROL DEVICE

(54) **Bezeichnung:** SCHALTOPTIMIERUNGSVERFAHREN UND ENTSPRECHENDES STEUERGERÄT



(57) **Abstract:** Disclosed is a method for optimizing the shifting process in a multispeed transmission (16) that is mounted in a motor vehicle, especially an automatic transmission (16) that has several gear steps which can be engaged and disengaged by means of respective clutches (36, 44). Said method comprises the following steps: a tolerance-dependent and/or wear-dependent parameter of a clutch (36, 44) of the multispeed transmission (16) is detected; a setpoint displacement value (SPun; APun) of a shifting member (46, 50) of the clutch (36, 44), which corresponds to said parameter and is approached in the course of a shifting process, is set in accordance with the value of the detected parameter, and/or an event that corresponds to the parameter is triggered.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird vorgeschlagen ein Verfahren zum Optimieren des Schaltablaufes bei einem in ein Kraftfahrzeug eingebauten Stufengetriebe (16), insbesondere bei einem automatisierten Schaltgetriebe (16), das mehrere Gangstufen aufweist, die mittels jeweiliger Schaltkupplungen (36, 44) ein- und auslegbar sind, mit den Schritten: Erfassen eines toleranz- und/oder verschleißabhängigen Parameters einer Schalt-

kupplung (36, 44) des Stufengetriebes (16), Einstellen eines dem Parameter entsprechenden Weg-Sollwertes (SPun; APun) eines Schaltgliedes (46, 50) der Schaltkupplung (36, 44), der im Verlauf eines Schaltvorganges angefahren wird, in Abhängigkeit von dem Wert des erfassten Parameters, und/oder Auslösen eines dem Parameter entsprechenden Ereignisses.

WO 2005/098269 A2



PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Schaltoptimierungsverfahren und entsprechendes Steuergerät

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Optimieren der Schaltabläufe eines Stufengetriebes, insbesondere eines automatisierten Stufengetriebes für Kraftfahrzeuge.

Bei automatisierten Schaltgetrieben (ASG) erfolgen die Betätigung von Schaltkupplungen des Stufengetriebes sowie die Betätigung einer vorgeschalteten Anfahr- und Trennkupplung über Aktuatoren. Die Aktuatoren können beispielsweise elektromotorisch oder fluidisch betriebene Aktuatoren sein. Die Aktuatoren werden koordiniert zueinander von einem Steuergerät angesteuert. Die Gangwechsel können sowohl von Hand ausgelöst werden als auch vollautomatisch gemäß einer übergeordneten Schaltstrategie erfolgen.

Die Schaltzeit ist insbesondere bei ASGs von besonderer Bedeutung, da ein Gangwechsel generell mit einer Zugkraftunterbrechung oder zumindest einer Zugkraftverringerung einhergeht. Ein Gangwechsel bei einem ASG beinhaltet das Auslegen eines Start- oder Quellganges und das Einlegen eines Zielganges.

Die zum Ein- und Auslegen der Gänge verwendeten Schaltkupplungen dienen in erster Linie zum Herstellen des Formschlusses, der die jeweilige Gangstufe einrichtet. Häufig sind die Schaltkupplungen als Synchronkupplungen ausgebildet, die als weitere Funktion die Drehzahlangleichung beim Einlegen einer Gangstufe besitzen. Bei einer Synchronkupplung ist der Synchronpunkt die Position eines Schaltgliedes der Synchronkupplung bei Beginn der Drehzahlangleichung. Die Synchronposition ist die Position bei erfolgter Drehzahlangleichung.

Aus der Druckschrift DE 101 10 898 A1 ist ein Verfahren zur Inbetriebnahme eines ASG bekannt. Dabei werden die zum Wählen und Schalten benötigten Getriebeparameter vor dem Einbau des Stufengetriebes in ein Fahrzeug ermittelt und in einem Steuergerät gespeichert. Dies soll den Vorteil haben, dass die zum späteren Betrieb erforderlichen Getriebeparameter vor dem Einbau unter Zuhilfenahme externer Sensoren ermittelt werden können, um Serienstreuungen zu kompensieren. Dies soll ferner zu einer hohen Genauigkeit bei der Erfassung der Synchronpositionen der einzelnen Gangstufen führen. Unter Getriebeparametern werden dabei die Geometriedaten der getriebeinternen Schaltelemente, die Position von im Getriebe vorhandenen Anschlägen etc. verstanden.

Zum Erfassen der Synchronposition einer Synchronkupplung wird bei dem bekannten Verfahren die Eingangswelle des Getriebes vor dessen Einbau durch einen externen Antrieb in Drehung versetzt. Die Synchronposition wird angefahren. Die Drehzahländerung der Eingangswelle wird überwacht. Das Erreichen des Synchronpunktes (dort Synchronposition genannt) wird bei einer Drehzahländerung festgestellt, die größer ist als ein vorbestimmter Schwellenwert. Dabei soll eine Schaltmuffe zum Einlegen der betroffenen Gangstufe langsam und mit kleiner Kraft durch den jeweiligen Aktuator betätigt werden.

Alternativ hierzu soll es auch möglich sein, die Eingangswelle des Getriebes mit einem Eingangsmoment zu beaufschlagen und das Abtriebsmoment zu überwachen. Das Erreichen des Synchronpunktes wird bei einer Abtriebsmomentänderung festgestellt, die größer ist als ein vorbestimmter Schwellenwert.

Aus der DE 103 12 400 A1 ist es ferner bekannt, die Spannung eines als Aktuator verwendeten Elektromotors beim Anfahren des Synchronpunktes so einzustellen, dass bei einem Anfahren des Synchronpunktes mit konstanter Geschwindigkeit die Synchronkraft genau getroffen wird.

Vor dem obigen Hintergrund ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Optimierungsverfahren für Schaltabläufe von Kraftfahrzeug-Stufengetrieben sowie ein damit betreibbares Steuergerät zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Optimieren des Schaltablaufes bei einem in ein Kraftfahrzeug eingebauten Stufengetriebe, insbesondere bei einem automatisierten Schalt-

getriebe, gelöst, das mehrere Gangstufen aufweist, die mittels jeweiliger Schaltkupplungen ein- und auslegbar sind, mit den Schritten:

- Erfassen eines toleranz- und/oder verschleißabhängigen Parameters einer Schaltkupplung des Stufengetriebes, und
- Einstellen eines dem Parameter entsprechenden Weg-Sollwertes eines Schaltgliedes der Schaltkupplung, der im Verlauf eines Schaltvorganges angefahren wird, in Abhängigkeit von dem Wert des erfassten Parameters, und/oder Auslösen eines dem Parameter entsprechenden Ereignisses.

Ferner wird die Aufgabe gelöst durch ein Steuergerät für einen Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges, wobei das Stufengetriebe durch ein Computerprogramm betrieben wird, das zur Ausführung des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens ausgelegt ist.

Durch das erfindungsgemäße Optimierungsverfahren ist es möglich, bei einem bereits in ein Kraftfahrzeug eingebauten Stufengetriebe die Schaltabläufe zu optimieren. Hierbei werden bestimmte Parameter des Schaltablaufes während der Betriebszeit des Kraftfahrzeuges erfasst, und es werden bestimmte Weg-Sollwerte der Schaltkupplung in Abhängigkeit von dem erfassten Parameterwert eingestellt oder Ereignisse auslöst.

Dabei kann das Optimierungsverfahren kontinuierlich während der Betriebszeit angewandt werden. Es ist jedoch auch möglich, das Optimierungsverfahren oder bestimmte Ausgestaltungen hiervon nur einmalig oder diskontinuierlich, also beispielsweise im Rahmen der üblichen Wartungsarbeiten, durchzuführen.

Das erfindungsgemäße Verfahren geht davon aus, dass die eingestellten Weg-Sollwerte adaptiv während der Betriebszeit des Kraftfahrzeuges eingestellt werden. Hierdurch lassen sich zeit- und komfortoptimierte Schaltvorgänge realisieren. Auch ist mittelbar eine Bestimmung des Verschleißes der Getriebekomponenten möglich.

Ein Schaltvorgang kann das Auslegen eines Startganges, das Einlegen eines Zielganges oder - bei einem Gangwechsel - beides beinhalten.

Obgleich das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere bei ASGs Anwendung findet, ist es auch auf andere Getriebearten anwendbar, beispielsweise auf Doppelkupplungsgetriebe.

Das Schaltglied der Schaltkupplung ist ein bei einem Schaltvorgang bewegtes Glied, insbesondere eine Schaltmuffe oder ein damit gekoppeltes Glied wie eine Schaltgabel, eine Schaltstange, ein Aktuatorabtrieb o.Ä.

Das Auslösen eines dem Parameter entsprechenden Ereignisses kann beispielsweise im Schaltverlauf das Starten eines Programmmoduls sein.

Die Aufgabe wird somit vollkommen gelöst.

Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Schaltkupplung eine Synchronkupplung ist und wenn der Parameter der Synchronpunkt beim Einlegen einer Gangstufe ist.

Durch diese Maßnahme ist es beispielsweise möglich, einen Weg-Sollwert zum schnellen Anfahren des Synchronpunktes kurz vor den tatsächlichen Synchronpunkt zu legen. Hierdurch kann die Schaltzeit verringert werden. Denn es wird vermieden, dass das Schaltglied schon weit vor dem tatsächlichen Synchronpunkt langsam verfahren wird, um einen Synchronschlag beim Anfahren des Synchronpunktes zu vermeiden.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Parameter der Auslegepunkt beim Auslegen einer Gangstufe.

Hierdurch ist es möglich, ein dem Auslegepunkt entsprechendes Ereignis unmittelbar nach dem Erreichen des Auslegepunktes auszulösen. Im Stand der Technik wird der Gang beim Gangauslegen erst nach einer festen Wegdifferenz (Δ -Position) als ausgelegt gemeldet, wobei der Wert der Wegdifferenz alle Toleranzen berücksichtigt und relativ groß ist. Aus Sicherheitsgründen können bei einem Gangwechsel bestimmte Abläufe erst eingeleitet werden, wenn der Startgang als ausgelegt gemeldet ist. Erfindungsgemäß wird der Auslegepunkt bei einem in ein Kraftfahrzeug eingebauten Stufengetriebe adaptiv erfasst und kann demzufolge unmittelbar (bzw. mit einer sehr viel kleineren Wegdifferenz) zur Auslösung weiterer Ereignisse dienen (z.B. Meldung „Gang ausgelegt“).

Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist der Parameter der Hinterlegungspunkt beim Auslegen einer Gangstufe.

An den Schaltverzahnungen sind bekanntermaßen häufig so genannte Hinterlegungen vorgesehen, die in erster Linie dazu dienen, ein versehentliches Gangauslegen zu vermeiden. Die Hinterlegun-

gen haben in Bezug auf den Auslegepunkt eine vorgegebene Entfernung. Demzufolge lässt sich der Auslegepunkt mittelbar über die Erfassung des Hinterlegungspunktes beim Auslegen einer Gangstufe ermitteln. Auch hierbei kann dann ein entsprechendes Ereignis bei Erreichen des Auslegepunktes ausgelöst werden, beispielsweise die Meldung „Gang ausgelegt“ bzw. das Einleiten weiterer Schritte, die im Verlauf des Gangwechsels notwendig sind.

Von besonderem Vorteil ist es insgesamt, wenn der Parameter während der Lebensdauer des Kraftfahrzeuges immer aufs Neue erfasst wird.

Hierdurch kann der Schaltablauf in Abhängigkeit von der Veränderung des Parameters (z.B. auf Grund von Verschleiß) immer neu optimiert werden.

Von besonderem Vorteil ist es ferner, wenn der Parameter während der Fahrt des Kraftfahrzeuges erfasst wird.

Hierbei ist es möglich, nicht nur statische, sondern auch dynamische Begleitumstände zu berücksichtigen. Ferner ist es möglich, die Parametererfassung ständig während der Fahrt durchzuführen, um die Schaltabläufe zu optimieren.

Alternativ ist es natürlich auch möglich, den Parameter diskontinuierlich während der Lebensdauer des Fahrzeuges zu überwachen, beispielsweise bei regelmäßig anfallenden Wartungsarbeiten oder auch immer dann, wenn das Fahrzeug im Stillstand ist.

Gemäß einer insgesamt bevorzugten Ausführungsform wird der Parameter erfasst, indem das Schaltglied bewegt wird und indem die Veränderung der Geschwindigkeit des Schaltgliedes erfasst wird.

Für den Fall, dass der Parameter der Synchronpunkt ist, so wird das Schaltglied in der Regel über den Synchronpunkt hinweg bewegt, wobei an der Schaltkupplung eine Differenzdrehzahl vorhanden sein muss. Das Schaltglied wird vorzugsweise langsam (mit minimaler Kraft) in Einlegerichtung bewegt. Wird die Geschwindigkeit des Schaltgliedes kleiner, so entspricht die aktuelle Position des Schaltgliedes dem Synchronpunkt.

Sofern der Parameter der Auslegepunkt ist, lässt sich dieser beispielsweise mittelbar über die Hinterlegungsposition erfassen. Sofern die Schaltverzahnung der Schaltkupplung mit einer Hinterlegung versehen ist, erfolgt eine Veränderung der Geschwindigkeit des Schaltgliedes, wenn dieses in Richtung neutral bewegt wird, und zwar an der Hinterlegungsposition. Voraussetzung hierfür ist, dass der auszulegende Gang unter Moment steht.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird der Parameter erfasst, indem das Schaltglied bewegt wird und indem die Veränderung der Stellgröße eines Aktuators erfasst wird, der das Schaltglied betätigt.

Diese Ausführungsform entspricht dem Grunde nach der Art und Weise der Parametererfassung unter Benutzung der Veränderung der Geschwindigkeit des Schaltgliedes. Sofern der Parameter der Synchronpunkt ist, steigt bei Erreichen des Synchronpunktes der

Strom (eines elektromotorischen Aktuators) bzw. der Druck (bei einem fluidischen Aktuator) auf Grund der Gegenkraft an. Dieser Anstieg der Stellgröße findet im Bereich des Synchronpunktes statt. Voraussetzung ist wiederum eine Differenzdrehzahl an der Schaltkupplung des Zielganges.

Bei dem Auslegen einer Gangstufe ist ein entsprechender kurzer Anstieg des Stromes bzw. Druckes dann festzustellen, wenn die Hinterlegung der Schaltkupplungsverzahnung erreicht wird. Somit lässt sich der Auslegepunkt mittelbar über die Hinterlegungsposition bestimmen.

Gemäß weiteren bevorzugten Ausführungsformen wird der Parameter erfasst, indem das Schaltglied bewegt wird und indem die zweite Ableitung der Eingangsdrehzahl des Stufengetriebes erfasst wird.

Diese Art der Parametererfassung bietet sich insbesondere dann an, wenn die Kupplung nach Auslegen des Startganges geöffnet ist und der Synchronpunkt noch nicht erreicht ist. Dann nämlich wird die Getriebeeingangsdrehzahl durch das Schleppmoment des Getriebes bestimmt.

Anstelle der Getriebeeingangsdrehzahl kann auch die Differenzdrehzahl von Eingangsdrehzahl zu Getriebeausgangsdrehzahl verwendet werden.

Falls der Parameter der Synchronpunkt ist, ändert sich der Gradient der Getriebeeingangsdrehzahl, wenn der Synchronpunkt erreicht wird. Die Änderung des Drehzahlverlaufes ist ein Indiz hierfür. Bei einer Hochschaltung wird der Drehzahlgradient nach

Erreichen des Synchronpunktes steiler. Daher lässt sich der Synchronpunkt über die Änderung des Gradienten der Getriebeeingangsdrehzahl (die zweite Ableitung) bestimmen. Bei einer Rückschaltung nimmt die Drehzahl nach Auslegen des Startgangs stetig ab, bis die Drehzahl beim Erreichen des Synchronpunktes nicht mehr fällt, sondern in Richtung der Zieldrehzahl ansteigt. Dabei wechselt das Vorzeichen des Drehzahlgradienten. Der Synchronpunkt liegt dabei jedoch dort, wo der Gradient der Getriebeeingangsdrehzahl sich vom Wert her ändert.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird der Parameter erfasst, indem das Schaltglied bewegt wird und indem die Eingangsdrehzahl des Stufengetriebes erfasst wird.

Für den Fall, dass der Parameter der Synchronpunkt ist, kann dies erreicht werden, indem der Verbrennungsmotor des Kraftfahrzeuges mit der Getriebeeingangswelle verbunden ist und das Schaltglied bis zu dem Weg-Sollwert hin gefahren wird. Bei Erreichen des Synchronpunktes kann ein kurzfristiger Einbruch der Drehzahl des Verbrennungsmotors detektiert werden.

Für den Fall, dass der Parameter der Auslegepunkt ist, wird dem auszulegenden Gang ein Moment aufgeprägt und das Schaltglied in Richtung neutral bewegt. Sobald der Formschluss gelöst wird, ergibt sich eine Änderung der Getriebeeingangsdrehzahl.

Entsprechend kann dies auch durch eine Veränderung der Stellgröße des Aktuators erfasst werden.

Das Detektieren der Getriebeparameter (z.B. des Synchronpunktes bzw. des Auslegepunktes) kann erfindungsgemäß zur adaptiven

Einstellung eines entsprechenden Weg-Sollwertes verwendet werden. Der Weg-Sollwert berücksichtigt somit den Verschleiß der Synchronkupplung oder ähnliches. Alternativ kann die Erfassung des Parameters auch unmittelbar zum Auslösen eines entsprechenden Ereignisses verwendet werden, beispielsweise zum Einleiten weiterer Verfahrensschritte (nach der Art eines Software-Interrupts oder ähnliches).

Es versteht sich, dass der Parameter des Stufengetriebes vorzugsweise ein Wegparameter jeweiliger Schaltkupplungen des Stufengetriebes ist.

Ferner versteht sich, dass das erfindungsgemäße Optimierungsverfahren bzw. das erfindungsgemäße Steuergerät in gleichem Maße auch auf andere Getriebetypen anwendbar ist, insbesondere auch auf Doppelkupplungsgetriebe, bei denen ebenfalls Gangstufen formschlüssig durch jeweilige Schaltkupplungen eingerichtet werden.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines automatisierten Schaltgetriebes, bei dem das erfindungsgemäße Optimie-

rungsverfahren bzw. das erfindungsgemäße Steuergerät verwendet werden können;

Fig. 2 Diagramme zur Erläuterung einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens zum Erfassen und Einstellen des Synchronpunktes einer Schaltung;

Fig. 3 Diagramme zur Erläuterung einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens zur Erfassung und Einstellung des Synchronpunktes;

Fig. 4 Diagramme zur Erläuterung einer dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens zum Erfassen und Einstellen des Synchronpunktes bei einem Hochschaltvorgang;

Fig. 5 eine Abwandlung der dritten Ausführungsform bei einer Rückschaltung;

Fig. 6 Diagramme zur Erläuterung einer vierten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens zum Erfassen und Einstellen eines Auslegepunktes;

Fig. 7 Diagramme zur Erläuterung einer fünften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens zum Erfassen und Einstellen des Auslegepunktes; und

Fig. 8 Diagramme zur Erläuterung einer sechsten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens zum Erfassen und Einstellen des Auslegepunktes.

In Fig. 1 ist ein Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges generell mit 10 bezeichnet.

Der Antriebsstrang 10 weist einen Verbrennungsmotor 12, eine Anfahr- und Trennkupplung 14 sowie ein Stufengetriebe 16 auf.

Ein Eingangsglied der Trennkupplung 14 ist mit einer Motorabtriebswelle 20 verbunden. Die Drehzahl der Motorabtriebswelle 20 ist mit n_m bezeichnet. Ein Ausgangsglied der Trennkupplung 14 ist mit einer Getriebeeingangswelle 22 verbunden. Die Drehzahl der Getriebeeingangswelle ist mit n_i bezeichnet.

Das Stufengetriebe 16 weist getriebeeingangsseitig zunächst einen Konstanten-Radsatz 24 auf, der die Getriebeeingangswelle 22 mit einer Vorgelegewelle 26 verbindet.

Das Stufengetriebe 16 weist ferner eine Getriebeausgangswelle 28 auf, deren Drehzahl mit n_o bezeichnet ist.

Ferner beinhaltet das Stufengetriebe 16 eine Mehrzahl von Radsätzen entsprechend einer Mehrzahl von Gangstufen, die durch das Stufengetriebe 16 eingerichtet werden können. Im vorliegenden Fall sind aus Gründen einer übersichtlichen Darstellung nur zwei Radsätze 30, 38 gezeigt, obgleich die Anzahl der Gangstufen bei typischen Antriebssträngen der gezeigten Art fünf, sechs, sieben oder mehr beträgt.

Der erste Radsatz 30 weist ein mit der Vorgelegewelle 26 verbundenes Festrad 32 und ein drehbar an der Getriebeausgangswelle 28 gelagertes Losrad 34 auf. Das Losrad 34 ist mittels einer

ersten Schaltkupplung 36 (Synchronkupplung) mit der Getriebeausgangswelle 28 verbindbar.

Der zweite Radsatz 38 weist ein mit der Vorgelegewelle 26 verbundenes Festrad 40 und ein drehbar an der Getriebeausgangswelle 28 gelagertes zweites Losrad 42 auf. Das zweite Losrad 42 ist mittels einer zweiten Schaltkupplung 44 mit der Getriebeausgangswelle 28 verbindbar.

Die Schaltkupplungen 36, 44 sind als Schaltkupplungspaket integriert und mittels einer Schaltmuffe 46 betätigbar, die axial verschieblich ist.

Die Schaltmuffe 46 wird mittels eines Schaltgliedes 50 betätigt, bei dem es sich beispielsweise um eine Schaltgabel oder eine Schaltschwinge handeln kann.

Der dargestellte Antriebsstrang 10 ist ein automatisierter Antriebsstrang. Das Stufengetriebe 16 ist ein automatisiertes Schaltgetriebe. Demzufolge ist ein Steuergerät 60 vorgesehen, das einen Aktuator 52 ansteuert, der das Schaltglied 50 - und damit die Schaltmuffe 46 - automatisiert betätigt. Es versteht sich, dass das Steuergerät 60 in gleichem Maße dazu ausgelegt sein kann, auch die Trennkupplung 14 automatisiert zu betätigen. Ferner ist in der Regel eine übergeordnete Steuerung implementiert, die auch Parameter des Verbrennungsmotors 12 berücksichtigt bzw. beeinflusst.

Der Weg der Schaltmuffe 46 bzw. des Schaltgliedes 50 bzw. des Aktuators 52 ist in Fig. 1 schematisch mit s bezeichnet.

Es versteht sich, dass der dargestellte Getriebeaufbau lediglich beispielhaft ist und die Zusammenhänge bei dem erfindungsgemäßen Optimierungsverfahren veranschaulichen soll. Es versteht sich jedoch, dass das erfindungsgemäße Optimierungsverfahren in gleichem Maße auf andere Arten von Antriebssträngen anwendbar ist, bei denen Schaltkupplungen zum Ein- und Auslegen von Gangstufen verwendet werden, beispielsweise auf Doppelkupplungsgetriebe.

Fig. 2 zeigt Diagramme zur Erläuterung einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens zum Erfassen und Einstellen des Synchronpunktes einer Schaltkupplung.

In der ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens wird der Synchronpunkt durch Beobachtung der Bewegung der Schaltmuffe 46 (oder des Schaltgliedes 50 bzw. des Aktuatorabtriebs 52) erfasst.

In Fig. 2 ist der Weg s der Schaltmuffe 46 über der Zeit aufgetragen. Ferner sind dargestellt die erste Ableitung $\dot{s}$ des Weges s über der Zeit und die zweite Ableitung $\ddot{s}$ des Weges s über der Zeit.

Bei dieser Ausführungsform des Optimierungsverfahrens wird die Schaltmuffe 46 des Zielganges langsam (mit minimaler Kraft) in Richtung Gang bewegt. Dabei ist über der Zielsynchronisation eine Differenzdrehzahl vorhanden.

Kommt die Schaltmuffe bei noch vorhandener Differenzdrehzahl zum Stehen bzw. wird ihre Geschwindigkeit kleiner, so ent-

spricht die aktuelle Position der Schaltmuffe 46 dem Bereich des Synchronpunktes SPun. Der entsprechende Synchronpunkt-Zeitpunkt ist mit t_s bezeichnet.

Bei SPos ist die Synchronposition dargestellt, also jene Position der Schaltmuffe, bei der die Drehzahlangleichung der Zielgangstufe erreicht ist. Bei G ist jene Position der Schaltmuffe 46 dargestellt, bei der der Formschluss erreicht und die Gangstufe eingelegt ist. Bei N ist der Neutralpunkt der zugehörigen Schaltkupplung dargestellt.

In dem Diagramm der Geschwindigkeit $\dot{s}$ der Schaltmuffe 46 ist zu erkennen, dass diese bei dem Synchronpunkt SPun von einem relativ konstanten Wert abfällt. Dies ist ebenfalls in dem Diagramm betreffend die Beschleunigung $\ddot{s}$ zu erkennen.

Um über der Zielsynchronisation eine Differenzdrehzahl aufzuprägen, sind folgende Maßnahmen möglich:

Erstens, die Differenzdrehzahl kann durch einen Schaltwunsch ausgelöst werden und ist dann Folge der unterschiedlichen Übersetzung von Start- und Zielgang, wobei die Schaltung während der Fahrt erfolgen muss. Demzufolge kann die Detektierung des Synchronpunktes bei einem normalen Schaltvorgang während der Fahrt erfolgen.

Zweitens, die Differenzdrehzahl kann über die Kupplung erzeugt werden. Beispielsweise kann die Kupplung die Drehzahl des Antriebsmotors (Verbrennungsmotor, E-Motor, Gasturbine, ...) auf den Getriebeeingang 22 aufprägen und somit auch für eine Differenzdrehzahl über der Zielsynchronisation sorgen, unabhängig

davon, ob das Kraftfahrzeug fährt oder nicht, also auch im Stillstand.

Drittens, die Differenzdrehzahl kann über den Startgang aufgeprägt werden. Lässt sich die Schaltmuffe 46 der Zielsynchronisation unabhängig von der Schaltmuffe des Startganges verfahren (sind also die Schaltkupplungen von Start- und Zielgang nicht Teil eines Kupplungspaketes), so lässt sich bei geöffneter Kupplung durch den eingelegten Gang eine Differenzdrehzahl über der Zielsynchronisation aufprägen. Es ist lediglich notwendig, dass irgendein Gang eingelegt ist und der Wagen sich noch bewegt, fährt/rollt.

Fig. 3 zeigt Diagramme zur Erläuterung einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens zur Erfassung und Einstellung des Synchronpunktes.

In Fig. 3 ist dargestellt die Getriebeeingangsdrehzahl n_i über der Zeit t . Bei dieser Ausführungsform ist die Trennkupplung 14 geschlossen, so dass die Getriebeeingangsdrehzahl n_i gleich der Motordrehzahl n_m ist.

Fig. 3 zeigt ferner den Weg s der Schaltmuffe des Zielganges über der Zeit.

Bei der zweiten Ausführungsform kann die Synchronpunktdetektierung im Stillstand erfolgen. Dabei ist zunächst die Kupplung zu schließen und der Verbrennungsmotor beispielsweise im Leerlauf zu betreiben. Es darf kein Gang eingelegt sein.

Nunmehr wird die Schaltmuffe 46 von Neutral N in Richtung hin zum Synchronpunkt SPun bewegt, wie es dem Diagramm in Fig. 3 zu entnehmen ist. Bei Erreichen des Synchronpunktes wird ein kurzfristiger Einbruch der Drehzahl des Verbrennungsmotors detektiert. Der Zeitpunkt t_s des Einbruchs der Drehzahl des Verbrennungsmotors zeigt den Synchronpunkt SPun an. Dieser Punkt kann auch dazu benutzt werden, um die Schaltmuffe 46 anzuhalten, wie es dem Diagramm der Fig. 3 zu entnehmen ist (denn ansonsten würde ja bei geschlossener Trennkupplung 14 im Stillstand des Kraftfahrzeuges die Gangstufe eingelegt werden, was naturgemäß zu einem Abwürgen des Motors führen würde, oder zu einer Beschädigung der Schaltkupplung).

Es versteht sich, dass die Differenzdrehzahl hierbei auch durch einen Elektromotor erzeugt werden kann, wie er beispielsweise in Hybridfahrzeugen vorhanden ist, durch eine Gasturbine, durch einen Kurbelwellenstartergenerator, etc.

Anstelle der Detektierung über die Schaltmuffenposition oder die Getriebeeingangs- bzw. Motordrehzahl ist es auch möglich, den Synchronpunkt durch Beobachtung der Stellgröße des Aktuators 52 zu erfassen. Bei einem hydraulischen Stellzylinder kann die Stellgröße beispielsweise der Druck sein, bei einem Elektromotor beispielsweise der Strom.

Sofern eine Differenzdrehzahl über dem Zielgang vorhanden ist, kann man bei Erreichen des Synchronpunktes SPun eine kurzfristige Änderung der Stellgröße (z.B. Anstieg des Stromes bzw. des Druckes) feststellen, und zwar abhängig von der Art des Reglers bzw. der Steuerung. Dieser Anstieg ist eine Folge einer Ände-

rung des Übertragungsverhaltens der Regelstrecke (Verfahren aus Neutral ohne Widerstand und Andrücken der Synchronringe).

Fig. 4 zeigt Diagramme zur Erläuterung einer dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens zum Erfassen und Einstellen des Synchronpunktes bei einem Hochschaltvorgang.

Wird ein Schaltvorgang während einer Fahrt des Kraftfahrzeuges durchgeführt, muss die Getriebeeingangsdrehzahl n_I vom Drehzahlniveau des Startganges auf das des Zielganges angepasst werden. Wenn der Startgang ausgelegt wurde, die Kupplung offen ist und der Synchronpunkt noch nicht erreicht ist, wird die Getriebeeingangsdrehzahl n_I durch das Schleppmoment des Getriebes bestimmt (Bereich A in Fig. 4).

In Fig. 4 sind übereinander dargestellt die Getriebeeingangsdrehzahl n_I über der Zeit bei einem Hochschaltvorgang, entsprechend der Gradient $\dot{n}_I$ der Getriebeeingangsdrehzahl und die Änderung $\ddot{n}_I$ des Gradienten der Getriebeeingangsdrehzahl über der Zeit. Ferner ist in Fig. 4 dargestellt der Weg der Schaltmuffe s über der Zeit.

Man erkennt in den Diagrammen der Fig. 4, dass der Drehzahlgradient $\dot{n}_I$ nach Erreichen des Synchronpunktes SPun steiler wird. Der Synchronpunkt SPun lässt sich in diesem Fall über die Änderung $\ddot{n}_I$ des Gradienten der Getriebeeingangsdrehzahl bestimmen (d.h. die zweite Ableitung $\ddot{n}_I$ der Drehzahl n_I).

Fig. 5 zeigt Diagramme zur Erläuterung einer Abwandlung der dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens zum Erfassen und Einstellen des Synchronpunktes bei einem Rückschaltvorgang.

Die grundlegende Funktionsweise ist vergleichbar mit den Vorgängen beim Hochschalten.

Bei dem Rückschaltvorgang nimmt die Drehzahl n_I nach dem Auslegen des Startgangs stetig ab, bis die Drehzahl beim Erreichen des Synchronpunktes SPun nicht mehr fällt, sondern in Richtung der Zieldrehzahl ansteigt. Dabei wechselt das Vorzeichen des Drehzahlgradienten, d.h. der ersten Ableitung $\dot{n}_I$ der Getriebeeingangsdrehzahl n_I von (-) auf (+). Der Synchronpunkt SPun liegt tatsächlich jedoch dort, wo der Gradient der Getriebeeingangsdrehzahl sich vom Wert her ändert, also dort, wo die zweite Ableitung $\ddot{n}_I$ der Getriebeeingangsdrehzahl eine Wertänderung erfährt.

Bei einer dritten Ausführungsform gemäß den Figuren 4 und 5 lässt sich anstelle der Getriebeeingangsdrehzahl n_I auch die Differenzdrehzahl von Getriebeeingangsdrehzahl n_I und Getriebeausgangsdrehzahl n_O verwenden.

Ziel der bislang beschriebenen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens ist eine adaptive Erfassung und Speicherung des Synchronpunktes der Schaltkupplungen des Stufengetriebes 16, und zwar während der Lebensdauer des Kraftfahrzeuges. Wie dargestellt, kann dies kontinuierlich erfolgen, also beispielsweise bei jedem Schaltvorgang des Stufengetriebes. Alternativ ist es auch möglich, hierzu spezielle Verfah-

rensschritte durchzuführen, beispielsweise im Stillstand des Fahrzeuges (dies kann beispielsweise im Rahmen von Wartungsarbeiten oder Ähnlichem erfolgen).

Durch genaues kontinuierliches („adaptives“) Erfassen des Synchronpunktes ist es zu jedem Zeitpunkt während der Lebensdauer des Kraftfahrzeuges möglich, die Schaltmuffe 46 beim Einlegen des Zielganges jeweils schnell bis kurz vor den Synchronpunkt anzufahren und erst kurz vor Erreichen des Synchronpunktes auf eine langsamere Schaltmuffenbewegung umzuschalten. Hierdurch kann die Schaltzeit optimiert werden.

Ferner ist es durch Protokollierung des Synchronpunktes über die Lebensdauer des Kraftfahrzeuges möglich, den Verschleiß der jeweiligen Synchronbeläge zu erfassen.

Zusätzlich oder alternativ zu der erfindungsgemäßen Optimierung der Erfassung und Einstellung des Synchronpunktes ist es auch möglich, den Auslegepunkt des Startganges optimiert zu erfassen und einzustellen.

Während im Stand der Technik ein Gang aus Sicherheitsgründen häufig erst eine relativ große Wegdifferenz nach dem tatsächlichen Lösen des Formschlusses am Startgang als „ausgelegt“ gemeldet wird, um weitere Verfahrensschritte im Rahmen eines Gangwechsels einzuleiten, wird der Auslegepunkt bei den nachfolgend erläuterten Verfahren während der Betriebszeit kontinuierlich erfasst. Demzufolge ist es möglich, eine Meldung „Gang ausgelegt“ bereits unmittelbar (d.h. eine sehr kurze Wegstrecke nach dem tatsächlichen Lösen des Formschlusses) abzugeben, um somit die Schaltzeit noch weiter zu optimieren.

Fig. 6 zeigt Diagramme zur Erläuterung einer vierten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens zum Erfassen und Einstellen des Auslegepunktes APun.

In Fig. 6 erfolgt das Erfassen und Einstellen des Auslegepunktes APun mittelbar durch Erfassung der Hinterlegungsposition H, und zwar anhand der Schaltmuffenbewegung.

Das Verfahren der vierten Ausführungsform entspricht der grundsätzlichen Art und Weise des Ablaufes der ersten Ausführungsform. Die vierte Ausführungsform kann unabhängig davon, ob eine Schaltung aktiv ist oder nicht, durchgeführt werden. Es ist lediglich notwendig, dass der Startgang (der eingelegte Gang) unter einem Moment steht.

Wird die Schaltmuffe des Startganges nun langsam (mit minimaler Kraft) in Richtung Neutral N bewegt, kommt sie auf Grund des Momentes, welches über dem eingelegten Gang ansteht, an der Hinterlegung zum Stehen. Diese ermittelte Hinterlegungsposition H ist die Berechnungsgrundlage für die Position des Auslegepunktes APun.

Es versteht sich, dass die vierte Ausführungsform nur dann verwendet werden kann, wenn an den Verzahnungen der Schaltkupplung des Startganges tatsächlich Hinterlegungen vorhanden sind, was jedoch bei Synchronkupplungen regelmäßig der Fall ist, um ein unbeabsichtigtes Lösen der eingelegten Gangstufe zu verhindern.

Bei der vierten Ausführungsform wird davon ausgegangen, dass ein Abstand zwischen einer Hinterlegungsposition H und dem Auslegepunkt APun eine feste Größe ist.

Die Aufprägung des Momentes über dem Startgang kann auf folgende Art und Weise erfolgen:

Erstens, das Moment kann über die Trennkupplung 14 aufgeprägt werden. Diese Art der Momentenaufprägung ist unabhängig vom Getriebetyp und ist ferner unabhängig davon, ob eine Schaltung aktiv ist oder nicht. Ferner ist diese Art der Momentenaufprägung sowohl dann möglich, wenn sich der Wagen im Stillstand befindet, als auch dann, wenn er fährt.

Zweitens, das Moment kann über den Zielgang aufgeprägt werden. Wenn sich die Schaltmuffe eines anderen Ganges unabhängig von der Schaltmuffe des Startganges verfahren lässt, so kann bei geöffneter Kupplung durch Aufprägen eines Synchronmomentes auf diesen anderen Gang ein Moment (eine Verspannung) über dem Startgang erreicht werden.

Drittens, ferner kann ein Moment durch jede andere „Momentenquelle“ erfolgen, beispielsweise durch Elektromotoren bei Hybridfahrzeugen, durch Kombinationen von erstens und zweitens, etc.

Ferner ist die vierte Ausführungsform abwandelbar, indem anstelle der Schaltmuffenposition die Stellgröße des Aktuators des Startganges erfasst wird. Je nach Art der Schaltmuffenbetätigung wird man beim Erreichen der Hinterlegung H unter Moment zumindest kurzfristig eine Änderung der Stellgröße (z.B. An-

stieg eines Stromes eines Elektromotors bzw. Anstieg eines Druckes in einem Hydraulikzylinder) feststellen können, und zwar abhängig von der Art des Reglers/der Steuerung. Dieser Anstieg ist eine Folge der Änderung des Übertragungsverhaltens der Regelstrecke.

Fig. 7 zeigt Diagramme zur Erläuterung einer fünften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens zum Erfassen und Einstellen des Auslegepunktes.

Fig. 7 zeigt generell eine Möglichkeit der Detektierung des Auslegepunktes APun während der Fahrt. Dabei wird der Startgang (z.B. bei einem Schaltwunsch) unter Beobachtung der Getriebeeingangs- und -ausgangsdrehzahl und/oder unter Beobachtung der Drehzahl des Verbrennungsmotors ausgelegt, wobei sich der Startgang während des gesamten Auslegevorganges unter einem Moment befinden muss. Der Startgang muss also, wie auch bei der vierten Ausführungsform, unter einem Moment stehen, also gespannt sein. Wird nun der Formschluss des Startganges gelöst, hat dies eine Änderung bei mindestens einer der zuvor genannten Drehzahlen zur Folge.

In Fig. 7 sind dem gemäß dargestellt die Getriebeeingangsdrehzahl n_i über der Zeit (bei einer Fahrsituation unter Zug oder bei einem angedrückten niedrigeren Gang), die Getriebeeingangsdrehzahl n'_i über der Zeit (z.B. bei einem angedrückten höheren Gang) sowie die Getriebeausgangsdrehzahl n_o (z.B. bei einer Fahrsituation unter Schub).

Die Aufprägung des Momentes über dem Startgang kann folgendermaßen erreicht werden:

Erstens, das Moment kann über die Trennkupplung 14 aufgeprägt werden. Diese Art der Momentenaufprägung ist unabhängig vom Getriebetyp, muss aber bei fahrendem Wagen erfolgen und ist aufrechtzuerhalten, bis der Startgang ausgelegt meldet.

Zweitens, die Aufprägung des Momentes kann über den Zielgang erfolgen. Lässt sich die Schaltmuffe eines anderen Ganges unabhängig von der Schaltmuffe des eingelegten Startganges verfahren, so kann bei geöffneter Kupplung durch Aufprägen eines Synchronmomentes auf diesen anderen Gang ein Moment (eine Verspannung) über dem Startgang erreicht werden. Auch bei dieser Ausführungsform muss der Getriebeausgang eine Drehzahl aufweisen (das Fahrzeug muss fahren/rollen).

Drittens, das Moment kann durch jede andere Art von „Momentengenerator“ erfolgen, beispielsweise durch einen Elektromotor in einem Hybridfahrzeug, durch einen Kurbelwellenstartergenerator, durch Kombination von erstens und zweitens, etc.

Fig. 8 zeigt Diagramme zur Erläuterung einer sechsten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Optimierungsverfahrens zum Erfassen und Einstellen des Auslegepunktes APun. Dabei erfolgt die Auslegepunkterfassung im Fahrzeugstillstand, beispielsweise auch bei Bandende des Fahrzeugherstellers.

Bei der sechsten Ausführungsform wird die Schaltmuffe des eingelegten Startganges bei getretener Fußbremse und einem durch die Kupplung aufgeprägten Getriebeeingangsmoment langsam in Richtung Neutralposition bewegt, bis der Formschluss des auszulegenden Startganges gelöst wird und die Getriebeeingangsdrehzahl sich wegdreht oder überhaupt eine Drehzahl messbar wird.

Wie die Drehzahl am Getriebeeingang, so erhöht sich auch die Drehzahl des Verbrennungsmotors (wegen der schleifenden Kupplung).

Demzufolge sind in Fig. 8 über der Zeit die Drehzahl n_M des Verbrennungsmotors sowie die Getriebeeingangsdrehzahl n_I dargestellt. Der Auslegepunkt APun wird bei einer Änderung einer dieser Drehzahlen erfasst.

In einer Abwandlung der sechsten Ausführungsform wird man anstelle einer Änderung der Drehzahlen n_M und/oder n_I den Auslegepunkt APun auch durch Beobachtung der Stellgröße des Aktuators 52 erfassen können.

Wird nämlich der Gang unter einer Vorspannung ausgelegt, so wird man eine Änderung der Stellgröße (z.B. ein Abfallen des Stromes eines Elektromotors bzw. ein Abfallen des Druckes eines hydraulischen Stellzylinder) feststellen können. Dieser Abfall ist Folge einer Änderung des Übertragungsverhaltens der Regelstrecke des auszulegenden Ganges unter Moment.

Es versteht sich, dass die verschiedenen Ausführungsformen zum Erfassen und Einstellen des Synchronpunktes auch miteinander kombiniert werden können. Gleichfalls können die verschiedenen Ausführungsformen zur Erfassung und Einstellung des Auslegepunktes miteinander kombiniert werden.

Ferner versteht sich, dass die jeweils erfassten Werte des Synchronpunktes SPun bzw. des Auslegepunktes APun in einem Steuergerät gespeichert werden und zur zeit- und sicherheitsoptimierten Ansteuerung der zugehörigen Aktuatoren 52 verwendet

werden. Die verschiedenen Optimierungsverfahren werden folglich in einem Steuergerät gespeichert, wie es in Fig. 1 schematisch mit 60 dargestellt ist.

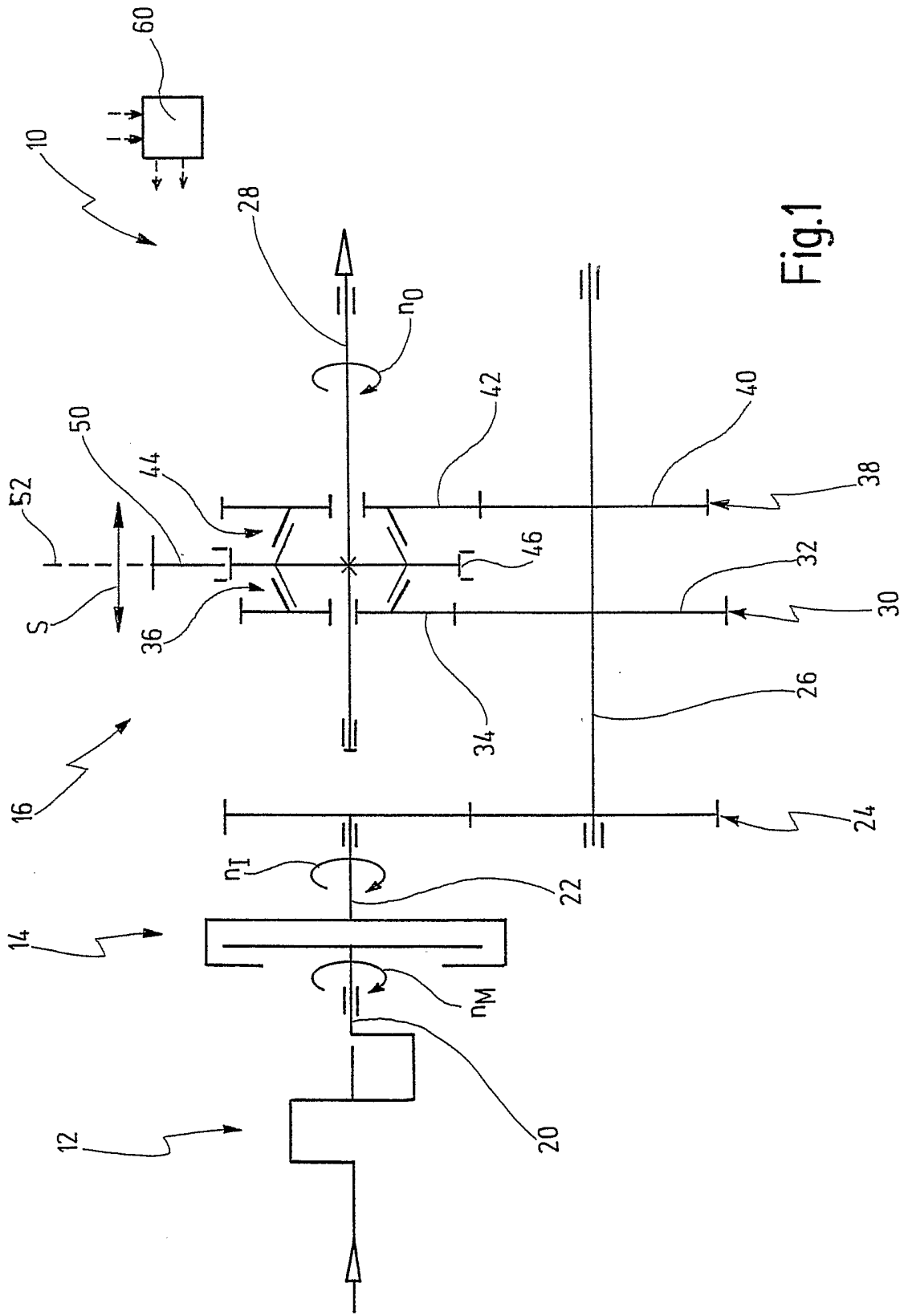
Insgesamt ergeben sich zeit- und komfortoptimierte Schaltabläufe von automatisierten Schaltgetrieben (oder anderen Arten von Stufengetrieben wie Doppelkupplungsgetrieben) über die gesamte Lebensdauer. Es sind reproduzierbarere Schaltungen bei gleicher Fahrsituation (von Schaltung zu Schaltung bzw. Fahrzeug zu Fahrzeug) möglich. Auch ergibt sich ein Sicherheitsgewinn durch eine Verschleißberücksichtigung der Getriebekomponenten.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Optimieren des Schaltablaufes bei einem in ein Kraftfahrzeug eingebauten Stufengetriebe (16), insbesondere bei einem automatisierten Schaltgetriebe (16), das mehrere Gangstufen aufweist, die mittels jeweiliger Schaltkupplungen (36, 44) ein- und auslegbar sind, mit den Schritten:
 - Erfassen eines toleranz- und/oder verschleißabhängigen Parameters einer Schaltkupplung (36, 44) des Stufengetriebes (16),
 - Einstellen eines dem Parameter entsprechenden Weg-Sollwertes (SPun; APun) eines Schaltgliedes (46, 50) der Schaltkupplung (36, 44), der im Verlauf eines Schaltvorganges angefahren wird, in Abhängigkeit von dem Wert des erfassten Parameters, und/oder Auslösen eines dem Parameter entsprechenden Ereignisses.
2. Optimierungsverfahren nach Anspruch 1, wobei die Schaltkupplung (36, 44) eine Synchronkupplung (36, 44) ist und wobei der Parameter der Synchronpunkt (SPun) beim Einlegen einer Gangstufe ist.
3. Optimierungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Parameter der Auslegepunkt (APun) beim Auslegen einer Gangstufe ist.

4. Optimierungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Parameter der Hinterlegungspunkt (H) beim Auslegen einer Gangstufe ist.
5. Optimierungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Parameter während der Lebensdauer des Kraftfahrzeugs immer aufs Neue erfasst wird, insbesondere um den Weg-Sollwert (SPun; APun) neu einzustellen.
6. Optimierungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Parameter während der Fahrt des Kraftfahrzeuges erfasst wird.
7. Optimierungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Parameter erfasst wird, indem das Schaltglied (46, 50) bewegt wird und indem die Veränderung ($\dot{s}$) der Geschwindigkeit ($\dot{s}$) des Schaltgliedes (46, 50) erfasst wird.
8. Optimierungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Parameter erfasst wird, indem das Schaltglied (46, 50) bewegt wird und indem die Veränderung der Stellgröße eines Aktuators (52) erfasst wird, der das Schaltglied (46, 50) betätigt.
9. Optimierungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Parameter erfasst wird, indem das Schaltglied (46, 50) bewegt wird und indem die zweite Ableitung ($\ddot{n}_I$) der Eingangsdrehzahl (n_I) des Stufengetriebes (16) erfasst wird.

10. Optimierungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Parameter erfasst wird, indem das Schaltglied (46, 50) bewegt wird und indem die Eingangsdrehzahl (n_i) des Stufengetriebes (16) erfasst wird.
11. Steuergerät (60) für einen Antriebsstrang (10) eines Kraftfahrzeuges, wobei das Steuergerät (60) durch ein Computerprogramm betrieben wird, das zur Ausführung des Optimierungsverfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgelegt ist.



2 / 4

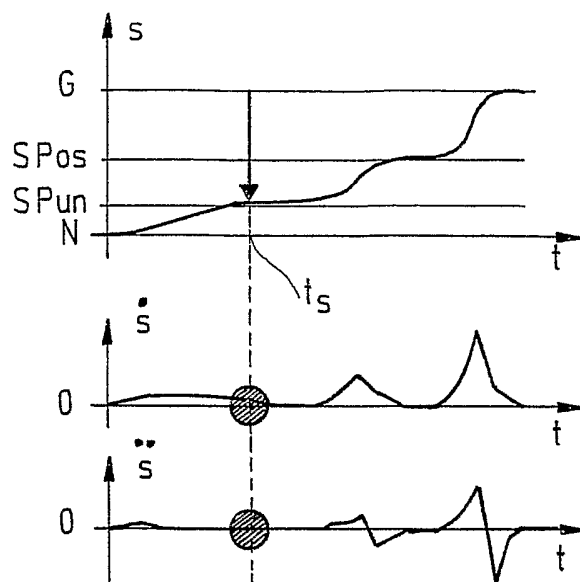


Fig.2

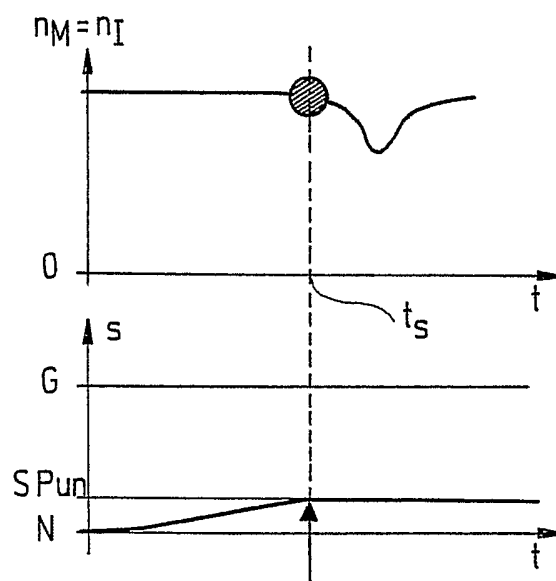


Fig.3

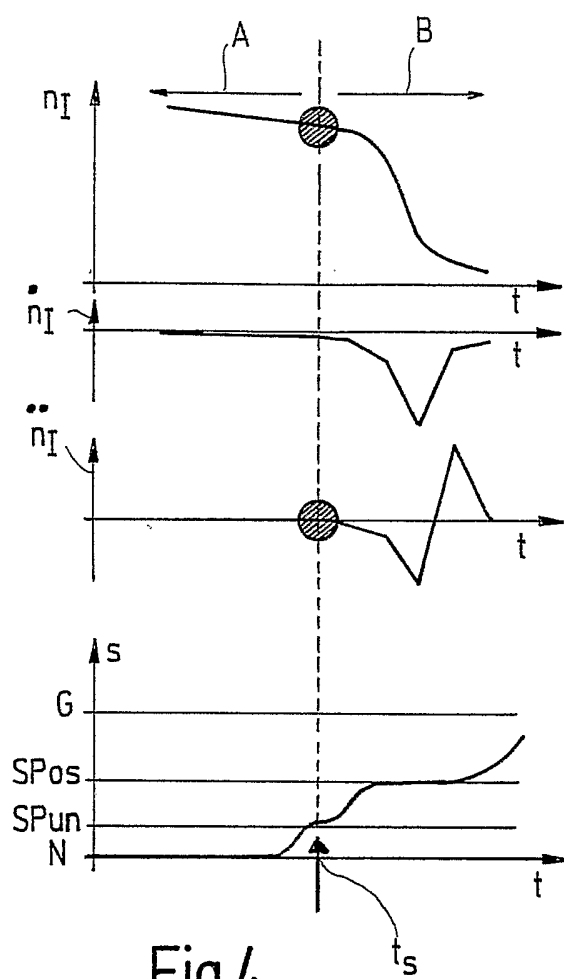


Fig. 4

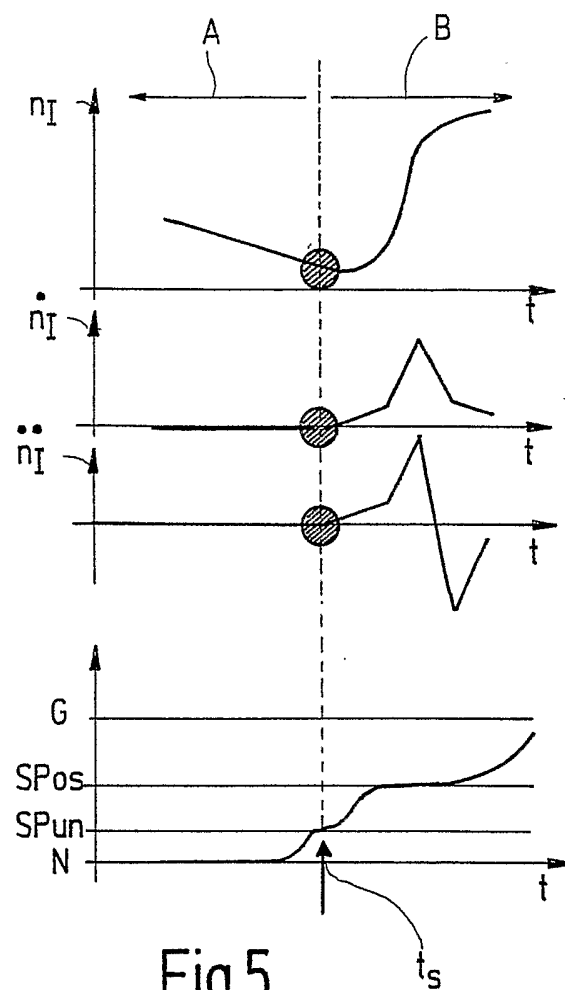


Fig. 5

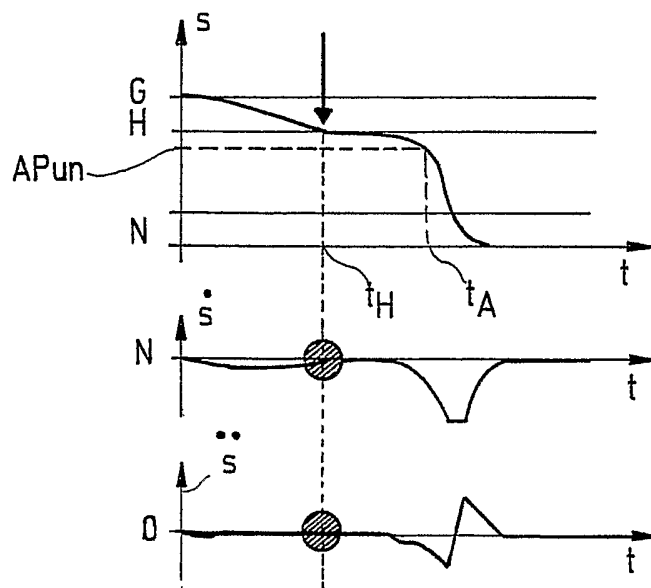


Fig. 6

L_4 / L_4

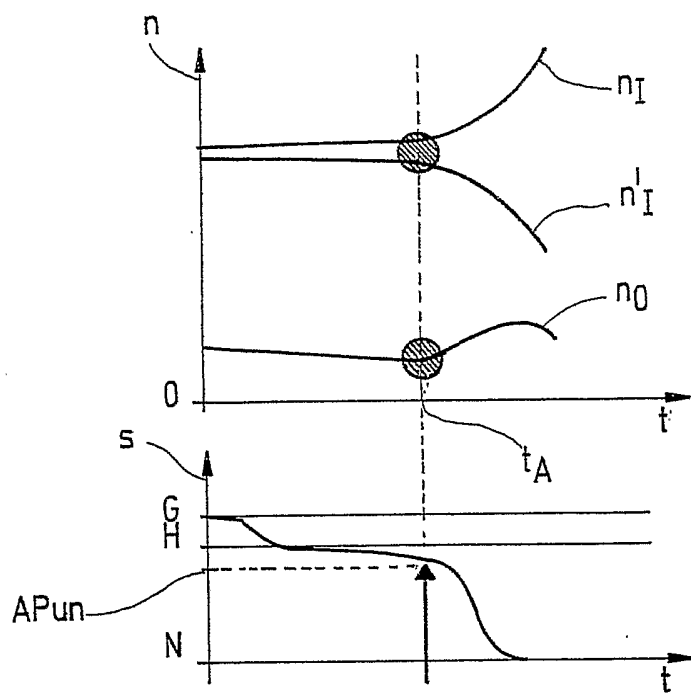


Fig.7

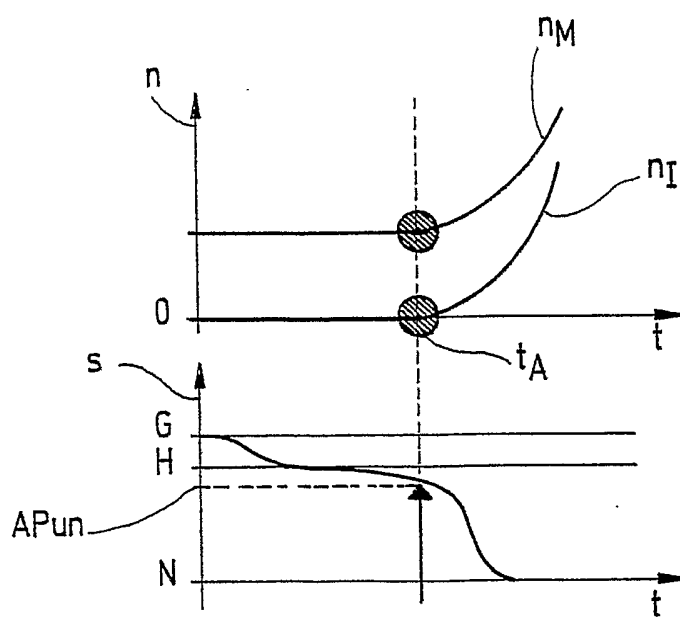


Fig.8