

(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
22. April 2004 (22.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/033246 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B60K 41/22**, 41/10, F16H 3/00
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003173
- (22) Internationales Anmeldedatum:
24. September 2003 (24.09.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102 46 330.1 4. Oktober 2002 (04.10.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **LUK LAMELLEN UND KUPPLUNGSBAU BETEILIGUNGS KG** [DE/DE]; Industriestrasse 3, 77815 Bühl (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BERGER, Reinhard**, [DE/DE]; Sassenweg 6, 77815 Bühl (DE). **HIRT, Gunter** [DE/DE]; Habichtweg 8, 90617 Puschendorf (DE). **SCHWEIZER, Alexander** [DE/DE]; Am Schäferloch 20, 75045 Walzbachtal-Jöhlingen (DE). **SEREBRENNIKOV, Boris** [RU/DE]; Burgweg 27, 77815 Bühl-Kappelwindeck (DE). **BUDAL, Lidvar** [NO/NO]; Tollumlokka 55, N-3611 Kongsberg (NO). **SHELLHAMMER, Brad** [US/DE]; Mühlstettstrasse 34, 77815 Bühl (DE). **WHITMER, Jeremy** [US/DE]; Senftertalweg 2 d, 77815 Bühl (DE). **LANG, Dietmar** [DE/DE]; Römerstrasse 12, 66989 Höheischweiler (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT (Gebrauchsmuster), AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ (Gebrauchsmuster), CZ, DE (Gebrauchsmuster), DE, DK (Gebrauchsmuster), DK, DM, DZ, EC, EE (Gebrauchsmuster), EE, ES, FI (Gebrauchsmuster), 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, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK (Gebrauchsmuster), SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (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.

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING GEAR-SHIFTING PROCESSES OF A POWERSHIFT GEARBOX AND CORRESPONDING POWERSHIFT GEARBOX

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR STEUERUNG VON SCHALTVORGÄNGEN EINES LASTSCHALTGETRIEBES UND LASTSCHALTGETRIEBE HIERZU

(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling gear-shifting processes of a powershift gearbox which can be coupled to a drive motor and has gear steps comprising two friction clutches and a plurality of clutches, and at least one gearbox actuator for actuating the gear steps. Said method comprises the following steps: the torque of the drive motor is received by the new friction clutch associated with the new gear step to be engaged; before the disengagement of the old gear step and before or during the torque reception, a pre-determined pre-tensioning force is applied to the clutch of the old gear step by means of the gearbox actuator; and the old gear step is disengaged when the motor torque and the clutch torque are balanced.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren vorgeschlagen zur Steuerung von Schaltvorgängen eines mit einem Antriebsmotor kuppelbaren Lastschaltgetriebes, welches zwei Reibungskupplungen sowie mehrere Schaltkupplungen aufweisende Gangstufen und mindestens einen Getriebeaktor zur Betätigung der Gangstufen besitzt, und folgende Schritte umfasst: das Moment des Antriebsmotors wird mittels der der einzulegenden neuen Gangstufe zugeordneten neuen Reibungskupplung übernommen; vor dem Auslegen der auszulegenden alten Gangstufe und vor oder während der Momentenübernahme wird mittels des Getriebeaktors eine vorbestimmte Vorspannkraft an die Schaltkupplung der alten Gangstufe angelegt; bei Gleichgewicht des Motormoments und des Kupplungsmoments wird die alte Gangstufe ausgelegt.

WO 2004/033246 A2

Verfahren zur Steuerung von Schaltvorgängen eines Lastschaltgetriebes und
Lastschaltgetriebe hierzu

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung von Schaltvorgängen eines mit einem Antriebsmotor kuppelbaren Lastschaltgetriebes, welches zwei Reibungskupplungen sowie mehrere Schaltkupplungen aufweisende Gangstufen und mindestens einen Getriebeaktor zur Betätigung der Gangstufen besitzt. Die Erfindung betrifft außerdem ein nach diesem Verfahren arbeitendes Lastschaltgetriebe.

10

Neben den bereits bekannten Handschaltgetrieben für beispielsweise Personenkraftwagen, bei denen der Gangwechsel bzw. Schaltvorgang über eine Betätigung eines Schalthebels durch den Fahrer des Fahrzeugs vorgenommen wird, und Automatikgetrieben in der Form von Planetengetrieben sind auch bereits Lastschaltgetriebe in der Form eines beispielsweise unterbrechungsfreien Schaltgetriebes bekannt geworden. Ein solches Lastschaltgetriebe weist ein Anfahrlement in der Form einer Reibungskupplung auf und besitzt eine zweite Reibungskupplung, mit der es ermöglicht wird, bei geschlossener Anfahrkupplung und an der Getriebeeingangswelle wirkendem Drehmoment einer Drehmomentübertragung zwischen der Eingangswelle und der Ausgangswelle des Getriebes zu realisieren, so dass ein Schaltvorgang ohne Zugkraftunterbrechung herbeigeführt werden kann.

20

Es sind auch bereits unter dem Begriff des Doppelkupplungsgetriebes Getriebe bekannt geworden, mit denen Lastschaltungen durchgeführt werden können. Ein solches Doppelkupplungsgetriebe kann als zwei ineinandergeschachtelte automatisierte Schaltgetriebe aufgefasst werden, bei dem jeder Getriebeeingangswelle durch synchronisierte Klauenkupplungen oder Schaltkupplungen geschaltete Gangpaare sowie eine Reibungskupplung zugeordnet sind.

25

30 Die Gänge oder Gangstufen eines solchen Doppelkupplungsgetriebes können durch mindestens einen Getriebeaktor geschaltet werden und die Kupplungen über beispielsweise je einen Kupplungsaktor.

Im normalen Fahrzustand wird dabei das Antriebsmoment des Verbrennungsmotors

- 2 -

über eine der beiden Kupplungen, die zugehörige Getriebeeingangswelle sowie eine der jeweiligen Getriebeeingangswelle zugeordnete Gangstufe zum Differenzial übertragen und von diesem weiter auf die Räder geleitet.

- 5 Wenn ein Schaltvorgang ablaufen soll und sich das Fahrzeug im normalen Fahrzustand befindet, dann ist die der eingelegten Gangstufe zugeordnete Reibungskupplung geschlossen und die andere Reibungskupplung offen und die zugehörige Zielgangstufe kann eingelegt werden. Durch ein kontrolliertes Schließen der der Zielgangstufe zugeordneten neuen Reibungskupplung bestimmt diese den Momentenfluss über die neue Zielgangstufe und damit auch den Momentenfluss über die sich
10 noch im Eingriff befindende alte Gangstufe. Die neue Reibungskupplung befindet sich dabei zunächst in einem Schlupfzustand, der später in einen Haftzustand übergeht. Nach der vollständigen Momentenübernahme durch die neue Zielgangstufe bzw. die neue Reibungskupplung wird die der alten Gangstufe zugeordnete Reibungskupplung
15 geöffnet und dadurch das entsprechende Teilgetriebe von der Momentenübertragung abgekoppelt. Nach einem Synchronisiervorgang zwischen der Motordrehzahl und der Getriebedrehzahl fährt dann das Fahrzeug in der neuen Zielgangstufe und die dieser zugeordnete Reibungskupplung schlupft nicht mehr.
- 20 Vorstehend wurde eine sogenannte Überschneidungsschaltung geschildert, bei der es aber infolge von nicht exakten Überschneidungen zu Momentenstößen kommen kann, was sich letztlich beim Gangwechsel als Beschleunigungsveränderung darstellen kann.
- 25 Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Steuerung von Schaltvorgängen zu schaffen welches Momentenstöße vermeidet. Auch soll ein nach diesem Verfahren arbeitendes lastschaltbares Getriebe geschaffen werden.
- 30 Die zur Lösung dieser Aufgabe hinsichtlich des Verfahrens geschaffene Erfindung sieht nunmehr ein Verfahren vor zur Steuerung von Schaltvorgängen eines mit einem Antriebsmotor kuppelbaren Lastschaltgetriebes, welches zwei Reibungskupplungen sowie mehrere Schaltkupplungen aufweisende Gangstufen und mindestens einen Getriebeaktor zur Betätigung der Gangstufen besitzt und bei dem das Moment des

- 3 -

Antriebsmotors in der Form eines Zugmoments oder Schubmoments mittels der der einzulegenden neuen Gangstufe zugeordneten neuen Reibungskupplung übernommen wird und vor dem Auslegen der auszulegenden alten Gangstufe und vor oder während der Momentenübernahme durch die neue Reibungskupplung mittels des

5 Getriebeaktors eine vorbestimmte Vorspannkraft an die Schaltkupplung der alten Gangstufe angelegt wird und bei Gleichgewicht des Motormoments und des Kupplungsmoments die alte Gangstufe durch die vorbestimmte Spannkraft selbständig ausgelegt wird.

10 Hierdurch wird in vorteilhafter Weise erreicht, dass aufgrund der vom Getriebeaktor an der Schaltverzahnung der alten Gangstufe angelegten vorbestimmten Vorspannkraft beim Momentennulldurchgang (Momentengleichgewicht an der Kupplung der neuen Gangstufe) der Getriebeaktor den Gang leichtgängig herausziehen kann und somit eine Überschneidungsschaltung zwischen der Reibungskupplung und der Schaltkupplung der neuen Gangstufe stattfindet und nicht mehr eine Überschneidungsschaltung

15 zwischen zwei Reibungskupplungen.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass nach dem Auslegen der alten Gangstufe der Schlupf in der neuen Reibungskupplung verringert wird. Es

20 hat sich dabei als vorteilhaft erwiesen, wenn der Schlupf in der neuen Reibungskupplung mittels eines kombinierten Eingriffs auf das Motormoment und das Kupplungsmoment verringert wird.

Diese Vorgehensweise weist gegenüber einem Modulieren des Kupplungsmoments bei unverändertem Antriebsmotormoment den Vorteil auf, dass sich die spürbare Fahrzeugbeschleunigung nicht ändert. Auch wäre eine alternative Vorgehensweise, nämlich einen Motoreingriff bei konstant bleibendem Kupplungsmoment durchzuführen, von Nachteil, da der Verbrennungsmotor aufgrund seiner Trägheit relativ schwer

25 regelbar ist.

30 Durch den vorstehend erwähnten kombinierten Eingriff auf das Motormoment und das Kupplungsmoment wird erreicht, dass das Motormoment nur gesteuert werden muss in der Form einer Sollvorgabe, die nach einer vorteilhaften Ausführungsform derart stattfindet, dass das Integral des Differenzmoments bei einem unveränderten Kupp-

- 4 -

lungsmoment die Drehzahlanpassung bewirkt. Unter dem Differenzmoment ist dabei die Differenz zwischen Motormoment und Kupplungsmoment zu verstehen gemäß folgender Beziehung:

5

$$\frac{1}{J_{Motor}} \int_{T_{Beginn}}^{T_{End}} (M_{Motor} - M_{Kupplung}) \cdot dt = \Delta\omega$$

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist es dabei vorgesehen, dass zu Beginn der Schlupfverringering das Sollmotormoment nach einer Sprungfunktion verändert wird und dann weitgehend linear dem Fahrerwunschmodent nach dem Schaltvorgang angepasst wird.

10

In Fortführung der Erfindung wird dabei nach einer weitgehenden Annäherung des Motormoments an das Kupplungsmoment die neue Reibungskupplung derart angesteuert, dass ein weicher Übergang vom Schlupfzustand in den Haftzustand der neuen Reibungskupplung stattfindet. Je besser dabei der Motoreingriff realisiert werden kann, desto weniger muss das Kupplungsmoment moduliert werden und als um so glatter stellt sich das am Abtrieb wirkende Moment ein.

15

Aufgrund von bei Fahrzeugen oftmals anzutreffenden elektronischen Fahrpedalen (E-Gas) ist es möglich, den direkten Zusammenhang zwischen Fahrpedal und Drosselklappenwinkel aufzuheben und somit unterschiedliche Motormomente einzustellen. Damit kann erreicht werden, das am Rad wirksame Antriebsmoment vor und nach einem Schaltvorgang weitgehend konstant zu halten. Es hat sich dabei eine Vorgehensweise als vorteilhaft erwiesen, nach der das Motormoment bereits während der Momentenübernahme durch die neue Reibungskupplung verändert wird. Damit wird erreicht, dass die am Abtrieb wirksame Beschleunigungsminderung aufgrund der Lastverzweigung im Getriebe beim Anlegen der zweiten Reibungskupplung durch eine koordinierte Motormomentenerhöhung kompensiert werden kann.

20

25

30

Nach der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Durchführung eines Anfahrvorgangs eines Fahrzeugs mit einem Antriebsmotor mit damit kuppelbarem Lastschaltgetriebe vorgesehen, gemäß dem der Anfahrvorgang mit einer hoch übersetzten ersten Gang-

- 5 -

stufe durchgeführt wird und das Motormoment von der neuen Reibungskupplung übernommen wird, bevor der Schlupfzustand der der ersten Gangstufe zugeordneten alten Reibungskupplung endet oder bevor die Drehzahl der Getriebeeingangswelle mit der ersten Gangstufe die Motordrehzahl erreicht.

5

Es bedeutet dies mit anderen Worten, dass ein Anfahrvorgang mit einem kurz übersetzten ersten Gang durchgeführt wird, was zu einer hohen Beschleunigung beim Anfahren führt und das Motormoment von der der zweiten Gangstufe zugeordneten neuen Reibungskupplung schon übernommen wird, bevor der Schlupfzustand (die der ersten Gangstufe zugeordnete alte Reibungskupplung befindet sich beim Anfahren im Schlupfzustand) der der ersten Gangstufe zugeordneten alten Reibungskupplung endet oder bevor die Drehzahl der Getriebeeingangswelle der ersten Gangstufe die Motordrehzahl erreicht hat. Dies führt einerseits zu einer hohen Anfahrbeschleunigung und resultiert nicht in einer Komforteinbuße bei dem sich anschließenden Schaltvorgang von der ersten zur zweiten Gangstufe, da die der zweiten Gangstufe zugeordnete neue Reibungskupplung das Motormoment bereits übernimmt, während sich die der ersten Gangstufe zugeordnete alte Reibungskupplung noch im Schlupfzustand befindet oder bevor die Getriebeeingangswelle mit der darauf angeordneten ersten Gangstufe die Motordrehzahl erreicht hat.

20

Die Erfindung sieht ein Lastschaltgetriebe vor mit zwei Reibungskupplungen sowie mehrere Schaltkupplungen aufweisende Gangstufen und mindestens einen Getriebeaktor zur Betätigung der Gangstufen, bei dem der Getriebeaktor vor oder während der Momentenübernahme durch eine der einzulegenden Gangstufe zugeordnete neue Reibungskupplung eine vorbestimmte Vorspannkraft an die Schaltkupplung der auszulegenden alten Gangstufe anlegt und bei Gleichgewicht des Motormoments und des Kupplungsmoments die alte Gangstufe durch die Vorspannkraft selbständig ausgelegt.

30

Das so ausgebildete Lastschaltgetriebe ermöglicht ein schnelles Auslegen der alten Gangstufe im Augenblick des Momentengleichgewichts an der Kupplung der neuen Gangstufe, so dass eine Überschneidungsschaltung zwischen der Reibungskupplung und der Schaltkupplung der neuen Gangstufe stattfindet und nicht mehr eine Überschneidungsschaltung zwischen zwei Reibungskupplungen, was dazu führt, dass sich

- 6 -

Modulationen des Kupplungsmoments der alten Reibungskupplung nicht mehr in Beschleunigungsveränderungen des Fahrzeugs ausdrücken können.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung besitzt das Lastschaltgetriebe eine hoch über-
5 bersetzte erste Gangstufe und eine Reibungskupplung, die das Motormoment von der
der ersten Gangstufe zugeordneten Reibungskupplung übernimmt, bevor der Schlupf-
zustand der der ersten Gangstufe zugeordneten Reibungskupplung endet oder bevor
die Drehzahl der Getriebeeingangswelle mit der ersten Gangstufe die Motordrehzahl
erreicht.

10

Damit ermöglicht das Getriebe einen Anfahrvorgang mit hoher Fahrzeugbeschleuni-
gung und hohem Schaltkomfort, da eine ausgeprägte Beschleunigungsveränderung
zum Ende der beschleunigten Fahrt im ersten Gang vermieden wird, da eine Momen-
tenübernahme durch die der zweiten Gangstufe zugeordnete Kupplung schon stattfin-
15 det, bevor der Schlupfzustand der dem ersten Gang zugeordneten Reibungskupplung
endet oder bevor die Drehzahl der Getriebeeingangswelle mit der ersten Gangstufe
die Motordrehzahl erreicht.

20

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Diese zeigt
in:

Fig. 1 ein Diagramm des Motor- und Kupplungsmoments beim Schaltvorgang über
der Zeit;

25 Fig. 2 ein Diagramm, das einen Motoreingriff zeigt; und

Fig. 3A-C Ablaufdiagramme zur Erläuterung eines Schaltvorgangs.

30

Fig. 1 der Zeichnung zeigt ein Diagramm mit einer schematischen Darstellung des
Motormoments sowie der Kupplungsmomente beim Schaltvorgang aufgetragen über
der Zeit. Bei dieser schematischen Darstellung verbleibt des Motormoment 1 während
des Schaltvorgangs konstant. Auch das Kupplungsmoment 2 der der auszulegenden
alten Gangstufe zugeordneten Reibungskupplung verbleibt in dieser schematischen
Darstellung konstant und weist gegenüber dem Motormoment eine Momentenüberhö-

- 7 -

hung auf. Das Kupplungsmoment 3 der der neuen Gangstufe zugeordneten neuen Reibungskupplung 3 steigt bei dieser schematischen Darstellung bei der Momentenübernahme weitgehend linear an und nähert sich dann dem Motormoment 1 an.

- 5 In der Phase t_1 wird über den Getriebeaktor eine vorbestimmte Vorspannkraft an die Schaltkupplung der auszulegenden alten Gangstufe angelegt, so dass im Augenblick des Momentengleichgewichts an der neuen Reibungskupplung der Getriebeaktor die bereits vorgespannte Schaltverzahnung leicht und schnell öffnen kann. Durch diese Vorgehensweise wird eine Annäherung an den Idealzustand erreicht, der dann er-
10 reicht wäre, wenn im Moment des Gleichgewichts von Motormoment und Reibmoment in der Kupplung des neuen Gangs der alte Gang unendlich schnell abgekoppelt werden könnte. Durch die vorbestimmte Vorspannkraft an der Schaltverzahnung der alten Gangstufe wird ein schnelles Auslegen der alten Gangstufe erreicht und das eventuelle Auftreten von Momentenstößen, wie es bei einer Überschneidungsschaltung zwi-
15 schen zwei Reibungskupplungen der Fall sein kann, vermieden.

Fig. 2 der Zeichnung zeigt nun ein Diagramm eines gesteuerten Motoreingriffs bei der Motorsynchronisierung.

- 20 Das Motorsollmoment wird dabei genau so gewählt, dass das Integral des Differenzmoments aus dem Motormoment reduziert um das Kupplungsmoment während der Zeit, über die der Motoreingriff stattfindet, bei einem unveränderten Kupplungsmoment die Drehzahlانpassung bei der Motorsynchronisierung bewirkt.
- 25 Das Kupplungsmoment 3 der der neuen Gangstufe zugeordneten Kupplung steigt bereits vor dem Zeitpunkt t_A an, bis es das Ist-Motormoment 1 erreicht. Zum Zeitpunkt t_A wird die alte Gangstufe ausgelegt und es beginnt die Motorsynchronisierung, d.h. der Schlupf in der dem neuen Gang zugeordneten Kupplung muss abgebaut werden. Zu diesem Zweck wird das Soll-Motormoment zum Zeitpunkt t_A sprunghaft verändert
30 und anschließend rampenförmig an das vom Fahrer gewünschte Motormoment hin angeglichen, das beispielsweise dem Motormoment vor dem Eingriff entsprechen kann. Die in der Fig. 2 schraffierte Fläche entspricht dabei dem vorstehend erwähnten Integral über das Differenzmoment aus Motormoment und Kupplungsmoment und damit dem Trägheitsmoment des Motors multipliziert mit der Drehzahlveränderung

- 8 -

während der Motorsynchronisierung.

Wie es anhand von Fig. 2 ersichtlich ist, wird das Kupplungsmoment 3 der der neuen Zielgangstufe geordneten Reibungskupplung vor dem Zeitpunkt t_B , zu dem der Motor-
 5 eingriff beendet ist, geringfügig erhöht, so dass ein weicher Übergang vom Schlupfzustand in den Haftzustand der Kupplung stattfindet.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf Fig. 3A, 3B und 3C als Beispiel für einen Schaltvorgang bei einer Zughochschaltung der Gesamtablauf eines solchen Schalt-
 10 vorgangs dargestellt, wobei bezüglich der Variablen Folgendes gilt:

	Gang_x:	Gangnummer
	MR_x:	Reibmoment in der zum indizierten Gang gehörenden Kupplung
	Z_x:	Schaltzustand des indizierten Gangs (1=geschaltet; 0=n. geschaltet)
15	ME_x:	Motormoment (aktuelles Sollmoment, akt. Moment bzw. Zielmoment)
	FS_x:	Schaltkraft für den indizierten Gang
	DM:	Momentenschwelle
	DN:	Drehzahlschwelle
	NE:	Motordrehzahl
20	NG_x:	Drehzahl der zum indizierten Gang gehörenden Getriebeeingangswelle
	->	Änderung einer Steuerungsgröße (Zeitverlauf)
	=	Variablenzuweisung, Gleichheitsabfrage.

In einem ersten Schritt S1 wird überprüft, ob die neue Zielgangstufe einer Hochschalt-
 25 anforderung entspricht. Wenn dies der Fall ist, wird in einem Schritt S2 das Öffnen der dem neuen Zielgang zugeordneten Kupplung angefordert, d.h. das Reibmoment in der zu diesem neuen Zielgang gehörenden Kupplung auf Null zurückgefahren und dann in einem nächsten Schritt S3 überprüft, ob das Reibmoment dieser Kupplung bereits auf Null zurückgefahren wurde. Wenn dies der Fall ist, wird in einem nächsten Schritt S4
 30 angefordert, den Schaltzustand des neuen Zielgangs auf 1 zu setzen, d.h. den geschalteten Zustand herbeizuführen. Der aktuelle Schaltzustand wird dann in einem nächsten Schritt S5 überprüft, so dass eine Übergabe der Ablaufsteuerung bei erfüllter Bedingung Schaltzustand = 1 zum nächsten Schritt S6 stattfinden kann.

- 9 -

In der mit dem Schritt S6 beginnenden zweiten Teilprozedur findet die Momentenübernahme durch die zugehörige Kupplung statt. Zu diesem Zweck wird im Schritt S6 zunächst überprüft, ob eine Korrektur des Motormoments zur Anpassung des am Antriebsrad herrschenden Radmoments nach dem Schaltvorgang stattfinden soll. Eine
5 solche Anpassung des Motormoments kann dann geschehen, wenn das Motorzielmoment nicht außerhalb des vom Motor erreichbaren Momentenbereichs liegt, der Motor also beispielsweise noch nicht unter Vollast läuft. In einem Schritt S7 werden das Motormoment und das Kupplungsmoment koordiniert auf den Wert des Zielmotormoments nach der Schaltung angehoben und wenn eine Motormomentenanpassung
10 sung nicht möglich oder erwünscht ist, wird in einem Schritt S8 das Kupplungsmoment auf den Wert des aktuellen Motor Ist-Moments angehoben.

Zeitlich parallel wird die vorbestimmte Vorspannkraft zum Auslegen der alten Gangstufe in einem Schritt S9 aufgebracht, da die alte Gangstufe immer noch die aktuelle
15 Ist-Gangstufe ist. In einem nächsten Schritt S10 wird die alte Gangstufe ausgelegt und die Getriebevariablen werden in einem weiteren Schritt S11 neu belegt.

Nach erfolgtem Schritt S11 erfolgt eine Übergabe des Ablaufschemas an eine dritte Teilprozedur, in der eine Synchronisierung des Antriebsmotors stattfindet.

20 Hierzu wird zunächst in einem Schritt S12 in Abhängigkeit vom aktuellen Betriebszustand des Motors der Soll-Verlauf für den vorstehend bereits geschilderten gesteuerten Motoreingriff ermittelt werden. Hieran schließt sich dann ein Schritt S13 an, in dem das Soll-Motormoment als Funktion der Zeit ermittelt wird und in einem Schritt S14
25 wird das Kupplungsmoment in der der neuen Zielgangstufe zugeordneten Kupplung in Abhängigkeit von der zum neuen Zielgang gehörenden Getriebeeingangswellendrehzahl und dem Soll-Motormoment ermittelt. Im Schritt S15 wird überprüft, ob eine Differenz zwischen der Motordrehzahl und der zur neuen Gangstufe gehörenden Getriebeeingangswellendrehzahl besteht und ob diese Drehzahldifferenz kleiner ist als eine
30 Drehzahlschwelle, d.h. der Synchronisierungsvorgang abgeschlossen ist. Wenn dies nicht der Fall ist, dann findet ein Rücksprung zum Schritt S13 statt und nach einem neuen Prozedurdurchlauf eine weitere Überprüfung im Schritt S15. Wenn die Überprüfung im Schritt S15 ergibt, dass die Drehzahldifferenz kleiner geworden ist als eine vorbestimmte Drehzahlschwelle, dann ist die Motorsynchronisierung abgeschlossen.

- 10 -

Damit kann ein für den Fahrer kaum oder nicht mehr spürbarer Schaltvorgang unter Verwendung einer Überblendungsschaltung zwischen einer Reibungskupplung und der Schaltverzahnung der einzelnen Gangstufen realisiert werden, womit ein hoher Schaltkomfort einhergeht.

5

Hinsichtlich vorstehend im Einzelnen nicht näher erläuterter Merkmale der Erfindung wird im Übrigen ausdrücklich auf die Ansprüche verwiesen.

10 Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Patentschutzes. Die Anmelderin behält sich vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung und/oder den Zeichnungen offenbarte Merkmalskombinationen zu beanspruchen.

15 In Unteransprüchen verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbstständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmalskombinationen der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

20

Da die Gegenstände der Unteransprüche im Hinblick auf den Stand der Technik am Prioritätstag eigene und unabhängige Erfindungen bilden können, behält die Anmelderin sich vor, sie zum Gegenstand unabhängiger Ansprüche oder Teilungserklärungen zu machen. Sie können weiterhin auch selbstständige Erfindungen enthalten, die eine von
25 den Gegenständen der vorhergehenden Unteransprüche unabhängige Gestaltung aufweisen.

Die Ausführungsbeispiele sind nicht als Einschränkung der Erfindung zu verstehen. Vielmehr sind im Rahmen der vorliegenden Offenbarung zahlreiche Abänderungen und
30 Modifikationen möglich, insbesondere solche Varianten, Elemente und Kombinationen und/oder Materialien, die zum Beispiel durch Kombination oder Abwandlung von einzelnen in Verbindung mit den in der allgemeinen Beschreibung und Ausführungsformen sowie den Ansprüchen beschriebenen und in den Zeichnungen enthaltenen Merkmalen bzw. Elementen oder Verfahrensschritten für den Fachmann im Hinblick auf die Lösung

- 11 -

der Aufgabe entnehmbar sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschritten bzw. Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie Herstell-, Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung von Schaltvorgängen eines mit einem Antriebsmotor kuppelbaren Lastschaltgetriebes, welches zwei Reibungskupplungen sowie mehrere Schaltkupplungen aufweisende Gangstufen und mindestens einen Getriebeaktor zur Betätigung der Gangstufen besitzt, gekennzeichnet durch folgende Schritte:
 - das Moment des Antriebsmotors wird mittels der der einzulegenden neuen Gangstufe zugeordneten neuen Reibungskupplung übernommen;
 - vor dem Auslegen der auszulegenden alten Gangstufe und vor oder während der Momentenübernahme wird mittels des Getriebeaktors eine vorbestimmte Vorspannkraft an die Schaltkupplung der alten Gangstufe angelegt;
 - bei Gleichgewicht des Motormoments und des Kupplungsmoments wird die alte Gangstufe mittels der angelegten Spannkraft ausgelegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Auslegen der alten Gangstufe der Schlupf in der neuen Reibungskupplung verringert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlupf in der neuen Reibungskupplung mittels eines kombinierten Eingriffs auf das Motormoment und das Kupplungsmoment verringert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Sollmotormoment nach folgender Beziehung vorgewählt wird:

$$\frac{1}{J_{Motor}} \int_{T_{Beginn}}^{T_{End}} (M_{Motor} - M_{Kupplung}) \cdot dt = \Delta\omega$$

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zu Beginn der Schlupfverringerng das Sollmotormoment nach einer Sprungfunktion verändert wird und dann weitgehend linear dem Fahrerwunschmoment nach dem

Schaltvorgang angepasst wird.

- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass nach einer weitgehenden Annäherung des Motormoments an das Kupplungsmoment die neue Reibungskupplung derart angesteuert wird, dass ein weicher Übergang vom Schlupfzustand in den Haftzustand der neuen Reibungskupplung stattfindet.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Motormoment derart verändert wird, dass das am Rad wirksame Antriebsmoment vor und nach dem Schaltvorgang weitgehend gleich ist.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass, während die neue Reibungskupplung das Motormoment übernimmt, dieses verändert wird.
- 15 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Durchführung eines Anfahrvorgangs eines Fahrzeugs mit einem Antriebsmotor mit damit kuppelbaren Lastschaltgetriebe, dadurch gekennzeichnet, dass der Anfahrvorgang mit einer hoch übersetzten ersten Gangstufe durchgeführt wird und das Motormoment von der neuen Reibungskupplung übernommen wird, bevor der Schlupfzustand der ersten Gangstufe zugeordneten alten Reibungskupplung endet oder bevor die
20 Drehzahl der Getriebeeingangswelle mit der ersten Gangstufe die Motordrehzahl erreicht.
- 25 10. Lastschaltgetriebe mit zwei Reibungskupplungen sowie mehrere Schaltkupplungen aufweisende Gangstufen und mindestens einem Getriebeaktor zur Betätigung der Gangstufen, dadurch gekennzeichnet, dass der Getriebeaktor vor oder während der Momentenübernahme durch eine der einzulegenden Gangstufe zugeordnete neue Reibungskupplung eine vorbestimmte Vorspannkraft an die Schaltkupplung der auszulegenden alten Gangstufe anlegt und bei Gleichgewicht des
30 Motormoments und des Kupplungsmoments die alte Gangstufe durch die Vorspannung ausgelegt wird.

11. Lastschaltgetriebe nach Anspruch 1 oder 10, gekennzeichnet durch eine hoch übersetzte erste Gangstufe zum Anfahren und eine Reibungskupplung, die das Motormoment von der der ersten Gangstufe zugeordneten Reibungskupplung übernimmt, bevor der Schlupfzustand der der ersten Gangstufe zugeordneten Reibungskupplung endet oder bevor die Drehzahl der Getriebeeingangswelle mit der ersten Gangstufe die Motordrehzahl erreicht.

1/4

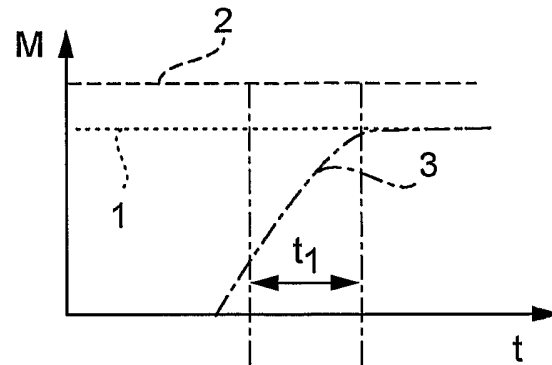


Fig. 1

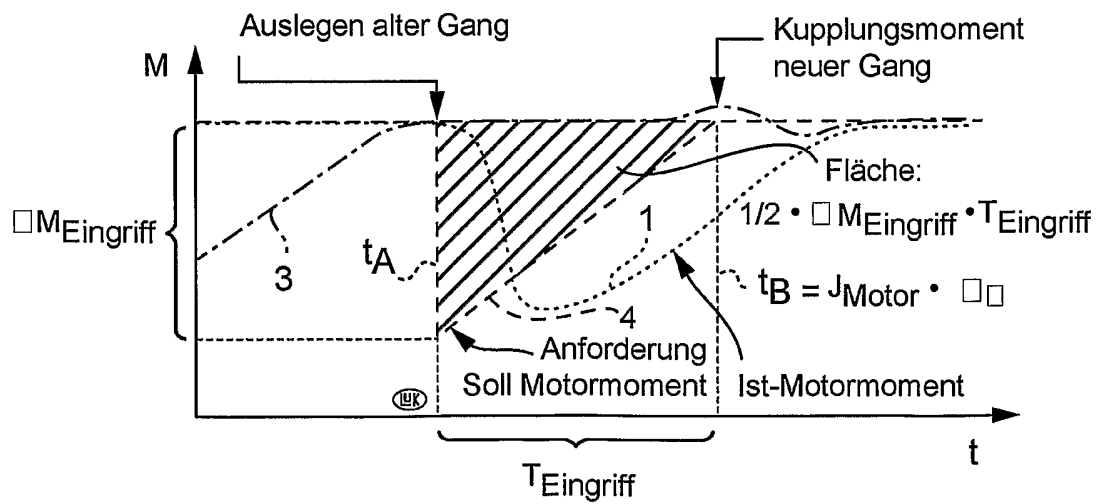


Fig. 2

2/4

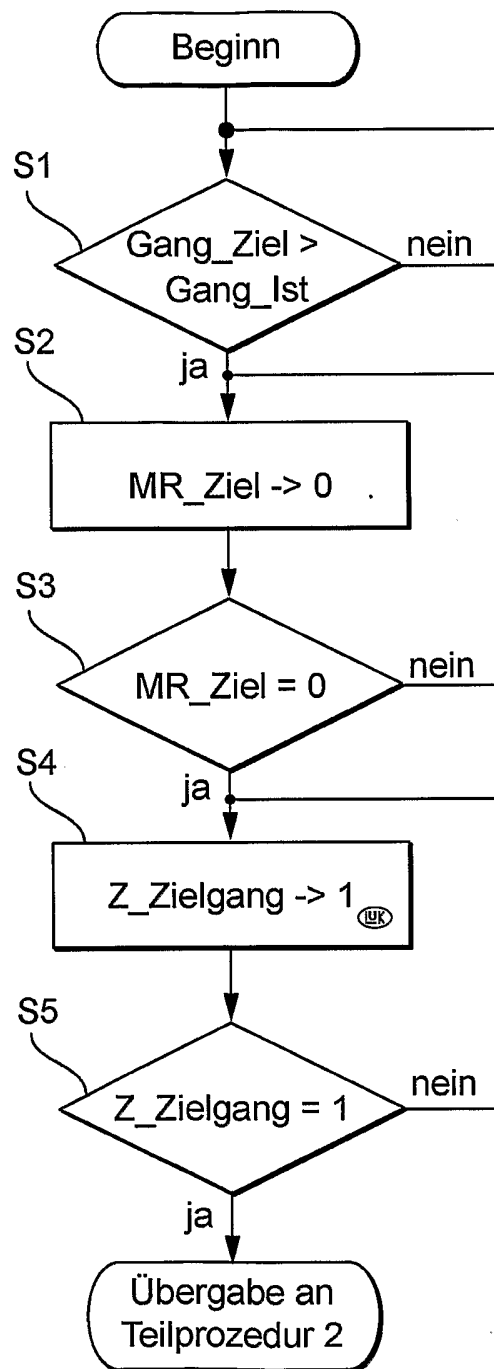


Fig. 3A

3/4

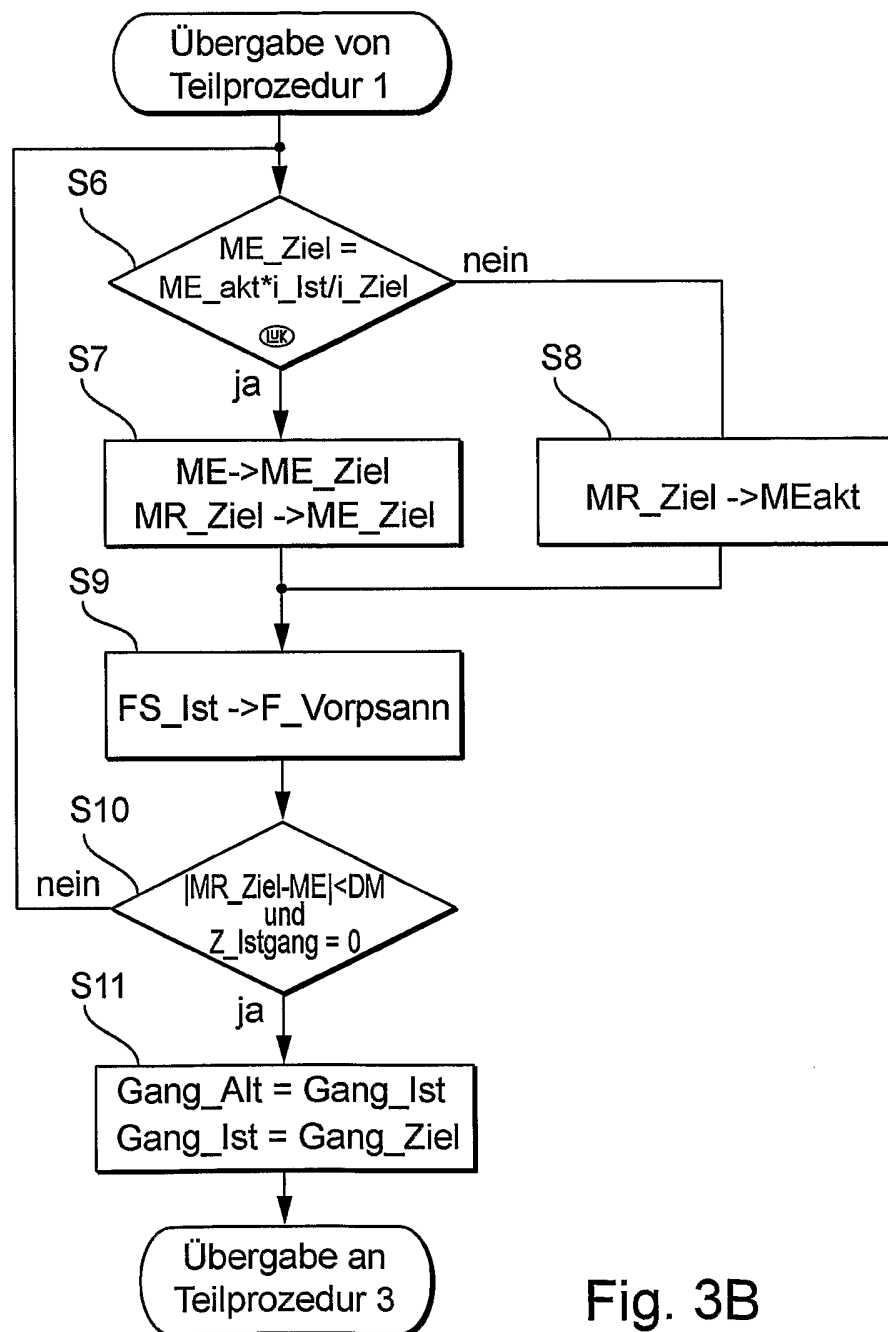


Fig. 3B

4/4

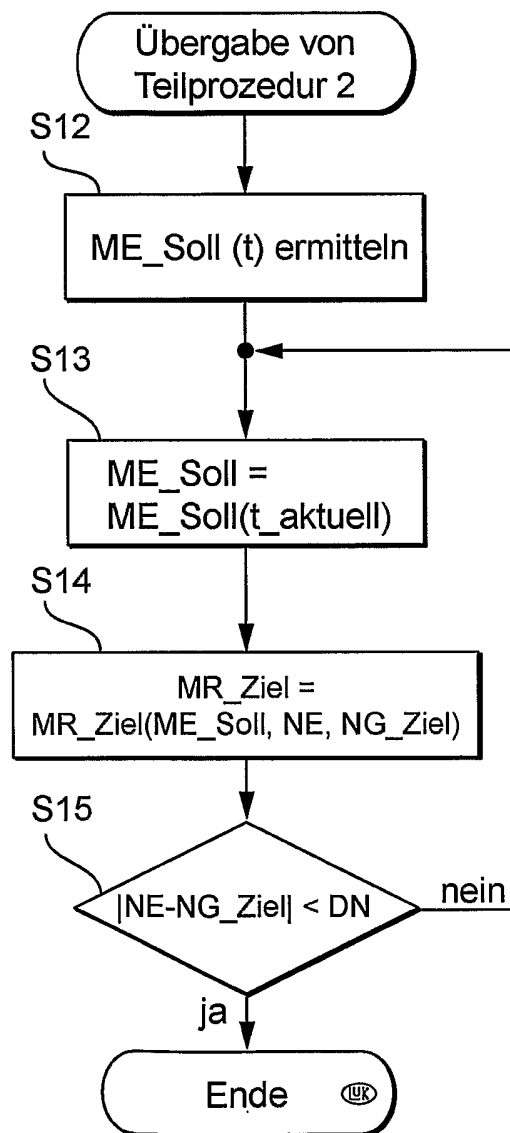


Fig. 3C