



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 31 817 A1** 2004.02.05

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 31 817.4**  
 (22) Anmeldetag: **15.07.2002**  
 (43) Offenlegungstag: **05.02.2004**

(51) Int Cl.7: **F16H 61/04**  
**F16H 63/46**

(71) Anmelder:  
**ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046**  
**Friedrichshafen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
 ziehende Druckschriften:

**DE 691 10 241 T2**  
**DE 38 81 362 T2**

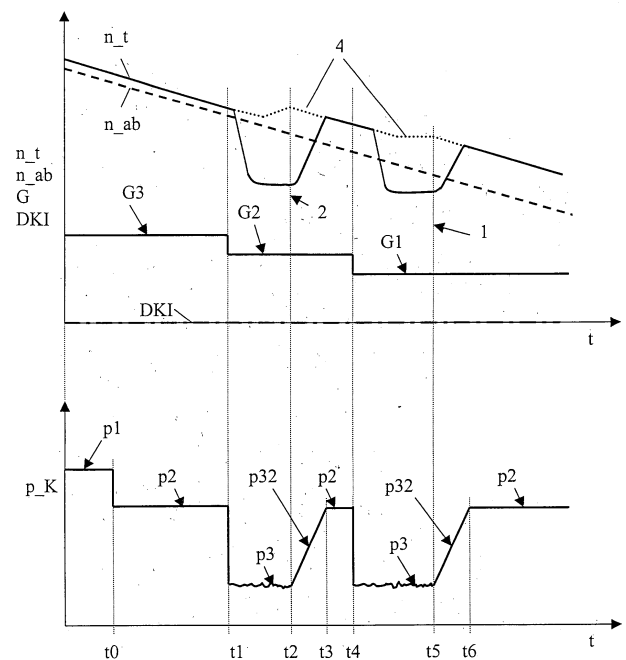
(72) Erfinder:  
**Habeck, Dirk, Dipl.-Ing., 88085 Langenargen, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Steuerung eines Gangwechsels in einem Kraftfahrzeug-Automatgetriebe**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Gangwechsels in einem Kraftfahrzeug-Automatgetriebe, der als Schubschaltung mit mindestens einem zuschaltenden Schaltelement ohne einen mechanischen Freilauf ausgeführt wird. Zur Erhöhung des Fahrkomforts wird vorgeschlagen, daß während eines Schaltungsablaufs der Schubschaltung ein Freilauf stimuliert wird durch einen Schlupfbetrieb oder ein Öffnen eines im Kraftfluß befindlichen zweiten Schaltelementes des Automatgetriebes, insbesondere eines Anfahrchaltelementes des Automatgetriebes.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Gangwechsels in einem Kraftfahrzeug-Automatgetriebe nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Die Verbesserung der Schaltqualität spielt bei Stufenautomatgetrieben eine wichtige Rolle. Die Schaltqualität entscheidet wesentlich über den Komfort eines PKW-Automatgetriebes. So werden große Anstrengungen unternommen, um bei allen Schaltungsarten (Zughoch-, Zugrück-, Schubhoch-, Schubrückschaltungen...) das Qualitätsniveau weiter anzuheben. Speziell bei Ausrollschaltungen, also Schubrückschaltungen bei geringer Fahrgeschwindigkeit ohne vom Fahrer angeforderter Motorlast, ist das Erreichen einer guten Schaltqualität besonders wichtig, da der Fahrer mit keiner auffälligen Reaktion des Antriebsstranges rechnet. Insbesondere bei Automatgetrieben, bei denen die Schubschaltungen und dabei besonders die Ausrollschaltungen als reine Überschneidungsschaltung zweier Reibungs-Schaltelemente ohne Freilauf als zusätzliches Schaltelement geschaltet werden, ist der Schaltungsablauf bekannterweise schwierig applizierbar. Aufgrund des fast lastfreien Zustandes des Antriebsmotors und des – entsprechend dem Lastzustand – geringen Schaltdruckes für das zuschaltende Schaltelement der jeweiligen Schubschaltung wirken sich sowohl sämtliche Störungen als auch temporäre Drehmomenten- und Drehzahländerungen, die auf das jeweilige Schaltelement wirken, besonders stark auf den Schaltungsablauf aus, mit der Folge einer streuenden Schaltqualität. Die Leerlaufdrehzahlregelung des Antriebsmotor, ein Wiederbefeuern des Antriebsmotors nach einer aktiven Schubabschaltung des Motors, ein sich ändernder Bremsgradient beim Ausrollen des Fahrzeugs, aber auch unterschiedliche Getriebeöltemperaturen sind Beispiele für derartige Störgrößen für die Regelung der Überschneidungsschaltung.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung eines Gangwechsels in einem Kraftfahrzeug-Automatgetriebe zu verbessern, der als Schubschaltung mit mindestens einem zuschaltenden Schaltelement ohne mechanischen Freilauf ausgeführt wird.

[0004] Gelöst wird die Aufgabe mit einem die Merkmale des Hauptanspruchs aufweisenden Verfahren. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0005] Demnach wird vorgeschlagen, einen bei einer Schubschaltung nicht beteiligten bzw. nicht vorhandenen mechanischen Freilauf durch einen Schlupfbetrieb oder ein Öffnen eines weiteren Schaltelementes des Automatgetriebes zu simulieren, wobei sich das weitere Schaltelement unabhängig von dem bei der Schubschaltung zuschaltenden Schaltelement im Kraftfluß des Automatgetriebes befindet.

Durch den Schlupfbetrieb bzw. das Öffnen des weiteren Schaltelementes wird ein Abtrieb des Automatgetriebes von einem das Automatgetriebe antreibenden Antriebsmotor während des Schaltungsablaufs der Schubschaltung zumindest weitgehend abgekoppelt, derart, daß keine komfortbeeinträchtigenden Reaktionskräfte oder Reaktionsmomente der Schubschaltung auf eine Antriebsachse des Kraftfahrzeugs übertragen werden.

[0006] Vorzugsweise wird der Freilauf der Schubschaltung über eine Anfahrkupplung oder Anfahrbremse des Automatgetriebes simuliert, als Zusatzfunktion des Anfahrchaltelementes neben der bekannten Funktion des Gangeinlegens und gegebenenfalls einer Standabkoppelung (Kriechneigungsreduzierung). Zeitlich vor der Schubschaltung ist das Anfahrchaltelement in bekannter Weise im Fahrbetrieb des Kraftfahrzeugs geschlossen. Nach Beendigung der Schubschaltung ist das Anfahrchaltelement bis zum Fahrzeugstillstand wieder geschlossen und kann im Falle einer aktiven Standabkoppelungs-Funktion bei Fahrzeugstillstand („standby control“) teilweise oder vollständig geöffnet werden. Eine feinfühlig arbeitende Druck- oder Drehzahl-Regelung des Anfahrchaltelementes ist in der Regel für die Positionswechselschaltungen oder auch für die Standabkoppelungs-Funktion bereits vorhanden, entsprechend gering ist der zusätzliche Applikationsaufwand der erfindungsgemäßen Zusatzfunktion.

[0007] Anhand der folgenden **Fig. 1** und **2** wird die Erfindung nun näher erläutert.

[0008] Es zeigen:

[0009] **Fig. 1** einen zeitlichen Ablauf einer beispielhaften Schubrückschaltung gemäß der Erfindung und **Fig. 2** einen zeitlichen Ablauf einer beispielhaften Schubhochschaltung gemäß der Erfindung.

[0010] Im oberen Teil beider Figuren ist in ausgezogener Linie ein zeitlicher Verlauf einer Turbinendrehzahl  $n_t$  als Eingangsdrehzahl des Automatgetriebes und in gestrichelter Linie ein zeitlicher Verlauf einer korrespondierenden Abtriebsdrehzahl  $n_{ab}$  des Automatgetriebes bei einem beispielhaften Ausrollvorgang des Kraftfahrzeugs bzw. einer beispielhaften Lastrücknahmeschaltung des Automatgetriebes unter Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Zum Vergleich ist jeweils in gepunkteter Linie ein Turbinendrehzahlverlauf **4** eingezeichnet, der sich nach dem Stand der Technik – also ohne Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens – ergeben würde. Mit G1, G2, G3 und G4 sind Gangkennungen des ersten, zweiten, dritten und vierten Gangs eines Zielgangs G des Automatgetriebes bezeichnet. Mit DK1 ist ein Drosselklappenwinkel des Antriebsmotors, der das Automatgetriebe antreibt, bezeichnet, als äquivalentes Signal einer Lastvorgabe des Fahrers über ein Fahrpedal. Die entsprechenden Schaltbefehle zum Gangwechsel werden in üblicher Weise von einem Getriebesteuergerät vorgegeben, beispielsweise als Schaltkennlinie in Abhängigkeit der Abtriebsdrehzahl  $n_{ab}$  des Automatgetriebes (bzw.

einer Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs) und des Drosselklappenwinkels DKl (bzw. des Fahrpedalwinkels bzw. der Lastvorgabe des Fahrers), oder auch aufgrund eines manuellen Schaltbefehls, den der Fahrer über einen Wählhebel anfordert.

[0011] Im unteren Teil beider Figuren ist in ausgezogener Linie ein zeitlicher Verlauf eines Kupplungsdrucks  $p_K$  dargestellt, der durch das erfindungsgemäße Verfahren an einem Anfahr Schaltelement des Automatgetriebes eingestellt wird. Dabei ist das Anfahr Schaltelement als Beispiel zu verstehen für das im Kraftfluß angeordnete Schaltelement, über welches der Freilauf der jeweiligen Schubschaltung simuliert wird.

[0012] **Fig. 1** zeigt einen zeitlichen Verlauf zweier zeitlich aufeinander folgenden erfindungsgemäßen Schubrückschaltungen vom dritten Gang G3 in den zweiten Gang G2 und anschließend in den ersten Gang G1 bei einem Ausrollvorgang des Kraftfahrzeugs. Wie in **Fig. 1** ersichtlich, sinkt die Abtriebsdrehzahl  $n_{ab}$  im Verlauf des Ausrollvorgangs kontinuierlich, im dargestellten Beispiel mit konstantem Gradient. Anfänglich befindet sich das Automatgetriebe im dritten Gang G3 und der Kupplungsdruck  $p_K$  des Anfahr Schaltelementes auf einem Ausgangsdruck  $p_1$ . Das Druckniveau  $p_1$  bezeichnet also einen aus dem Stand der Technik bekannten „Kupplungsdruck außerhalb von Schaltungen“, der beispielsweise drehmomenten- und/oder gangabhängig von dem Getriebesteuergerät vorgegeben ist.

[0013] Zu einem Zeitpunkt  $t_0$  sind schaltungstypspezifische Startbedingungen erfüllt zur Auslösung der erfindungsgemäßen Funktion, die einen – mechanisch nicht vorhandenen – Freilauf speziell für die Ausrollschaltungen des Ausrollvorgangs simuliert. Derartige Startbedingungen speziell für den Ausrollvorgang mit bevorstehender Ausrollschaltung sind insbesondere ein Status „Automatgetriebe im Schubbetrieb“ mit einem Drosselklappenwinkel DKl bzw. Fahrpedalwinkel von zumindest annähernd null, ein Status „Anfahr Schaltelement geschlossen“, ein Unterschreiten einer Abtriebsdrehzahl-Schwelle, ein beispielsweise über ein Bremslichtsignal oder ein Bremsdrucksignal generierter Status „Fahrzeugsbremse getreten“, ersatzweise zum Status „Fahrzeugsbremse getreten“ ein Überschreiten eines Abtriebsdrehzahl-Gradienten, sowie der aktuelle Gang des Automatgetriebes. Selbstverständlich können die einzelnen Bedingungen bzw. Parameter, über welche die Startbedingungen der Simulation eines Freilaufs in Verlauf des Ausrollvorgangs des Kraftfahrzeugs gebildet werden, mit logischem „UND“ und/oder logischem „ODER“ verknüpft sein.

[0014] Gemäß der Erfindung wird bei Erkennung der schaltungstypspezifischen Startbedingungen des Ausrollvorgangs der Kupplungsdruck  $p_K$  des Anfahr Schaltelementes, über das der Freilauf der Ausrollschaltung simuliert wird, von dem Ausgangsdruck  $p_1$  vor der Schubschaltung abgesenkt auf einen definierten Wartedruck  $p_2$ . Dieser Druckabbau kann

schlagartig oder auch über ein lineare oder nichtlineare Filterfunktion gedämpft erfolgen. Das Druckniveau von  $p_2$  ist höher als ein bekannter Fülldruck des Anfahr Schaltelementes, sodaß das Anfahr Schaltelement mindestens das anliegende Schubmoment schlupffrei übertragen kann, ggf. unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlags. Hierdurch kann das Anfahr Schaltelement wieder unverzüglich in seinen Ausgangszustand „Anfahr Schaltelement geschlossen“ mit dem Kupplungsdruckniveau  $p_1$  gebracht werden, wenn der Fahrer noch vor Erreichen des in üblicher Weise vorgegebenen Schaltpunktes der ersten Ausrollschaltung von dem dritten in den zweiten Gang (Zielgangwechsel G3->G2 zum Zeitpunkt  $t_1$ ) den Ausrollvorgang beispielsweise durch ein Betätigen des Fahrpedals abbricht. In einer Ausgestaltung wird vorgeschlagen, daß der Wartedruck  $p_2$  in Abhängigkeit einer Getriebetemperatur vorgegeben ist.

[0015] Gemäß der Erfindung wird der Kupplungsdruck  $p_K$  des Anfahr Schaltelementes zum Zeitpunkt  $t_1$ , also mit dem Schaltbefehl G3->G2 auf einen definierten Öffnungsdruck  $p_3$  abgesenkt, derart, daß das Anfahr Schaltelement zumindest in einen definierten Schlupfbetrieb gebracht oder auch vollständig geöffnet wird. Vorzugsweise liegt das Druckniveau von  $p_3$  im Bereich des Fülldrucks des Anfahr Schaltelementes, sodaß ein Kolben einer hydraulischen Servoeinrichtung des Anfahr Schaltelementes gerade noch an Lamellen des Anfahr Schaltelementes anliegt. Die Druckabsenkung des Kupplungsdruckes  $p_K$  von  $p_2$  auf  $p_3$  erfolgt vorzugsweise schlagartig, kann aber auch über eine applizierbare nichtlineare Filterfunktion gedämpft erfolgen. Infolge der Druckabsenkung des Kupplungsdruckes  $p_K$  auf  $p_3$  fällt die Turbinendrehzahl  $n_t$  schnell ab auf einen Wert im Bereich einer Leerlaufdrehzahl des Antriebsmotors, was von dem Fahrer des Kraftfahrzeugs insbesondere wegen der betragsmäßig relativ kleinen Motordrehzahländerung nicht als störend empfunden wird. Das Kraftfahrzeug verzögert unverändert weiter. Der geringe zeitliche Versatz zwischen dem Gangwechselbefehl G3->G2 und der Reaktion der Turbinendrehzahl  $n_t$  ist bedingt durch die obligatorischen Reaktionszeiten der hydraulischen Steuerung und der Servoeinrichtungen der schaltungstypspezifisch angesteuerten Schaltelemente.

[0016] In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, daß der Öffnungsdruck  $p_3$  das gleiche Druckniveau aufweist wie ein im Rahmen einer Standardkoppelungs-Funktion adaptiv ermittelter Fülldruck des Anfahr Schaltelementes. Hierdurch wird in vorteilhafter Weise das tatsächliche Öffnungs- und Schlupfverhalten des Anfahr Schaltelementes berücksichtigt. Da der Fülldruck des Anfahr Schaltelementes üblicherweise mindestens über die Getriebetemperatur adaptiert wird, weist also auch die erfindungsgemäße Simulation eines Freilaufs bei Schubschaltungen eine Getriebetemperaturkompensation auf. Dem im Rahmen der normalen Standardkoppelungs-Funk-

tion ermittelten Fülldruck des Anfahr Schaltelementes kann für die Simulation eines Freilaufs bei Schub-schaltungen auch ein applizierbarer Druckoffset überlagert werden, um das Anfahr Schaltelement nicht zu weit zu öffnen und die Reaktionsfähigkeit bei einem Funktionsausstieg, also bei einem Abbruch der Freilauf-Simulation zu verbessern. Dabei kann dieser Druckoffset beispielsweise als Funktion eines oder mehrerer der folgenden Parameter Schaltungsart, aktueller Gang, zu übertragendes Drehmoment, Drosselklappen- bzw. Fahrpedalwinkel, Motor- bzw. Turbinendrehzahl, Getriebetemperatur vorgebar sein. Der Druckoffset kann selbstverständlich auch adaptierbar sein. Zweckmäßigerweise hat der applizierbare Druckoffset selber keine Rückwirkung auf die normale Standabkoppelungsfunktion.

[0017] Je nach Vorgabe der schaltungstypspezifischen Startbedingungen kann der Zeitpunkt, an dem die Startbedingungen der Freilauf-Simulation erfüllt sind, mit dem Zeitpunkt einer manuell vom Fahrer angeforderten Schubrückschaltung zusammenfallen. Dies hat zur Folge, daß der Kupplungsdruck  $p_K$  dann von dem Ausgangsdruck  $p_1$  vor der Schaltung direkt auf den Öffnungsdruck  $p_3$  abgesenkt wird.

[0018] Zu einem Zeitpunkt  $t_2$  ist ein Synchronpunkt **2** des zweiten Ganges  $G_2$  erreicht. Die theoretische Synchrondrehzahl des neuen Ganges kann in herkömmlicher Weise beispielsweise aus der Abtriebsdrehzahl  $n_{ab}$  und dem bekannten Gangsprung der Schaltung berechnet werden. Wie aus dem vergleichsweise eingezeichneten Turbinendrehzahlverlauf **4** ersichtlich, hätte die Turbinendrehzahl  $n_t$  ohne das erfindungsgemäße Verfahren bis zu diesem Zeitpunkt  $t_2$  durch die Überschneidungsschaltung auf die neue Synchrondrehzahl hochgezogen werden müssen, was aufgrund der geringen Differenzdrehzahl und des entsprechend dem zu übertragenden Drehmoment geringen Schaltdruckes besonders störgrößensensibel und damit komfortkritisch ist.

[0019] Mit dem Erreichen oder zumindest annähernd mit dem Erreichen des Synchronpunktes **2** des zweiten Ganges  $G_2$  als neuen Zielgang wird die Turbinendrehzahl  $n_t$  auf das Drehzahlniveau des neuen Ganges angehoben durch einen Schließvorgang des Anfahr Schaltelementes, derart, daß das Anfahr Schaltelement gerade wieder das anliegende Schubmoment übertragen kann. Im dargestellten Beispiel wird hierzu eine Druckrampe  $p_{32}$  gestartet, die den Kupplungsdruck  $p_K$  von dem Öffnungsdruck  $p_3$  wieder auf den Wartedruck  $p_2$  anhebt. Der Druckgradient bzw. die Zeitdauer  $t_3-t_2$  der Druckrampe  $p_{32}$  ist vorzugsweise gangabhängig applizierbar, um einen optimalen Schaltkomfort zu erzielen. Selbstverständlich kann der Druckaufbau von  $p_3$  auf  $p_2$  auch über eine applizierbare nichtlineare Filterfunktion erfolgen, die ebenfalls gangabhängig applizierbar sein kann. In einer anderen Ausgestaltung kann der Druckaufbau von  $p_3$  auf  $p_2$  über eine bekannte Turbinendrehzahl- bzw. Differenzdrehzahlregelung des Anfahr Schaltele-

mentes erfolgen, beispielsweise über eine bereits vorhandene Schließ-Regelung der Standabkoppelungsfunktion.

[0020] In einer weiteren Ausgestaltung wird vorgeschlagen, daß der Wartedruck  $p_2$  in Abhängigkeit des Öffnungsdruckes  $p_3$  bzw. in Abhängigkeit des Fülldruckes des Schaltelementes, über welches der Freilauf der Ausrollschaltung simuliert wird, vorgegeben ist.

[0021] Wie in **Fig. 1** weiter dargestellt, schließt sich an die erste Ausrollschaltung vom dritten in den zweiten Gang ( $G_3 \rightarrow G_2$ ) eine zweite Ausrollschaltung von dem zweiten in den ersten Gang ( $G_2 \rightarrow G_1$ ) an. Der Schaltungsablauf entspricht weitgehend dem zuvor beschriebenen Schaltungsablauf, wobei  $t_4$  den Zeitpunkt des Schaltbefehls bezeichnet. Bei Vorliegen des Schaltbefehls zum Zielgangwechsel  $G_2 \rightarrow G_1$  wird der Kupplungsdruck  $p_K$  des Anfahr Schaltelementes von  $p_2$  auf  $p_3$  (im dargestellten Beispiel schlagartig) abgesenkt und verbleibt bis zum Erreichen eines Synchronpunktes **1** des ersten Ganges  $G_1$  auf diesem Druckniveau. Bei Erreichen des Synchronpunktes **1** des ersten Ganges  $G_1$  zum Zeitpunkt  $t_5$  startet die Druckrampe  $p_{32}$ , in dem Verlauf bis zum Zeitpunkt  $t_6$  der Kupplungsdruck  $p_K$  auf  $p_2$  angehoben wird. Aus dem vergleichsweise eingezeichneten Turbinendrehzahlverlauf **4** ist ersichtlich, daß der ohne das erfindungsgemäße Verfahren von einer Überschneidungsschaltung zu schaltender Turbinendrehzahlsprung des Gangwechsels  $G_2 \rightarrow G_1$  gegenüber dem Gangwechsel  $G_3 \rightarrow G_2$  nochmals verringert und damit noch komfortkritischer ist.

[0022] In **Fig. 1** nicht weiter dargestellt ist der Anhaltezeitpunkt des Kraftfahrzeugs (Abtriebsdrehzahl  $n_{ab} = \text{null}$ ). Wird in der weiteren zeitlichen Abfolge der Ausrollvorgang des Kraftfahrzeugs abgebrochen, beispielsweise durch ein Gasgeben des Fahrers, wird das Druckniveau des Anfahr Schaltelementes unverzüglich wieder auf den Ausgangsdruck  $p_1$  erhöht, um einen schlupffreien Betrieb des Anfahr Schaltelementes sicherzustellen. Bei Fahrzeugstillstand kann der Kupplungsdruck  $p_K$  des Anfahr Schaltelementes wieder auf das Druckniveau  $p_1$  gebracht werden, wenn keine Standabkoppelungsfunktion vorgesehen ist oder nicht aktiviert werden soll, oder aber auf den adaptierbaren Fülldruck des Anfahr Schaltelementes, wenn bei Fahrzeugstillstand eine Standabkoppelungsfunktion aktiviert wird. Sollte getriebeseitig vorgesehen sein, daß in dem Anfahr gang des Automatgetriebes bei Fahrzeugstillstand ohne aktive Standabkoppelungsfunktion ein anderes Druckniveau eingestellt wird als das Ausgangsdruckniveau  $p_1$ , wird der Wartedruck  $p_2$  selbstverständlich anstelle auf  $p_1$  auf dieses Druckniveau angehoben.

[0023] Sollte im Verlauf der Simulation eines Freilaufs ein Funktionsausstieg erfolgen, beispielsweise infolge eines Gasgebens durch den Fahrer, so kann zu Erhöhung des Fahrkomforts zeitgleich zur Aufregelung des Kupplungsdruckes auf das entsprechen-

de Druckniveau außerhalb von Schaltungen im aktuell geschalteten Gang ein spezieller applizierbarer Motoreingriff vorgesehen sein, um das von dem Anfahr Schaltelement zu übertragende Drehmoment zu beeinflussen (in der Regel zu reduzieren, in Sonderfällen aber auch anzuheben) und/oder den Drehmomentenaufbau zu verzögern oder zu dämpfen. Die Aufregelung des Kupplungsdruckes selber auf das erforderliche Druckniveau des aktuell geschalteten Gangs kann beispielsweise als Funktion des zu übertragenden Drehmomentes und/oder der Motor- bzw. Turbinendrehzahl und/oder der Abtriebsdrehzahl und/oder der relativen Drosselklappen- bzw. Fahrpedalwinkeländerung und/oder dem Drosselklappen- bzw. Fahrpedalwinkelgradienten und/oder der Getriebetemperatur erfolgen. Eine Aufregelung des Kupplungsdruckes aus dem Wartedruck  $p_2$  heraus erfolgt vorzugsweise schlagartig, da das Anfahr Schaltelement noch kraftschlüssig war. Eine Aufregelung des Kupplungsdruckes aus dem Öffnungsdruck  $p_3$  heraus erfolgt vorzugsweise komfortorientiert „weich“.

[0024] Selbstverständlich kann ein applizierbarer Motoreingriff auch während der „normalen“ Aufregelung des Kupplungsdruckes  $p_K$  von dem Öffnungsdruck  $p_3$  auf den Wartedruck  $p_2$  vorgesehen sein.

[0025] Anhand **Fig. 2** wird nun ein Ablauf einer erfindungsgemäßen Schubhochschaltung am Beispiel einer Lastrücknahmeschaltung vom dritten Gang G3 in den vierten Gang G4 beschrieben. Wie in **Fig. 2** ersichtlich, wird das Automatgetriebe bis zu einem Zeitpunkt  $t_7$  unter einem vorgegebenen Drosselklappenwinkel  $DKI$  unter Last im Zugbetrieb betrieben, die Abtriebsdrehzahl  $n_{ab}$  und auch die Turbinendrehzahl  $n_t$  steigen bis zum Zeitpunkt  $t_7$  an und das Automatgetriebe befindet sich im dargestellten Beispiel im dritten Gang G3. Zum Zeitpunkt  $t_7$  nimmt der Fahrer seine Lastvorgabe zurück, der Drosselklappenwinkel  $DKI$  bzw. Fahrpedalwinkel wird bis zum Zeitpunkt  $t_9$  auf einen Wert null reduziert.

[0026] Infolge einer Überschreitung einer Hochschaltkennlinie, die üblicherweise durch die Abtriebsdrehzahl  $n_{ab}$  und den Drosselklappenwinkel  $DKI$  definiert ist, löst das Getriebesteuergerät zu einem Zeitpunkt  $t_8$  einen Schaltbefehl zur Hochschaltung von dem dritten Gang G3 in den vierten Gang G4 aus. Zeitgleich mit diesem Schaltbefehl G3->G4 sind im dargestellten Beispiel auch die schaltungstypspezifischen Startbedingungen erreicht, welche die erfindungsgemäße Funktion zur Simulation eines – mechanisch nicht vorhandenen – Freilaufs speziell für die nun beginnende Lastrücknahmeschaltung des Automatgetriebes. Derartige Startbedingungen speziell für Lastrücknahmeschaltungen sind insbesondere ein Hochschaltbefehl des Automatgetriebes in Verbindung mit einem Status „Zug-Schubwechsel des Automatgetriebes“, ein Hochschaltbefehl des Automatgetriebes in Verbindung mit einem Drosselklappenwinkel  $DKI$  und/oder einem Fahrpedalwinkel und/oder einer Motorlast, ein Hochschaltbefehl des

Automatgetriebes in Verbindung mit einer relativen Änderung des Drosselklappenwinkels  $DKI$  bzw. des Fahrpedalwinkels bzw. der Motorlast, ein Hochschaltbefehl des Automatgetriebes in Verbindung mit einem negativen Gradienten des Drosselklappenwinkels  $DKI$  bzw. des Fahrpedalwinkels bzw. der Motorlast, ein Hochschaltbefehl des Automatgetriebes in Verbindung mit einer betragsmäßigen Überschreitung des negativen Gradienten des Drosselklappenwinkels  $DKI$  bzw. des Fahrpedalwinkels bzw. der Motorlast übersteigt einen Schwellwert, ein Status „Anfahr Schaltelement geschlossen“, eine Unterschreitung eines Schwellwertes der Abtriebsdrehzahl  $n_{ab}$  des Automatgetriebes, sowie ein aktueller Gang des Automatgetriebes. Der Hochschaltbefehl kann automatisch durch das Getriebesteuergerät erfolgen oder manuell vom Fahrer über die Gangwähleinrichtung vorgegeben sein. Selbstverständlich können die einzelnen Bedingungen bzw. Parameter, über welche die Startbedingungen für die Simulation eines Freilaufs der Lastrücknahmeschaltung des Automatgetriebes gebildet werden, mit logischem „UND“ und/oder logischem „ODER“ verknüpft sein.

[0027] Gemäß der Erfindung wird der Kupplungsdruck  $p_K$  des Anfahr Schaltelementes zum Zeitpunkt  $t_8$ , also mit dem Schaltbefehl G3->G4 von seinem Ausgangsdruck  $p_1$  (Druckniveau vor der Schaltung) auf einen definierten Öffnungsdruck  $p_3$  abgesenkt, derart, daß das Anfahr Schaltelement (als beispielhaftes Schaltelement, über das der Freilauf im Verlauf der Lastrücknahmeschaltung simuliert wird) in einen definierten Schlupfbetrieb gebracht wird. Vorzugsweise liegt das Druckniveau von  $p_3$  hierbei im Bereich knapp oberhalb des Fülldrucks des Anfahr Schaltelementes, sodaß ein Kolben einer hydraulischen Servoeinrichtung des Anfahr Schaltelementes noch an Lamellen des Anfahr Schaltelementes anliegt und das Anfahr Schaltelement noch ein geringes definiertes Drehmoment übertragen kann. Die Druckabsenkung des Kupplungsdruckes  $p_K$  von  $p_1$  auf  $p_3$  erfolgt vorzugsweise schlagartig, kann aber auch über eine applizierbare nichtlineare Filterfunktion gedämpft erfolgen. Infolge der Druckabsenkung des Kupplungsdruckes  $p_K$  auf  $p_3$  fällt die Turbinendrehzahl  $n_t$  schnell ab auf einen Wert im Bereich der Leerlaufdrehzahl des Antriebsmotors. Der geringe zeitliche Versatz zwischen dem Gangwechselbefehl G3->G4 und der Reaktion der Turbinendrehzahl  $n_t$  ist bedingt durch die obligatorischen Reaktionszeiten der hydraulischen Steuerung und der Servoeinrichtungen der schaltungstypspezifisch angesteuerten Schaltelemente. Wie aus dem zeitlichen Verlauf der Abtriebsdrehzahl  $n_{ab}$  des Automatgetriebes ersichtlich, beginnt mit dem Beginn des Turbinendrehzahlabfalls auch eine Verzögerung des Kraftfahrzeugs.

[0028] Analog zu der zuvor beschriebenen Simulation eines Freilaufs bei Ausrollschaltungen wird in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Simulation eines Freilaufs bei Lastrücknahmeschaltungen vorgeschla-

gen, daß der Öffnungsdruck  $p_3$  aus einem im Rahmen einer Standabkoppelungs-Funktion adaptiv ermittelter Fülldruck des Anfahr Schaltelementes gebildet wird, wobei diesem Fülldruck ein applizierbarer Druckoffset überlagert ist. Dieser Druckoffset ist beispielsweise in Abhängigkeit eines oder mehrerer der folgenden Parameter Schaltungsart, aktueller Gang, zu übertragendes Drehmoment, Drosselklappen- bzw. Fahrpedalwinkel, relative Drosselklappen- bzw. Fahrpedalwinkeländerung, Drosselklappen- bzw. Fahrpedalwinkelgradient, Motor- bzw. Turbinendrehzahl, Abtriebsdrehzahl, Abtriebsdrehzahlgradient, Getriebetemperatur vorgegeben. Der Druckoffset kann selbstverständlich auch adaptierbar sein. In der Regel ist der Öffnungsdruck  $p_3$  also immer etwas höher als der Fülldruck der Standabkoppelungs-Funktion, wodurch ein zu starker Einbruch der Fahrzeugbeschleunigung zu Beginn der Lastrücknahmeschaltung vermieden wird. Zweckmäßigerweise hat der applizierbare Druckoffset selber keine Rückwirkung auf die normale Standabkoppelungsfunktion.

[0029] In einer hinsichtlich dem Applikationsaufwand vereinfachten Ausführung kann der Öffnungsdruck  $p_3$  das gleiche Druckniveau aufweisen wie ein im Rahmen einer Standabkoppelungs-Funktion adaptiv ermittelter Fülldruck des Anfahr Schaltelementes, mit der Folge möglicher Komforteinbußen insbesondere bei einem vorzeitigen Abbruch der Freilauf-Simulation, beispielsweise bei einem Gasgeben des Fahrers während der laufenden Schaltung.

[0030] Zu einem Zeitpunkt  $t_{10}$  ist ein Synchronpunkt **3** des vierten Ganges G4 erreicht. Die theoretische Synchrondrehzahl des neuen Ganges kann in herkömmlicher Weise beispielsweise aus der Abtriebsdrehzahl  $n_{ab}$  und dem bekannten Gangsprung der Schaltung berechnet werden. Wie aus dem vergleichsweise eingezeichneten Turbinendrehzahlverlauf **4** ersichtlich, hätte die Turbinendrehzahl  $n_t$  ohne das erfindungsgemäße Verfahren bis zu diesem Zeitpunkt  $t_{10}$  durch die Überschneidungsschaltung auf die neue Synchrondrehzahl eingeregelt werden müssen, was aufgrund des Einflusses der rotatorischen Massenkräfte des Antriebsmotors, der geringen Differenzdrehzahl und des geringen zu übertragenden Drehmomentes bekannterweise komfortkritisch ist.

[0031] Mit dem Erreichen oder zumindest annähernd mit dem Erreichen des Synchronpunktes **3** des vierten Ganges G4 als neuen Zielgang wird die Turbinendrehzahl  $n_t$  auf das Drehzahlniveau des neuen Ganges angehoben durch einen in üblicher Weise durchgeführten gesteuerten oder geregelten Schließvorgang des Anfahr Schaltelementes. Im dargestellten Beispiel wird eine Druckrampe  $p_{31}$  gestartet, die den Kupplungsdruck  $p_K$  von dem Öffnungsdruck  $p_3$  wieder auf den Ausgangsdruck  $p_1$  anhebt. Der Druckgradient bzw. die Zeitdauer  $t_{11}-t_{10}$  der Druckrampe  $p_{31}$  ist vorzugsweise gangabhängig applizierbar, um einen optimalen Schaltkomfort zu erzielen. Selbstverständlich kann der Druckaufbau von  $p_3$  auf

$p_1$  auch über eine applizierbare nichtlineare Filterfunktion erfolgen, die ebenfalls gangabhängig applizierbar sein kann. In einer anderen Ausgestaltung kann der Druckaufbau von  $p_3$  auf  $p_1$  über eine bekannte Turbinendrehzahl- bzw. Differenzdrehzahlregelung des Anfahr Schaltelementes erfolgen, beispielsweise über eine bereits vorhandene Schließ-Regelung der Standabkoppelungs-Funktion. Sollte getriebeseitig vorgesehen sein, daß in dem neuen Zielgang der Schubhochschaltung außerhalb von Schaltungen ein anderes Druckniveau eingestellt wird als das Ausgangsdruckniveau  $p_1$ , wird der Druckaufbau selbstverständlich entsprechend modifiziert, sodaß zum Zeitpunkt  $t_{11}$  der erforderliche Druck außerhalb von Schaltungen im neuen Zielgang erreicht ist.

[0032] Sollte im Verlauf der Freilauf-Simulation bei einer Lastrücknahmeschaltung ein Funktionsanstieg erfolgen, so kann zu Erhöhung des Fahrkomforts zeitgleich zur Aufregelung des Kupplungsdruckes auf das entsprechende Druckniveau außerhalb von Schaltungen im aktuell geschalteten Gang ein spezieller applizierbarer Motoreingriff vorgesehen sein, um das von dem Anfahr Schaltelement zu übertragende Drehmoment zu beeinflussen (in der Regel zu reduzieren) und/oder den Drehmomentenaufbau zu verzögern oder zu dämpfen. Wie schon anhand der Ausrollschaltung beschrieben, kann die Aufregelung des Kupplungsdruckes selber auf das erforderliche Druckniveau des aktuell geschalteten Ganges als Funktion des zu übertragenden Drehmomentes und/oder der Motor- bzw. Turbinendrehzahl und/oder der Abtriebsdrehzahl und/oder der relativen Drosselklappen- bzw. Fahrpedalwinkeländerung und/oder dem Drosselklappen- bzw. Fahrpedalwinkelgradienten und/oder der Getriebetemperatur erfolgen.

[0033] Selbstverständlich kann ein applizierbarer Motoreingriff auch während der „normalen“ Aufregelung des Kupplungsdruckes  $p_K$  von dem Öffnungsdruck  $p_3$  auf den Ausgangsdruck  $p_1$  bzw. auf das getriebeseitig vorgegebene Druckniveau außerhalb von Schaltungen im neuen Zielgang vorgesehen sein.

[0034] In einer Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, unterschiedliche Startbedingungen für automatisch von dem Getriebesteuergerät und manuell vom Fahrer angeforderte Schubschaltungen vorzusehen. Ausgehend von der Überlegung, daß der Fahrer bei manueller Gangwahl auch nicht komfortkritische Schubschaltungen vorgeben kann, die keiner Sonderbehandlung bedürfen, muß gemäß der Weiterbildung der Erfindung sowohl bei manuell angeforderten Schubrückschaltungen als auch bei manuell angeforderten Schubhochschaltungen eine vom aktuellen Gang abhängige Schwelle der Abtriebsdrehzahl des Automatgetriebes bzw. eine Schwelle einer Fahrgeschwindigkeit unterschritten werden, um die erfindungsgemäße Freilauf-Simulation zu starten. Mit dieser Startbedingung ist mindestens eine weitere Bedingung über ein logisches „UND“ verknüpft, um den zum manuell angeforderten

Schaltungstyp zugeordneten Simulations-Algorithmus zu starten. Zweckmäßigerweise wird diese Abtriebsdrehzahl- bzw. Fahrgeschwindigkeitsschwelle auf einen relativ kleinen Wert gesetzt, wodurch das Schaltelement, über dessen Schlupf der Freilauf der jeweiligen Schaltung simuliert wird, weitestgehend geschont.

#### Bezugszeichenliste

<b>n<sub>ab</sub></b>	Abtriebsdrehzahl
<b>n<sub>t</sub></b>	Turbinendrehzahl
<b>p<sub>K</sub></b>	Kupplungsdruck des Anfahrchaltelementes
<b>p<sub>1</sub></b>	Ausgangsdruck
<b>p<sub>2</sub></b>	Wartedruck
<b>p<sub>3</sub></b>	Öffnungsdruck
<b>p<sub>21</sub></b>	Druckrampe von Wartedruck auf Ausgangsdruck
<b>p<sub>31</sub></b>	Druckrampe von Öffnungsdruck auf Ausgangsdruck
<b>t</b>	Zeitachse
<b>t<sub>0</sub> bis t<sub>11</sub></b>	diskrete Zeitpunkte
<b>DKI</b>	Drosselklappenwinkel, Fahrpedalwinkel, Motorlast
<b>G</b>	Zielgang
<b>G<sub>1</sub></b>	Gangkennung „erster Gang“
<b>G<sub>2</sub></b>	Gangkennung „zweiter Gang“
<b>G<sub>3</sub></b>	Gangkennung „dritter Gang“
<b>G<sub>4</sub></b>	Gangkennung „vierter Gang“
<b>1</b>	Synchronpunkt des ersten Gangs
<b>2</b>	Synchronpunkt des zweiten Gangs
<b>3</b>	Synchronpunkt des dritten Gangs
<b>4</b>	Turbinendrehzahlverlauf nach dem Stand der Technik

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Gangwechsels in einem Kraftfahrzeug-Automatgetriebe, der als Schubschaltung mit mindestens einem zuschaltenden Schaltelement ohne einen mechanischen Freilauf ausgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß während eines Schaltungsablaufs der Schubschaltung ein Freilauf simuliert wird durch einen Schlupfbetrieb oder ein Öffnen eines im Kraftfluß befindlichen zweiten Schaltelementes des Automatgetriebes.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Freilauf der Schubschaltung über den Schlupfbetrieb bzw. das Öffnen eines Anfahrchaltelementes des Automatgetriebes simuliert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schubschaltung eine Schubrückschaltung des Automatgetriebes ist, die als eine automatische Ausrollschaltung des Automatgetriebes bei einem Ausrollvorgang des Kraftfahrzeugs

oder als eine von einem Fahrer des Kraftfahrzeugs über eine Gangwähleinrichtung vorgegebene manuelle Schubrückschaltung ausgebildet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schubschaltung eine Schubhochschaltung des Automatgetriebes ist, die als automatische Lastrücknahmeschaltung oder als eine von einem Fahrer des Kraftfahrzeugs über eine Gangwähleinrichtung vorgegebene manuelle Schubhochschaltung ausgebildet ist.

5. Verfahren nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- bei Erkennung von schaltungstypspezifischen Startbedingungen für die Freilauf-Simulation bei der Schubrückschaltung wird ein Kupplungsdruck ( $p_K$ ) des Schaltelementes, über das der Freilauf der Schubschaltung simuliert wird, von einem Ausgangsdruck ( $p_1$ ) vor der Schaltung auf einen definierten Wartedruck ( $p_2$ ) abgesenkt, wobei der Wartedruck ( $p_2$ ) höher ist als ein bekannter Fülldruck des Schaltelementes und ein am Schaltelement anliegendes Schubmoment von dem Schaltelement schlupffrei übertragbar ist,
- nach der Absenkung auf den Wartedruck ( $p_2$ ) verbleibt der Kupplungsdruck ( $p_K$ ) solange auf dem Wartedruck ( $p_2$ ), bis ein Schaltbefehl zur Durchführung der Schubrückschaltung erkannt wird oder die schaltungstypspezifischen Startbedingungen nicht mehr erfüllt sind,
- bei Nichterfüllung der schaltungstypspezifischen Startbedingungen wird der Kupplungsdruck ( $p_K$ ) wieder unverzüglich auf den Ausgangsdruck ( $p_1$ ) vor der Schaltung angehoben,
- bei Erkennung des Schaltbefehls zur Durchführung der Schubrückschaltung wird der Kupplungsdruck ( $p_K$ ) auf einen definierten Öffnungsdruck ( $p_3$ ) abgesenkt, derart, daß das Schaltelement zumindest in einen definierten Schlupfbetrieb gebracht oder vollständig geöffnet wird,
- nach der Absenkung auf den Öffnungsdruck ( $p_3$ ) verbleibt der Kupplungsdruck ( $p_K$ ) solange auf dem Öffnungsdruck ( $p_3$ ), bis ein Synchronpunkt (**2**, **1**) eines Zielgangs ( $G_2$ ,  $G_1$ ) der Schubrückschaltung erreicht oder zumindest annähernd erreicht ist,
- bei Erreichen bzw. zumindest annähernd bei dem Erreichen des Synchronpunktes (**2**, **1**) des Zielgangs ( $G_2$ ,  $G_1$ ) der Schubrückschaltung wird der Kupplungsdruck ( $p_K$ ) von dem Öffnungsdruck ( $p_3$ ) angehoben auf den Wartedruck ( $p_2$ ), und
- nach der Anhebung auf den Wartedruck ( $p_2$ ) verbleibt der Kupplungsdruck ( $p_K$ ) solange auf dem Wartedruck ( $p_2$ ), bis der Ausrollvorgang des Kraftfahrzeugs abgeschlossen ist oder ein Schaltbefehl zur Durchführung einer weiteren Schubrückschaltung erkannt wird oder die schaltungstypspezifischen Startbedingungen der Freilauf-Simulation nicht mehr erfüllt sind.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die schaltungstypspezifischen Startbedingungen für die Freilauf-Simulation bei der Schubrückumschaltung aus einer oder mehreren der folgenden Bedingungen bzw. Parameter gebildet werden:

- ein Status „Schaltelement, über das der Freilauf der Schubrückumschaltung simuliert wird, ist geschlossen“,
- ein aktueller Gang des Automatgetriebes,
- ein Gangwechselsignal der Gangwähleinrichtung des Fahrers,
- ein Status „Automatgetriebe im Schubbetrieb“,
- ein Drosselklappenwinkel (DKI) und/oder ein Fahrpedalwinkel und/oder eine Motorlast ist zumindest annähernd null,
- ein Schwellwert einer Abtriebsdrehzahl ( $n_{ab}$ ) des Automatgetriebes ist unterschritten,
- ein Status „Fahrzeugbremse getreten“,
- ein Bremslichtsignal,
- ein Bremsdrucksignal,
- ein Gradient der Abtriebsdrehzahl ( $n_{ab}$ ) des Automatgetriebes ist überschritten.

7. Verfahren nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- bei Erkennung von schaltungstypspezifischen Startbedingungen für die Freilauf-Simulation bei der Schubhochschaltung wird ein Kupplungsdruck ( $p_K$ ) des Schaltelementes, über das der Freilauf der Schubschaltung simuliert wird, von einem Ausgangsdruck ( $p_1$ ) vor der Schaltung auf einen definierten Öffnungsdruck ( $p_3$ ) abgesenkt, derart, daß das Schaltelement zumindest in einen definierten Schlupfbetrieb gebracht oder vollständig geöffnet wird,
- nach der Absenkung auf den Öffnungsdruck ( $p_3$ ) verbleibt der Kupplungsdruck ( $p_K$ ) solange auf dem Öffnungsdruck ( $p_3$ ), bis ein Synchronpunkt (**3**) eines Zielgangs ( $G_4$ ) der Schubhochschaltung erreicht oder zumindest annähernd erreicht ist,
- bei Erreichen bzw. zumindest annähernd bei dem Erreichen des Synchronpunktes (**3**) des Zielgangs ( $G_4$ ) der Schubhochschaltung wird der Kupplungsdruck ( $p_K$ ) über eine definierte Druckrampe ( $p_{31}$ ) oder eine nicht lineare Filterfunktion von dem Öffnungsdruck ( $p_3$ ) angehoben auf den Ausgangsdruck ( $p_1$ ) oder auf ein getriebeseitig vorgegebenes Druckniveau außerhalb von Schaltungen im Zielgang der Schubhochschaltung.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die schaltungstypspezifischen Startbedingungen für die Freilauf-Simulation bei der Schubhochschaltung aus einer oder mehreren der folgenden Bedingungen bzw. Parameter gebildet werden:

- ein Status „Schaltelement, über das der Freilauf der Schubrückumschaltung simuliert wird, ist geschlossen“,
- ein aktueller Gang des Automatgetriebes,
- ein Hochschaltbefehl des Automatgetriebes,
- ein Gangwechselsignal der Gangwähleinrichtung des Fahrers,

- ein Status „Zug-Schubwechsel des Automatgetriebes“,
- ein Drosselklappenwinkel (DKI) und/oder ein Fahrpedalwinkel und/oder eine Motorlast,
- eine relative Änderung des Drosselklappenwinkels (DKI) bzw. des Fahrpedalwinkels bzw. der Motorlast,
- ein Gradient des Drosselklappenwinkels (DKI) bzw. des Fahrpedalwinkels bzw. der Motorlast ist negativ,
- ein Betrag des negativen Gradienten des Drosselklappenwinkels (DKI) bzw. des Fahrpedalwinkels bzw. der Motorlast übersteigt einen Schwellwert,
- ein Schwellwert einer Abtriebsdrehzahl ( $n_{ab}$ ) des Automatgetriebes ist unterschritten.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Auslösung der Absenkung des Kupplungsdruckes ( $p_K$ ) auf den Öffnungsdruck ( $p_3$ ) ein gangabhängiger Schwellwert einer Abtriebsdrehzahl ( $n_{ab}$ ) des Automatgetriebes unterschritten sein muß, wenn der Schaltbefehl zur Durchführung der Schubrückumschaltung von dem Fahrer über Gangwähleinrichtung manuell vorgegeben wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgegebene Öffnungsdruck ( $p_3$ ) wertemäßig im Bereich oder etwas oberhalb des Fülldrucks des Schaltelementes liegt, über das der Freilauf der Schubschaltung simuliert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 2 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Fülldruck des Anfahr Schaltelementes, über das der Freilauf der Schubschaltung simuliert wird, im Rahmen einer Standabkopplungs-Funktion adaptiv ermittelt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungsdruck ( $p_3$ ) aus dem Fülldruck des Schaltelementes, über das der Freilauf der Schubschaltung simuliert wird, und einem schaltungstypspezifischen Druckoffset gebildet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckoffset in Abhängigkeit eines oder mehrerer der folgenden Parameter Schaltungsart, aktueller Gang, zu übertragendes Drehmoment, Drosselklappen- bzw. Fahrpedalwinkel, relative Drosselklappen- bzw. Fahrpedalwinkeländerung, Drosselklappen- bzw. Fahrpedalwinkelgradient, Motor- bzw. Turbinendrehzahl, Abtriebsdrehzahl, Abtriebsdrehzahlgradient, Getriebetemperatur gebildet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckoffset adaptierbar ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis



14, dadurch gekennzeichnet, daß die Absenkung des Kupplungsdruckes ( $p_K$ ) von dem Ausgangsdruck ( $p_1$ ) und/oder dem Wartedruck ( $p_2$ ) auf den Öffnungsdruck ( $p_3$ ) schlagartig erfolgt.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Absenkung des Kupplungsdruckes ( $p_K$ ) von dem Ausgangsdruck ( $p_1$ ) und/oder dem Wartedruck ( $p_2$ ) auf den Öffnungsdruck ( $p_3$ ) über eine applizierbare nichtlineare Filterfunktion gedämpft erfolgt.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Anhebung des Kupplungsdruckes ( $p_K$ ) von dem Öffnungsdruck ( $p_3$ ) auf den Wartedruck ( $p_2$ ) und/oder den Ausgangsdruck ( $p_1$ ) bzw. ein getriebeseitig vorgegebenes Druckniveau außerhalb von Schaltungen im Zielgang der Schubschaltung über eine applizierbare Druckrampe ( $p_{32}$ ,  $p_{31}$ ) erfolgt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Anhebung des Kupplungsdruckes ( $p_K$ ) von dem Öffnungsdruck ( $p_3$ ) auf den Wartedruck ( $p_2$ ) und/oder den Ausgangsdruck ( $p_1$ ) bzw. ein getriebeseitig vorgegebenes Druckniveau außerhalb von Schaltungen im Zielgang der Schubschaltung über eine applizierbare nichtlineare Filterfunktion erfolgt.

19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß ein Druckgradient oder eine Aufregelzeit der Druckrampe ( $p_{32}$ ,  $p_{31}$ ) gangabhängig vorgebar ist, bzw. daß der Druckaufbau von dem Öffnungsdruck ( $p_3$ ) auf den Wartedruck ( $p_2$ ) und/oder Ausgangsdruck ( $p_1$ ) bzw. das getriebeseitig vorgegebene Druckniveau im Zielgang der Schubschaltung gangabhängig vorgebar ist.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Anhebung des Kupplungsdruckes ( $p_K$ ) von dem Öffnungsdruck ( $p_3$ ) auf den Wartedruck ( $p_2$ ) und/oder den Ausgangsdruck ( $p_1$ ) bzw. ein getriebeseitig vorgegebenes Druckniveau außerhalb von Schaltungen im Zielgang der Schubschaltung über eine Regelung der Turbindrehzahl ( $n_t$ ) oder über eine Regelung einer Differenzdrehzahl des Schaltelementes, über das der Freilauf der Schubschaltung simuliert wird, erfolgt.

21. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6 oder einem der Ansprüche 9 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Wartedruck ( $p_2$ ) in Abhängigkeit einer Getriebetemperatur vorgegeben ist.

22. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6 oder einem der Ansprüche 9 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Wartedruck ( $p_2$ ) in Abhängigkeit des Öffnungsdruckes ( $p_3$ ) oder in Abhängigkeit des Fülldruckes des Schaltelementes, über das der Freilauf der

Schubrückschaltung simuliert wird, vorgegeben ist.

23. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6 oder einem der Ansprüche 9 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Absenkung des Kupplungsdruckes ( $p_K$ ) von dem Ausgangsdruck ( $p_1$ ) auf den Wartedruck ( $p_2$ ) schlagartig erfolgt.

24. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6 oder einem der Ansprüche 9 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Absenkung des Kupplungsdruckes ( $p_K$ ) von dem Ausgangsdruck ( $p_1$ ) auf den Wartedruck ( $p_2$ ) über eine applizierbare nichtlineare Filterfunktion gedämpft erfolgt.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zeitweise während der Anhebung des Kupplungsdruckes ( $p_K$ ) auf den Wartedruck ( $p_2$ ) und/oder den Ausgangsdruck ( $p_1$ ) bzw. das getriebeseitig vorgegebene Druckniveau außerhalb von Schaltungen im Zielgang der Schubschaltung ein Motoreingriff vorgesehen ist, über den ein Getriebe-Eingangsdrehmoment beeinflussbar, insbesondere reduzierbar ist, und/oder über den ein Aufbau des Getriebe-Eingangsdrehmomentes dämpfbar oder zeitlich verzögerbar ist.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Motoreingriff schaltungstypspezifisch applizierbar ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

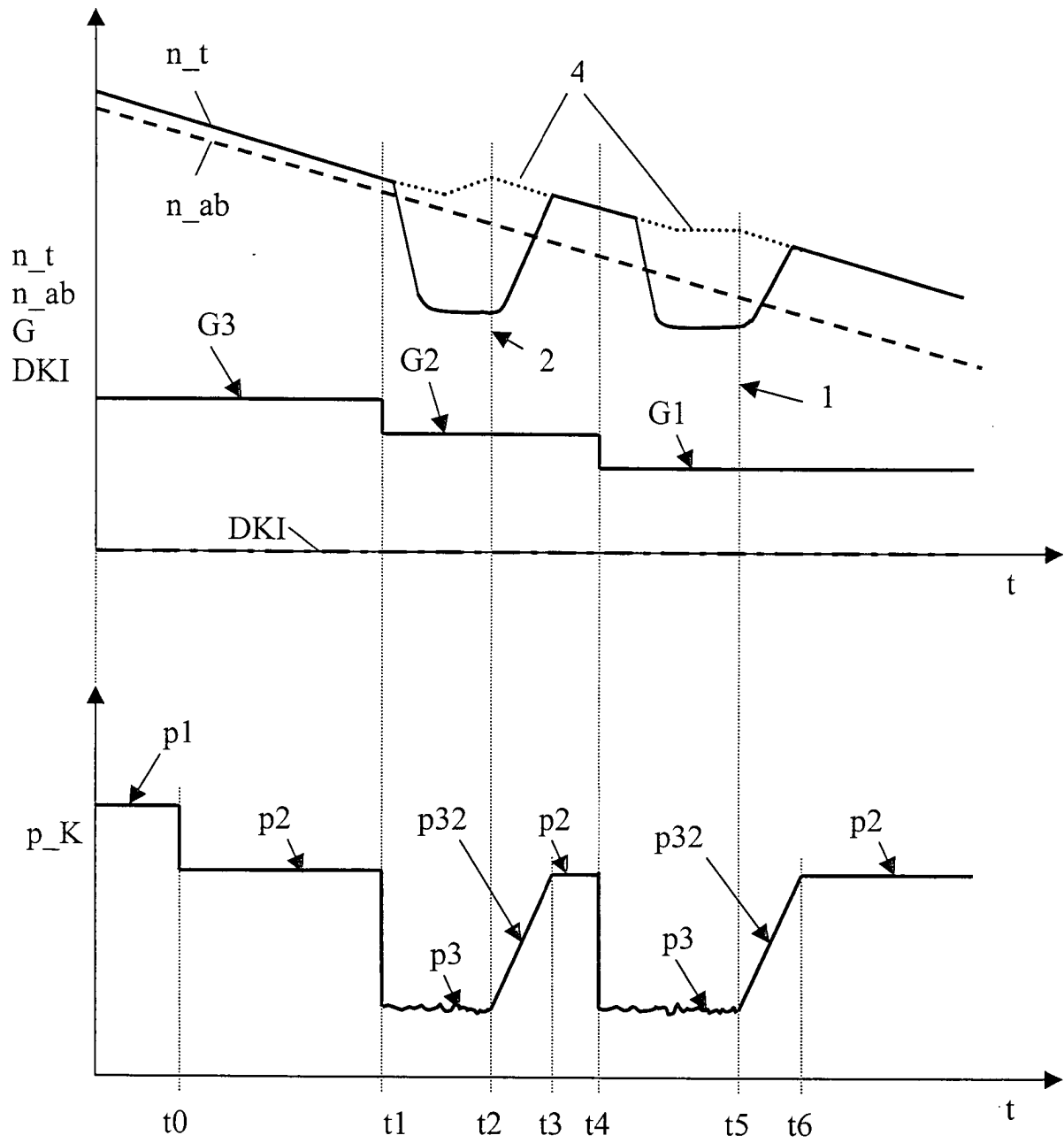


Fig. 1

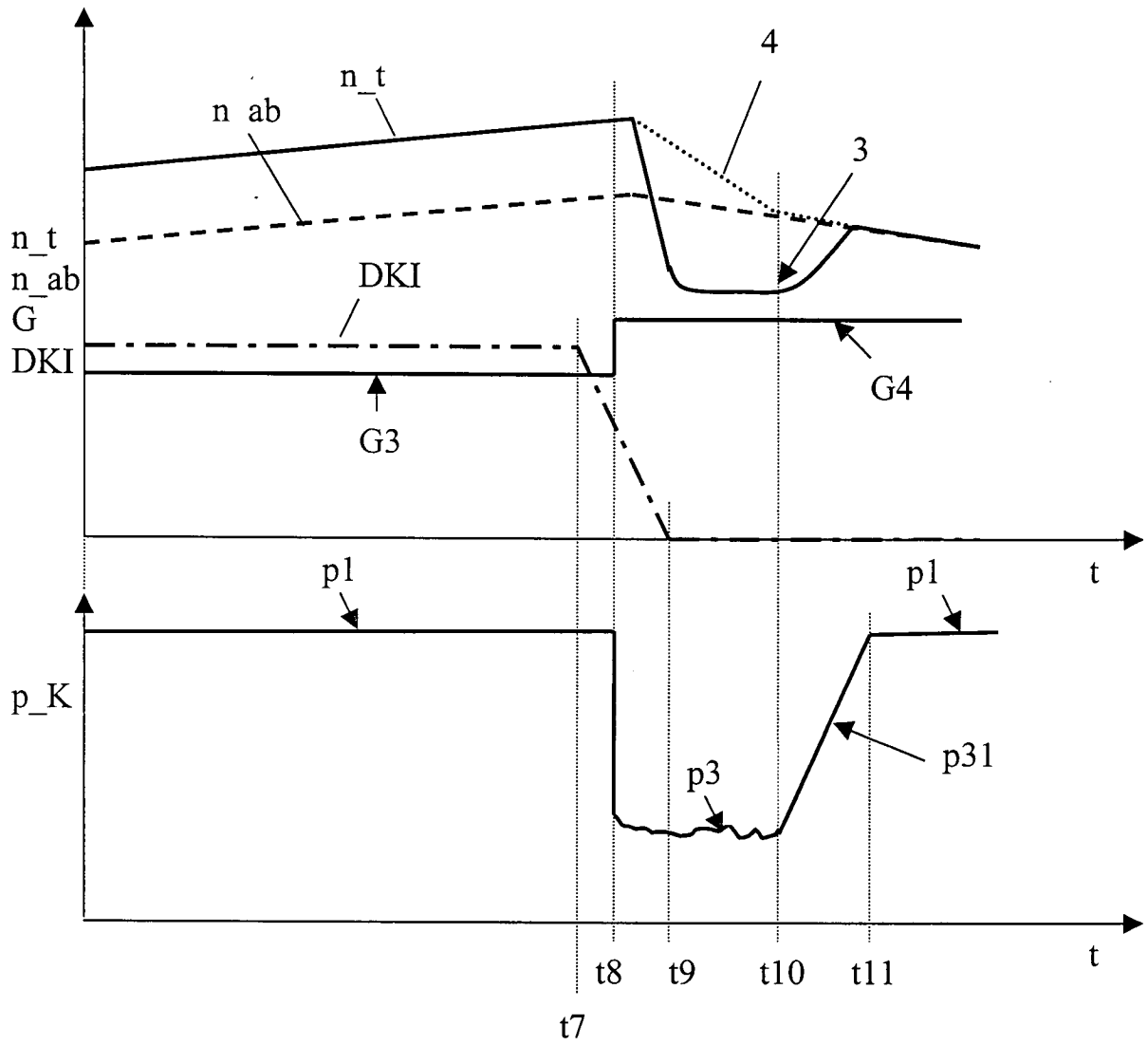


Fig. 2