



(10) **DE 10 2009 021 795 A1** 2010.12.23

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 021 795.9**

(22) Anmeldetag: **18.05.2009**

(43) Offenlegungstag: **23.12.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F16H 61/04** (2006.01)  
**F16H 61/68** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**GETRAG Getriebe- und Zahnradfabrik Hermann  
Hagenmeyer GmbH & Cie KG, 74199  
Untergruppenbach, DE**

(72) Erfinder:  
**Kalisch, Tobias, 78050 Villingen-Schwenningen,  
DE; Schmidt, Holger, 78713 Schramberg, DE**

(74) Vertreter:  
**Witte, Weller & Partner, 70173 Stuttgart**

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

**DE 603 18 893 T2**  
**DE 696 12 556 T2**

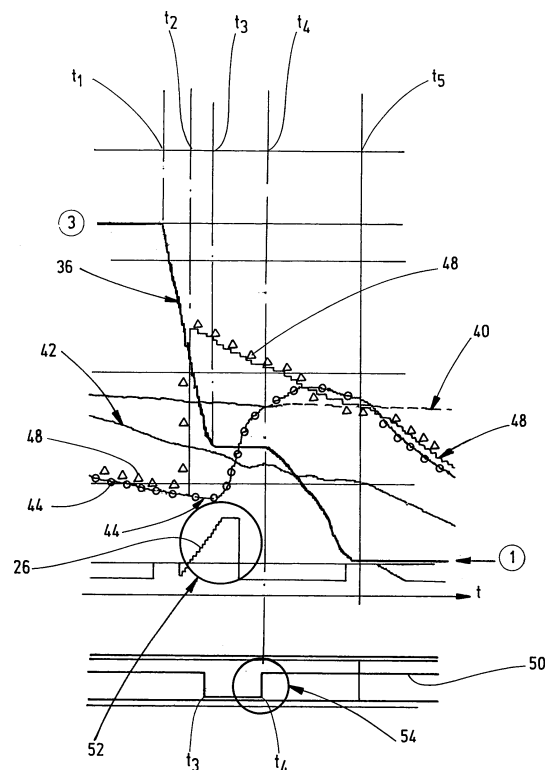
<http://de.wikipedia.org/wiki/Zwischengas>

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

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Schaltverfahren für ein Stufengetriebe**

(57) Zusammenfassung: Es wird vorgeschlagen ein Verfahren zum Rückschalten eines automatisierten Stufengetriebes (30) in einem Antriebsstrang (12) eines Kraftfahrzeuges (10), insbesondere eines Doppelkupplungsgetriebes (22), wobei der Antriebsstrang (12) einen Antriebsmotor (16) sowie eine Reibkupplung (26) aufweist, deren Eingangsglied mit dem Antriebsmotor und deren Ausgangsglied mit einem Eingang des Stufengetriebes (30) verbunden ist, wobei der Eingang des Stufengetriebes (30) eine Eingangsdrehzahl (44) aufweist und wobei der Ausgang des Stufengetriebes (30) eine Ausgangsdrehzahl (46) aufweist, mit den folgenden Schritten während eines Ausrollvorgangs, bei dem sich die Ausgangsdrehzahl (46) verringert: Auswählen einer Zielgangstufe (1), bei der die Eingangsdrehzahl (44) eine Zieldrehzahl (48) haben wird; kurzzeitiges Betätigen der Reibkupplung (26), um die Eingangsdrehzahl (44) an die Zieldrehzahl (48) anzunähern; und Betätigen einer der Zielgangstufe (1) zugeordneten Schaltkupplung (36), um die Zielgangstufe (1) einzulegen.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zum Rück- bzw. Hochschalten eines automatisierten Stufengetriebes sowie einen Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug.

**[0002]** Antriebsstränge für ein Kraftfahrzeug weisen in der Regel einen Antriebsmotor in Form eines Verbrennungsmotors oder in Form einer Hybrid-Antriebseinheit auf. Ein Stufengetriebe ist dabei in der Regel über eine Reibkupplung in Form einer Anfahr- bzw. Trennkupplung mit dem Antriebsmotor verbunden. Bei den automatisierten Stufengetrieben unterscheidet man zwischen automatisierten Schaltgetrieben (ASG bzw. AMT) und sog. Doppelkupplungsgetrieben, die zwei parallele Leistungszweige mit jeweils einem Teilgetriebe und einer Reibkupplung aufweisen.

**[0003]** Bei solchen automatisierten Stufengetrieben werden die Gangwechsel automatisiert durch Aktuatoren durchgeführt, und zwar in Abhängigkeit von Schaltschwellen, die in der Regel abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit sind.

**[0004]** Schaltvorgänge, die bei sehr niedrigen Geschwindigkeiten im Schubbetrieb oder ausgehend von einem Zustand durchgeführt werden, bei dem das Getriebe auf Neutral geschaltet ist, werden vorliegend als Ausrollschaltungen bezeichnet. Insbesondere bei Ausrollrückschaltungen, die häufig zwischen den unteren Gängen (Gangstufen **1**, **2**, **3**) durchgeführt werden, kann es zu Komfortproblemen kommen. Denn bei solchen Rückschaltungen muss der Eingang des Stufengetriebes auf ein Drehzahlniveau angehoben werden, das über dem des Quellgangs- bzw. Startgangs liegt. In der Regel erfolgt dieser Drehzahlgleich durch die Synchronisierungen der jeweiligen Schaltkupplungen. Dabei wird die zum Erhöhen der Drehzahl des Getriebeeingangs notwendige Energie dem abtriebsseitigen Antriebsstrang entzogen. Dies kann zu einer durch den Fahrer wahrnehmbaren Änderung der Fahrzeugverzögerung führen, insbesondere zu einer Erhöhung der Fahrzeugverzögerung. Dieses Problem ist bei Doppelkupplungsgetrieben dann noch größer, wenn in dem nicht aktiven Teilgetriebe ein Gang vorgewählt ist. In diesem Fall müssen die nicht unerheblichen Massen des nicht aktiven Teilgetriebes mit verzögert werden.

**[0005]** Zum zweiten führt die Betätigung der Synchronisierung des Zielgangs zu zwei gegensätzlichen Drehzahländerungen am Getriebeeingang und -ausgang, und folglich zu Schwingungen im Antriebsstrang und zu einem Umschlagen des Synchronrings um die Zieldrehzahl des Zielgangs herum. Diese Schwingungen des Antriebsstranges werden als störende Geräusche vom Fahrer wahrgenommen. Fer-

ner können erhebliche Geräusche in Form von Ratschen entstehen, wenn der Zielgang eingelegt wird, während Teile des Antriebsstranges sich noch in Schwingungen befinden.

**[0006]** Ferner können die durch die Synchronisierung erzeugten Schwingungen in das nicht aktive Teilgetriebe eines Doppelkupplungsgetriebes fort-pflanzen. Dort können diese Schwingungen zu einer erheblichen zusätzlichen Geräuscentwicklung führen, insbesondere, wenn in dem nicht aktiven Teilgetriebe ein Gang vorgewählt ist.

**[0007]** Diese Probleme können beispielsweise dadurch gelöst werden, dass insbesondere die erste Gangstufe (der Anfahrang) erst im Stillstand eingelegt wird. Dies führt jedoch zu einem verschlechterten Ansprechen, falls der Fahrer zu diesem Zeitpunkt wieder beschleunigen möchte, da der gewünschte Anfahrang dann nicht geschaltet ist.

**[0008]** Auch bei Hochschaltungen können die obigen Probleme teilweise auftreten.

**[0009]** Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zum Rückschalten sowie ein verbessertes Verfahren zum Hochschalten eines automatisierten Stufengetriebes sowie einen verbesserten Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug anzugeben.

**[0010]** Die obige Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung gelöst durch ein Verfahren zum Rückschalten eines automatisierten Stufengetriebes in einem Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines Doppelkupplungsgetriebes, wobei der Antriebsstrang einen Antriebsmotor sowie eine Reibkupplung aufweist, deren Eingangsglied mit dem Antriebsmotor und deren Ausgangsglied mit einem Eingang des Stufengetriebes verbunden ist, wobei der Eingang des Stufengetriebes eine Eingangsdrehzahl aufweist und wobei der Ausgang des Stufengetriebes eine Ausgangsdrehzahl aufweist, mit den folgenden Schritten während eines Ausrollvorganges, bei dem sich die Ausgangsdrehzahl verringert:

- Auswählen einer Zielgangstufe, bei der die Eingangsdrehzahl eine Zieldrehzahl haben wird;
- kurzzeitiges Betätigen der Reibkupplung, um die Eingangsdrehzahl an die Zieldrehzahl anzunähern; und
- Betätigen einer der Zielgangstufe zugeordneten Schaltkupplung, um die Zielgangstufe einzulegen.

**[0011]** Durch das kurzzeitige Betätigen der Reibkupplung zum Annähern von Eingangsdrehzahl an Zieldrehzahl erfolgt während des Ausrollvorganges quasi ein "Zwischenkuppeln". Bei dem anschließenden Betätigen der Schaltkupplung zum Einlegen der Zielgangstufe ist folglich keine oder eine deutlich geringere Drehzalanpassung durchzuführen. Demzu-

folge können die eingangs genannten Probleme vermieden oder zumindest deutlich gelindert werden. Insbesondere ist es nicht notwendig, Rückschaltpunkte in Richtung Stillstand zu verschieben. Die Schaltzeiten werden nicht wesentlich verlängert und es sind keine teuren hardwareseitigen Änderungen notwendig.

**[0012]** Da durch das kurzzeitige Betätigen der Reibkupplung dem abtriebsseitigen Teil des Antriebsstranges keine Energie entzogen wird, erfährt der Fahrer auch keine Veränderung der Fahrzeugverzögerung. Die zur Drehzahlanpassung notwendige Energie wird vielmehr dem Antriebsmotor entnommen, der diese Energie durch entsprechendes Regelverhalten (beispielsweise in Form einer Leerlaufregelung) problemlos bereitstellen kann.

**[0013]** In entsprechender Weise wird die obige Aufgabe gelöst durch ein analoges Verfahren zum Hochschalten eines automatisierten Stufengetriebes, wobei dem Stufengetriebe ein Moment aufgeprägt wird, das der Annäherung von Eingangsdrehzahl und Zieldrehzahl entgegenwirkt.

**[0014]** Das oben beschriebene Rückschaltverfahren sowie die nachstehend hierzu erläuterten bevorzugten Ausführungsformen sind grundsätzlich auch auf Hochschaltungen anwendbar. Allerdings unterstützt bei Hochschaltungen die Reibung (bzw. Schleppmomente) im Getriebe die Drehzahländerung in Synchronisationsrichtung. Daher fehlt eine dämpfende Komponente (Moment), die der Drehzahlanpassung entgegenwirkt. Bei Rückschaltungen, deren Zieldrehzahlen über der Ausgangsdrehzahl liegen, werden diese dämpfenden Komponenten durch Reib- und Schleppmomente im Getriebe gebildet.

**[0015]** Bei Hochschaltungen erreicht man das Einprägen von in Synchronisationsrichtung entgegenwirkenden Momenten beispielsweise durch gezieltes Aufprägen eines Schleppmomentes. Dies kann beispielsweise erfolgen durch eine Synchroneinrichtung eines niedrigeren (kleineren) Gangs als des Zielgangs (bei einem Doppelkupplungsgetriebe muss dieser niedrigere Gang auf dem gleichen Teilgetriebe liegen und über eine separate Aktuatorik ansteuerbar sein). Alternativ hierzu kann dieses Schleppmoment über die getriebeeingangsseitige Reibkupplung erfolgen, insbesondere dann, wenn das Drehzahlniveau getriebeeingangsseitig über dem des Zielgangs liegt. Ferner ist es auch denkbar, ein der Synchronisationsrichtung entgegenwirkendes Moment durch eine elektrische Maschine aufzuprägen, wo sie beispielsweise in Hybrid-Antriebseinheiten verfügbar ist.

**[0016]** Bei den erfindungsgemäßen Verfahren sind keine Stöße oder Geräusche mehr vom Fahrer wahrnehmbar. Lange Schaltzeiten bzw. zeitliche Verzögerungen beim Gangeinlegen werden vermieden. Es

ergibt sich vorzugsweise auch keine durch den Fahrer wahrnehmbare Änderung der Fahrzeugbeschleunigung (Verzögerung).

**[0017]** Schließlich wird die obige Aufgabe gelöst durch einen Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug mit einem Antriebsmotor, einem automatisierten Stufengetriebe und einer Reibkupplung, wobei das Stufengetriebe und die Reibkupplung automatisiert mittels einer Steuereinrichtung betätigt werden, und wobei in der Steuereinrichtung ein erfindungsgemäßes Rückschalt- bzw. Hochschaltverfahren implementiert ist.

**[0018]** Die Aufgabe wird somit vollkommen gelöst.

**[0019]** Von besonderem Vorzug ist es, wenn die Schaltkupplung erst betätigt wird, wenn die Betätigung der Reibkupplung beendet ist.

**[0020]** Hierdurch kann erreicht werden, dass zum einen eine Annäherung der Eingangsdrehzahl an die Zieldrehzahl stattgefunden hat. Zum anderen kann hierdurch erreicht werden, dass das Betätigen der Schaltkupplung und das Herstellen des Formschlusses der Zielgangstufe erst dann erfolgen, wenn sich etwaige Schwingungen in dem Antriebsstrang abgebaut haben. Somit können Geräusche und Schocks deutlich verringert werden.

**[0021]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird die Schaltkupplung dann betätigt, wenn sich die Eingangsdrehzahl der Zieldrehzahl annähert hat.

**[0022]** Die Betätigung der Schaltkupplung kann folglich dann erfolgen, wenn die Eingangsdrehzahl etwas unterhalb der Zieldrehzahl ist, gleich der Drehzahl oder sogar darüber.

**[0023]** Die Synchronisierung in der Schaltkupplung muss dann keine oder nur eine sehr geringe Drehzahlangleichung vollziehen.

**[0024]** Insgesamt ist es von besonderem Vorzug, wenn die Reibkupplung derart betätigt wird, dass die Eingangsdrehzahl größer wird als die Zieldrehzahl.

**[0025]** Hierdurch wird der Charakter der Schaltung von einer Rückschaltung in eine Hochschaltung geändert, da die Synchronisierung der Schaltkupplung anschließend nur Drehzahl abbauen und nicht aufbauen muss. Das entsprechende Losrad der Zielgangstufe wird also abgebremst und nicht beschleunigt. Hierdurch wird ein Umschlagen des Synchronrings vermieden und die dadurch entstehenden Schwingungen werden verhindert. Das Herstellen des Formschlusses in der Verzahnung der Schaltkupplung der Zielgangstufe kann folglich ohne Ratschen, d. h. ohne Differenzdrehzahl stattfinden. Da dem Abtrieb des Antriebsstranges keine Energie zu

Synchronisationszwecken entzogen wird, erfährt der Fahrer auch keine Veränderung der Fahrzeugverzögerung.

**[0026]** Generell ist das erfindungsgemäße Verfahren aus einem Zustand heraus ausführbar, bei dem in dem Stufengetriebe keine Gangstufe eingelegt ist, die Schaltkupplungen sich also jeweils in einer Neutralstellung befinden.

**[0027]** Besonders bevorzugt ist es jedoch, wenn der Schaltvorgang das Auslegen einer Quellgangstufe und das Einlegen der Zielgangstufe beinhaltet, wobei die Gangstufen mittels einer einzelnen Schaltmuffe betätigbar sind, und wobei die Schaltmuffe nach dem Auslegen der Quellgangstufe angehalten wird, um zunächst die Reibkupplung kurzzeitig zu betätigen.

**[0028]** Während bisherige Verfahren zum Zwischenkuppeln beim Rückschalten häufig ein paralleles bzw. überschneidendes Betätigen der Reibkupplung und der Schaltkupplung beinhaltet, wird gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform die Schaltkupplung zunächst in eine Neutralstellung versetzt und dort angehalten, um zunächst die Reibkupplung zu betätigen. Hierdurch kann eine weitgehende Annäherung von Eingangsdrehzahl und Zieldrehzahl erfolgen, bevor die Schaltkupplung betätigt wird. Geräusche und unerwünschte Fahrzeugbeschleunigungen können hierdurch vermieden werden.

**[0029]** Insgesamt ist es bevorzugt, wenn die Zieldrehzahl kleiner oder gleich einer Antriebsdrehzahl des Antriebsmotors ist.

**[0030]** Bei dieser Ausführungsform ist es möglich, die Eingangsdrehzahl auf einfache Weise und alleine mittels Betätigung der Reibkupplung auf die Zieldrehzahl oder sogar darüber anzuheben. Die Antriebsdrehzahl des Antriebsmotors kann in vielen Fällen die Leerlaufdrehzahl des Antriebsmotors sein.

**[0031]** Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist die Zieldrehzahl größer als eine Antriebsdrehzahl des Antriebsmotors.

**[0032]** In diesem Fall ist es denkbar, die Antriebsdrehzahl durch einen aktiven Motoreingriff anzuheben. Ein derartiger aktiver Motoreingriff im Zuge einer Ausrollschaltung kann vom Fahrer jedoch als akustisch störend empfunden werden.

**[0033]** Besonders bevorzugt ist es daher bei dieser Ausführungsform, wenn die Reibkupplung derart kurzzeitig betätigt wird, dass eine Deaktivierung der Reibkupplung erfolgt, sobald die Eingangsdrehzahl die Antriebsdrehzahl erreicht hat oder kurz vorher.

**[0034]** Hierbei kann nach Deaktivierung der Reibkupplung aufgrund der in den Massen des Getriebe-

eingangs gespeicherten Energie die Eingangsdrehzahl weiter in Richtung der Zieldrehzahl ansteigen, und zwar vorzugsweise bis zur Zieldrehzahl oder sogar darüber hinaus (wie oben beschrieben).

**[0035]** Sofern die Reibkupplung später deaktiviert würde, würde dies zu einer aktiven Abbremsung der Eingangsdrehzahl führen, was durch die vorliegende Ausführungsform vermieden werden kann.

**[0036]** Generell ist es denkbar, die kurzzeitige Betätigung der Reibkupplung durch eine vorgegebene Ansteuerkurve durchzuführen (Steuerung ohne Rückkopplung, "open loop"). Die Ansteuerkurve kann beispielsweise in Form von Rampen oder auch Sprüngen aufgeprägt sein.

**[0037]** Von besonderem Vorzug ist es jedoch, wenn die Reibkupplung kurzzeitig betätigt wird, indem eine Stellgröße für das von der Reibkupplung übertragene Moment in Abhängigkeit eines Drehzahlparameters des Stufengetriebes oder in Abhängigkeit einer Ableitung hiervon verändert wird.

**[0038]** Bei dieser Ausführungsform kann die kurzzeitige Betätigung der Reibkupplung nach der Art einer geschlossenen Regelschleife ("closed loop") erfolgen, wobei der Drehzahlparameter als Regelgröße bzw. Regeldifferenz verwendet wird. Somit kann erreicht werden, dass die Annäherung der Eingangsdrehzahl an die Zieldrehzahl im Wesentlichen asymptotisch erfolgt. Hierdurch kann die Anregung von Schwingungen um die Zieldrehzahl herum eliminiert bzw. minimiert werden.

**[0039]** Der Drehzahlparameter kann dabei eine Differenz zwischen einem Eingangsdrehzahlparameter und der Zieldrehzahl sein.

**[0040]** Ferner ist es möglich, dass der Eingangsdrehzahlparameter eine Differenz zwischen der Eingangsdrehzahl und der Ausgangsdrehzahl ist.

**[0041]** Sofern hier Drehzahlen miteinander verglichen werden, versteht sich, dass diese normiert betrachtet werden, also unter Herausrechnung der jeweiligen Übersetzungen.

**[0042]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Stufengetriebe ein Doppelkupplungsgetriebe mit einem ersten Teilgetriebe und einem zweiten Teilgetriebe, denen eine erste bzw. eine zweite Reibkupplung zugeordnet ist, wobei das Steuerverfahren mit einem der zwei Teilgetriebe und der diesem Teilgetriebe zugeordneten Reibkupplung erfolgt.

**[0043]** In dem nicht aktiven Teilgetriebe kann dann bevorzugt eine Neutralstellung eingerichtet werden, um zu vermeiden, dass Schwingungen, die in dem

aktiven Teilgetriebe erregt werden, Schaltelemente des inaktiven Teilgetriebes anregen.

**[0044]** Bei den oben beschriebenen Schaltverfahren wird generell die getriebeeingangsseitige Reibkupplung dazu verwendet, um eine Annäherung von Eingangsdrehzahl und Zieldrehzahl zu erreichen.

**[0045]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann die eingangs genannte Aufgabe gelöst werden durch ein Verfahren zum Rückschalten eines automatisierten Stufengetriebes in einem Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges, insbesondere eines Doppelkupplungsgetriebes, wobei der Antriebsstrang einen Antriebsmotor sowie eine Reibkupplung aufweist, deren Eingangsglied mit dem Antriebsmotor und deren Ausgangsglied mit einem Eingang des Stufengetriebes verbunden ist, wobei der Eingang des Stufengetriebes eine Eingangsdrehzahl aufweist und wobei der Ausgang des Stufengetriebes eine Ausgangsdrehzahl aufweist, mit den folgenden Schritten während eines Ausrollvorganges, bei dem sich die Ausgangsdrehzahl verringert:

- Auswählen einer Zielgangstufe, bei der die Eingangsdrehzahl eine Zieldrehzahl haben wird, und
- Betätigen einer der Zielgangstufe zugeordneten Synchron-Schaltkupplung, um die Zielgangstufe einzulegen, wobei eine Stellgröße für ein von der Synchron-Schaltkupplung übertragenes Moment in Abhängigkeit eines Drehzahlparameters des Stufengetriebes oder einer Ableitung hiervon verändert wird, um eine asymptotische Annäherung der Eingangsdrehzahl an die Zieldrehzahl zu erreichen.

**[0046]** Bei diesem weiteren Aspekt der Erfindung ist es nicht notwendig, jedoch ggf. vorteilhaft, eines der oben beschriebenen Verfahren zur Drehzahlangleichung mittels der Reibkupplung zu verwenden.

**[0047]** Bei dem weiteren Aspekt der Erfindung wird von der Erkenntnis ausgegangen, dass ein Hauptproblem bei Rückschaltungen während Ausrollvorgängen darin besteht, dass insbesondere durch Umschlagen des Synchronrings beim Rückschalten Schwingungen in den Antriebsstrang eingeleitet werden.

**[0048]** Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird die Synchron-Schaltkupplung nach der Art einer geschlossenen Regelschleife ("closed loop") betätigt, um ein asymptotisches Annähern der Eingangsdrehzahl an die Zieldrehzahl zu erreichen.

**[0049]** Hierdurch kann ein Umschlagen des Synchronrings vermieden oder vom Betrag her zumindest verringert werden, so dass deutlich weniger Schwingungen in den Antriebsstrang eingeleitet werden. Demzufolge kann ein Herstellen des Formschlusses mittels der Synchron-Schaltkupplung erfol-

gen, ohne dass Geräusche wie Ratschen oder Stöße auftreten.

**[0050]** Demzufolge ergibt sich auch bei dem weiteren Aspekt der Erfindung eine deutliche Verringerung von einhergehenden Geräuschen und Stößen. Die Schalt- bzw. Synchronzeiten müssen nicht deutlich verlängert werden. Hardwareseitig sind keine teuren Änderungen notwendig.

**[0051]** Unter einer asymptotischen Drehzahlanpassung soll zum einen verstanden werden, dass die Eingangsdrehzahl die Zieldrehzahl ohne Überschwinger erreicht. Unter einer asymptotischen Drehzahlanpassung soll vorliegend jedoch auch verstanden werden, dass die Annäherung mit nur ein oder zwei Überschwängern erreicht wird, die zudem vom Betrag her relativ gering sind.

**[0052]** Die Stellgröße für die Synchronkraft an der Synchron-Schaltkupplung kann direkt durch den tatsächlichen Verlauf bzw. Gradienten der Drehzahlanpassung verändert werden. Die Synchronkraft wird dann entsprechend der Regelabweichung zwischen dem Sollverlauf der Drehzahlanpassung und dem Ist-Verlauf angepasst, d. h. erhöht, gehalten oder reduziert.

**[0053]** Bevorzugt erfolgt diese Regelung nach der Art einer geschlossenen Regelschleife auf der Grundlage der Differenzdrehzahl von Getriebeeingang und Getriebeausgang sowie deren Ableitungen (Beschleunigung etc.). Bei dieser Ausführungsform können folglich auch Drehzahländerungen auf der Ausgangsseite erfasst bzw. berücksichtigt werden, die z. B. durch Bremsen hervorgerufen werden.

**[0054]** Alternativ hierzu ist auch eine Regelung allein basierend auf der Getriebeeingangsdrehzahl denkbar.

**[0055]** Sobald sich die Eingangsdrehzahl der Zieldrehzahl asymptotisch angenähert hat, kann der Formschluss hergestellt werden, beispielsweise durch Aufprägen einer Einschaltkraft, durch Aktivierung eines Positionsreglers mit Gang-Zielposition, etc. Die obige Regelung nach der Art einer geschlossenen Regelschleife wird vorzugsweise nach der Art eines kontinuierlichen Reglers, wie beispielsweise eines PI-Reglers oder eines PID-Reglers, eingerichtet.

**[0056]** Alternativ hierzu ist auch eine Mehrpunktregelung denkbar.

**[0057]** Beispielsweise kann die Synchronkraft zunächst aufgebaut werden, bis ein Drehzahlgradient einen bestimmten Wert erreicht hat, wonach die Synchronkraft auf einen weiteren Wert (beispielsweise einen festen Wert) reduziert wird. Anschließend kann der Drehzahlgradient erneut überprüft werden, um

die Synchronkraft wieder aufzubauen oder weiter auf einem verringerten Wert zu halten. Schließlich kann ein Durchschalten bzw. Herstellen eines Formschlusses davon abhängig gemacht werden, ob die Differenzdrehzahl zwischen Eingangsdrehzahl und Drehzahl unter einem bestimmten Wert gefallen ist.

**[0058]** Dabei sind verschiedene Formen des Auf- und Abbaus der Synchronkraft möglich, wie beispielsweise Rampen, Sprünge etc. Ferner sind unterschiedliche Werte von Drehzahlgradienten zu Beginn, während und am Ende des Synchronisierens denkbar.

**[0059]** Sofern oben von Drehzahlen als Parameter für Regelungen oder Steuerungen die Rede ist, versteht sich, dass statt dessen auch deren Ableitungen als Regelgrößen herangezogen werden können (Beschleunigungen).

**[0060]** Auch können zeitliche Aspekte mit eingebracht werden (beispielsweise als Parameter die Zeit, bis eine Synchronisierung erreicht ist, um eine zeitliche Optimierung zu erzielen).

**[0061]** Das Verfahren gemäß dem weiteren Aspekt ist insbesondere auch beim Hochschalten eines automatisierten Stufengetriebes anwendbar, wobei, wie oben erwähnt, dem Stufengetriebe hierbei ein Moment aufgeprägt wird, das der Annäherung von Eingangsdrehzahl und Zieldrehzahl entgegenwirkt.

**[0062]** 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.

**[0063]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

**[0064]** [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeuges mit einem erfindungsgemäßen Antriebsstrang;

**[0065]** [Fig. 2](#) ein Zeitablaufdiagramm zur Darstellung eines erfindungsgemäßen Rückschaltverfahrens;

**[0066]** [Fig. 3](#) eine Darstellung eines Rückschaltverfahrens gemäß dem Stand der Technik;

**[0067]** [Fig. 4](#) ein Zeitablaufdiagramm einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Rückschaltverfahrens; und

**[0068]** [Fig. 5](#) ein Zeitablaufdiagramm einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Rück-

schaltverfahrens.

**[0069]** In [Fig. 1](#) ist ein Kraftfahrzeug schematisch dargestellt und mit der Bezugsziffer **10** bezeichnet.

**[0070]** Das Kraftfahrzeug **10**, bei dem es sich beispielsweise um einen Personenkraftwagen handeln kann, weist einen Antriebsstrang **12** auf, mittels dessen angetriebene Räder **14L**, **14R** des Kraftfahrzeugs **10** antreibbar sind.

**[0071]** Der Antriebsstrang **12** beinhaltet einen Antriebsmotor **16** wie einen Verbrennungsmotor oder eine Hybrid-Antriebseinheit. Der Antriebsmotor **16** wird mittels einer Motorsteuereinrichtung **18** angesteuert, die beispielsweise mit einem Gaspedal **20** gekoppelt sein kann.

**[0072]** Der Antriebsstrang **12** beinhaltet ferner ein Doppelkupplungsgetriebe **22** mit zwei parallelen Leistungsführungssträngen. Genauer gesagt beinhaltet das Doppelkupplungsgetriebe **22** eine erste Reibkupplung **24** und eine zweite Reibkupplung **26** sowie ein erstes Teilgetriebe **28** und ein zweites Teilgetriebe **30**. Ein erster Strang wird durch die erste Reibkupplung **24** und das erste Teilgetriebe **28** gebildet. Ein zweiter Strang wird durch die zweite Reibkupplung **26** und das zweite Teilgetriebe **30** gebildet. Einem der Teilgetriebe (hier dem zweiten Teilgetriebe **30**) sind die ungeraden Gangstufen **1**, **3**, **5** etc. zugeordnet. Dem anderen Teilgetriebe (hier dem ersten Teilgetriebe **28**) sind die geraden Gangstufen **2**, **4**, **6** etc. zugeordnet. Durch überschneidende Betätigung der zwei Reibkupplungen **24**, **26** können Gangwechsel ohne Zugkrafteinbruch durchgeführt werden. Die Ausgänge der zwei Teilgetriebe **28**, **30** sind mit einem Differenzialgetriebe **32** verbunden, das die Antriebskraft auf die zwei angetriebenen Räder **14L**, **14R** verteilt.

**[0073]** Obgleich der Antriebsstrang **12** vorliegend ein Doppelkupplungsgetriebe **22** enthält, ist es auch möglich, dass der Antriebsstrang **12** als automatisiertes Schaltgetriebe ausgebildet ist, mit nur einer Reibkupplung und einem Stufengetriebe, das in diesem Fall sämtliche Gangstufen beinhaltet.

**[0074]** Zur automatisierten Betätigung der Reibkupplungen **24**, **26** und der Teilgetriebe **28**, **30** ist eine Getriebesteuereinrichtung **34** vorgesehen, die mittels nicht näher bezeichneter Aktuatoren die Reibkupplungen **24**, **26** und in den Teilgetrieben **28**, **30** enthaltene Schaltkupplungen (vorzugsweise in Form von Synchron-Schaltkupplungen) betätigt. Die Getriebesteuereinrichtung **34** kann mit der Motorsteuereinrichtung **18** gekoppelt sein.

**[0075]** In dem zweiten Teilgetriebe **30** ist schematisch eine Schaltkupplung **35** dargestellt, die eine Schiebemuffe **36** aufweist. Mittels der Schiebemuffe

**36** kann alternativ die Gangstufe **1** oder die Gangstufe **3** eingelegt werden.

**[0076]** In der Getriebesteuereinrichtung **34** ist ferner wenigstens eines der nachfolgend beschriebenen Verfahren zum Rückschalten oder Hochschalten implementiert.

**[0077]** Für die nachfolgend beschriebenen Rückschalt- und Hochschaltverfahren sind dabei die folgenden Drehzahlen von Bedeutung: Zum einen die Antriebsdrehzahl **40** des Antriebsmotors **16**; die Eingangsdrehzahl **42** des ersten Teilgetriebes **28**; die Eingangsdrehzahl **44** des zweiten Teilgetriebes **30** und die Ausgangsdrehzahl **46** der Teilgetriebe **28, 30**.

**[0078]** In **Fig. 2** ist eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Rückschaltverfahrens gezeigt.

**[0079]** In dem in **Fig. 2** gezeigten Zeitablaufdiagramm ist zum einen der Weg der Schaltmuffe **36** über der Zeit eingetragen. Vorliegend wird dabei beispielhaft eine Schaltmuffe **36** angenommen, mittels der die Gangstufen **3** und **1** betätigbar sind.

**[0080]** Man erkennt dabei, dass bis zu einem Zeitpunkt  $t_1$  die Gangstufe **3** eingelegt ist. Ferner wird angenommen, dass sich das Fahrzeug in einem Ausrollvorgang befindet, bei dem die Antriebsdrehzahl **40** im Wesentlichen konstant ist oder leicht abfällt (beispielsweise auf der Leerlaufdrehzahl liegt).

**[0081]** Ferner ist zu erkennen, dass die Eingangsdrehzahl **42** des nicht aktiven Teilgetriebes **28** über der Zeit abfällt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass in dem ersten, nicht aktiven Teilgetriebe eine Gangstufe vorgewählt ist, so dass die Kurve **42** auch die Ausgangsdrehzahl **46** repräsentiert. Die Geschwindigkeit des Fahrzeugs verringert sich folglich.

**[0082]** Dies wird auch repräsentiert durch die Tatsache, dass bis zu dem Zeitpunkt  $t_1$  die Eingangsdrehzahl **44** in entsprechender Weise abfällt.

**[0083]** Zum Zeitpunkt  $t_1$  wird aufgrund einer übergeordneten Schaltstrategie entschieden, dass in dem aktiven Teilgetriebe **30** ein Rückschaltvorgang von der Gangstufe **3** in die Gangstufe **1** durchzuführen ist. Demzufolge wird die Schaltmuffe **36** in Auslegerichtung bewegt. Parallel hierzu wird eine prognostizierte Zieldrehzahl **48** errechnet, auf die die Eingangsdrehzahl **44** anzuheben ist. Zum Zeitpunkt  $t_2$  wird die Zieldrehzahl von der der Gangstufe **3** entsprechenden Drehzahl auf die der Gangstufe **1** entsprechende Drehzahl umgestellt. Etwa zeitgleich hierzu oder bereits etwas früher wird die dem aktiven Teilgetriebe **30** zugeordnete Reibkupplung **26** betätigt. Dabei wird eine Stellgröße für das über die Reibkupplung **26** zu übertragende Moment rampenförmig erhöht.

**[0084]** Währenddessen erreicht zum Zeitpunkt  $t_3$  die Synchronmuffe **36** ihre Neutralposition und wird zunächst auf dieser gehalten, und zwar bis zum Zeitpunkt  $t_4$ . Während des Zeitpunkts zwischen  $t_3$  und  $t_4$  erhöht sich die Eingangsdrehzahl **44** aufgrund des über die Reibkupplung **26** übertragenen Momentes. Zum Zeitpunkt  $t_4$  erreicht die Eingangsdrehzahl **44** die Höhe der Antriebsdrehzahl **40**. Zu diesem Zeitpunkt oder, wie in **Fig. 2** dargestellt noch vorher, wird die Reibkupplung **26** wieder deaktiviert, da ansonsten der Antriebsstrang durch den Antriebsmotor abgebremst würde. Durch die Beschleunigung der getriebeeingangsseitigen Massen erhöht sich die Eingangsdrehzahl **44** jedoch sogar noch über die Motordrehzahl **40** und über die Zieldrehzahl **48** hinaus. Zu dem Zeitpunkt  $t_4$  wird zudem ein zuvor deaktiviertes Freigabesignal **50** für die Synchron-Schaltkupplung **36** wieder aktiviert, so dass die Schaltmuffe **36** weiter in Richtung des Einlegens der Gangstufe **1** bewegt werden kann, um schließlich den Formschluss bei  $t_5$  herzustellen.

**[0085]** Da die Eingangsdrehzahl **44** zu diesem Zeitpunkt zwischen  $t_4$  und  $t_5$  über der Zieldrehzahl **48** liegt, erhält der Rückschaltvorgang den Charakter einer Hochschaltung, bei der die Synchronisierung die Eingangsdrehzahl **44** wieder etwas abbremsten muss. Jedoch haben sich bereits kurz nach dem Zeitpunkt  $t_4$  die Eingangsdrehzahl **44** und die Zieldrehzahl **48** so weit aneinander angenähert, dass die Betätigung der Synchron-Schaltkupplung **35** erfolgen kann, ohne dass Schwingungen in dem Antriebsstrang angeregt werden.

**[0086]** Zur Verdeutlichung ist bei **52** die Phase der Betätigung der Reibkupplung **26** in einem Kreis dargestellt, die zunächst rampenförmig ansteigt und dann vor dem Erreichen der Antriebsdrehzahl **40** abrupt deaktiviert wird. Bei **54** ist die Freigabe der Synchron-Schaltkupplung gezeigt.

**[0087]** Ohne die Betätigung der Reibkupplung **26** würde sich die Eingangsdrehzahl **44** der Zieldrehzahl **48** nur über ausgeprägte Schwingungen annähern. Dies würde zum einen zu Anregungen in dem inaktiven Teilgetriebe führen, so dass auch die entsprechende Kurve **42** entsprechende größere Schwingungen aufweisen würde. Ferner müsste für diesen Fall eine Synchronisierung erfolgen, noch während die Eingangsdrehzahl **44** Schwingungen unterworfen ist, so dass ein Ratschen an der Schiebemuffe **36** nicht zu vermeiden wäre.

**[0088]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt die Reaktivierung der Synchron-Schaltkupplung zum Zeitpunkt  $t_4$  erst nach der Deaktivierung der Reibkupplung **26**, also im Wesentlichen erst dann, wenn sich die Eingangsdrehzahl **44** an die Zieldrehzahl angenähert hat. Ferner kann durch die Betätigung der Reibkupplung **26** erreicht werden, dass die



Eingangsdrehzahl **44** größer wird als die Zieldrehzahl.

**[0089]** Während der Deaktivierungsphase des Freigabesignals **50** von  $t_3$  bis  $t_4$  wird die Schaltmuffe **36** angehalten, um zu gewährleisten, dass die Drehzahlannäherung von Eingangsdrehzahl **44** an die Zieldrehzahl **48** unbeeinflusst von der Synchron-Schaltkupplung **35** bleibt.

**[0090]** Obgleich die Reibkupplung **26** in der dargestellten Ausführungsform nach der Art einer offenen Schleife durch eine Rampe angesteuert wird, ist es auch möglich, die Reibkupplung **26** durch einen Regelkreis mit geschlossener Regelschleife anzusteuern. Hierbei wird eine Stellgröße für das von der Reibkupplung **26** übertragene Moment in Abhängigkeit eines Drehzahlparameters des Stufengetriebes oder in Abhängigkeit einer Ableitung hiervon verändert. Der Drehzahlparameter kann beispielsweise eine Differenz zwischen der Eingangsdrehzahl und der Zieldrehzahl sein. Ferner kann auch die Ausgangsdrehzahl in den Drehzahlparameter mit eingehen.

**[0091]** In [Fig. 3](#) ist ein schematisches Zeitablaufdiagramm eines Rückschaltverfahrens während eines Ausrollvorgangs gemäß dem Stand der Technik dargestellt.

**[0092]** Man erkennt, dass die Eingangsdrehzahl **44** sich nur über erhebliche Schwingungen der Zieldrehzahl **48** annähert. In entsprechender Weise erfolgt ein Abbau der Drehzahldifferenz zwischen den Drehzahlen **48**, **44** auch nur mit starken Schwingungen.

**[0093]** Dies liegt daran, dass im Stand der Technik die Schaltmuffe **36** durch eine feste Rampenvorgabe angesteuert wird.

**[0094]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Rückschaltverfahrens, wie es in [Fig. 4](#) gezeigt ist, erfolgt das Rückschalten vorzugsweise ohne Betätigung der dem Stufengetriebe zugeordneten Reibkupplung. Vielmehr erfolgt die Ansteuerung der Synchron-Schaltkupplung nicht durch eine feste Rampenvorgabe, sondern durch eine Regelung nach der Art einer geschlossenen Regelschleife unter Verwendung eines Drehzahlparameters, beispielsweise unter Verwendung der Drehzahldifferenz. Hierdurch ist es möglich, dass die Eingangsdrehzahl **44** sich asymptotisch der Zieldrehzahl **48** annähert. Das Einleiten von Schwingungen in den Antriebsstrang wird folglich vermieden.

**[0095]** Die Regelung der Ansteuerung der Synchron-Schaltkupplung kann beispielsweise durch eine kontinuierliche Regelung erfolgen, wie einen digital implementierten PI- oder PID-Regler.

**[0096]** In [Fig. 5](#) ist eine abgewandelte Ausführungsform des Verfahrens der [Fig. 4](#) gezeigt. Hierbei erfolgt eine Regelung der Ansteuerung der Synchron-Schaltkupplung auch nach der Art einer geschlossenen Regelschleife, jedoch nicht in Form einer kontinuierlichen Regelung, sondern in Form einer Mehrpunktregelung.

**[0097]** Genauer gesagt erfolgt das Einregeln der Eingangsdrehzahl **44** auf die Zieldrehzahl **48** auch so, dass eine im Wesentlichen asymptotische Annäherung an die Zieldrehzahl **48** erreicht wird, und zwar folgendermaßen:

Zunächst wird die Synchronkraft (d. h. die Stellgröße für die Synchron-Schaltkupplung **35**) gesteuert nach der Art einer Rampe aufgebaut, bis der Drehzahlgradient **56**, der sich durch Ableitung der Drehzahldifferenz oder der Eingangsdrehzahl **44** ergibt, einen gewünschten Wert  $g_1$  erreicht hat. Anschließend wird die Synchronkraft reduziert auf einen Wert  $f_1$ , der  $> 0$  ist, aber kleiner als ein zum Durchschalten erforderlicher Wert. Nach dem Ablauf einer Zeit  $t_1$  wird der Drehzahlgradient **56** erneut überprüft. Falls dieser kleiner ist als ein Wert  $g_2$ , wird die Synchronkraft wieder rampenmäßig aufgebaut. Falls der Drehzahlgradient größer ist als der Wert  $g_2$ , erfolgt eine erneute Überprüfung des Drehzahlgradienten usw.

**[0098]** Parallel hierzu wird ständig geprüft, ob die Differenzdrehzahl unter einen Wert  $n_1$  abgebaut ist. Sobald dies der Fall ist, wird die Synchronkraft reduziert auf einen Wert  $f_2$  und dort gehalten, bis die Differenzdrehzahl unter einen weiteren Wert  $n_2$  abgebaut ist. Zu diesem Zeitpunkt wird erkannt, dass sich die Eingangsdrehzahl **44** der Zieldrehzahl **48** im Wesentlichen asymptotisch angenähert hat und der Formschluss in der Synchron-Schaltkupplung hergestellt (in [Fig. 5](#) nicht dargestellt, da dies beispielsweise durch eine Positionsregelung oder Ähnliches erfolgen kann).

**[0099]** Abweichend zu dem beschriebenen Verfahren sind verschiedene Varianten denkbar:

Beispielsweise kann die Synchronkraft nicht nur rampenartig, sondern auch sprunghaft ansteigen bzw. abfallen. Ferner sind unterschiedliche Werte von Drehzahlgradienten zu Beginn, während und am Ende des Synchronisierens vorstellbar. Auch ist es möglich, Drehzahlbeschleunigungen in die beschriebenen Drehzahlbetrachtungen mit einzubeziehen. Ferner ist neben der Überwachung der Differenzdrehzahl auf die Schwellen  $n_1$  bzw.  $n_2$  auch eine Umschaltung von Synchronisierung auf Herstellen des Formschlusses basierend auf einem Parameter "Zeit bis Gleichlauf" (Differenzdrehzahl dividiert durch Drehzahlgradient) möglich, um den Synchronisierungsvorgang zeitlich zu optimieren.



**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Rückschalten eines automatisierten Stufengetriebes (30) in einem Antriebsstrang (12) eines Kraftfahrzeuges (10), insbesondere eines Doppelkupplungsgetriebes (22), wobei der Antriebsstrang (12) einen Antriebsmotor (16) sowie eine Reibkupplung (26) aufweist, deren Eingangsglied mit dem Antriebsmotor und deren Ausgangsglied mit einem Eingang des Stufengetriebes verbunden ist, wobei der Eingang des Stufengetriebes (30) eine Eingangsdrehzahl (44) aufweist und wobei der Ausgang des Stufengetriebes (30) eine Ausgangsdrehzahl (46) aufweist, mit den folgenden Schritten während eines Ausrollvorgangs, bei dem sich die Ausgangsdrehzahl (46) verringert:

- Auswählen einer Zielgangstufe (1), bei der die Eingangsdrehzahl (44) eine Zieldrehzahl (48) haben wird;
- kurzzeitiges Betätigen der Reibkupplung (26), um die Eingangsdrehzahl (44) an die Zieldrehzahl (48) anzunähern; und
- Betätigen einer der Zielgangstufe (1) zugeordneten Schaltkupplung (36), um die Zielgangstufe (1) einzulegen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Schaltkupplung (35) erst betätigt wird, wenn die Betätigung der Reibkupplung (26) beendet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Schaltkupplung (35) dann betätigt wird, wenn sich die Eingangsdrehzahl (44) der Zieldrehzahl (48) annähert hat.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–3, wobei die Reibkupplung (26) derart betätigt wird, dass die Eingangsdrehzahl (44) größer wird als die Zieldrehzahl (48).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–4, wobei der Schaltvorgang das Auslegen einer Quellgangstufe (3) und das Einlegen der Zielgangstufe (1) beinhaltet, wobei die Gangstufen mittels einer einzelnen Schaltmuffe (36) betätigbar sind, und wobei die Schaltmuffe (36) nach dem Auslegen der Quellgangstufe (3) angehalten wird, um zunächst die Reibkupplung (26) kurzzeitig zu betätigen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–5, wobei die Zieldrehzahl (48) kleiner oder gleich einer Antriebsdrehzahl (40) des Antriebsmotors (16) ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–5, wobei die Zieldrehzahl (48) größer ist als eine Antriebsdrehzahl (40) des Antriebsmotors (16).

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Reibkupplung (26), derart kurzzeitig betätigt wird, dass eine Deaktivierung der Reibkupplung (26) erfolgt, so-

bald die Eingangsdrehzahl (44) die Antriebsdrehzahl (40) erreicht hat oder kurz vorher.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–8, dadurch gekennzeichnet, dass die Reibkupplung (26) kurzzeitig betätigt wird, indem eine Stellgröße für das von der Reibkupplung übertragene Moment in Abhängigkeit eines Drehzahlparameters des Stufengetriebes oder in Abhängigkeit einer Ableitung hiervon verändert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Drehzahlparameter eine Differenz zwischen einem Eingangsdrehzahlparameter und der Zieldrehzahl ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Eingangsdrehzahlparameter eine Differenz zwischen der Eingangsdrehzahl und der Ausgangsdrehzahl ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–11, wobei das Stufengetriebe ein Doppelkupplungsgetriebe (22) mit einem ersten Teilgetriebe (28) und einem zweiten Teilgetriebe (30) ist, denen eine erste bzw. eine zweite Reibkupplung (24, 26) zugeordnet ist, wobei das Steuerverfahren mit einem der zwei Teilgetriebe (28, 30) und der diesem Teilgetriebe (30) zugeordneten Reibkupplung (26) erfolgt.

13. Verfahren zum Rückschalten eines automatisierten Stufengetriebes (30) in einem Antriebsstrang (12) eines Kraftfahrzeuges (10), insbesondere eines Doppelkupplungsgetriebes (22), wobei der Antriebsstrang (12) einen Antriebsmotor (16) sowie eine Reibkupplung (26) aufweist, deren Eingangsglied mit dem Antriebsmotor und deren Ausgangsglied mit einem Eingang des Stufengetriebes verbunden ist, wobei der Eingang des Stufengetriebes (30) eine Eingangsdrehzahl (44) aufweist und wobei der Ausgang des Stufengetriebes (30) eine Ausgangsdrehzahl (46) aufweist, mit den folgenden Schritten während eines Ausrollvorgangs, bei dem sich die Ausgangsdrehzahl (46) verringert:

- Auswählen einer Zielgangstufe (1), bei der die Eingangsdrehzahl (44) eine Zieldrehzahl (48) haben wird, und
- Betätigen einer der Zielgangstufe (1) zugeordneten Synchron-Schaltkupplung (35), um die Zielgangstufe (1) einzulegen, wobei eine Stellgröße für ein von der Synchron-Schaltkupplung (35) übertragenes Moment in Abhängigkeit eines Drehzahlparameters des Stufengetriebes oder einer Ableitung hiervon verändert wird, um eine asymptotische Annäherung der Eingangsdrehzahl (44) an die Zieldrehzahl zu erreichen.

14. Verfahren zum Hochschalten eines automatisierten Stufengetriebes (30) analog zu einem Rückschaltverfahren nach einem der Ansprüche 1–13, wobei dem Stufengetriebe (30) ein Moment aufgeprägt wird, das der Annäherung von Eingangsdreh-

zahl (44) und Zieldrehzahl (48) entgegenwirkt.

15. Antriebsstrang (12) für ein Kraftfahrzeug (10) mit einem Antriebsmotor (16), einem automatisierten Stufengetriebe (30) und einer Reibkupplung (26), wobei das Stufengetriebe (30) und die Reibkupplung (26) automatisiert mittels einer Steuereinrichtung (34) betätigt werden, wobei in der Steuervorrichtung (34) ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1–14 implementiert ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

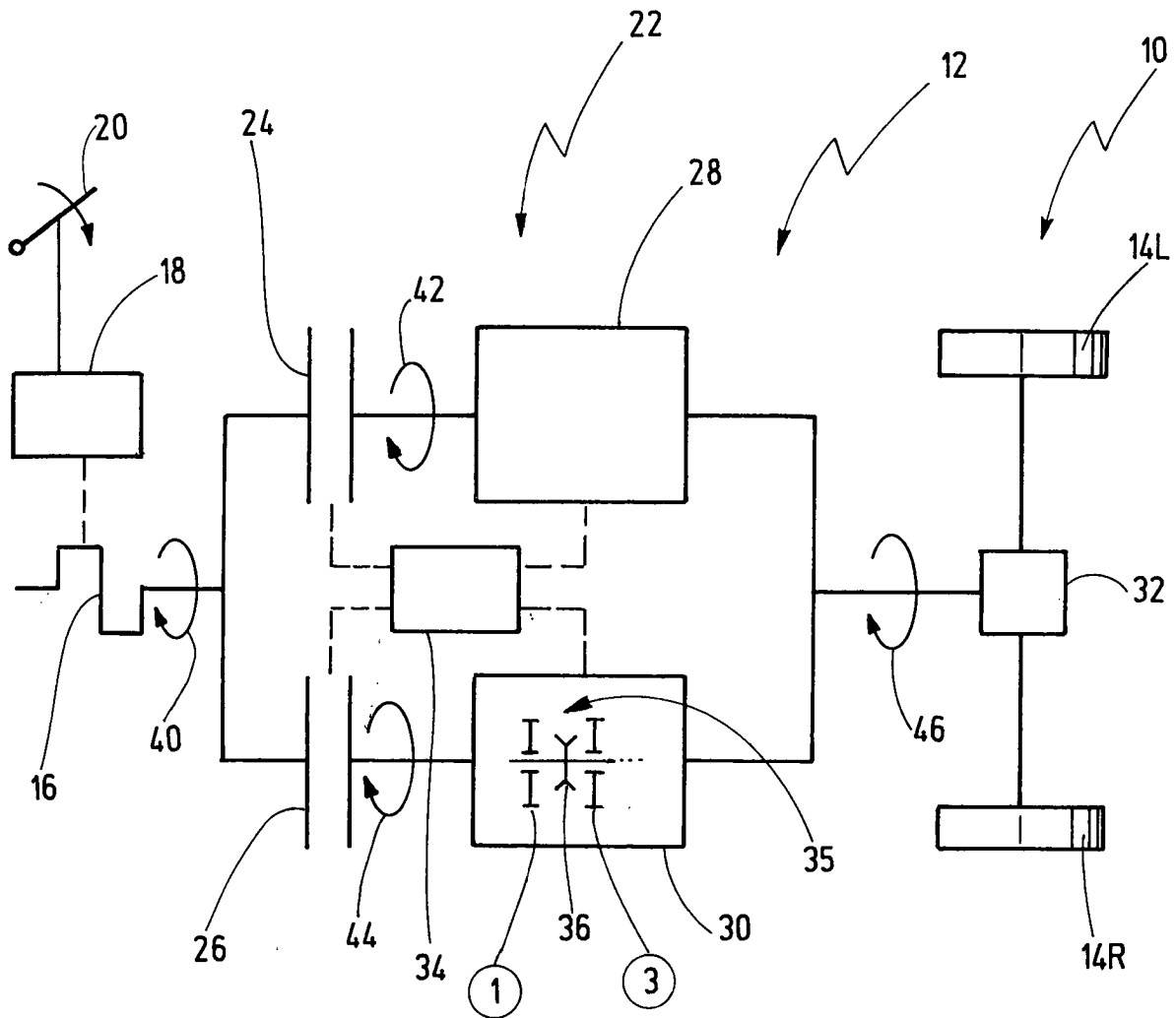


Fig.1

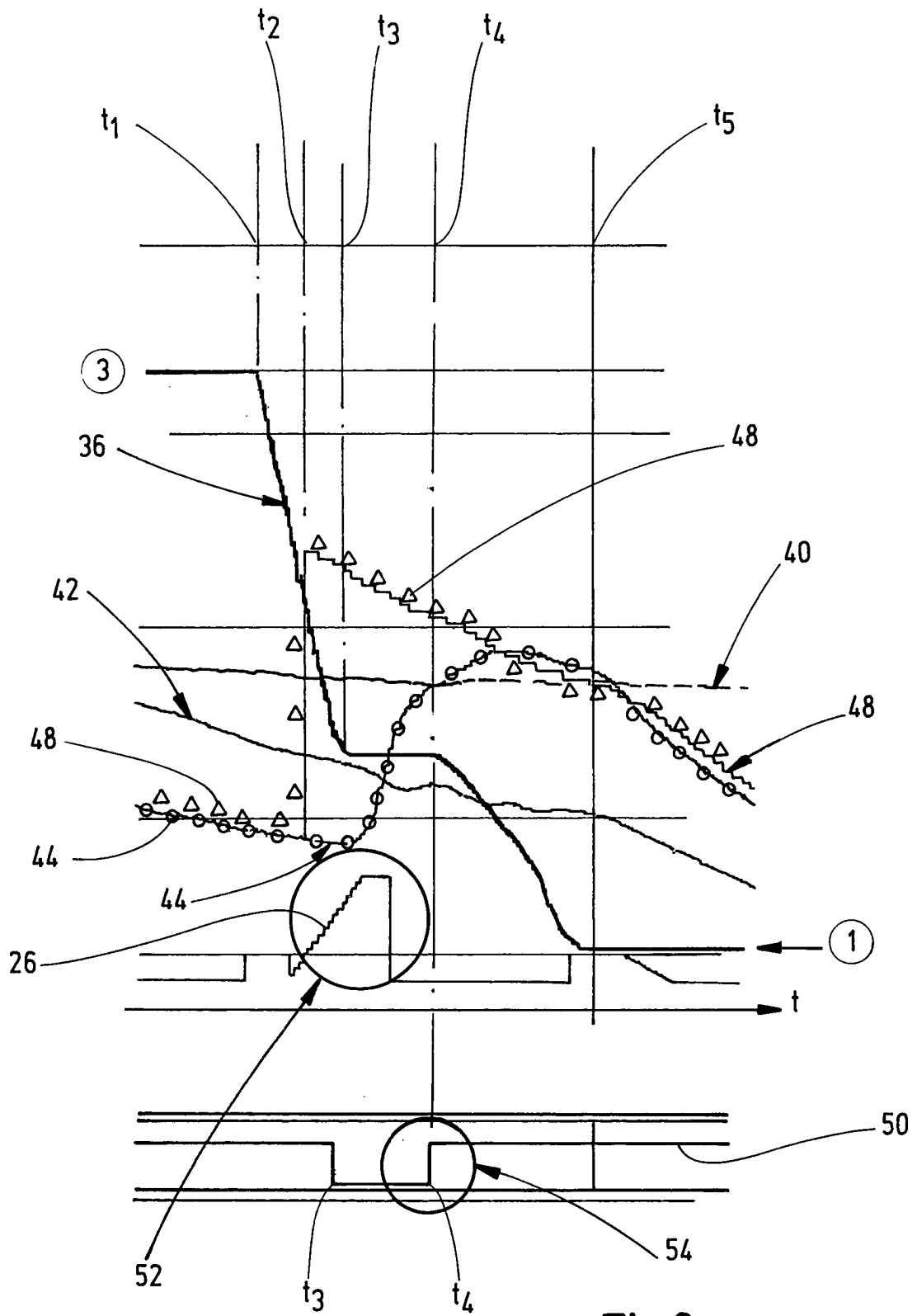


Fig.2

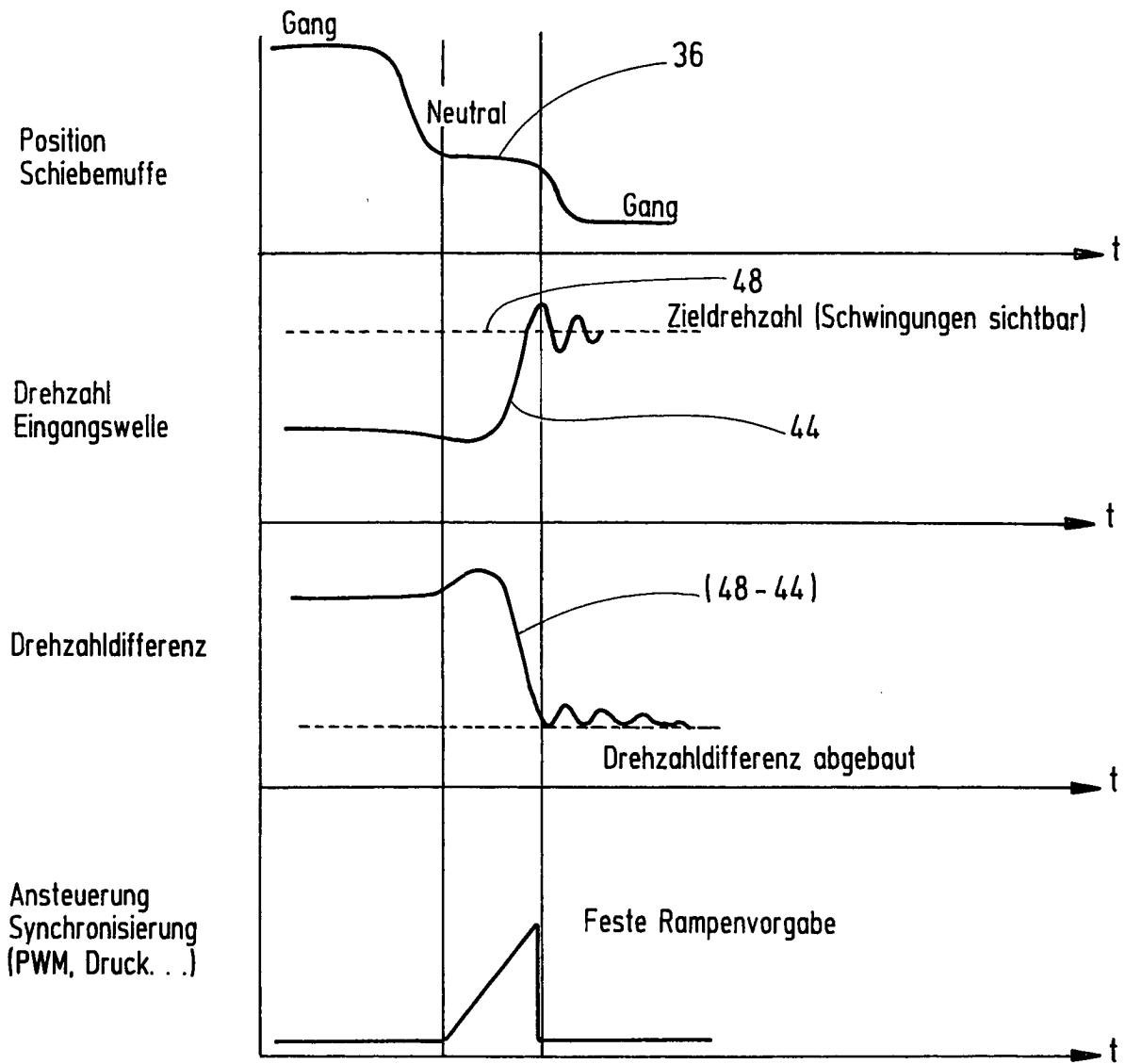


Fig.3

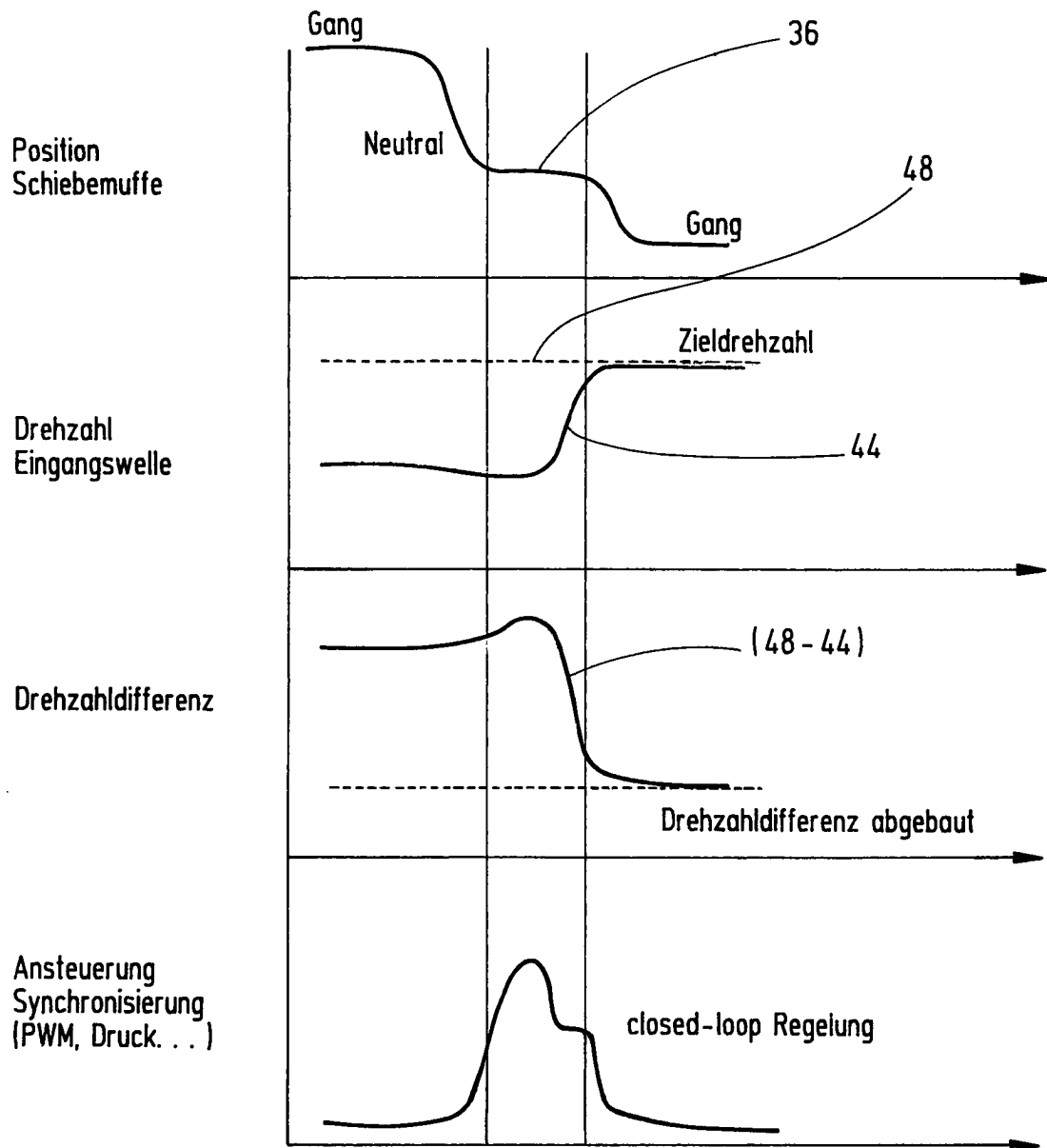


Fig.4



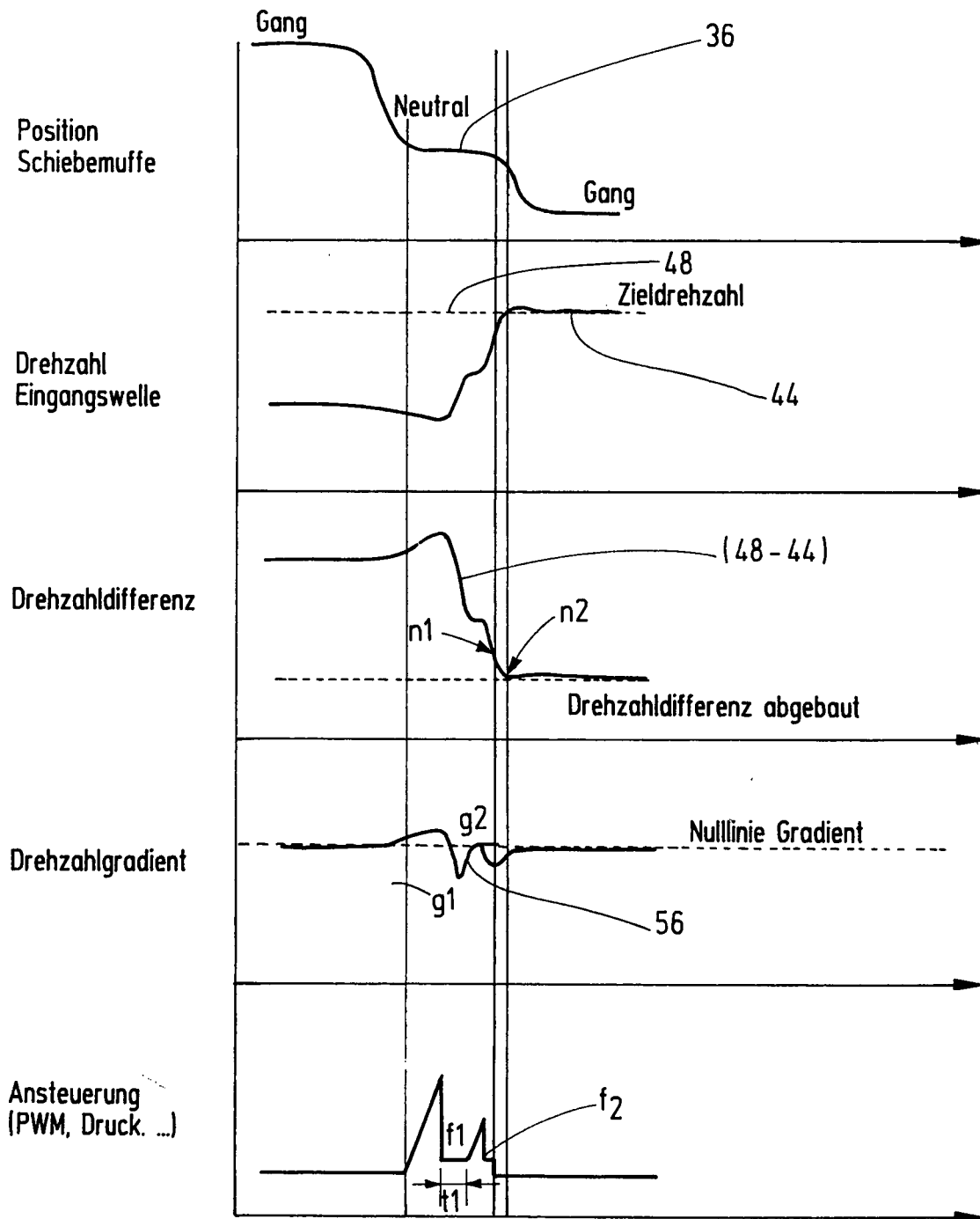


Fig.5