



(10) **DE 10 2009 028 676 B4** 2021.07.01

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 028 676.4**

(22) Anmeldetag: **20.08.2009**

(43) Offenlegungstag: **24.02.2011**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **01.07.2021**

(51) Int Cl.: **F16H 3/66 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

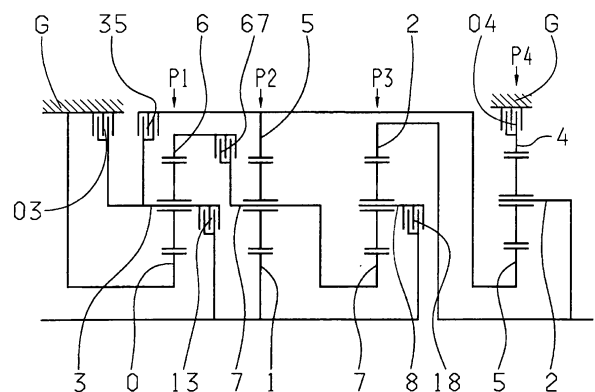
(73) Patentinhaber:
**ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen,
DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(72) Erfinder:
**Gumpoltsberger, Gerhard, Dr., 88045
Friedrichshafen, DE; Sibla, Christian, 88045
Friedrichshafen, DE; Beck, Stefan, 88097
Eriskirch, DE; Haupt, Josef, 88069 Tett nang, DE;
Bauknecht, Gert, 88048 Friedrichshafen, DE;
Ziemer, Peter, 88069 Tett nang, DE**

(54) Bezeichnung: **Mehrstufengetriebe**

(57) Hauptanspruch: Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise, insbesondere Automatgetriebe für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine Antriebswelle (1), eine Abtriebswelle (2) und vier Planetensätze (P1, P2, P3, P4), welche in einem Gehäuse (G) angeordnet sind, insgesamt acht drehbare Wellen (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8') sowie mindestens sechs Schaltelemente (03, 04, 13, 18, 35, 67, 78), umfassend Bremsen (03, 04) und Kupplungen (13, 18, 35, 67, 78), deren selektives Eingreifen verschiedene Übersetzungsverhältnisse zwischen der Antriebswelle (1) und der Abtriebswelle (2) bewirkt, so dass neun Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang realisierbar sind, wobei das Sonnenrad des ersten Planetensatzes (P1) an das Gehäuse (G) des Getriebes gekoppelt ist, wobei der Steg des ersten Planetensatzes (P1) mit der dritten Welle (3) verbunden ist, welche über eine zweite Bremse (03) an das Gehäuse (G) des Getriebes ankoppelbar, über eine erste Kupplung (13) mit der Antriebswelle (1) und über eine zweite Kupplung (35) mit der fünften Welle (5) lösbar verbindbar ist, wobei die fünfte Welle (5) mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes (P2) und dem Sonnenrad des vierten Planetensatzes (P4) verbunden ist und die Antriebswelle (1) mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes (P2) verbunden ist und mit dem Steg des dritten Planetensatzes (P3) verbunden oder lösbar verbindbar ist, wobei die sechste Welle (6) mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes (P1) verbunden und über eine vierte Kupplung (67) ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

| | | |
|----|------------------|----|
| DE | 29 36 969 | A1 |
| DE | 101 15 995 | A1 |
| DE | 102 13 820 | A1 |
| DE | 199 49 507 | A1 |
| DE | 10 2005 010 210 | A1 |
| DE | 10 2006 006 637 | A1 |
| DE | 10 2008 000 428 | A1 |
| US | 2008 / 0 261 756 | A1 |
| US | 2009 / 0 048 059 | A1 |

**GUMPOLTSBERGER, Gerhard: Systematische
Synthese und Bewertung von mehrgängigen
Planetengetrieben, Dissertation, TU Chemnitz,
2007**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise, insbesondere ein Automatgetriebe für ein Kraftfahrzeug.

[0002] Automatgetriebe, insbesondere für Kraftfahrzeuge, umfassen nach dem Stand der Technik Planetensätze, die mittels Reibungs- bzw. Schaltelelementen, wie etwa Kupplungen und Bremsen, geschaltet werden und üblicherweise mit einem einer Schlupfwirkung unterliegenden und wahlweise mit einer Überbrückungskupplung versehenen Anfahrlement, wie etwa einem hydrodynamischen Drehmomentwandler oder einer Strömungskupplung, verbunden sind.

[0003] Ein derartiges Automatgetriebe ist beispielsweise aus der DE 199 49 507 A1 der Anmelderin bekannt; hierbei sind an der Antriebswelle zwei nicht schaltbare Vorschaltadsätze vorgesehen, die ausgangsseitig zwei Drehzahlen erzeugen, die neben der Drehzahl der Antriebswelle wahlweise auf einen auf die Abtriebswelle wirkenden, schaltbaren Doppelplanetenradsatz durch selektives Schließen der verwendeten Schaltelelemente derart schaltbar sind, dass zum Umschalten von einem Gang in den jeweils nächstfolgenden höheren oder niedrigeren Gang von den beiden gerade betätigten Schaltelelementen jeweils nur ein Schaltelement zu- oder abgeschaltet werden muss.

[0004] Unter Verwendung von fünf Schaltelelementen werden hierbei sieben Vorwärtsgänge erzielt, unter Verwendung von sechs Schaltelelementen neun oder zehn Vorwärtsgänge.

[0005] Des weiteren ist aus der DE 102 13 820 A1 ein Mehrgangautomatikgetriebe mit acht Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang bekannt, umfassend einen ersten Eingangspfad T1 eines ersten Übersetzungsverhältnisses; einen Eingangspfad T2, der ein größeres Übersetzungsverhältnis als dieser Eingangspfad T1 hat; einen Planetenradsatz vom Typ Ravigneaux mit vier Elementen, wobei die vier Elemente ein erstes Element, ein zweites Element, ein drittes Element und ein viertes Element in der Reihenfolge der Elemente in einem Drehzahldiagramm sind; eine Kupplung C-2, die eine Drehung des Eingangspfades T2 auf das erste Element S3 überträgt; eine Kupplung C-1, die die Drehung von dem Eingangspfad T2 auf das vierte Element S2 überträgt; eine Kupplung C-4, die eine Drehung von dem Eingangspfad T1 auf das erste Element überträgt; eine Kupplung C-3, die die Drehung von dem Eingangspfad T1 auf das zweite Element C3 überträgt; eine Bremse B-1, die den Eingriff des vierten Elements herstellt; eine Bremse B-2, die den Eingriff des zweiten Elements herstellt; und ein Abtriebselement, das mit dem dritten Element S3 gekoppelt ist.

[0006] Ein 9-Gang-Mehrstufengetriebe ist ferner aus der DE 29 36 969 A1 bekannt; es umfasst acht Schaltelelemente und vier Radsätze, wobei ein Radsatz als Vorschaltgetriebe dient und das Hauptgetriebe einen Simpson-Satz und einen weiteren als Umkehrgetriebe dienenden Radsatz aufweist.

[0007] Weitere Mehrstufengetriebe sind beispielsweise aus der DE 10 2005 010 210 A1 und der DE 10 2006 006 637 A1 der Anmelderin bekannt.

[0008] Automatisch schaltbare Fahrzeuggetriebe in Planetenbauweise im Allgemeinen sind im Stand der Technik bereits vielfach beschrieben und unterliegen einer permanenten Weiterentwicklung und Verbesserung. So sollen diese Getriebe einen geringen Bauaufwand, insbesondere eine geringe Anzahl an Schaltelelementen erfordern und bei sequentieller Schaltweise Doppelschaltungen vermeiden, so dass bei Schaltungen in definierten Ganggruppen jeweils nur ein Schaltelement gewechselt wird.

[0009] Aus der nicht vorveröffentlichten DE 10 2008 000 428 A1 der Anmelderin ist ein Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise bekannt, welches einen Antrieb und einen Abtrieb aufweist, welche in einem Gehäuse angeordnet sind. Bei dem bekannten Getriebe sind zumindest vier Planetensätze, im Folgenden als erster, zweiter, dritter und vierter Planetensatz bezeichnet, mindestens acht drehbare Wellen - im Folgenden als Antriebswelle, Abtriebswelle, dritte, vierte, fünfte, sechste, siebte und achte Welle bezeichnet - sowie zumindest sechs Schaltelelemente, umfassend Bremsen und Kupplungen, vorgesehen, deren selektives Eingreifen verschiedene Übersetzungsverhältnisse zwischen dem Antrieb und dem Abtrieb bewirkt, so dass vorzugsweise neun Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang realisierbar sind.

[0010] Hierbei bilden der erste und der zweite Planetensatz, die vorzugsweise als Minus-Planetensätze ausgebildet sind, einen schaltbaren Vorschaltadsatz, wobei der dritte und der vierte Planetensatz einen Hauptradsatz bilden.

[0011] Bei dem bekannten Mehrstufengetriebe ist vorgesehen, dass die Stege des ersten und des zweiten Planetensatzes über die vierte Welle miteinander gekoppelt sind, welche mit einem Element des Hauptradsatzes verbunden ist, dass das Hohlrad des ersten Planetensatzes mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes über die achte Welle gekoppelt ist, welche über eine erste Kupplung mit der Antriebswelle lösbar verbindbar ist und dass das Sonnenrad des ersten Planetenradsatzes mittels der dritten Welle über eine erste Bremse an ein Gehäuse des Getriebes ankoppelbar und über eine zweite Kupplung mit der Antriebswelle lösbar verbindbar ist, wobei das Hohlrad des zweiten Planetensatzes mittels der fünften Welle über eine zweite Bremse an ein Gehäuse

des Getriebes ankoppelbar ist. Zudem ist die siebte Welle mit zumindest einem Element des Hauptradsatzes ständig verbunden und über eine dritte Bremse an ein Gehäuse des Getriebes ankoppelbar, wobei die sechste Welle mit zumindest einem weiteren Element des Hauptradsatzes ständig verbunden und über eine dritte Kupplung mit der Antriebswelle lösbar verbindbar ist; die Abtriebswelle ist mit zumindest einem weiteren Element des Hauptradsatzes ständig verbunden.

[0012] Vorzugsweise ist bei dem bekannten Getriebe die vierte Welle ständig mit dem Hohlrad des dritten Planetensatzes verbunden, wobei die sechste Welle ständig mit dem Hohlrad des vierten Planetensatzes und dem Steg des dritten Planetensatzes verbunden und über die dritte Kupplung mit der Antriebswelle lösbar verbindbar ist. Ferner ist die siebte Welle ständig mit den Sonnenrädern des dritten und vierten Planetensatzes verbunden und über die dritte Bremse an ein Gehäuse des Getriebes ankoppelbar. Der Abtrieb erfolgt hierbei über die ständig mit dem Steg des vierten Planetensatzes verbundene Abtriebswelle. Des weiteren können der dritte und der vierte Planetensatz zu einem Ravigneaux-Satz mit einem gemeinsamen Steg und einem gemeinsamen Hohlrad zusammengesetzt bzw. reduziert sein.

[0013] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Mehrstufengetriebe der eingangs genannten Art vorzuschlagen, welches neun Vorwärtsgänge und mindestens einen Rückwärtsgang mit ausreichender Übersetzung aufweist, bei dem der Bauaufwand und die Baugröße, insbesondere die Baulänge, bzw. das Gewicht optimiert werden und zudem der Wirkungsgrad hinsichtlich der Schlepp- und Verzahnungsverluste verbessert wird. Zudem sollen bei dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe geringe Stützmomente auf die Schaltelemente wirken. Insbesondere soll das erfindungsgemäße Getriebe für eine Front-Quer-Bauweise geeignet sein.

[0014] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0015] Demnach wird ein erfindungsgemäßes Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise vorgeschlagen, welches einen Antrieb und einen Abtrieb aufweist, welche in einem Gehäuse angeordnet sind. Des weiteren sind zumindest vier Planetensätze, im Folgenden als erster, zweiter, dritter und vierter Planetensatz bezeichnet, acht drehbare Wellen - im Folgenden als Antriebswelle, Abtriebswelle, dritte, vierte, fünfte, sechste, siebte und achte Welle bezeichnet - sowie zumindest sechs Schaltelemente, umfassend Bremsen und Kupplungen, vorgesehen, deren selektives Eingreifen verschiedene Übersetzungsverhält-

nisse zwischen dem Antrieb und dem Abtrieb bewirkt, so dass vorzugsweise neun Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang realisierbar sind.

[0016] Die Planetensätze sind axial betrachtet in der Reihenfolge erster Planetensatz, zweiter Planetensatz, dritter Planetensatz, vierter Planetensatz angeordnet und sind vorzugsweise als Minus-Planetensätze ausgebildet.

[0017] Ein einfacher Minus-Planetensatz umfasst bekanntlich ein Sonnenrad, ein Hohlrad und einen Steg, an dem Planetenräder drehbar gelagert sind, die jeweils mit Sonnenrad und Hohlrad kämmen. Hierdurch weist das Hohlrad bei festgehaltenem Steg eine zum Sonnenrad entgegengesetzte Drehrichtung auf. Demgegenüber umfasst ein einfacher Plus-Planetensatz ein Sonnenrad, ein Hohlrad und einen Steg, an dem innere und äußere Planetenräder drehbar gelagert sind, wobei alle inneren Planetenräder mit dem Sonnenrad und alle äußeren Planetenräder mit dem Hohlrad kämmen, wobei jedes innere Planetenrad mit jeweils einem äußeren Planetenrad kämmt. Hierdurch weist das Hohlrad bei festgehaltenem Steg die gleiche Drehrichtung auf wie das Sonnenrad.

[0018] Gemäß der Erfindung ist das Sonnenrad des ersten Planetensatzes an ein Gehäuse des Getriebes gekoppelt, wobei der Steg des ersten Planetensatzes mit der dritten Welle verbunden ist, welche über eine zweite Bremse an ein Gehäuse des Getriebes ankoppelbar, über eine erste Kupplung mit der Antriebswelle und über eine zweite Kupplung mit der fünften Welle lösbar verbindbar ist, wobei die fünfte Welle mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes und dem Sonnenrad des vierten Planetensatzes verbunden ist und die Antriebswelle mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes verbunden und mit dem Steg des dritten Planetensatzes verbunden oder lösbar verbindbar ist.

[0019] Des weiteren ist das Hohlrad des ersten Planetensatzes mit der sechsten Welle verbunden, die über eine vierte Kupplung mit der siebten Welle lösbar verbindbar ist, welche mit dem Steg des zweiten Planetensatzes verbunden und dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes verbunden oder lösbar verbindbar ist, wobei das Hohlrad des vierten Planetensatzes über eine erste Bremse an ein Gehäuse des Getriebes ankoppelbar ist und wobei die Abtriebswelle mit dem Hohlrad des dritten Planetensatzes und dem Steg des vierten Planetensatzes verbunden ist.

[0020] Vorzugsweise ist die Antriebswelle mit dem Steg des dritten Planetensatzes über eine mit dem Steg des dritten Planetensatzes verbundene achte Welle und eine die achte Welle mit der Antriebswelle lösbar verbindende dritte Kupplung lösbar verbind-

bar, wobei die siebte Welle mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes direkt verbunden ist.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Antriebswelle mit dem Steg des dritten Planetensatzes direkt verbunden ist, wobei die siebte Welle mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes nicht direkt verbunden sondern über eine mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes verbundene weitere Welle und eine die weitere Welle mit der siebten Welle lösbar verbindende weitere Kupplung lösbar verbindbar ist.

[0022] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Mehrstufengetriebes ergeben sich insbesondere für Personenkraftwagen geeignete Übersetzungen sowie eine erhöhte Gesamtspreizung des Mehrstufengetriebes, wodurch eine Verbesserung des Fahrkomforts und eine signifikante Verbrauchsabsenkung bewirkt werden.

[0023] Darüber hinaus wird mit dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe durch eine geringe Anzahl an Schaltelementen, der Bauaufwand erheblich reduziert. In vorteilhafter Weise ist es mit dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe möglich, ein Anfahren mit einem hydrodynamischen Wandler, einer externen Anfahrkupplung oder auch mit sonstigen geeigneten externen Anfahr-elementen durchzuführen. Es ist auch denkbar, einen Anfahrvorgang mit einem im Getriebe integrierten Anfahr-element zu ermöglichen. Vorzugsweise eignet sich ein Schaltelement, welches im ersten Vorwärtsgang und im Rückwärtsgang betätigt wird.

[0024] Des weiteren ergibt sich bei dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe ein guter Wirkungsgrad in den Hauptfahrgängen bezüglich der Schlepp- und Verzahnungsverluste.

[0025] Ferner liegen geringe Momente in den Schaltelementen und in den Planetensätzen des Mehrstufengetriebes vor, wodurch der Verschleiß bei dem Mehrstufengetriebe in vorteilhafter Weise reduziert wird. Zudem wird durch die geringen Momente eine entsprechend geringe Dimensionierung ermöglicht, wodurch der benötigte Bauraum und die entsprechenden Kosten reduziert werden. Darüber hinaus liegen auch geringe Drehzahlen bei den Wellen, den Schaltelementen und den Planetensätzen vor.

[0026] Außerdem ist das erfindungsgemäße Getriebe derart konzipiert, dass eine Anpassbarkeit an unterschiedliche Triebstrangausgestaltungen sowohl in Kraftflussrichtung als auch in räumlicher Hinsicht ermöglicht wird.

[0027] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Figuren beispielhaft näher erläutert. In diesen stellen dar:

Fig. 1: Eine schematische Ansicht einer ersten bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes;

Fig. 2: Eine schematische Ansicht einer zweiten bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes; und

Fig. 3: Ein beispielhaftes Schalt-schema für ein Mehrstufengetriebe gemäß **Fig. 1**.

[0028] In **Fig. 1** ist ein erfindungsgemäßes Mehrstufengetriebe mit einer Antriebswelle **1**, einer Abtriebswelle **2** und vier Planetensätzen **P1**, **P2**, **P3** und **P4** dargestellt, welche in einem Gehäuse **G** angeordnet sind. Die Planetensätze **P1**, **P2**, **P3** und **P4** sind bei dem in **Fig. 1** gezeigten Beispiel als Minus-Planetensätze ausgebildet. Gemäß der Erfindung kann zumindest ein Planetensatz als Plus-Planetensatz ausgeführt sein, wenn gleichzeitig die Steg- und Hohlradanbindung getauscht und der Betrag der Standübersetzung im Vergleich zu der Ausführung als Minus-Planetensatz um 1 erhöht wird.

[0029] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Planetensätze axial betrachtet in der Reihenfolge **P1**, **P2**, **P3**, **P4** angeordnet.

[0030] Wie aus **Fig. 1** ersichtlich, sind sechs Schaltelemente, nämlich zwei Bremsen **03**, **04** und vier Kupplungen **13**, **35**, **18** und **67** vorgesehen. Die räumliche Anordnung der Schaltelemente kann beliebig sein und wird nur durch die Abmessungen und die äußere Formgebung begrenzt. Die Kupplungen und die Bremsen des Getriebes sind vorzugsweise als Reibschaltelemente bzw. Lamellenschaltelemente ausgeführt.

[0031] Mit diesen Schaltelementen ist ein selektives Schalten von neun Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang realisierbar. Das erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe weist insgesamt acht drehbare Wellen auf, nämlich die Wellen **1**, **2**, **3**, **4**, **5**, **6**, **7** und **8**, wobei die Antriebswelle die erste Welle und die Abtriebswelle die zweite Welle des Getriebes bildet.

[0032] Erfindungsgemäß ist bei dem Mehrstufengetriebe gemäß **Fig. 1** vorgesehen, dass das Sonnenrad des ersten Planetensatzes **P1** an ein Gehäuse **G** des Getriebes gekoppelt ist (Welle **0**), wobei der Steg des ersten Planetensatzes **P1** mit der dritten Welle **3** verbunden ist, welche über eine zweite Bremse **03** an ein Gehäuse **G** des Getriebes ankoppelbar, über eine erste Kupplung **13** mit der Antriebswelle **1** und über eine zweite Kupplung **35** mit der fünften Welle **5** lösbar verbindbar ist.

[0033] Wie aus **Fig. 1** ersichtlich, ist die fünfte Welle **5** mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes **P2** und dem Sonnenrad des vierten Planetensatzes **P4** verbunden, wobei die Antriebswelle **1** mit dem Son-

nenrad des zweiten Planetensatzes **P2** verbunden und über die mit dem Steg des dritten Planetensatzes **P3** verbundene achte Welle **8** und eine die achte Welle **8** mit der Abtriebswelle **1** lösbar verbindende dritte Kupplung **18** mit dem Steg des dritten Planetensatzes **P3** lösbar verbindbar ist.

[0034] Erfindungsgemäß ist das Hohlrads des ersten Planetensatzes **P1** mit der sechsten Welle **6** verbunden, die über eine vierte Kupplung **67** mit der siebten Welle **7** lösbar verbindbar ist, welche mit dem Steg des zweiten Planetensatzes **P2** und dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes **P3** direkt verbunden ist, wobei das Hohlrads des vierten Planetensatzes **P4** mit der vierten Welle **4** verbunden ist, die über eine erste Bremse **04** an ein Gehäuse **G** des Getriebes ankopplbar ist; die Abtriebswelle **2** ist mit dem Hohlrads des dritten Planetensatzes **P3** und dem Steg des vierten Planetensatzes **P4** verbunden.

[0035] Erfindungsgemäß kann die erste Kupplung **13** axial betrachtet zwischen dem ersten und dem zweiten Planetensatz **P1**, **P2** angeordnet sein, wobei die dritte Kupplung **18** axial betrachtet zwischen dem dritten und dem vierten Planetensatz **P3**, **P4** angeordnet sein kann.

[0036] Ferner sind die zweite Bremse **03** und die zweite Kupplung **35** vorzugsweise axial betrachtet nebeneinander angeordnet.

[0037] Das in **Fig. 2** gezeigte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom Ausführungsbeispiel nach **Fig. 1** dadurch, dass die lösbare Verbindung der Antriebswelle **1** mit dem Steg des dritten Planetensatzes **P3** mittels der die Antriebswelle **1** mit der achten Welle **8** lösbar verbindenden dritten Kupplung **18** und der mit dem Steg des dritten Planetensatzes **P3** verbundenen achten Welle **8** durch eine direkte Verbindung der Antriebswelle **1** mit dem Steg des dritten Planetensatzes **P3** ersetzt wird, wobei in diesem Fall die siebte Welle **7** mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes **P3** nicht direkt sondern über eine mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes **P3** verbundene weitere Welle **8'** und eine die weitere Welle **8'** mit der siebten Welle **7** lösbar verbindende weitere Kupplung **78** lösbar verbindbar ist.

[0038] In **Fig. 3** ist ein beispielhaftes Schaltschema eines Mehrstufengetriebes gemäß **Fig. 1** dargestellt. Für jeden Gang werden drei Schaltelemente geschlossen. Dem Schaltschema können die jeweiligen Übersetzungen i der einzelnen Gangstufen und die daraus zu bestimmenden Gangsprünge bzw. Stufensprünge ϕ_i zum nächst höheren Gang beispielhaft entnommen werden, wobei der Wert 8,990 die Spreizung des Getriebes darstellt.

[0039] Typische Werte für die Standübersetzungen der als Minus-Planetensätze ausgeführten Planeten-

sätze **P1**, **P2**, **P3** und **P4** sind jeweils -1,60, -2,228, -1,60 und -3,642. Aus **Fig. 3** wird ersichtlich, dass bei sequentieller Schaltweise Doppelschaltungen bzw. Gruppenschaltungen vermieden werden, da zwei benachbarte Gangstufen zwei Schaltelemente gemeinsam benutzen. Ferner wird ersichtlich, dass eine große Spreizung bei kleinen Gangsprüngen erzielt wird.

[0040] Der erste Vorwärts-Gang ergibt sich durch Schließen der ersten Bremse **04** und der zweiten und vierten Kupplung **35**, **67**, der zweite Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten Bremse **04** und der ersten und zweiten Kupplung **13**, **35**, der dritte Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten Bremse **04** und der ersten und vierten Kupplung **13**, **67**, der vierte Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten Bremse **04** und der dritten und vierten Kupplung **18**, **67**, der fünfte Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten, dritten und vierten Kupplung **13**, **18**, **67**, der vorzugsweise als Direktgang ausgeführte sechste Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten, zweiten und dritten Kupplung **13**, **35**, **18**, der siebte Vorwärts-Gang durch Schließen der zweiten, dritten und vierten Kupplung **35**, **18**, **67**, der achte Vorwärts-Gang durch Schließen der zweiten Bremse **03** und der zweiten und dritten Kupplung **35**, **18** und der neunte Vorwärts-Gang ergibt sich durch Schließen der zweiten Bremse **03** und der dritten und vierten Kupplung **18**, **67**, wobei sich der Rückwärtsgang durch Schließen der ersten und zweiten Bremse **04**, **03** und der vierten Kupplung **67** ergibt.

[0041] Dadurch, dass im ersten Vorwärtsgang und im ersten Rückwärtsgang die erste Bremse **04** und die vierte Kupplung **67** geschlossen sind, können diese Schaltelemente als Anfahr-elemente eingesetzt werden.

[0042] Für den Fall, dass gemäß dem Ausführungsbeispiel nach **Fig. 2** die dritte Kupplung **18** entfällt und durch die weitere Kupplung **78** ersetzt wird, d.h. für den Fall, dass die Antriebswelle **1** mit dem Steg des dritten Planetensatzes **P3** direkt verbunden und nicht mit dem Steg des dritten Planetensatzes **P3** über die achte Welle **8** und die dritte Kupplung **18** lösbar verbindbar ist und die siebte Welle **7** mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes **P3** nicht direkt sondern über eine mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes **P3** verbundene weitere Welle **8'** und eine die weitere Welle **8'** mit der siebten Welle **7** lösbar verbindende weitere Kupplung **78** lösbar verbindbar ist, wird im Schaltschema gemäß **Fig. 3** die dritte Kupplung **18** durch die weitere Kupplung **78** ersetzt.

[0043] Gemäß der Erfindung können sich auch bei gleichem Getriebeschema je nach Schaltlogik unterschiedliche Gangsprünge ergeben, so dass eine anwendungs- bzw. fahrzeugspezifische Variation ermöglicht wird.

[0044] Erfindungsgemäß ist es möglich, an jeder geeigneten Stelle des Mehrstufengetriebes zusätzliche Freiläufe vorzusehen, beispielsweise zwischen einer Welle und dem Gehäuse oder um zwei Wellen gegebenenfalls zu verbinden.

[0045] Auf der Antriebsseite oder auf der Abtriebsseite können erfindungsgemäß ein Achsdifferential und/oder ein Verteilerdifferential angeordnet werden.

[0046] Im Rahmen einer vorteilhaften Weiterbildung kann die Antriebswelle **1** durch ein Kupplungselement von einem Antriebs-Motor nach Bedarf getrennt werden, wobei als Kupplungselement ein hydrodynamischer Wandler, eine hydraulische Kupplung, eine trockene Anfahrkupplung, eine nasse Anfahrkupplung, eine Magnetpulverkupplung oder eine Fliehkraftkupplung einsetzbar sind. Es ist auch möglich, ein derartiges Anfahrerelement in Kraftflussrichtung hinter dem Getriebe anzuordnen, wobei in diesem Fall die Antriebswelle **1** ständig mit der Kurbelwelle des Motors verbunden ist.

[0047] Das erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe ermöglicht außerdem die Anordnung eines Torsionschwingungsdämpfers zwischen Motor und Getriebe.

[0048] Im Rahmen einer weiteren, nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung kann auf jeder Welle, bevorzugt auf der Antriebswelle **1** oder der Abtriebswelle **2**, eine verschleißfreie Bremse, wie z.B. ein hydraulischer oder elektrischer Retarder oder dergleichen, angeordnet sein, was insbesondere für den Einsatz in Nutzkraftfahrzeugen von besonderer Bedeutung ist. Des Weiteren kann zum Antrieb von zusätzlichen Aggregaten auf jeder Welle, bevorzugt auf der Antriebswelle **1** oder der Abtriebswelle **2**, ein Nebenabtrieb vorgesehen sein.

[0049] Die eingesetzten Reibschaltelemente können als lastschaltende Kupplungen oder Bremsen ausgebildet sein. Insbesondere können kraftschlüssige Kupplungen oder Bremsen, wie z.B. Lamellenkupplungen, Bandbremsen und/oder Konuskupplungen, verwendet werden.

[0050] Ein weiterer Vorteil des hier vorgestellten Mehrstufengetriebes besteht darin, dass auf jeder Welle als Generator und/oder als zusätzliche Antriebsmaschine eine elektrische Maschine anbringbar ist.

Bezugszeichenliste

| | |
|----------|-----------------------------|
| 0 | Welle |
| 1 | erste Welle, Antriebswelle |
| 2 | zweite Welle, Abtriebswelle |
| 3 | dritte Welle |

| | |
|------------|----------------------|
| 4 | vierte Welle |
| 5 | fünfte Welle |
| 6 | sechste Welle |
| 7 | siebte Welle |
| 8 | achte Welle |
| 8' | weitere Welle |
| 03 | zweite Bremse |
| 04 | erste Bremse |
| 13 | erste Kupplung |
| 18 | dritte Kupplung |
| 35 | zweite Kupplung |
| 67 | vierte Kupplung |
| 78 | weitere Kupplung |
| P1 | erster Planetensatz |
| P2 | zweiter Planetensatz |
| P3 | dritter Planetensatz |
| P4 | vierter Planetensatz |
| i | Übersetzung |
| phi | Stufensprung |
| G | Gehäuse |

Patentansprüche

1. Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise, insbesondere Automatgetriebe für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine Antriebswelle (1), eine Abtriebswelle (2) und vier Planetensätze (P1, P2, P3, P4), welche in einem Gehäuse (G) angeordnet sind, insgesamt acht drehbare Wellen (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8') sowie mindestens sechs Schaltelemente (03, 04, 13, 18, 35, 67, 78), umfassend Bremsen (03, 04) und Kupplungen (13, 18, 35, 67, 78), deren selektives Eingreifen verschiedene Übersetzungsverhältnisse zwischen der Antriebswelle (1) und der Abtriebswelle (2) bewirkt, so dass neun Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang realisierbar sind, wobei das Sonnenrad des ersten Planetensatzes (P1) an das Gehäuse (G) des Getriebes gekoppelt ist, wobei der Steg des ersten Planetensatzes (P1) mit der dritten Welle (3) verbunden ist, welche über eine zweite Bremse (03) an das Gehäuse (G) des Getriebes ankoppelbar, über eine erste Kupplung (13) mit der Antriebswelle (1) und über eine zweite Kupplung (35) mit der fünften Welle (5) lösbar verbindbar ist, wobei die fünfte Welle (5) mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes (P2) und dem Sonnenrad des vierten Planetensatzes (P4) verbunden ist und die Antriebswelle (1) mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes (P2) verbunden ist und mit dem Steg des dritten Planetensatzes (P3) verbunden oder lösbar verbindbar ist, wobei die sechste Welle (6) mit dem Hohlrad des ersten Plane-

tensatzes (P1) verbunden und über eine vierte Kupplung (67) mit der siebten Welle (7) lösbar verbindbar ist, die mit dem Steg des zweiten Planetensatzes (P2) verbunden und mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes (P3) verbunden oder lösbar verbindbar ist, wobei das Hohlrad des vierten Planetensatzes (P4) mit der vierten Welle (4) verbunden ist, die über eine erste Bremse (04) an das Gehäuse (G) des Getriebes ankoppelbar ist und wobei die Abtriebswelle (2) mit dem Hohlrad des dritten Planetensatzes (P3) und dem Steg des vierten Planetensatzes (P4) verbunden ist.

2. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebswelle (1) mit dem Steg des dritten Planetensatzes (P3) über eine mit dem Steg des dritten Planetensatzes (P3) verbundene achte Welle (8) und eine die achte Welle (8) mit der Antriebswelle (1) lösbar verbindende dritte Kupplung (18) lösbar verbindbar ist, wobei die siebte Welle (7) mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes (P3) direkt verbunden ist.

3. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebswelle (1) mit dem Steg des dritten Planetensatzes (P3) direkt verbunden ist, wobei die siebte Welle (7) mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes (P3) über eine mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes (P3) verbundene weitere Welle (8') und eine die weitere Welle (8') mit der siebten Welle (7) lösbar verbindende weitere Kupplung (78) lösbar verbindbar ist.

4. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Planetensätze (P1, P2, P3, P4) als Minus-Planetensätze ausgebildet sind.

5. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass für den Fall, dass die Antriebswelle (1) mit dem Steg des dritten Planetensatzes (P3) über die achte Welle (8) und die dritte Kupplung (18) lösbar verbindbar ist, sich der erste Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten Bremse (04) und der zweiten und vierten Kupplung (35, 67), der zweite Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten Bremse (04) und der ersten und zweiten Kupplung (13, 35), der dritte Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten Bremse (04) und der ersten und vierten Kupplung (13, 67), der vierte Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten Bremse (04) und der dritten und vierten Kupplung (18, 67), der fünfte Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten, dritten und vierten Kupplung (13, 18, 67), der sechste Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten, zweiten und dritten Kupplung (13, 35, 18), der siebte Vorwärts-Gang durch Schließen der zweiten, dritten und vierten Kupplung (35, 18, 67), der achte Vorwärts-Gang durch Schließen der zweiten Bremse (03) und der zweiten und dritten Kupplung (35, 18) und dass sich

der neunte Vorwärts-Gang durch Schließen der zweiten Bremse (03) und der dritten und vierten Kupplung (18, 67) ergibt, wobei sich der Rückwärtsgang durch Schließen der ersten und zweiten Bremse (04, 03) und der vierten Kupplung (67) ergibt, wobei für den Fall, dass die Antriebswelle (1) mit dem Steg des dritten Planetensatzes (P3) direkt verbunden ist und die siebte Welle (7) mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes (P3) über eine mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes (P3) verbundene weitere Welle (8') und eine die weitere Welle (8') mit der siebten Welle (7) lösbar verbindende weitere Kupplung (78) lösbar verbindbar ist, die dritte Kupplung (18) durch die weitere Kupplung (78) ersetzt wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

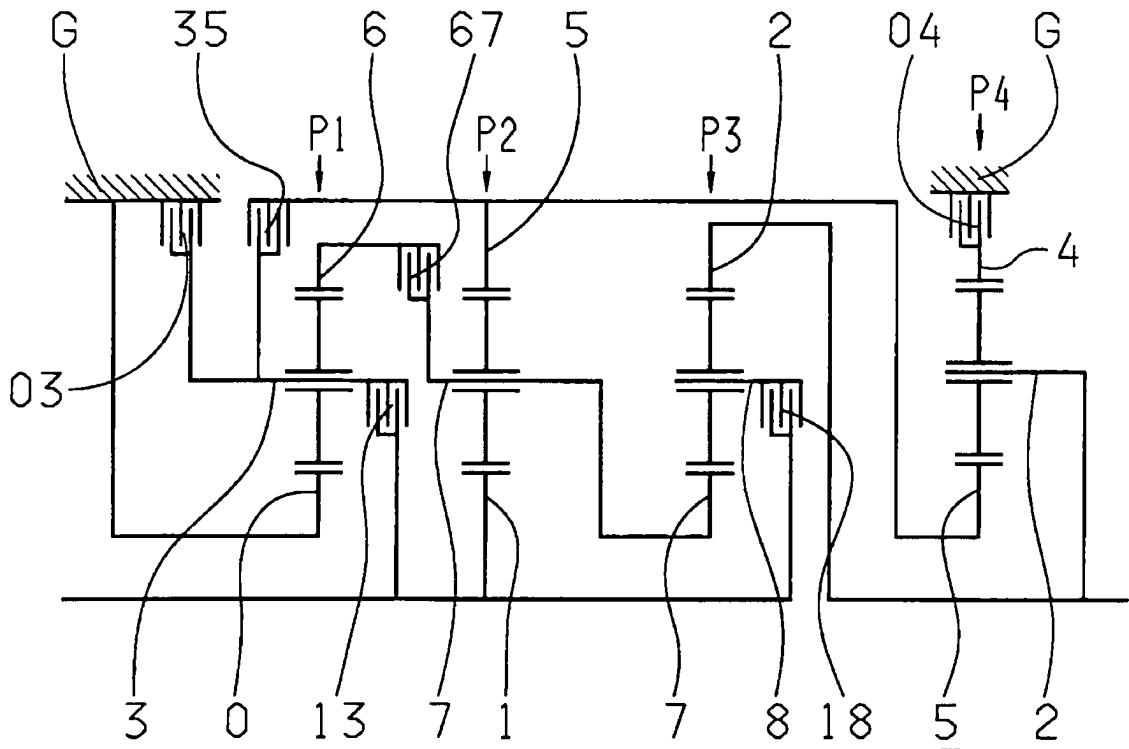


Fig. 1

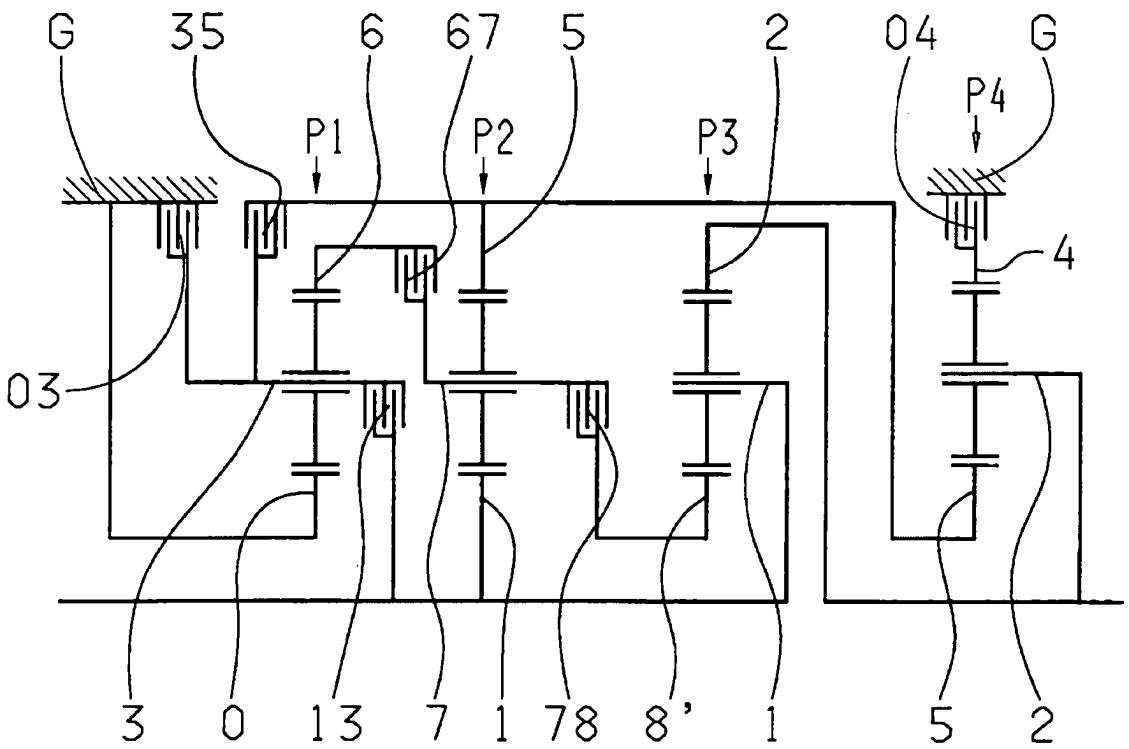


Fig. 2

| | 03 | 04 | 13 | 18 | 35 | 67 | i | phi |
|---------|----|----|----|----|----|----|--------|--------|
| 1. Gang | | X | | | X | X | 5.777 | 1.808 |
| 2. Gang | | X | X | | X | | 3.195 | 1.442 |
| 3. Gang | | X | X | | | X | 2.215 | 1.402 |
| 4. Gang | | X | | X | | X | 1.580 | 1.329 |
| 5. Gang | | | X | X | | X | 1.189 | 1.189 |
| 6. Gang | | | X | X | X | | 1.000 | 1.161 |
| 7. Gang | | | | X | X | X | 0.862 | 1.171 |
| 8. Gang | X | | | X | X | | 0.736 | 1.145 |
| 9. Gang | X | | | X | | X | 0.643 | 8.990 |
| R Gang | X | X | | | | X | -5.834 | -1.010 |

Fig. 3