



(10) **DE 10 2006 006 637 B4** 2015.02.19

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2006 006 637.5**  
(22) Anmeldetag: **14.02.2006**  
(43) Offenlegungstag: **06.09.2007**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **19.02.2015**

(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**

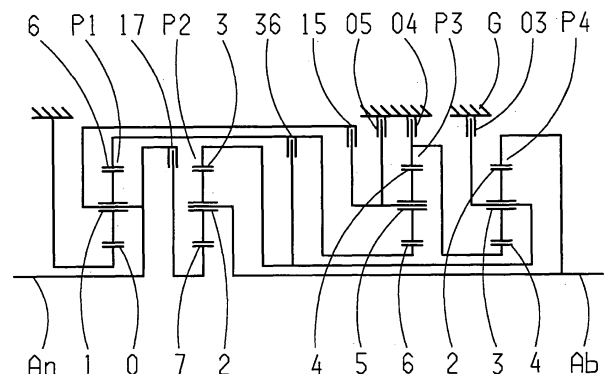
(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**siehe Folgeseiten**

(72) Erfinder:  
**Gumpoltsberger, Gerhard, 88045 Friedrichshafen,  
DE**

(54) Bezeichnung: **Mehrstufengetriebe**

(57) Hauptanspruch: Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise, insbesondere Automatgetriebe für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine Antriebswelle (1) und eine Abtriebswelle (2), welche in einem Gehäuse (G) angeordnet sind, vier Planetensätze (P1, P2, P3, P4), mindestens sieben drehbare Wellen (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) sowie mindestens sechs Schaltelemente (03, 04, 05; 15, 17, 36), umfassend Bremsen (03, 04, 05) und Kupplungen (15, 17, 36), deren selektives Eingreifen verschiedene Übersetzungsverhältnisse zwischen der Antriebswelle (1) und der Abtriebswelle (2) bewirkt, so dass mindestens neun Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang realisierbar sind, wobei die Antriebswelle (1) ständig mit dem Steg des ersten Planetensatzes (P1) verbunden und über eine Kupplung (15) mit der Welle (5) lösbar verbindbar ist, welche ständig mit dem Steg des dritten Planetensatzes (P3) verbunden und über eine Bremse (05) an das Gehäuse (G) ankoppelbar ist, wobei das Sonnenrad des ersten Planetensatzes (P1) drehfest mit dem Gehäuse (G) verbunden ist, die Welle (4) ständig mit dem Hohlrad des dritten Planetensatzes (P3) und dem Sonnenrad des vierten Planetensatzes (P4) verbunden und über eine Bremse (04) an das Gehäuse (G) ankoppelbar ist, wobei die Welle (3) ständig mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes (P2) und dem Steg des vierten Planetensatzes (P4) verbunden und über eine Bremse (03) an das Gehäuse (G) ankoppelbar ist, und die Welle (6) ständig mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes (P1) und dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes (P3) verbunden ist, wobei die Welle (7) ständig mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes (P2) verbunden ist und die Abtriebswelle (2) ständig mit dem Hohlrad des vierten Planetensatzes (P4) und dem Steg des zweiten Planetensatzes (P2) verbunden ist, wobei eine Kupplung (17) die Antriebswelle (1) mit der

Welle (7) lösbar verbindet und eine Kupplung (36) die Wellen (3) und (6) lösbar miteinander verbindet.



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	29 36 969	A1
DE	42 38 025	A1
DE	101 15 983	A1
DE	101 15 987	A1
DE	101 15 995	A1
DE	102 13 820	A1
DE	199 12 480	A1
DE	199 49 507	A1
DE	100 83 202	T5
US	6 139 463	A
EP	0 239 205	A2
EP	0 434 525	A1

## 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 Getriebe geht aus der EP 0 434 525 A1 hervor. Es umfasst im Wesentlichen eine Antriebswelle und eine Abtriebswelle, die parallel zueinander angeordnet sind, einen konzentrisch zur Abtriebswelle angeordneten Doppelplanetenradsatz und fünf Schaltelelemente in der Form von drei Kupplungen und zwei Bremsen, deren wahlweise Sperrung jeweils paarweise die verschiedenen Gangübersetzungen zwischen der Antriebswelle und der Abtriebswelle bestimmt. Hierbei weist das Getriebe einen Vorschaltzradsatz und zwei Leistungswege auf, so dass durch das selektive paarweise Eingreifen der fünf Schaltelelemente sechs Vorwärtsgänge erzielt werden.

**[0004]** Hierbei werden bei dem ersten Leistungsweg zwei Kupplungen zur Übertragung des Drehmomentes vom Vorschaltzradsatz zu zwei Elementen des Doppelplanetenradsatzes benötigt. Diese sind in Kraftflussrichtung im Wesentlichen hinter dem Vorschaltzradsatz in Richtung Doppelplanetenradsatz angeordnet. Bei dem zweiten Leistungsweg ist eine weitere Kupplung vorgesehen, die diesen mit einem weiteren Element des Doppelplanetenradsatzes lösbar verbindet. Hierbei sind die Kupplungen derart angeordnet, dass der Innenlamellenträger den Abtrieb bildet.

**[0005]** Des weiteren ist aus der Druckschrift US 6 139 463 A ein kompaktes Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise, insbesondere für ein Kraftfahrzeug bekannt, welches zwei Planetenradsätze und einen Vorschaltzradsatz sowie drei Kupplungen und zwei Bremsen aufweist. Bei diesem bekannten Mehrstufengetriebe sind bei einem ersten Leistungsweg zwei Kupplungen C-1 und C-3 zum Übertragen des Drehmoments vom Vorschaltzradsatz zu den beiden Planetenradsätzen vorgesehen. Hierbei ist der Außenlamellenträger bzw. die Zylinder- bzw. Kolben- und Druckausgleichsseite der Kupplung C-3 mit einer ersten Bremse B-1 verbunden. Zudem ist der Innenlamellenträger der dritten Kupplung C-3 mit der Zylinder- bzw. Kolben- und Druckausgleichsseite der

ersten Kupplung C-1 verbunden, wobei der Innenlamellenträger der ersten Kupplung C-1 abtriebsseitig angeordnet ist und mit einem Sonnenrad des dritten Planetenradsatzes verbunden ist.

**[0006]** Des weiteren ist aus der DE 199 49 507 A1 der Anmelderin ein Mehrstufengetriebe bekannt, bei dem an der Antriebswelle zwei nicht schaltbare Vorschaltzradsätze vorgesehen sind, 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.

**[0007]** Aus der DE 199 12 480 A1 ist ein automatisch schaltbares Kraftfahrzeuggetriebe mit drei Einsteg-Planetensätzen sowie drei Bremsen und zwei Kupplungen zum Schalten von sechs Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang, und mit einer Antriebs- sowie einer Abtriebswelle bekannt. Das automatisch schaltbare Kraftfahrzeuggetriebe ist derart ausgebildet, dass die Antriebswelle direkt mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes verbunden ist und dass die Antriebswelle über die erste Kupplung mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes und/oder über die zweite Kupplung mit dem Steg des ersten Planetensatzes verbindbar ist. Zusätzlich oder alternativ ist das Sonnenrad des ersten Planetensatzes über die erste Bremse mit dem Gehäuse des Getriebes und/oder der Steg des ersten Planetensatzes über die zweite Bremse mit dem Gehäuse und/oder dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes über die dritte Bremse mit dem Gehäuse verbindbar.

**[0008]** Des weiteren ist aus der DE 102 13 820 A1 ein Mehrgangautomatikgetriebe bekannt, umfassend einen ersten Eingangspfad T1 eines ersten Übersetzungsverhältnisses; einen Eingangspfad T2, der ein größeres Übersetzungsverhältnis als dieser Eingangspfad T1 hat; einen Planetenradsatz 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 Abtriebs-

element, das mit dem dritten Element R3 gekoppelt ist.

**[0009]** Im Rahmen der DE 101 15 983 A1 der Anmelderin wird ein Mehrstufengetriebe beschrieben, mit einer Antriebswelle, die mit einem Vorschaltatz verbunden ist, mit einer Abtriebswelle, die mit einem Nachschaltatz verbunden ist, und mit maximal sieben Schaltelementen, durch deren wahlweises Schalten mindestens sieben Vorwärtsgänge ohne Gruppenschaltung schaltbar sind. Der Vorschaltatz wird aus einem Vorschalt-Planetenradsatz oder maximal zwei nicht schaltbaren, mit dem ersten Vorschalt-Planetenradsatz gekoppelten Vorschalt-Planetenradsätzen gebildet, wobei der Nachschaltatz als Zweisteg-Vierwellen-Getriebe mit zwei schaltbaren Nachschalt-Planetenradsätzen ausgebildet ist und vier freie Wellen aufweist. Die erste freie Welle dieses Zweisteg-Vierwellen-Getriebes ist mit dem ersten Schaltelement verbunden, die zweite freie Welle mit dem zweiten und dritten Schaltelement, die dritte freie Welle mit dem vierten und fünften Schaltelement und die vierte freie Welle ist mit der Abtriebswelle verbunden. Für ein Mehrstufengetriebe mit insgesamt sechs Schaltelementen wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die dritte freie Welle oder die erste freie Welle des Nachschaltatzes zusätzlich mit einem sechsten Schaltelement zu verbinden. Für ein Mehrstufengetriebe mit insgesamt sieben Schaltelementen wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die dritte freie Welle zusätzlich mit einem sechsten Schaltelement D' und die erste freie Welle zusätzlich mit einem siebten Schaltelement zu verbinden.

**[0010]** Ferner ist im Rahmen der DE 101 15 987 A1 der Anmelderin ein Mehrstufengetriebe mit mindestens sieben Gängen beschrieben. Dieses Getriebe besteht neben der Antriebswelle und der Abtriebswelle aus einem nicht schaltbaren Vorschalttradsatz und einem schaltbaren Nachschalttradsatz in Form eines Zweisteg-Vierwellen-Getriebes. Der Vorschalttradsatz besteht aus einem ersten Planetenradsatz, welcher neben der Eingangsdrehzahl der Antriebswelle eine zweite Drehzahl anbietet, die wahlweise auf einen Nachschalttradsatz geschaltet werden kann. Der Nachschalttradsatz besteht aus zwei schaltbaren Planetenradsätzen, welche mit den sechs Schaltelementen mindestens sieben Gänge schalten kann, wobei zwei Leistungswege gebildet werden. Dabei werden bei jedem Schaltvorgang in vorteilhafter Weise stets Gruppenschaltungen vermieden. Ein 9-Gang-Mehrstufengetriebe ist ferner aus der DE 29 36 969 A1 bekannt; es umfasst acht Schaltelemente und vier Radsätze, wobei ein Radsatz als Vorschaltgetriebe dient und das Hauptgetriebe einen Simpson-Satz und einen weiteren als Umkehrgetriebe dienenden Radsatz aufweist.

**[0011]** 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 eine ausreichende Anzahl von Vorwärtsgängen sowie einen Rückwärtsgang und eine für Kraftfahrzeuge sehr gut geeignete Übersetzung mit einer hohen Gesamtpreizung sowie günstigen Stufensprüngen aufweisen. Ferner sollen diese eine hohe Anfahrübersetzung in Vorwärtsrichtung ermöglichen und einen direkten Gang enthalten, sowie für den Einsatz sowohl in Pkw als auch Nkw geeignet sein. Außerdem sollen diese Getriebe einen geringen Bauaufwand, insbesondere eine geringe Anzahl an Schaltelementen erfordern und bei sequentieller Schaltweise Doppelschaltungen vermeiden, so dass bei Schaltungen in definierten Ganggruppen jeweils nur ein Schaltelement gewechselt wird.

**[0012]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Mehrstufengetriebe der eingangs genannten Art vorzuschlagen, bei dem der Bauaufwand optimiert wird und zudem der Wirkungsgrad in den Hauptfahrgängen hinsichtlich der Schlepp- und Verzahnungsverluste verbessert wird. Zudem sollen bei dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe geringe Momente auf die Schaltelemente und Planetensätze wirken sowie die Drehzahlen der Wellen, Schaltelemente und Planetensätze möglichst gering gehalten werden. Des weiteren soll die Anzahl der Gänge sowie die Getriebepräzision erhöht werden, so dass in vorteilhafter Weise mindestens neun Vorwärtsgänge und mindestens ein Rückwärtsgang realisierbar sind. Außerdem soll das erfindungsgemäße Getriebe für jegliche Bauweise in ein Fahrzeug geeignet sein, insbesondere für eine Front-Quer-Anordnung. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, ein Mehrstufengetriebe anzugeben, welches eine besonders kompakte Bauweise aufweist.

**[0013]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen gehen aus den Unteransprüchen hervor.

**[0014]** Demnach wird ein erfindungsgemäßes Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise vorgeschlagen, welches eine Antriebswelle und eine Abtriebswelle aufweist, welche in einem Gehäuse angeordnet sind. Des weiteren sind zumindest vier Planetensätze, im Folgenden als erster, zweiter, dritter und vierter Planetensatz bezeichnet, mindestens sieben drehbare Wellen – im Folgenden als Antriebswelle, Abtriebswelle, dritte, vierte, fünfte, sechste und siebte Welle bezeichnet – sowie zumindest sechs Schaltelemente, umfassend Bremsen und Kupplungen, vorgesehen, deren selektives Eingreifen verschiedene Übersetzungsverhältnisse zwischen der Antriebswelle und der Abtriebswelle bewirkt, so dass vorzugswei-

se neun Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang realisierbar sind.

**[0015]** Erfindungsgemäß ist die Antriebswelle ständig mit dem Steg des ersten Planetensatzes verbunden und über eine Kupplung mit der fünften Welle lösbar verbindbar, welche ständig mit dem Steg des dritten Planetensatzes verbunden und über eine Bremse an das Gehäuse ankoppelbar ist, wobei das Sonnenrad des ersten Planetensatzes drehfest mit dem Gehäuse verbunden ist.

**[0016]** Gemäß der Erfindung ist die vierte Welle ständig mit dem Hohlrad des dritten Planetensatzes und dem Sonnenrad des vierten Planetensatzes verbunden und über eine Bremse an das Gehäuse ankoppelbar, wobei die dritte Welle ständig mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes und dem Steg des vierten Planetensatzes verbunden und über eine Bremse an das Gehäuse ankoppelbar ist, und wobei die sechste Welle ständig mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes und dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes verbunden ist; die siebte Welle ist ständig mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes verbunden, wobei die Abtriebswelle ständig mit dem Hohlrad des vierten Planetensatzes und dem Steg des zweiten Planetensatzes verbunden ist. Des Weiteren ist die Antriebswelle über eine Kupplung mit der siebten Welle lösbar verbindbar, wobei eine weitere Kupplung die dritte und die sechste Weile lösbar miteinander verbindet.

**[0017]** Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Mehrstufengetriebes ergeben sich insbesondere für Personenkraftwagen geeignete Übersetzungen sowie eine erhebliche Erhöhung der Gesamtpreizung des Mehrstufengetriebes, wodurch eine Verbesserung des Fahrkomforts und eine signifikante Verbrauchsabsenkung bewirkt werden.

**[0018]** Darüber hinaus wird mit dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe durch eine geringe Anzahl an Schaltelementen, vorzugsweise drei Bremsen und drei Kupplungen, 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.

**[0019]** Darüber hinaus ergibt sich bei dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe ein guter Wirkungsgrad in den Hauptfahrgängen bezüglich der Schlepp- und Verzahnungsverluste.

**[0020]** Des Weiteren liegen geringe Momente in den Schaltelementen und in den Planetensätzen des Mehrstufengetriebes vor, wodurch der Verschleiß bei dem Mehrstufengetriebe in vorteilhafter Weise reduziert wird. Ferner 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.

**[0021]** Außerdem ist das erfindungsgemäße Getriebe derart konzipiert, dass eine Anpassbarkeit an unterschiedliche Triebstrangausgestaltungen sowohl in Kraftflussrichtung als auch in räumlicher Hinsicht ermöglicht wird; so ist es z. B. möglich, dass Antrieb und Abtrieb auf der gleichen Seite des Gehäuses vorgehen sind.

**[0022]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. In diesen stellen dar:

**[0023]** Fig. 1 eine schematische Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes; und

**[0024]** Fig. 2 ein beispielhaftes Schaltschema für ein Mehrstufengetriebe gemäß Fig. 1.

**[0025]** In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßes Mehrstufengetriebe mit einer Antriebswelle **1** und einer Abtriebswelle **2** dargestellt, welche in einem Gehäuse **G** angeordnet sind. Es sind vier Planetensätze **P1**, **P2**, **P3** und **P4** vorgesehen, welche als Minus-Planetensätze ausgebildet und vorzugsweise in der Reihenfolge **P1**, **P2**, **P3**, **P4** hintereinander in axialer Richtung bzw. in Kraftflussrichtung angeordnet sind.

**[0026]** Wie aus Fig. 1 ersichtlich, sind sechs Schaltelemente, nämlich drei Bremsen **03**, **04**, **05** und drei Kupplungen **15**, **17** und **36** vorgesehen. Vorzugsweise sind die Kupplungen als Lamellenkupplungen ausgebildet.

**[0027]** Mit diesen Schaltelementen ist ein selektives Schalten von neun Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang realisierbar. Das erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe weist insgesamt sieben drehbare Wellen auf; nämlich die Wellen **1**, **2**, **3**, **4**, **5**, **6** und **7**.

**[0028]** Erfindungsgemäß ist bei dem Mehrstufengetriebe gemäß Fig. 1 vorgesehen, dass der Antrieb durch die Welle **1** erfolgt, welche ständig mit dem Steg des ersten Planetensatzes **P1** verbunden und über eine Kupplung **15** mit der Welle **5** lösbar verbindbar ist, welche ständig mit dem Steg des dritten Planetensatzes **P3** verbunden und über eine Bremse **05** an das Gehäuse ankoppelbar ist, wobei das Sonnen-

rad des ersten Planetensatzes P1 drehfest mit dem Gehäuse verbunden ist (Welle 0).

**[0029]** Gemäß der Erfindung ist die Welle **4** ständig mit dem Hohlrads des dritten Planetensatzes P3 und dem Sonnenrad des vierten Planetensatzes P4 verbunden und über eine Bremse **04** an das Gehäuse G ankoppelbar. Des Weiteren ist die Welle **3** ständig mit dem Hohlrads des zweiten Planetensatzes P2 und dem Steg des vierten Planetensatzes P4 verbunden und über eine Bremse **03** an das Gehäuse G ankoppelbar, wobei die Welle **6** ständig mit dem Hohlrads des ersten Planetensatzes P1 und dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes P3 verbunden ist und die Welle **7** ständig mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes P2 verbunden ist. Der Abtrieb erfolgt über die Welle **2**, die ständig mit dem Hohlrads des vierten Planetensatzes P4 und dem Steg des zweiten Planetensatzes verbunden ist, wobei eine Kupplung **17** die Antriebswelle **1** mit der Welle **7** lösbar verbindet und eine Kupplung **36** die Wellen **3** und **6** lösbar miteinander verbindet.

**[0030]** Die räumliche Anordnung der Schaltelemente kann beliebig sein und wird nur durch die Abmessungen und die äußere Formgebung begrenzt.

**[0031]** In Fig. 2 ist ein beispielhaftes Schaltschema eines Mehrstufengetriebes gemäß Fig. 1 dargestellt. Für jeden Gang werden zwei Schaltelemente geschlossen. Dem Schaltschema können die jeweiligen Übersetzungen  $i$  der einzelnen Gangstufen und die daraus zu bestimmenden Stufensprünge  $\phi$  beispielhaft entnommen werden. Aus Fig. 2 wird ersichtlich, dass bei sequentieller Schaltweise Doppelschaltungen bzw. Gruppenschaltungen vermieden werden, da zwei benachbarte Gangstufen ein Schaltelement gemeinsam benutzen.

**[0032]** Der erste Gang ergibt sich durch Schließen der Bremsen **04** und **05**, der zweite Gang durch Schließen der Bremse **04** und der Kupplung **17**, der dritte Gang durch Schließen der Kupplung **17** und der Bremse **05** und der vierte Gang durch Schließen der Kupplung **17** und der Bremse **03**. Ferner ergibt sich der fünfte Gang durch Schließen der Kupplungen **15** und **17**, der sechste Gang durch Schließen der Kupplung **17** und der Kupplung **36**, der siebte Gang durch Schließen der Kupplung **15** und der Kupplung **36**, der achte Gang durch Schließen der Bremse **03** und der Kupplung **36** und der neunte Gang durch Schließen der Bremse **05** und der Kupplung **36**. Wie aus dem Schaltschema ersichtlich, ergibt sich der Rückwärtsgang durch Schließen der Bremse **04** und der Kupplung **15**.

**[0033]** Gemäß der Erfindung ist ein Anfahren mit einem integrierten Schaltelement möglich (IAK). Hierbei ist ein Schaltelement besonders geeignet, das im ersten Gang und im Rückwärtsgang ohne Drehrich-

tungsumkehr benötigt wird, beispielsweise die Bremse **04**.

**[0034]** Gemäß der Erfindung können sich auch bei gleichem Getriebeschema je nach Schaltlogik unterschiedliche Gangsprünge ergeben, so dass eine anwendungs- bzw. fahrzeugspezifische Variation ermöglicht wird.

**[0035]** Es ist zudem möglich, an jeder geeigneten Stelle des Mehrstufengetriebes zusätzliche Freiläufe vorzusehen, beispielsweise zwischen einer Welle und dem Gehäuse, oder um zwei Wellen gegebenenfalls zu verbinden.

**[0036]** Auf der Antriebsseite oder auf der Abtriebsseite können erfindungsgemäß ein Achsdifferential und/oder ein Verteilerdifferential angeordnet werden.

**[0037]** 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 Anfahrlement in Kraftflussrichtung hinter dem Getriebe anzuordnen, wobei in diesem Fall die Antriebswelle **1** ständig mit der Kurbelwelle des Motors verbunden ist.

**[0038]** Das erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe ermöglicht außerdem die Anordnung eines Torsionschwingungsdämpfers zwischen Motor und Getriebe.

**[0039]** 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.

**[0040]** Die eingesetzten Schaltelemente können als lastschaltende Kupplungen oder Bremsen ausgebildet sein. Insbesondere können kraftschlüssige Kupplungen oder Bremsen, wie z. B. Lamellenkupplungen, Bandbremsen und/oder Konuskupplungen, verwendet werden. Des Weiteren können als Schaltelemente auch formschlüssige Bremsen und/oder Kupplungen, wie z. B. Synchronisierungen oder Klauenkupplungen eingesetzt werden.

**[0041]** 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.

**[0042]** Selbstverständlich fällt auch jede konstruktive Ausbildung, insbesondere jede räumliche Anordnung der Planetensätze und der Schaltelemente an sich sowie zueinander und soweit technisch sinnvoll, unter den Schutzzumfang der vorliegenden Ansprüche, ohne die Funktion des Getriebes, wie sie in den Ansprüchen angegeben ist, zu beeinflussen, auch wenn diese Ausbildungen nicht explizit in den Figuren oder in der Beschreibung dargestellt sind.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Welle
<b>2</b>	Welle
<b>3</b>	Welle
<b>4</b>	Welle
<b>5</b>	Welle
<b>6</b>	Welle
<b>7</b>	Welle
<b>03</b>	Bremse
<b>04</b>	Bremse
<b>05</b>	Bremse
<b>15</b>	Kupplung
<b>17</b>	Kupplung
<b>36</b>	Kupplung
<b>P1</b>	Planetensatz
<b>P2</b>	Planetensatz
<b>P3</b>	Planetensatz
<b>P4</b>	Planetensatz
<b>i</b>	Übersetzung
<b>phi</b>	Stufensprung
<b>G</b>	Gehäuse

#### Patentansprüche

1. Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise, insbesondere Automatgetriebe für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine Antriebswelle (1) und eine Abtriebswelle (2), welche in einem Gehäuse (G) angeordnet sind, vier Planetensätze (P1, P2, P3, P4), mindestens sieben drehbare Wellen (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) sowie mindestens sechs Schaltelemente (03, 04, 05; 15, 17, 36), umfassend Bremsen (03, 04, 05) und Kupplungen (15, 17, 36), deren selektives Eingreifen verschiedene Übersetzungsverhältnisse zwischen der Antriebswelle (1) und der Abtriebswelle (2) bewirkt, so dass mindestens neun Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang realisierbar sind, wobei die Antriebswelle (1) ständig mit dem Steg des ersten Planetensatzes (P1) verbunden und über eine Kupplung (15) mit der Welle (5) lösbar verbindbar ist, welche ständig mit dem Steg des dritten Planetensatzes (P3) verbunden und über eine Bremse (05) an das Gehäuse (G) ankoppelbar ist, wobei das Sonnenrad des ersten Planetensatzes (P1) drehfest mit dem Gehäuse (G) verbunden ist, die Welle (4) ständig mit dem Hohlrad des dritten Plane-

tensatzes (P3) und dem Sonnenrad des vierten Planetensatzes (P4) verbunden und über eine Bremse (04) an das Gehäuse (G) ankoppelbar ist, wobei die Welle (3) ständig mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes (P2) und dem Steg des vierten Planetensatzes (P4) verbunden und über eine Bremse (03) an das Gehäuse (G) ankoppelbar ist, und die Welle (6) ständig mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes (P1) und dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes (P3) verbunden ist, wobei die Welle (7) ständig mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes (P2) verbunden ist und die Abtriebswelle (2) ständig mit dem Hohlrad des vierten Planetensatzes (P4) und dem Steg des zweiten Planetensatzes (P2) verbunden ist, wobei eine Kupplung (17) die Antriebswelle (1) mit der Welle (7) lösbar verbindet und eine Kupplung (36) die Wellen (3) und (6) lösbar miteinander verbindet.

2. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Planetensätze (P1, P2, P3, P4) in der Reihenfolge (P1, P2, P3, P4) hintereinander in axialer Richtung angeordnet sind.

3. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Planetensätze (P1, P2, P3, P4) als Minus-Planetensätze ausgebildet sind.

4. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass neun Vorwärtsgänge realisierbar sind, wobei sich der erste Gang durch Schließen der Bremsen (04) und (05), der zweite Gang durch Schließen der Bremse (04) und der Kupplung (17), der dritte Gang durch Schließen der Kupplung (17) und der Bremse (05), der vierte Gang durch Schließen der Kupplung (17) und der Bremse (03), der fünfte Gang durch Schließen der Kupplungen (15) und (17), der sechste Gang durch Schließen der Kupplung (17) und der Kupplung (36), der siebte Gang durch Schließen der Kupplung (15) und der Kupplung (36), der achte Gang durch Schließen der Bremse (03) und der Kupplung (36) und der neunte Gang durch Schließen der Bremse (05) und der Kupplung (36) ergibt.

5. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Rückwärtsgang durch Schließen der Bremse (04) und der Kupplung (15) ergibt.

6. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an jeder geeigneten Stelle zusätzliche Freiläufe einsetzbar sind.

7. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Freiläufe zwischen den Wellen (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) und dem Gehäuse (G) vorgesehen sind.

8. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Antrieb und Abtrieb auf der gleichen Seite des Gehäuses vorgesehen sind.

9. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Achs- und/oder ein Verteilerdifferential auf der Antriebsseite oder der Abtriebsseite angeordnet ist.

10. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebswelle (1) durch ein Kupplungselement von einem Antriebs-Motor trennbar ist.

11. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Kupplungselement ein hydrodynamischer Wandler, eine hydraulische Kupplung, eine trockene Anfahrkupplung, eine nasse Anfahrkupplung, eine Magnetpulverkupplung oder eine Fliehkraftkupplung vorgesehen ist.

12. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Kraftflussrichtung hinter dem Getriebe ein externes Anfahr-element, insbesondere nach Anspruch 10 oder 11, anordbar ist, wobei die Antriebswelle (1) fest mit der Kurbelwelle des Motors verbunden ist.

13. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anfahren mittels eines Schaltelements (04) des Getriebes erfolgt, wobei die Antriebswelle (1) ständig mit der Kurbelwelle des Motors verbunden ist.

14. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen Motor und Getriebe ein Torsionsschwingungsdämpfer anordbar ist.

15. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf jeder Welle eine verschleißfreie Bremse anordbar ist.

16. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Antrieb von zusätzlichen Aggregaten auf jeder Welle ein Nebenabtrieb anordbar ist.

17. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Nebenabtrieb auf der Antriebswelle (1) oder der Abtriebswelle (2) anordbar ist.

18. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaltelemente als lastschaltende Kupplungen oder Bremsen ausgebildet sind.

19. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass Lamellenkupplungen, Bandbremsen und/oder Konuskupplungen einsetzbar sind.

20. Mehrstufengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Schaltelemente formschlüssige Bremsen und/oder Kupplungen vorgesehen sind.

21. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf jeder Welle als Generator und/oder als zusätzliche Antriebsmaschine eine elektrische Maschine anbringbar ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

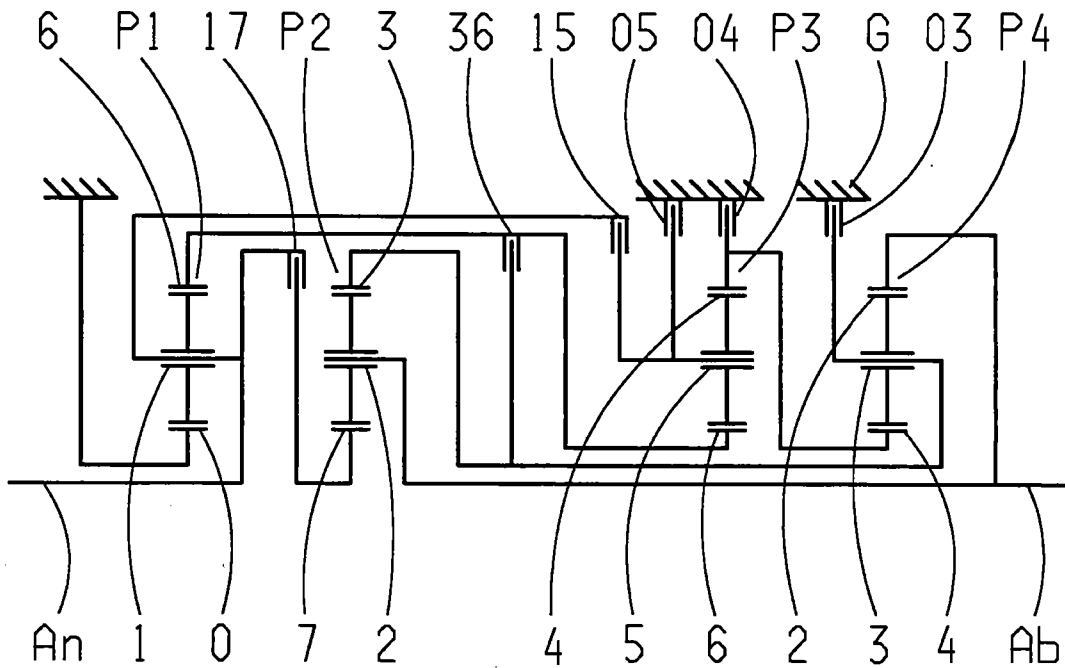


Fig. 1

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	R1.
i_G:	4,53	2,82	2,07	1,44	1,06	0,82	0,67	0,57	0,50	-3,83
phi:	8,99	1,61	1,36	1,44	1,36	1,29	1,23	1,17	1,13	-0,85
03				x				x		
04	x	x								x
05	x		x						x	
15					x		x			x
17		x	x	x	x	x				
36						x	x	x	x	

Fig. 2