



(10) **DE 10 2008 041 209 B4** 2018.08.23

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2008 041 209.0**
(22) Anmeldetag: **13.08.2008**
(43) Offenlegungstag: **18.02.2010**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **23.08.2018**

(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**

(72) Erfinder:
**Haupt, Josef, 88069 Tettngang, DE; Brehmer,
Martin, 78467 Konstanz, DE; Diosi, Gabor, 88045
Friedrichshafen, DE; Gumpoltsberger, Gerhard,
88045 Friedrichshafen, DE; Ziemer, Peter, 88069
Tettngang, DE; Tiesler, Peter, 88074 Meckenbeuren,
DE**

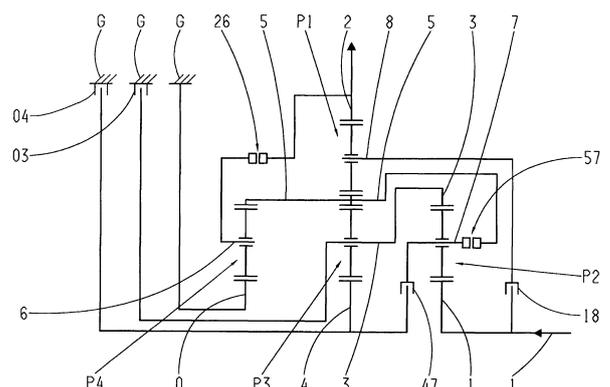
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	29 36 969	A1
DE	102 13 820	A1
DE	199 49 507	A1
DE	10 2005 010 210	A1
DE	10 2006 006 622	A1
DE	10 2006 006 637	A1
DE	10 2008 000 428	A1
JP	2006- 349 153	A

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

(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 mindestens acht drehbare Wellen (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) sowie sechs Schaltelemente (03, 04, 18, 26, 47, 57), umfassend Bremsen (03, 04) und Kupplungen (18, 26, 47, 57), deren selektives Eingreifen verschiedene Übersetzungsverhältnisse zwischen der Antriebswelle (1) und der Abtriebswelle (2) bewirkt, so dass zehn Vorwärtsgänge und zwei Rückwärtsgänge realisierbar sind, wobei das Sonnenrad des vierten Planetensatzes (P4) mittels eines Bauelementes (0) ständig mit dem Gehäuse (G) des Getriebes verbunden ist und der Steg des vierten Planetensatzes (P4) mit der sechsten Welle (6) verbunden ist, welche über eine erste Kupplung (26) mit der Abtriebswelle (2) lösbar verbindbar ist, welche mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes (P1) verbunden ist, wobei das Hohlrad des vierten Planetensatzes (P4) mit der fünften Welle (5) verbunden ist, welche mit dem Bauteil verbunden ist, welches das Hohlrad des dritten Planetensatzes (P3) mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes (P1) miteinander verbindet, wobei die fünfte Welle (5) über die zweite Kupplung (57) mit der siebten Welle (7) lösbar verbindbar ist, die mit dem Steg des zweiten Planetensatzes (P2) verbunden ist und über die dritte Kupplung (47) mit der vierten Welle ...



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] Derartige Automatgetriebe sind beispielsweise aus der DE 199 49 507 A1 der Anmelderin ein Mehrstufengetriebe bekannt, bei denen 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 Doppelplanetenzradsatz 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. Unter Verwendung von fünf Schaltelelementen werden hierbei sieben Vorwärtsgänge erzielt, unter Verwendung von sechs Schaltelelementen neun oder zehn Vorwärtsgänge.

[0004] Des weiteren ist aus der DE 102 13 820 A1 ein Mehrgangautomatikgetriebe mit acht Vorwärtsgängen und einen Rückwärtsgang bekannt, umfassend einen ersten Eingangspfad T1 eines ersten Übersetzungsverhältnisses; einen Eingangspfad T2, der ein größeres Übersetzungsverhältnis als dieser Eingangspfad T1 hat; einen Planetenzradsatz 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 Abtriebsselement, das mit dem dritten Element S3 gekoppelt ist.

[0005] 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.

[0006] Weitere Mehrstufengetriebe sind beispielsweise aus der DE 10 2005 010 210 A1 und der DE 10 2006 006 637 A1 der Anmelderin bekannt.

[0007] 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.

[0008] 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.

[0009] Hierbei bilden der erste und der zweite Planetensatz, die vorzugsweise als Minus-Planetensätze ausgebildet sind, einen schaltbaren Vorschaltzradsatz, wobei der dritte und der vierte Planetensatz einen Hauptradsatz bilden.

[0010] 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 Planetenzradsatzes 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.

[0011] 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 gemeinsamen Steg und gemeinsamen Hohlrad zusammengesetzt bzw. reduziert sein.

[0012] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Mehrstufengetriebe der eingangs genannten Art vorzuschlagen, welches mindestens zehn 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.

[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 einen Antrieb und einen Abtrieb aufweist, welche in einem Gehäuse angeordnet sind. Des weiteren sind vier vorzugsweise als Minus-Planetensätze ausgeführte 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 sechs Schaltelemente, umfassend Bremsen und Kupplungen, vorgesehen, deren selektives Eingreifen ver-

schiedene Übersetzungsverhältnisse zwischen dem Antrieb und dem Abtrieb bewirkt, so dass zehn Vorwärtsgänge und zwei Rückwärtsgänge realisierbar sind.

[0015] Ein einfacher Minus-Planetensatz umfasst bekanntlich ein Sonnenrad, ein Hohlrad und einen Steg, an dem Planetenräder verdrehbar 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 verdrehbar 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.

[0016] Gemäß der Erfindung ist das Sonnenrad des vierten Planetensatzes mittels einer Welle ständig drehfest mit einem Gehäuse des Getriebes verbunden, wobei der Steg des vierten Planetensatzes mit der sechsten Welle verbunden ist, die über eine erste Kupplung mit der Abtriebswelle lösbar verbindbar ist, die mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes verbunden ist.

[0017] Des weiteren ist das Hohlrad des vierten Planetensatzes mit der fünften Welle verbunden, die mit dem Bauteil verbunden ist, welches das Hohlrad des dritten Planetensatzes mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes miteinander verbindet, wobei die fünfte Welle über eine zweite Kupplung mit der siebten Welle lösbar verbindbar ist, die erfindungsgemäß mit dem Steg des zweiten Planetensatzes verbunden ist und über eine dritte Kupplung mit der vierten Welle lösbar verbindbar ist, die mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes verbunden und über eine erste Bremse an das Gehäuse des Getriebes ankoppelbar ist.

[0018] Hierbei ist der Steg des dritten Planetensatzes mit der dritten Welle verbunden, die über eine zweite Bremse an das Gehäuse des Getriebes ankoppelbar ist und mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes verbunden ist, wobei der Steg des ersten Planetensatzes mit der achten Welle verbunden ist, die über eine vierte Kupplung mit der mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes verbundenen Antriebswelle lösbar verbindbar ist.

[0019] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Mehrstufengetriebes ergeben sich insbesondere für Personenkraftwagen geeignete Übersetzungen sowie eine erhebliche Erhöhung der Gesamtpreisung des Mehrstufengetriebes, wodurch eine Ver-

besserung des Fahrkomforts und eine signifikante Verbrauchsabsenkung bewirkt werden.

[0020] 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 Anfahrteilen durchzuführen. Es ist auch denkbar, einen Anfahrvorgang mit einem im Getriebe integrierten Anfahrteil zu ermöglichen. Vorzugsweise eignet sich ein Schaltelement, welches im ersten Vorwärtsgang und im Rückwärtsgang betätigt wird.

[0021] Des weiteren ergibt sich bei dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe ein guter Wirkungsgrad in den Hauptfahrstufen bezüglich der Schlepp- und Verzahnungsverluste.

[0022] 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.

[0023] Außerdem ist das erfindungsgemäße Getriebe derart konzipiert, dass eine Anpassbarkeit an unterschiedliche Triebstrangausgestaltungen sowohl in Kraftflussrichtung als auch in räumlicher Hinsicht ermöglicht wird.

[0024] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Figuren beispielhaft näher erläutert. In diesen stellen dar

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

Fig. 2: Ein beispielhaftes Schaltschema für ein Mehrstufengetriebe gemäß **Fig. 1**;

Fig. 3: Ein Diagramm zur Veranschaulichung des der jeweiligen Übersetzung i eines Ganges entsprechenden Stufensprungs ϕ für das in **Fig. 1** gezeigte Getriebe; und

Fig. 4: Ein Diagramm zur Veranschaulichung des dem jeweiligen Gang entsprechenden Wirkungsgrades für das in **Fig. 1** gezeigte Getriebe.

[0025] 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 als Minus-Planetensätze ausgebildet.

[0026] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel, das sich insbesondere für eine Front-Quer-Bauweise eignet, sind der erste Planetensatz **P1** und der dritte Planetensatz **P3** axial betrachtet in der gleichen Radsatzebene angeordnet, wobei der erste Planetensatz **P1** radial betrachtet über dem dritten Planetensatz **P3** angeordnet ist, wodurch sich die insgesamt vier Planetensätze in vorteilhafter Weise räumlich axial betrachtet auf drei Radsatzebenen beschränken. Hierbei ist das Hohlrad des dritten Planetensatzes **P3** mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes **P1** verbunden. Axial betrachtet sind in diesem Fall die Planetensätze in der Reihenfolge **P4**, **P3/P1**, **P2** angeordnet.

[0027] Wie aus **Fig. 1** ersichtlich, sind sechs Schaltelemente, nämlich zwei Bremsen **03**, **04** und vier Kupplungen **18**, **26**, **47** und **57** vorgesehen. Die räumliche Anordnung der Schaltelemente kann beliebig sein und wird nur durch die Abmessungen und die äußere Formgebung begrenzt.

[0028] Mit diesen Schaltelementen ist ein selektives Schalten von zehn Vorwärtsgängen und zwei Rückwärtsgängen 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.

[0029] Erfindungsgemäß ist bei dem Mehrstufengetriebe gemäß **Fig. 1** vorgesehen, dass das Sonnenrad des vierten Planetensatzes **P4** mittels eines Bauelementes **0** ständig mit dem Gehäuse **G** des Getriebes verbunden ist und dass der Steg des vierten Planetensatzes **P4** mit der sechsten Welle **6** verbunden ist, welche über eine erste Kupplung **26** mit der Abtriebswelle **2** lösbar verbindbar ist, welche mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes **P1** verbunden ist.

[0030] Des weiteren ist das Hohlrad des vierten Planetensatzes mit der fünften Welle **5** verbunden, welche mit dem Bauteil verbunden ist, welches das Hohlrad des dritten Planetensatzes **P3** mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes **P1** miteinander verbindet, wobei die fünfte Welle **5** über die zweite Kupplung **57** mit der siebten Welle **7** lösbar verbindbar ist, welche mit dem Steg des zweiten Planetensatzes **P2** verbunden ist und über die dritte Kupplung **47** mit der vierten Welle **4** lösbar verbindbar ist, die mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes **P3** verbunden und über eine erste Bremse **04** an das Gehäuse **G** des Getriebes ankopplbar ist.

[0031] Gemäß der Erfindung ist der Steg des dritten Planetensatzes **P3** mit der dritten Welle **3** verbun-

den, die über eine erste Bremse **03** an ein Gehäuse **G** des Getriebes ankoppelbar ist und mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes **P2** verbunden ist, wobei der Steg des ersten Planetensatzes **P1** mit der achten Welle **8** verbunden ist, die über eine vierte Kupplung **18** mit der mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes **P2** verbundenen Antriebswelle **1** lösbar verbindbar ist.

[0032] Vorzugsweise ist die erste Kupplung **26** radial betrachtet oberhalb des vierten Planetensatzes **P4** angeordnet; die dritte Kupplung **47** ist axial betrachtet zwischen dem dritten Planetensatz **P3** und dem zweiten Planetensatz **P2** angeordnet. Des Weiteren sind die Bremsen **03** und **04** vorzugsweise axial betrachtet in der Reihenfolge erste Bremse **04**, zweite Bremse **03** nebeneinander angeordnet. Vorzugsweise sind die vierte und die zweite Kupplung **18**, **57** auf der Seite des zweiten Planetensatzes **P2** angeordnet, die dem radial übereinanderliegenden Planetensätzen **P3/P1** gegenüberliegt.

[0033] In **Fig. 2** 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 10,106 die Spreizung des Getriebes darstellt.

[0034] Typische Werte für die Standübersetzungen der Planetensätze **P1**, **P2**, **P3** und **P4** sind jeweils -1,50, -1,70, -2,10 und -1,50. Aus **Fig. 2** 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. Des Weiteren können mit dem in **Fig. 1** gezeigten Getriebe insgesamt neun Vorwärts-Gänge und ein Rückwärts-Gang realisiert werden.

[0035] Die erste Kupplung **26** und/oder die zweite Kupplung **57** sind vorzugsweise als Klauenschaltelemente ausgeführt. Dadurch werden die Schleppmomente des Getriebes, die aufgrund des geringen Abstandes zwischen den Reibflächen eines Reibschaltelementes im offenen Zustand und des darin enthaltenen Öls bzw. Luft-Öl-Gemisches entstehen, reduziert. Die übrigen Kupplungen **18**, **47** und die Bremsen **03**, **04** sind vorzugsweise als Reibschaltelemente bzw. Lamellenschaltelemente ausgeführt.

[0036] Der erste Vorwärts-Gang ergibt sich durch Schließen der ersten und zweiten Kupplung **26**, **57** und der zweiten Bremse **03**, der zweite Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten Bremse **04** und der ersten und zweiten Kupplung **26**, **57**, der drit-

te Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten, dritten und zweiten Kupplung **26**, **47**, **57**, der vierte Vorwärts-Gang durch Schließen der vierten, ersten und zweiten Kupplung **18**, **26**, **57**, der fünfte Vorwärts-Gang durch Schließen der vierten, dritten und zweiten Kupplung **18**, **47**, **57**, der sechste Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten Bremse **04** und der vierten und zweiten Kupplung **18**, **57**, der siebte Vorwärts-Gang durch Schließen der zweiten Bremse **03** und der vierten und zweiten Kupplung **18**, **57**, der achte Vorwärts-Gang durch Schließen beider Bremsen **03**, **04** und der vierten Kupplung **18**, der neunte Vorwärts-Gang durch Schließen der zweiten Bremse **03** und der vierten und dritten Kupplung **18**, **47** und der zehnte Vorwärts-Gang ergibt sich durch Schließen der ersten Bremse **04** und der vierten und dritten Kupplung **18**, **47**, wobei sich der erste Rückwärts-gang durch Schließen der zweiten Bremse **03** und der ersten und dritten Kupplung **26**, **47** und der zweite Rückwärts-gang durch Schließen der ersten Bremse **04** und der ersten und dritten Kupplung **26**, **47** ergibt.

[0037] Dadurch, dass im ersten Vorwärtsgang und im ersten Rückwärtsgang die zweite Bremse **03** und die erste Kupplung **26** geschlossen sind, können diese Schaltelemente (als Reibschaltelemente bzw. Lamellenschaltelemente ausgeführt) als Anfahr-elemente eingesetzt werden.

[0038] Gemäß der Erfindung können sich auch bei gleichem Getriebeschema je nach Schaltlogik unterschiedliche Gangsprünge ergeben, so dass eine anwendungs- bzw. fahrzeugspezifische Variation ermöglicht wird.

[0039] Ein Diagramm zur Veranschaulichung des der jeweiligen Übersetzung i eines Ganges entsprechenden Stufensprungs ϕ_i für das in **Fig. 1** gezeigte Getriebe entsprechend den in **Fig. 2** gezeigten Werten ist Gegenstand der **Fig. 3**.

[0040] Des Weiteren wird der Zusammenhang zwischen dem Wirkungsgrad η und dem jeweiligen Gang eines erfindungsgemäßen Getriebes gemäß **Fig. 1** anhand **Fig. 4** veranschaulicht.

[0041] 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.

[0042] Auf der Antriebsseite oder auf der Abtriebsseite können erfindungsgemäß ein Achsdifferential und/oder ein Verteilerdifferential angeordnet werden.

[0043] Im Rahmen einer vorteilhaften Weiterbildung kann die Antriebswelle **1** durch ein Kupplungselement von einem Antriebs-Motor nach Bedarf getrennt werden, wobei als Kupplungselement ein hydrody-

namischer 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.

[0044] Das erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe ermöglicht außerdem die Anordnung eines Torsionschwingungsdämpfers zwischen Motor und Getriebe.

[0045] 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.

[0046] 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.

[0047] 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	Bauelement
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
03	zweite Bremse
04	erste Bremse
18	vierte Kupplung
26	erste Kupplung
47	dritte Kupplung

57	zweite Kupplung
P1	erster Planetensatz
P2	zweiter Planetensatz
P3	dritter Planetensatz
P4	vierter Planetensatz
i	Übersetzung
phi	Stufensprung
G	Gehäuse
eta	Wirkungsgrad

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 mindestens acht drehbare Wellen (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) sowie sechs Schaltelemente (03, 04, 18, 26, 47, 57), umfassend Bremsen (03, 04) und Kupplungen (18, 26, 47, 57), deren selektives Eingreifen verschiedene Übersetzungsverhältnisse zwischen der Antriebswelle (1) und der Abtriebswelle (2) bewirkt, so dass zehn Vorwärtsgänge und zwei Rückwärtsgänge realisierbar sind, wobei das Sonnenrad des vierten Planetensatzes (P4) mittels eines Bauelementes (0) ständig mit dem Gehäuse (G) des Getriebes verbunden ist und der Steg des vierten Planetensatzes (P4) mit der sechsten Welle (6) verbunden ist, welche über eine erste Kupplung (26) mit der Abtriebswelle (2) lösbar verbindbar ist, welche mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes (P1) verbunden ist, wobei das Hohlrad des vierten Planetensatzes (P4) mit der fünften Welle (5) verbunden ist, welche mit dem Bauteil verbunden ist, welches das Hohlrad des dritten Planetensatzes (P3) mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes (P1) miteinander verbindet, wobei die fünfte Welle (5) über die zweite Kupplung (57) mit der siebten Welle (7) lösbar verbindbar ist, die mit dem Steg des zweiten Planetensatzes (P2) verbunden ist und über die dritte Kupplung (47) mit der vierten Welle (4) lösbar verbindbar ist, die mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes (P3) verbunden und über eine erste Bremse (04) an das Gehäuse (G) des Getriebes ankoppelbar ist, wobei der Steg des dritten Planetensatzes (P3) mit der dritten Welle (3) verbunden ist, die über eine zweite Bremse (03) an das Gehäuse (G) des Getriebes ankoppelbar und mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes (P2) verbunden ist, wobei der Steg des ersten Planetensatzes (P1) mit der achten Welle (8) verbunden ist, die über eine vierte Kupplung (18) mit der mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes (P2) verbundenen Antriebswelle (1) lösbar verbindbar ist.

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

3. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Planetensatz (P1) und der dritte Planetensatz (P3) axial betrachtet in der gleichen Radsatzebene angeordnet sind, wobei der erste Planetensatz (P1) radial betrachtet über dem dritten Planetensatz (P3) angeordnet ist, wodurch sich die insgesamt vier Planetensätze (P1, P2, P3, P4) räumlich axial betrachtet auf drei Radsatzebenen beschränken.

4. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Kupplung (26) radial betrachtet oberhalb des vierten Planetensatzes (P4) angeordnet ist..

5. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die dritte Kupplung (47) axial betrachtet zwischen dem dritten Planetensatz (P3) und dem zweiten Planetensatz (P2) angeordnet ist

6. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass beide Bremsen (03, 04) axial betrachtet nebeneinander angeordnet sind.

7. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vierte und zweite Kupplung (18, 57) auf der Seite des zweiten Planetensatzes (P2) angeordnet sind, die den radial übereinanderliegenden Planetensätzen (P3/P1) gegenüberliegt.

8. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Kupplung (26) und/oder die zweite Kupplung (57) als Klauenschaltelemente ausgeführt sind, wobei die übrigen Kupplungen (18, 47) und beide Bremsen (03, 04) als Reibschaltelemente ausgeführt sind.

9. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der erste Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten und zweiten Kupplung (26, 57) und der zweiten Bremse (03), der zweite Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten Bremse (04) und der ersten und zweiten Kupplung (26, 57), der dritte Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten, dritten und zweiten Kupplung (26, 47, 57), der vierte Vorwärts-Gang durch Schließen der vierten, ersten und zweiten Kupplung (18, 26, 57), der fünfte Vorwärts-Gang durch Schließen der vierten, dritten und zweiten Kupplung (18, 47, 57), der sechste Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten Bremse (04) und der vierten und zweiten Kupplung (18, 57), der siebte

Vorwärts-Gang durch Schließen der zweiten Bremse (03) und der vierten und zweiten Kupplung (18, 57), der achte Vorwärts-Gang durch Schließen beider Bremsen (03, 04) und der vierten Kupplung (18), der neunte Vorwärts-Gang durch Schließen der zweiten Bremse (03) und der vierten und dritten Kupplung (18, 47) und der zehnte Vorwärts-Gang durch Schließen der ersten Bremse (04) und der vierten und dritten Kupplung (18, 47) ergibt, wobei sich der erste Rückwärtsgang durch Schließen der zweiten Bremse (03) und der ersten und dritten Kupplung (26, 47) und der zweite Rückwärtsgang durch Schließen der ersten Bremse (04) und der ersten und dritten Kupplung (26, 47) ergibt.

10. Mehrstufengetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anfahren mittels der zweiten Bremse (03) oder der ersten Kupplung (26) des Getriebes erfolgt.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Gang (gear)	geschlossene Schaltelemente (engaged shifting elements)						i	phi
	03	04	18	26	47	57		
1.	x			x		x	4,500	1,744
2.		x		x		x	2,581	1,548
3.				x	x	x	1,667	1,316
4.			x	x		x	1,267	1,267
5.			x		x	x	1,000	1,236
6.		x	x			x	0,809	1,149
7.	x		x			x	0,704	1,174
8.	x	x	x				0,600	1,070
9.	x		x		x		0,560	1,259
10.		x	x		x		0,445	10,106
R2.		x		x	x		-1,919	-0,426
R1.	x			x	x		-9,452	-2,100

Fig. 2

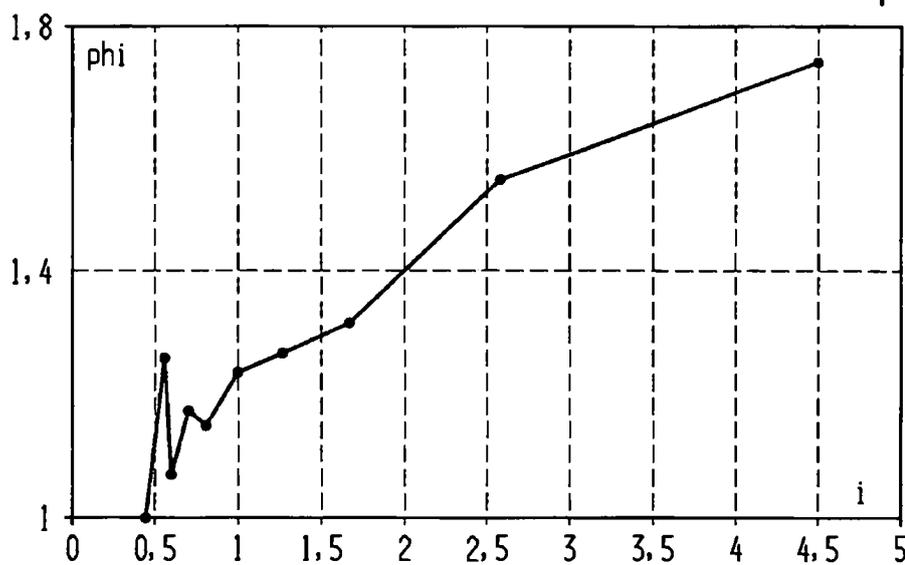


Fig. 3

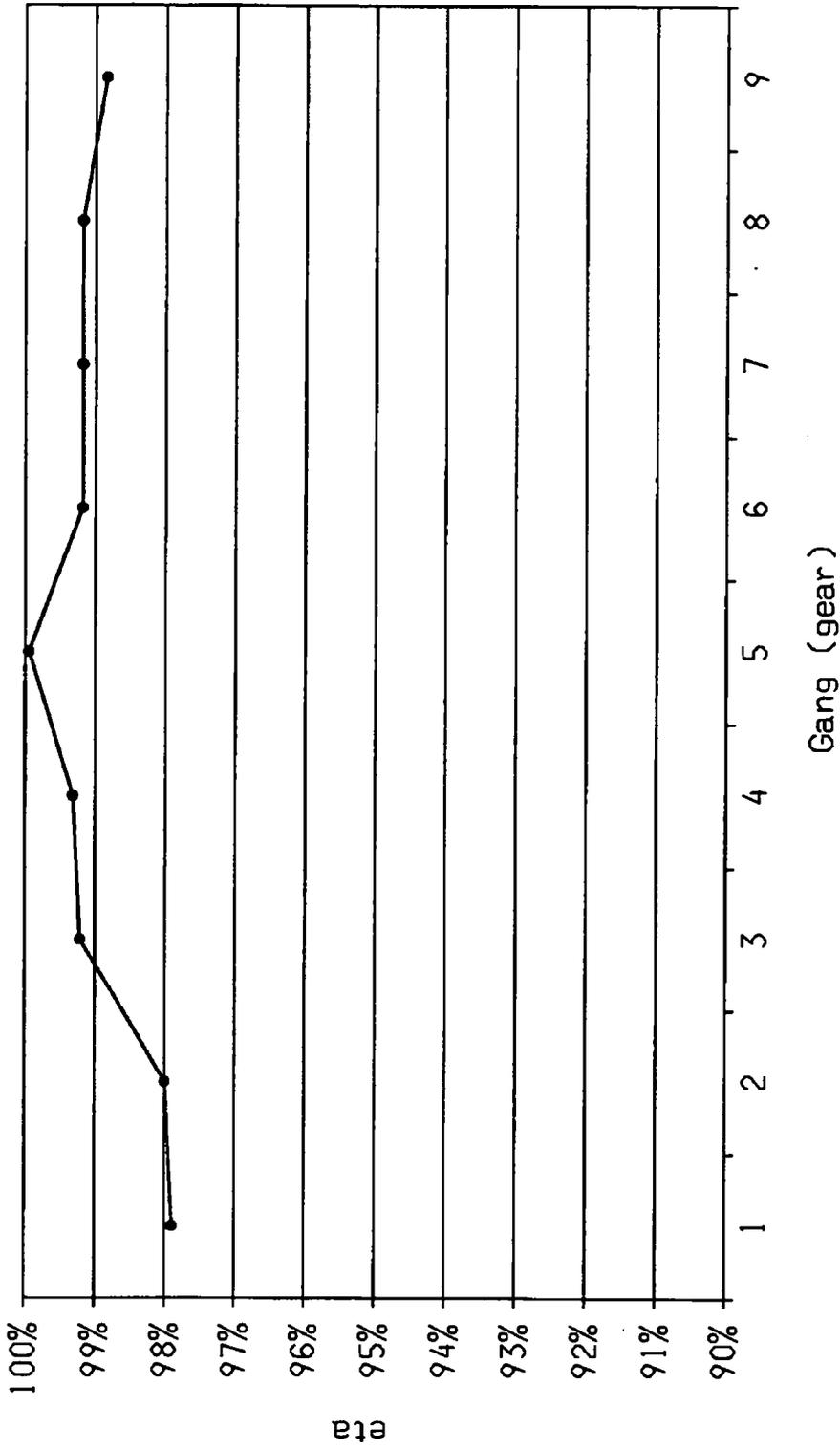


Fig. 4