

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. Oktober 2002 (10.10.2002)

PCT

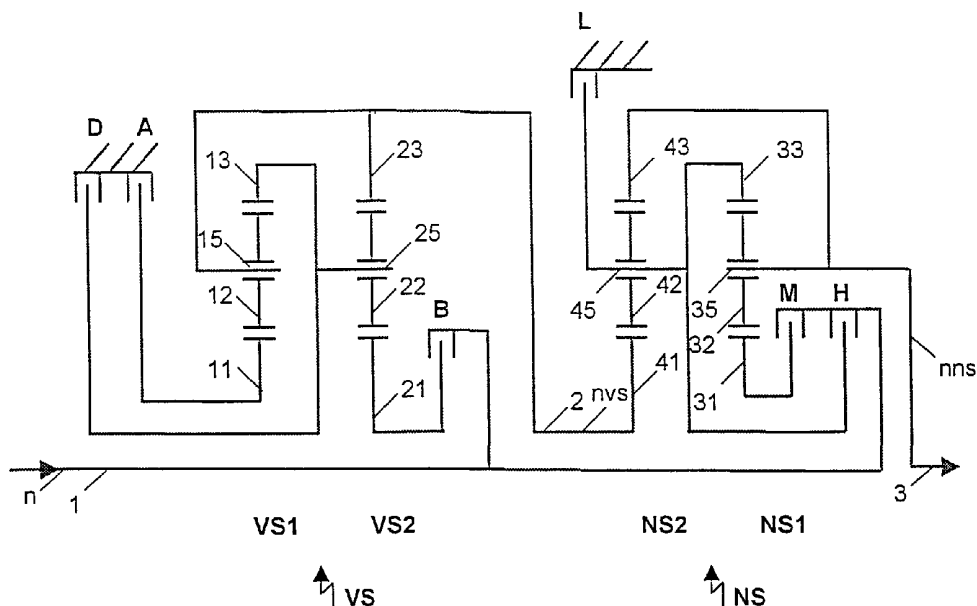
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/079669 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: F16H 3/66 (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ZIEMER, Peter
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/03433 [DE/DE]; Rudolf-Gnädiger-Weg 7, 88069 Tettnang (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 27. März 2002 (27.03.2002) (74) Gemeinsamer Vertreter: ZF FRIEDRICHSHAFEN AG; 88038 Freidrichshafen (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): BR, CN, JP, US.
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
(30) Angaben zur Priorität: 101 15 995.1 30. März 2001 (30.03.2001) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ZF FRIEDRICHSHAFEN AG [DE/DE]; 88038 Freidrichshafen (DE).
Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MULTISTEP REDUCTION GEAR

(54) Bezeichnung: MEHRSTUFENGETRIEBE



(57) Abstract: The invention relates to a multistep reduction gear comprising a drive shaft (1) which is connected to a front-mounted group (VS), an output shaft (3) which is connected to a rear-mounted group (NS), switch elements (A, B, C, D, E) acting on the front-mounted group (VS) and switch elements (M, H, L) acting on the rear-mounted group (NS). By selectively switching said switch elements (A, B, C, D, E and M, H, L), an input speed (n) of the drive shaft (1) is transferred to the output shaft (3) for passing at least seven forward gears, in such a way that in order to change to the next highest or next lowest gear by means of the switch elements which have just been actuated, respectively only one switching element is disconnected and a further switch element is connected.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 02/079669 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Mehrstufengetriebe mit einer Antriebswelle (1), die mit einem Vorschaltsatz (VS) verbunden ist, mit einer Abtriebswelle (3), die mit einem Nachschaltsatz (NS) verbunden ist, mit auf den Vorschaltsatz (VS) wirkenden Schaltelementen (a, B, C, D, E) und mit auf den Nachschaltsatz (NS) wirkenden Schaltelementen (M, H, L). Durch selektives Schalten der Schaltelemente (A, B, C, D, E und M, H, L) wird eine Eingangsdrehzahl (n) der Antriebswelle (1) zur Schaltung von mindestens sieben Vorwärtsgängen derart auf die Abtriebswelle (3) übertragen, daß zum Umschalten von einem Gang in den nächstfolgend höheren oder nächstfolgend niedrigeren Gang von den gerade betätigten Schaltelementen jeweils nur ein Schaltelement abgeschaltet und ein weiteres Schaltelement zugeschaltet wird.

Mehrstufengetriebe

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mehrstufengetriebe nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

5

In der älteren Deutschen Patentanmeldung P 199 49 507.4 der Anmelderin werden mehrere Getriebeschemata für ein automatisches Mehrstufengetriebe mit verschiedenen Kombinationen gekoppelter Planetenradsätze beschrieben. Durch geeignete Anbindung einer nichtschaltparen Vorschalt-radsatzkombination an eine schaltbare Nachschalt-radsatzkombination können jeweils mindestens sieben Vorwärtsgänge ohne Gruppenschaltung geschaltet werden. Die Anzahl der schaltbaren Vorwärtsgänge ist dabei mindestens um zwei größer als die Anzahl der Schaltelemente.

10
15

Die DE-P 199 49 507.4 schlägt dabei vor, die schaltbare Nachschalt-radsatzkombination als Zweisteg-Vierwellen-Getriebe mit zwei schaltbaren Nachschalt-Planetensatzkombinationen auszubilden. Unter Zweisteg-Vierwellen-Getriebe ist hierbei eine Anordnung von zwei einzelnen mechanisch gekoppelten Einsteg-Planetensatzkombinationen zu verstehen, bei denen die gekoppelte Einheit infolge einer zweifachen Bauteilbindung vier sogenannte „freie Wellen“ aufweist, wobei eine „Welle“ ein Sonnenrad, ein Hohlrad oder auch ein Steg eines Planetensatzes sein kann.

20

25

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, ausgehend vom genannten Stand der Technik ein Mehrstufengetriebe mit wenigstens sieben ohne Gruppenschaltung schaltbaren Vorwärtsgängen hinsichtlich vergleichsweise geringerem Bauaufwand weiterzuentwickeln, bei unverändert günstiger Gangstufung und großer Spreizung.

30

Diese Aufgabe wird durch ein die Merkmale des Hauptanspruchs 1 bzw. des Nebenanspruchs 23 aufweisendes Mehrstufengetriebe gelöst.

5

Ausgehend vom Stand der Technik der DE-P 199 49 507.4, weist das Mehrstufengetriebe einen mit der Antriebswelle des Getriebes verbundenen Vorschaltsatz und einen mit der Abtriebswelle des Getriebes verbundenen Nachschaltsatz auf.

10

In einer ersten erfindungsgemäßen Lösung der Aufgabe sind dabei sowohl der Vorschaltsatz als auch der Nachschaltsatz jeweils als gekoppelte, schaltbare Planetenradsätze ausgebildet und über eine Verbindungswelle miteinander verbunden.

15

In einer zweiten erfindungsgemäßen Lösung der Aufgabe wird der Vorschaltsatz aus zwei voneinander unabhängigen Vorschalt-Planetensätzen gebildet, von denen mindestens einer schaltbar ist, während der Nachschaltsatz aus gekoppelten, schaltbaren Planetensätzen gebildet wird. Unter „unabhängig“ ist dabei zu verstehen, daß aus jedem der beiden Vorschalt-Planetensätze je eine Drehzahl erzeugt wird, die nicht durch eine Wirkverbindung zwischen beiden Vorschalt-Planetensätzen beeinflußt wird. Die Ausgangsdrehzahl des Vorschaltsatzes wird hier also entweder durch den ersten oder durch den zweiten Vorschalt-Planetensatz erzeugt, nicht jedoch durch beide gleichzeitig.

20

25

30

Der schaltbare Nachschaltsatz ist immer über mindestens ein Schaltelement mit der Antriebswelle des Getriebes verbindbar und immer fest mit der Verbindungswelle - also dem Ausgang des schaltbaren Vorschaltsatzes - verbunden.

Erfindungsgemäß wird durch selektives Schalten der auf den schaltbaren Vorschaltsatz wirkenden Schaltelemente am Ausgang des Vorschaltsatzes eine bestimmte Drehzahl erzeugt, mit der die Verbindungswelle rotiert.

In jedem geschalteten Gang sind mindestens zwei Schaltelemente geschaltet. Beim Umschalten von einem Gang in den nächsten wird dabei lediglich ein Schaltelement abgeschaltet und ein weiteres Schaltelement zugeschaltet, wodurch schaltqualitätskritische Gruppenschaltungen, bei denen mehrere Schaltelemente gleichzeitig zu- bzw. abgeschaltet werden müssen, vermieden werden.

Aus den Unteransprüchen gehen bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung hervor, bei denen mit einer möglichst kleinen Anzahl von Schaltelementen und Planetenradsätzen möglichst viele Gänge schaltbar und die Mehrstufengetriebe entsprechend kostengünstig herstellbar sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsformen eines Mehrstufengetriebes beispielhaft erläutert. Es zeigen:

- Figuren 1A und 1B eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit neun Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;
- Figuren 2A und 2B eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit neun Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;
- Figuren 3A und 3B eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit neun Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;

- Figuren 4A und 4B eine vierte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit elf Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;
- Figuren 5A und 5B eine fünfte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit elf Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;
- Figuren 6A und 6B eine sechste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit fünfzehn Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;
- Figuren 7A und 7B eine siebte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit neun Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;
- Figuren 7C und 7D eine Weiterbildung der siebten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes;
- Figuren 8A und 8B eine achte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit neun Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;
- Figuren 9A und 9B eine neunte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit neun Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;
- Figuren 10A und 10B eine zehnte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit elf Vorwärtsgängen und drei Rückwärtsgängen;
- Figuren 11A und 11B eine elfte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit elf Vorwärtsgängen und drei Rückwärtsgängen;
- Figuren 12A und 12B eine zwölfte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit sieben Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang (gemäß der zweiten erfindungsgemäßen Lösung);
- Figuren 13A und 13B eine dreizehnte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit siebzehn Vorwärtsgängen, ohne Rückwärtsgang;

- Figuren 14A und 14B eine vierzehnte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit siebzehn Vorwärtsgängen, ohne Rückwärtsgang;
- Figuren 15A und 15B eine fünfzehnte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit vierundzwanzig Vorwärtsgängen, ohne Rückwärtsgang;
- Figuren 16A und 16B eine sechzehnte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit sechsundzwanzig Vorwärtsgängen, ohne Rückwärtsgang;
- Figuren 17A und 17B eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen zweiten Nachschaltsatzes;
- Figuren 17C und 17D eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen zweiten Nachschaltsatzes;
- Figuren 17E und 17F eine siebzehnte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit fünfunddreißig Vorwärtsgängen, ohne Rückwärtsgang.

In den Figuren sind entsprechend der jeweiligen Ausführungsform des Mehrstufengetriebes das Getriebeschema (Figuren-Index A bzw. C bzw. E) sowie die Schaltlogik mit zugehörigen beispielhaften Übersetzungen der einzelnen Gänge, Gangstufung, Getriebespreizung und Standübersetzungen der einzelnen Planetenradsätze (Figuren-Index B bzw. D bzw. F) dargestellt.

Um gegenüber der DE-P P 199 49 507.4 vergleichsweise kostengünstig herstellbare Mehrstufengetriebe mit mindestens sieben Vorwärtsgängen zu schaffen, wird die Vorschaltzradsatzkombination an der Antriebswelle der Getriebes schaltbar ausgeführt. Durch diese Anordnung wird in Abhängigkeit der betätigten Schaltelemente eine weitere Drehzahl erzeugt, die zusätzlich zu der über die Antriebswelle eingeleitete Eingangsdrehzahl auf die ebenfalls schaltbar aus-

geführte Nachschaltsatzkombination an der Abtriebswelle des Getriebes wirkt. Der Vorschaltsatz kann entsprechend der Betätigungslogik der Schaltelemente wahlweise auch verblockt oder festgesetzt werden.

5

Im eingangs beschriebenen bekannten Mehrstufengetriebe werden durch einen mit der Antriebswelle verbundenen Vorschaltsatz zwei zusätzliche Drehzahlen erzeugt, die zusammen mit der Antriebsdrehzahl auf den Nachschaltsatz wirken. Im Gegensatz zur vorliegenden Erfindung werden diese beiden Drehzahlen durch die Anordnung von zwei nicht schaltbaren Vorschalt-Planetenradsätzen erzeugt.

10

Durch Betätigen der Schaltelemente werden bei der vorliegenden Erfindung also die Ausgangsdrehzahl der Vorschalttradsatzkombination und die Eingangsdrehzahl des Getriebes entsprechend dem geschalteten Kraftfluß auf die Abtriebswelle übertragen. Durch die besondere Anordnung der Schaltelemente und Planetenradsätze lassen sich verschiedene, im folgenden detailliert beschriebene Mehrstufengetriebe mit mindestens sieben Vorwärtsgängen konzipieren, insbesondere für Personenkraftwagen, Busse und Lastkraftwagen. Für den Einsatz in Motorrädern und Fahrrädern können Vielganggetriebe ohne Rückwärtsgang dargestellt werden.

15

20

25

In allen Figuren ist mit 1 eine Antriebswelle des Getriebes und mit 3 eine Abtriebswelle des Mehrstufengetriebes bezeichnet. Das Mehrstufengetriebe weist stets einen schaltbaren Vorschaltsatz VS und einen mit diesem über eine Verbindungswelle 2 verbundenen schaltbaren Nachschaltsatz NS auf. Die Antriebswelle 1 rotiert mit einer Eingangsdrehzahl n . Wenn zwei Schaltelemente des Vorschaltsatzes VS gemäß der Schaltlogik des Getriebes geschaltet,

30

d.h. geschlossen sind, rotiert die Verbindungswelle 2 mit einer Ausgangsdrehzahl nvs des Vorschaltatzes VS. Die Abtriebswelle 3 rotiert mit einer Ausgangsdrehzahl nns des Nachschaltatzes NS. VS1, VS2, Vsa und VSb bezeichnen einen je nach Ausführungsform vorhandenen ersten, zweiten, dritten und vierten Vorschalt-Planetenradsatz. NS1, NS2, NS3 und NS4 bezeichnen einen je nach Ausführungsform vorhandenen ersten, zweiten, dritten und vierten Nachschalt-Planetenradsatz. Je nach Ausführungsform sind bis zu fünf auf den Vorschaltatz VS wirkende Schaltelemente (Kupplungen oder Bremsen) A, B, C, D und E vorgesehen, sowie bis zu fünf auf den Nachschaltatz NS wirkende Schaltelemente (Kupplungen oder Bremsen) M, H, L, M' und H'.

Im folgenden werden anhand der Figuren 1A und 1B bis 6A und 6B beispielhaft sechs erfindungsgemäße Mehrstufengetriebevarianten erläutert, die durch vier Schaltelemente A, B, C, D (Figuren 1A, 1B und 3A, 3B) bzw. vier Schaltelemente A, B, D, E (Figuren 2A, 2B) bzw. fünf Schaltelemente A, B, C, D, E (Figuren 4A, 4B bis 6A, 6B) im Vorschaltatz VS und zwei Schaltelemente M, H im Nachschaltatz NS schaltbar sind.

Der Vorschaltatz VS ist dabei als ein schaltbares Zweisteg-Vierwellen-Getriebe mit zwei gekoppelten Vorschalt-Planetenradsätzen VS1 und VS2 ausgebildet, wobei mindestens eine freie Welle dieses Zweisteg-Vierwellen-Getriebes über eines der Schaltelemente A, B, C, D oder E mit der Antriebswelle 1 verbindbar ist und mindestens eine freie Welle dieses Zweisteg-Vierwellen-Getriebes über ein weiteres der Schaltelemente A bis E festgesetzt werden kann. Die - je nach betätigten Schaltelementen - am Ausgang des Vorschaltatzes VS erzeugte Drehzahl nvs wird über

die Verbindungswelle 2 starr auf den Nachschaltsatz NS übertragen. Die Drehzahl n_{vs} kann auch null sein, d.h. der Vorschaltsatz gegen das Getriebegehäuse verblockt sein. Ebenso kann die Drehzahl n_{vs} auch gleich der Eingangsdrehzahl n der Antriebswelle 1 sein, d.h. der Vorschaltsatz VS kann auch als Block umlaufen.

Nicht gekoppelt sind im Vorschaltsatz VS jeweils ein mit dem ersten Schaltelement A verbundenes Zentralrad des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes VS1, ein mit dem zweiten und dritten Schaltelement B und C verbundenes Zentralrad des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2, sowie ein mit dem vierten Schaltelement D und/oder fünften Schaltelement E verbundener Steg des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 und die Verbindungswelle 2 zwischen Vorschalt- und Nachschaltsatz. Hierbei ist ein Zentralrad definiert als Sonnenrad oder Hohlrad.

Bei dem schaltbaren Nachschaltsatz NS handelt es sich ebenfalls um ein schaltbares Zweisteg-Vierwellen-Getriebe, das die gekoppelten Nachschalt-Planetenradsätze NS1 und NS2 und die Schaltelemente M und H umfaßt. Hierbei ist der Nachschaltsatz NS über sein erstes Schaltelement M mit dem Getriebegehäuse und über sein zweites Schaltelement H mit der Antriebswelle 1 verbindbar.

Nicht gekoppelt sind im Nachschaltsatz NS jeweils ein mit dem als Bremse ausgebildeten Schaltelement M verbundenes Zentralrad des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 und ein mit der Verbindungswelle 2 verbundenes Zentralrad des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2, sowie eine mit dem Schaltelement H verbundene Welle des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 und die Abtriebswelle 3. Unter

Zentralrad ist hier wieder entweder ein Sonnenrad oder ein Hohlrad des entsprechenden Planetenradsatzes zu verstehen.

Bei den ersten sechs erfindungsgemäßen Ausführungsformen des Mehrstufengetriebes gemäß der Figuren 1 bis 6 werden die Gängen stets über Vor- und Nachschaltsatz gebildet, es sind jeweils zwei Schaltelemente im Vorschaltsatz VS und ein Schaltelement im Nachschaltsatz NS geschlossen.

Für die Drehzahlen an den Wellen und Schaltelementen gilt bei der ersten erfindungsgemäßen Lösung der Aufgabe und speziell bei der ersten bis sechsten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes gemäß Figuren 1 bis 6 folgendes:

1. Die Drehzahl an der Antriebswelle 1 und an den Schaltelementen E und H ist gleich (Eingangsdrehzahl n);
2. die Drehzahl am geschalteten Schaltelement A liegt im Bereich zwischen größer/gleich null bis kleiner/gleich der Eingangsdrehzahl n der Antriebswelle 1;
3. die Drehzahl am geschalteten Schaltelement D ist größer/gleich null und kleiner als die Eingangsdrehzahl n der Antriebswelle 1;
4. die Drehzahl an dem mit der Verbindungswelle 2 verbundenen Zentralrad des zweiten Nachschalt-Planetensatzes NS2 ist bei geschalteten Schaltelementen H und M gleich/größer als eine der durch den Vorschaltsatz VS erzeugten Drehzahlen n_{vs} ;
5. die Drehzahl an der Welle, welche die Schaltelemente B und/oder C mit einem Zentralrad des zweiten Vorschalt-Planetensatzes VS2 verbindet, ist bei geschalteten Schaltelementen A und D kleiner/gleich als die bei betätigtem Schaltelement B bzw. C erzeugte Drehzahl;

6. die Drehzahl an der Welle, welche die Schaltelemente B und/oder C mit dem Zentralrad des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 verbindet, ist bei geschalteten Schaltelementen A und E größer/gleich als die bei betätigtem Schaltelement B bzw. C erzeugte Drehzahl; und
7. die Drehzahl am geschalteten Schaltelement M ist gleich null.

Die mechanischen Koppelungen der Vorschalt-Planetenradsatz-Komponenten miteinander sind bei der ersten, vierten und sechsten Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes jeweils identisch, ebenso die mechanischen Koppelungen der Nachschalt-Planetenradsatz-Komponenten. Die zweite und dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes sind aus der ersten Ausführungsform abgeleitet, jeweils mit anderer Koppelung innerhalb des Vorschaltsatzes VS und des Nachschaltsatzes NS. Die fünfte Ausbildungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes ist aus der vierten Ausbildungsform abgeleitet, ebenfalls mit einer anderen Koppelung innerhalb des Nachschaltsatzes NS. Selbstverständlich sind in anderen Weiterbildungen auch noch andere mechanische Koppelungen der Planetenradsatzkomponenten möglich.

Die Figuren 1A und 1B zeigen nun beispielhaft eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes, mit neun Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang. Wie in Figur 1A dargestellt, weist diese erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes zwei zu einem Zweisteg-Vierwellen-Getriebe gekoppelte, schaltbare Vorschalt-Planetenradsätze VS1 und VS2 und zwei ebenfalls zu einem Zweisteg-Vierwellen-Getriebe gekoppelte, schaltbare Nachschalt-Planetenradsätze NS1 und NS2 auf. Der erste

schaltbare Vorschalt-Planetenradsatz VS1 umfaßt ein Sonnenrad 11, einen Steg 15 mit Planetenrädern 12 und ein Hohlrad 13. Analog zu dieser Nomenklatur sind mit 21, 31 und 41 jeweils Sonnenräder, mit 25, 35 und 45 jeweils Stege mit Planetenrädern 22, 32 und 42, sowie mit 23, 33 und 43 jeweils Hohlräder des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2, ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 und zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 bezeichnet.

10 Die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) ist über eine erste Kupplung A des Vorschaltsatzes VS mit dem Sonnenrad 11 und über eine zweite Kupplung B des Vorschaltsatzes VS mit dem Sonnenrad 21 und über eine zweite Kupplung H des Nachschaltsatzes NS mit dem Steg 45 der Planetenräder 42 verbindbar. Das Sonnenrad 21 ist über ein als Bremse ausgebildetes drittes Schaltelement C des Vorschaltsatzes VS festsetzbar. Der Steg 25 mit den Planetenrädern 22 ist mit dem Hohlrad 13 verbunden und über ein als Bremse ausgebildetes viertes Schaltelement D des Vorschaltsatzes VS festsetzbar. Weiterhin ist das Hohlrad 23 mit dem Steg 15 der Planetenräder 12 und über die Verbindungswelle 2 (Drehzahl n_{vs}) mit dem Sonnenrad 41 verbunden. Das Sonnenrad 31 ist über ein als Bremse ausgebildetes erstes Schaltelement M des Nachschaltsatzes NS festsetzbar. Der Steg 45 mit den Planetenrädern 42 ist mit dem Hohlrad 33 verbunden, und der Steg 35 mit den Planetenrädern 32 ist mit dem Hohlrad 43 und mit der Abtriebswelle 3 (Drehzahl n_{ns}) verbunden.

30 Durch selektives Schalten der insgesamt sechs Schaltelemente A, B, C, D, M und H können gemäß der in Figur 1B dargestellten Schaltlogik insgesamt neun Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang R geschaltet werden.

Gegenüber vergleichbarer Getriebekonstruktionen gemäß dem genannten Stand der Technik weist das erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe in vorteilhafter Weise insgesamt drei Bremsen auf. Insbesondere hinsichtlich der Druckölauführung zur Betätigung der Schaltelemente ergibt sich somit eine deutlich einfachere konstruktive Gestaltung.

Die Figuren 2A und 2B zeigen beispielhaft eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes, mit neun Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang. Im Vorschaltsatz VS sind zwei schaltbare, gekoppelte Vorschalt-Planetenradsätze VS1 und VS2 sowie vier Schaltelemente A, B, D und E vorgesehen, im Nachschaltsatz NS zwei schaltbare, gekoppelte Nachschalt-Planetenradsätze NS1 und NS2 sowie zwei Schaltelemente M und H.

Der erste schaltbare Vorschalt-Planetenradsatz VS1 umfaßt dabei ein Sonnenrad 11, einen Steg 15 mit Planetenrädern 12 und ein Hohlrad 13. Analog zu dieser Nomenklatur sind mit 21, 31 und 41 jeweils Sonnenräder, mit 25, 35 und 45 jeweils Stege mit Planetenrädern 22, 32 und 42, sowie mit 23, 33 und 43 jeweils Hohlräder des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2, ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 und zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 bezeichnet.

Gegenüber der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform ist die dort vorgesehene Bremse C, welche im geschalteten Zustand an der mit ihr verbundenen freien Welle des Zweisteg-Vierwellen-Getriebes stets eine Drehzahl null erzeugt, entfallen. Die Bremse D bildet also nunmehr das dritte Schaltelement des Vorschaltsatzes VS. Als viertes Schaltelement ist nunmehr eine Kupplung E vorgesehen, die

im geschalteten Zustand an der mit ihr verbundenen freien Welle des Zweisteg-Vierwellen-Getriebes stets eine Drehzahl gleich der Eingangsdrehzahl n der Antriebswelle 1 erzeugt.

5 Wie in Figur 2A gezeigt, ist die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) über ein als Kupplung ausgebildetes zweites Schaltelement B des Vorschaltsatzes VS mit dem Sonnenrad 21 und über eine zweite Kupplung H des Nachschaltsatzes NS mit dem Steg 45 der Planetenräder 42 verbindbar. Das Sonnenrad 11 ist über ein als Bremse ausgebildetes erstes Schaltelement A des Vorschaltsatzes VS festsetzbar. Der Steg 25 mit den Planetenrädern 22 ist mit dem Hohlrad 13 verbunden, über das als Bremse ausgebildete dritte Schaltelement D festsetzbar, sowie über das als Kupplung ausgebildete vier-
10 te Schaltelement E des Vorschaltsatzes VS mit der Antriebswelle 1 verbindbar. Das Hohlrad 23 ist mit dem Steg 15 der Planetenräder 12 und über die Verbindungswelle 2 (Drehzahl n_{vs}) mit dem Hohlrad 43 verbunden. Die Sonnenräder 31 und 41 sind miteinander verbunden und über ein als Bremse
15 ausgebildetes erstes Schaltelement M des Nachschaltsatzes NS festsetzbar. Der Steg 45 mit den Planetenrädern 42 ist mit dem Hohlrad 33 verbunden, und der Steg 35 der Planetenrädern 32 ist mit der Abtriebswelle 3 (Drehzahl n_{ns}) verbunden.

25 Durch selektives Schalten der insgesamt sechs Schaltelemente A, B, D, E, M und H können gemäß der in Figur 2B dargestellten Schaltlogik insgesamt neun Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang R geschaltet werden. Insbesondere wegen
30 der Anbindung der Verbindungswelle 2 an das Hohlrad 43 des zweiten Nachschalt-Planetentradsatzes NS2, wegen der durch die Bremse M festsetzbaren gekoppelten Sonnenräder 31, 41 der Nachschalt-Planetentradsätze NS1, NS2 und wegen des Ab-

triebs über den Steg 35 des ersten Nachschalt-Planetenrad-
satzes NS1 eignet sich die beschriebene zweite Ausführungs-
form eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes besonders
für eine Anwendung mit quer zur Antriebsachse liegendem
5 Abtrieb, beispielsweise für ein Kraftfahrzeug mit Frontan-
trieb und querliegendem Antriebsmotor. Ein weiterer Vorteil
dieser zweiten Ausführungsform ist, daß bei geschaltetem
ersten Gang im Nachschaltsatz NS keine Blindleistung ent-
steht.

10

Die Figuren 3A und 3B zeigen beispielhaft eine dritte
Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetrie-
bes, ebenfalls mit neun Vorwärtsgängen und einem Rückwärts-
gang, abgeleitet aus der zuvor beschriebenen ersten Ausfüh-
15 rungsform. Im Vorschaltsatz VS sind wiederum zwei schaltba-
re, gekoppelte Vorschalt-Planetenradsätze VS1 und VS2 sowie
vier Schaltelemente A, B, C und D vorgesehen, im Nach-
schaltsatz NS zwei schaltbare, gekoppelte Nachschalt-
Planetenradsätze NS1 und NS2 sowie zwei Schaltelemente M
20 und H.

20

Der erste schaltbare Vorschalt-Planetenradsatz VS1 ist
nunmehr als Plus-Getriebe mit Doppelplaneten ausgebildet
und umfaßt ein Sonnenrad 11, ein Hohlrad 13, einen Steg 15`
25 mit inneren Planetenrädern 12`, sowie einen Steg 15`` mit
äußeren Planetenrädern 12``, wobei beide Stege 15` und 15``
miteinander verbunden sind. Der zweite schaltbare Vor-
schalt-Planetenradsatz VS2 weist ein Sonnenrad 21, ein
Hohlrad 23 und einen Steg 25 mit Planetenrädern 22 auf. Der
30 erste Nachschalt-Planetenradsatz NS1 weist ein Sonnenrad 31,
ein Hohlrad 33 und einen Steg 35 mit Planetenrädern 32 auf.
Der zweite Nachschalt-Planetenradsatz NS2 ist als Plus-
Getriebe mit Doppelplaneten ausgebildet und umfaßt ein Son-

nenrad 41, ein Hohlrad 43, einen Steg 45' mit inneren Planetenrädern 42', sowie einen Steg 45'' mit äußeren Planetenrädern 42'', wobei beide Stege 45' und 45'' miteinander verbunden sind.

5

Wie in Figur 3A gezeigt, ist die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) über eine erste Kupplung A des Vorschaltsatzes VS mit dem Sonnenrad 11 und über eine zweite Kupplung B des Vorschaltsatzes VS mit dem Sonnenrad 21 verbindbar. Weiterhin ist die Antriebswelle 1 über eine zweite Kupplung H des Nachschaltsatzes NS mit den gekoppelten Hohlrädern 33 und 43 verbindbar. Das Sonnenrad 21 ist über ein als Bremse ausgebildetes drittes Schaltelement C des Vorschaltsatzes VS festsetzbar. Der Steg 25 ist mit den gekoppelten Stegen 15'' und 15' verbunden und über ein als Bremse ausgebildetes viertes Schaltelement D des Vorschaltsatzes VS festsetzbar. Weiterhin sind die Hohlräder 13 und 23 gekoppelt und über die Verbindungswelle 2 (Drehzahl n_{vs}) mit dem Sonnenrad 41 verbunden. Das Sonnenrad 31 ist über ein als Bremse ausgebildetes erstes Schaltelement M des Nachschaltsatzes NS festsetzbar. Die gekoppelten Stege 45'' und 45' sind mit dem Steg 35 verbunden. Der Steg 35 wiederum ist mit der Abtriebswelle 3 (Drehzahl n_{ns}) verbunden.

10
15
20
25

Durch selektives Schalten der insgesamt sechs Schaltelemente A, B, C, D, M und H können gemäß der in Figur 3B dargestellten Schaltlogik insgesamt neun Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang R geschaltet werden.

30

Im folgenden wird nun anhand der Figuren 4A und 4B beispielhaft eine vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Bereits im Zusammenhang mit der Figur 1A erläuterte Einzelheiten sind in Figur 4A identisch

bezeichnet. Im Vergleich zur ersten bis dritten Ausführungsform weist die vierte erfindungsgemäße Ausführungsform im Vorschaltsatzes VS zusätzlich zu den vier Schaltelementen A bis D ein fünftes Schaltelement E auf, bei unverändert zwei Schaltelementen M und H im Nachschaltsatz NS. Die Koppelung der zwei Vorschalt-Planetenradsätze VS1 und VS2 ist identisch zur ersten Ausführungsform, ebenso die Koppelung der zwei Nachschalt-Planetenradsätze NS1 und NS2.

10 Wie in Figur 4A beschrieben, ist der Steg 25 der Planetenräder 22 mit dem Hohlrad 13 verbunden und über eine fünfte Kupplung E des Vorschaltsatzes VS mit der Antriebswelle 1 (Drehzahl n) verbindbar und über die Bremse D festsetzbar. Das Sonnenrad 21 ist über die Kupplung B mit der Antriebswelle 1 verbindbar und über die Bremse C festsetzbar. Das Sonnenrad 11 ist über das nunmehr als Bremse ausgebildete erste Schaltelement des Vorschaltsatzes A festsetzbar. Der Steg 15 mit den Planetenrädern 12 ist mit dem Hohlrad 23 und über die Verbindungswelle 2 (Drehzahl n_{vs}) mit dem Sonnenrad 41 verbunden. Der Steg 45 mit den Planetenrädern 42 ist mit dem Hohlrad 33 gekoppelt und über die Kupplung H mit der Antriebswelle 1 verbindbar. Das Sonnenrad 31 ist über die Bremse M festsetzbar. Der Steg 35 mit den Planetenrädern 32 ist mit dem Hohlrad 43 und mit der Abtriebswelle 3 (Drehzahl n_{ns}) verbunden.

30 Durch selektives Schalten der sieben Schaltelemente A bis E, M und H können entsprechend der in Figur 4B dargestellten Schaltlogik insgesamt elf Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang R geschaltet werden. In vorteilhafter Weise können mit dieser vierten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit vier Radsätzen im Vergleich zum Stand der Technik mehr Gänge erzeugt werden, bei

gleichzeitig konstruktiv einfacher Druckzuführung der Schaltelemente (vier Bremsen).

Anhand der Figuren 5A und 5B wird nun eine fünfte beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes erläutert, die aus der vierten Ausführungsform abgeleitet ist. Der als Zweisteg-Vierwellen-Getriebe ausgebildete Vorschaltsatz VS umfaßt wiederum fünf Schaltelemente A, B, C, D und E, einen schaltbaren ersten Vorschalt-Planetenradsatz VS1 mit einem Sonnenrad 11, einem Hohlrad 13 und einem Steg 15 mit Planetenrädern 12, sowie einen schaltbaren zweiten Vorschalt-Planetenradsatz VS2 mit einem Sonnenrad 21, einem Hohlrad 23 und einem Steg 25 mit Planetenrädern 22. Der ebenfalls als Zweisteg-Vierwellen-Getriebe ausgebildete Nachschaltsatz NS umfaßt zwei Schaltelemente M und H, einen schaltbaren ersten Nachschalt-Planetenradsatz NS1 mit einem Sonnenrad 31, einem Hohlrad 33 und einem Steg 35 mit Planetenrädern 32, sowie einen schaltbaren zweiten Nachschalt-Planetenradsatz NS2 mit einem Sonnenrad 41, einem Hohlrad 43 und einem Steg 45 mit Planetenrädern 42.

Im Unterschied zur vierten Ausführungsform ist bei dieser fünften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes ist die Bauteilekopplung innerhalb des Nachschaltsatzes NS modifiziert. Unverändert gekoppelt sind das Hohlrad 33 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 und der Steg 45 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2. Im Unterschied zur vierten Ausführungsform sind nunmehr die Sonnenräder 31 und 41 der beiden Nachschalt-Planetenradsätze NS1 und NS2 gekoppelt, die mechanische Verbindung zum Vorschaltsatz VS erfolgt nunmehr über das Hohlrad 43 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 und

der Abtrieb des Nachschaltsatzes NS ausschließlich über den Steg 35 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1.

Ein weitere Unterschied der fünften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes zur vierten Ausführungsform ergibt sich aus der Ausbildung des ersten Schaltelement A der Vorschaltsatzes VS als Kupplung. Das Sonnenrad 11 des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 ist nunmehr mit der Antriebswelle 1 verbindbar und nicht mehr festsetzbar.

Wie in Figur 5A gezeigt, sind das Hohlrad 13 und der Steg 25 miteinander verbunden, über das vierte Schaltelement D des Vorschaltsatzes VS festsetzbar und über das fünfte Schaltelement E des Vorschaltsatzes VS mit der Antriebswelle 1 verbindbar. Das Hohlrad 23 und der Steg 15 sind miteinander und über die Verbindungswelle 2 mit dem Hohlrad 43 verbunden. Das Hohlrad 33 und der Steg 45 sind miteinander verbunden und über das zweite Schaltelement H des Nachschaltsatzes NS mit der Antriebswelle 1 verbindbar. Der Steg 35 ist mit der Abtriebswelle 3 verbunden. Das Sonnenrad 11 ist über das erste Schaltelement A des Vorschaltsatzes VS mit der Antriebswelle 1 verbindbar. Das Sonnenrad 21 ist über das zweite Schaltelement B des Vorschaltsatzes VS mit der Antriebswelle 1 verbindbar und über das dritte Schaltelement C des Vorschaltsatzes VS festsetzbar. Die Sonnenräder 31 und 41 sind miteinander verbunden und über das erste Schaltelement M des Nachschaltsatzes NS festsetzbar.

30

Wie aus der Schaltlogik gemäß Figur 5B ersichtlich, können durch selektives Schalten der sieben Schaltelemente A bis E, M und H insgesamt elf Vorwärtsgänge und ein Rück-

wärtsgang R geschaltet werden. Wie mit der vierten Ausführungsform, können auch mit dieser fünften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes im Vergleich zum Stand der Technik in vorteilhafter Weise mit vier Radsätzen
5 mehr Gänge erzeugt werden.

Figur 6A zeigt beispielhaft eine sechste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes. Entsprechend der in Figur 6B dargestellten Schaltlogik sind insgesamt fünfzehn Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang schaltbar. Die schaltbaren Vorschalt-Planetenradsätze VS1 und VS2 sowie die schaltbaren Nachschalt-Planetenradsätze NS1 und NS2 sind aufgebaut wie die entsprechenden Radsätze der ersten und vierten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes und auch in gleicher Weise miteinander gekoppelt. Die sechste Ausführungsform weist jedoch gegenüber der vierten Ausführungsform einen zusätzlichen nicht schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatz Vsa auf, bei unveränderter Anzahl der Schaltelemente (fünf im Vorschaltsatz VS und zwei im Nachschaltsatz NS, nunmehr vier Kupplungen und drei Bremsen).
10
15
20

Wie in Figur 6A dargestellt, weist der zusätzliche dritte - nicht schaltbare - Vorschalt-Planetenradsatz Vsa ein Sonnenrad 11a, einen Steg 15a' mit inneren Planetenrädern 12a', einen Steg 15a'' mit äußeren Planetenrädern 12a'', sowie ein Hohlrad 13a auf. Das Sonnenrad 11a ist dabei festgesetzt (Drehzahl null). Der Steg 15a' der inneren Planetenräder 12a' und der Steg 15a'' der äußeren Planetenräder 12a'' sind gemeinsam mit der Antriebswelle 1 (Drehzahl n) verbunden. Das Hohlrad 13a rotiert mit einer Drehzahl nva.
25
30

Der Steg 25 mit den Planetenrädern 22 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 ist mit dem Hohlrad 13 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenrad-,
satz VS1 verbunden und über die Kupplung E mit der An-
triebswelle 1 verbindbar und über die Bremse D festsetzbar.
5 Das Sonnenrad 21 des zweiten schaltbaren Vorschalt-
Planetenradsatzes VS2 ist über die Kupplung B mit dem Hohl-
rad 13a des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes VSA ver-
bindbar und rotiert dann mit der Drehzahl n_{va} . Wahlweise
10 ist das Sonnenrad 21 auch über die Bremse C festsetzbar,
wobei Kupplung B und Bremse C gemäß der in Figur 6B darge-
stellten Schaltlogik nie gleichzeitig betätigt werden. Das
Sonnenrad 11 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenrad-
satzes VS1 ist über das als Kupplung ausgebildete erste
15 Schaltelement A des Vorschaltsatzes VS mit der Antriebswel-
le 1 verbindbar. Der Steg 15 mit den Planetenrädern 12 des
ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 ist mit
dem Hohlrad 23 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planeten-
radsatzes VS2 und über die Verbindungswelle 2 (Dreh-
20 zahl n_{vs}) mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalt-
Planetenradsatzes NS2 verbunden. Der Steg 45 mit den Plane-
tenrädern 42 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2
ist mit dem Hohlrad 33 des ersten Nachschalt-Planetenrad-
satzes NS1 gekoppelt und über die zweite Kupplung H des
25 Nachschaltsatzes NS mit der Antriebswelle 1 verbindbar. Das
Sonnenrad 31 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1
ist über die Bremse M des Nachschaltsatzes NS festsetzbar.
Der Steg 35 mit den Planetenrädern 32 des ersten Nach-
schalt-Planetenradsatzes NS1 ist mit dem Hohlrad 43 des
30 zweiten Nachschalt-Planetenrad-satzes NS2 und mit der Ab-
triebswelle 3 (Drehzahl n_{ns}) verbunden.

Der Vorteil im Vergleich zum genannten Stand der Technik besteht darin, daß mit diesem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit fünf Radsätzen und sieben Schaltelementen mehr Gänge erzeugt werden können, bei vergleichsweise
5 identischem konstruktiven Aufwand.

In einer Weiterbildung der sechsten erfindungsgemäßen Ausführungsform des Mehrstufengetriebes kann vorgesehen
10 sein, den dritten Vorschalt-Planetenradsatz VSa schaltbar auszuführen. Hierbei wird das zweite Schaltelement B des Vorschaltsatzes VS nicht zwischen dem Hohlrad 13a des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes VSa und dem Sonnenrad 21
15 des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 angeordnet, sondern entweder zwischen der Antriebswelle 1 und den gekoppelten Stegen 15a', 15a'' des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes VSa oder als Bremse an dem Sonnenrad 11a
20 des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes VSa. Hohlrad 13a und Sonnenrad 21 sind dann selbstverständlich miteinander verbunden.

Anhand der Figuren 7A, 7B bis 11A, 11B werden nun weitere beispielhafte Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes beschrieben. Im Unterschied zu den
25 zuvor beschriebenen ersten sechs Ausführungsformen ist bei diesen weiteren Ausführungsformen am Steg des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 zusätzlich zur zweiten Kuppelung H des Nachschaltsatzes NS ein drittes Schaltelement L
30 des Nachschaltsatzes NS angeschlossen.

Wie bei der ersten bis sechsten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes sind auch bei der
35 siebten, zehnten und elften Ausführungsform bei den Gängen, die über Vor- und Nachschaltsatz gebildet werden, jeweils

zwei Schaltelelemente im Vorschaltsatz VS und ein Schaltele-
ment im Nachschaltsatz NS geschlossen. Bei den Gängen, die
nur über den Nachschaltsatz NS gebildet werden, ist im Vor-
schaltsatz maximal ein Schaltelelement des nächsthöheren bzw.
5 nächstniedrigeren Ganges geschlossen.

Neben den schon genannten Drehzahlbedingungen 1.
bis 6. gelten zusätzlich die folgenden Bedingungen:

8. die Drehzahl an dem mit der Verbindungswelle 2 verbunde-
10 nen Zentralrad des zweiten Nachschalt-Planetenrad-
satzes NS2 ist bei geschalteten Schaltelelementen L und M
kleiner/gleich als die durch den Vorschaltsatz VS er-
zeugte Drehzahl n_{vs} ;
9. die Drehzahl am geschalteten Schaltelelement L ist grö-
15 ßer/gleich null und kleiner als die Eingangsdrehzahl n
der Antriebswelle 1; und
- anstelle der 7. Drehzahlbedingung gilt:
10. die Drehzahl am geschalteten Schaltelelement M ist größer
20 null und kleiner/gleich der Eingangsdrehzahl n der An-
triebswelle 1.

Die siebte und zehnte beispielhafte erfindungsgemäße
Ausführungsform eines Mehrstufengetriebes weisen jeweils
identische mechanischen Bauteil-Koppelungen innerhalb des
25 Vorschaltsatzes VS und innerhalb des Nachschaltsatzes NS
auf. Die achte und neunte erfindungsgemäße Ausführungsform
ist jeweils aus der siebten Ausführungsform abgeleitet, mit
jeweils unterschiedlichen Koppelungen innerhalb des Vor-
schaltsatzes VS und des Nachschaltsatzes NS. Die elfte er-
30 findungsgemäße Ausführungsform ist aus der zehnten Ausfüh-
rungsform abgeleitet, ebenfalls mit unterschiedlichen Kop-
pelungen innerhalb des Vorschaltsatzes VS und des Nach-
schaltsatzes NS. Selbstverständlich können in anderen Wei-

terbildungen auch noch andere mechanische Koppelungen der Planetenradsatzkomponenten vorgesehen sein.

Figur 7A zeigt nun beispielhaft das Getriebeschema einer siebten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes, mit zwei zu einem Zweisteg-Vierwellen-Getriebe gekoppelten, schaltbaren Vorschalt-Planetenradsätzen VS1, VS2 und drei Schaltelelementen A, B, D im Vorschaltsatz VS, sowie mit zwei zu einem Zweisteg-Vierwellen-Getriebe gekoppelten, schaltbaren Nachschalt-Planetenradsätzen NS1, NS2 und drei Schaltelelementen M, H, L im Nachschaltsatz NS. Mit der Anordnung der Figur 7A lassen sich durch selektives Schließen der sechs Schaltelelemente die in Figur 7B tabellarisch aufgeführten neun Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang schalten. Dabei sind drei der Vorwärtsgänge als Overdrive-Gänge ausgeführt.

Wie in Figur 7A gezeigt, ist hierbei die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) über die zweite Kupplung B des Vorschaltsatzes VS mit dem Sonnenrad 21 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2, über die zweite Kupplung H des Nachschaltsatzes NS mit dem Steg 45 der Planetenräder 42 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2, sowie über die erste Kupplung M des Nachschaltsatzes NS mit dem Sonnenrad 31 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 verbindbar. Der Steg 25 mit den Planetenrädern 22 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 und das Hohlrad 13 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 sind gekoppelt und über das als Bremse ausgebildete dritte Schaltelelement D des Vorschaltsatzes VS festsetzbar. Das Sonnenrad 11 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 ist über das als Bremse ausgebildete erste Schaltelelement A des Vor-

schaltsatzes VS festsetzbar. Der Steg 15 mit den Planetenrädern 12 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 ist mit dem Hohlrad 23 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 und über die Verbindungswelle 2 (Drehzahl n_{vs}) mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 verbunden. Der Steg 45 mit den Planetenrädern 42 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 ist mit dem Hohlrad 33 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 gekoppelt und über das als Bremse ausgebildete dritte Schaltelement L des Nachschaltsatzes NS festsetzbar. Der Steg 35 mit den Planetenrädern 32 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 ist mit dem Hohlrad 43 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 und mit der Abtriebswelle 3 (Drehzahl n_{ns}) verbunden.

15

Gegenüber dem beschriebenen Stand der Technik weist die in den Figuren 7A, 7B dargestellte siebte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes den gleichen Vorteil auf wie die erste Ausführungsform gemäß Figuren 1A und 1B. Im Vergleich zur ersten Ausführungsform ist die Gangabstufung der siebten Ausführungsform günstiger.

20

In einer Weiterbildung der siebten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes wird vorgeschlagen, das zweite Schaltelement B des schaltbaren Vorschaltsatzes VS als Bremse auszubilden und mit der Verbindungswelle 2 zu verbinden. Das entsprechende Getriebeschema ist in Figur 7C dargestellt. Hierbei ist die Bremse B mit dem Steg 15 des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 und damit gleichzeitig mit dem Hohlrad 23 des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2, sowie mit der Verbindungswelle 2 verbunden. Das Sonnenrad 21 des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 ist mit der Antriebswelle 1 verbunden.

25

30

Ansonsten entspricht der schematische Getriebeaufbau dem der vierten Ausführungsform. In vorteilhafter Weise sind also vier der insgesamt sechs Schaltelelemente als Bremsen ausgebildet, mit den bekannten konstruktiven Vorteilen hinsichtlich deren Druckölversorgung.

Figur 7D zeigt die Schaltlogik dieser erfindungsgemäßen Weiterbildung der siebten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes. Wie bei der siebten Ausführungsform sind neun Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang schaltbar.

In den Figuren 8A und 8B wird nun eine achte beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes erläutert, die aus der siebten Ausführungsform abgeleitet ist und im Vorschaltsatz VS drei Schaltelelemente A, B, D und zwei schaltbare Vorschalt-Planetenradsätze VS1, VS2 aufweist, sowie im Nachschaltsatz drei Schaltelelemente M, H, L und zwei schaltbare Nachschalt-Planetenradsätze NS1, NS2. Im Unterschied zu der zuvor in Figur 7A beschriebenen siebten Ausführungsform sind nunmehr alle drei Schaltelelemente A, B, D des Vorschaltsatzes VS als Bremse ausgebildet und die Bauteilekoppelung innerhalb des Vorschaltsatzes VS und innerhalb des Nachschaltsatzes NS modifiziert. Der zweite schaltbare Vorschalt-Planetenradsatz VS2 und der erste schaltbare Nachschalt-Planetenradsatz NS1 sind nunmehr als Plus-Getriebe ausgebildet. Unverändert ist der Abtrieb des Vorschaltsatzes VS (Drehzahl n_{vs}) über die Verbindungswelle 2 starr mit einem Zentralrad des Nachschaltsatzes NS verbunden, wie bei der siebten Ausführungsform mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2.

Wie in Figur 8A gezeigt, umfaßt der erste schaltbare Vorschalt-Planetenradsatz VS1 ein Sonnenrad 11, ein Hohlrad 13 und einen Steg 15 mit Planetenrädern 12. Der zweite schaltbare Vorschalt-Planetenradsatz VS2 ist als Doppelplanetenradsatz ausgebildet und umfaßt ein Sonnenrad 21, ein Hohlrad 23 und zwei gekoppelte Stege 25', 25'' mit inneren und äußeren Planetenrädern 22', 22''. Das Sonnenrad 11 ist über die Bremse A festsetzbar. Das Sonnenrad 21 ist mit der Antriebswelle 1 verbunden. Die Hohlräder 13 und 23 sind miteinander verbunden und über die Bremse D festsetzbar. Die Stege 15, 25', 25'' sind miteinander verbunden und über die Bremse B festsetzbar. Weiterhin bilden die gekoppelten Stege 15, 25', 25'' den Abtrieb des Vorschaltsatzes VS (Drehzahl nvs) und sind über die Verbindungswelle 2 fest mit einem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 verbunden. Der erste Nachschalt-Planetenradsatz NS1 ist als Doppelplanetenradsatz ausgebildet und umfaßt ein Sonnenrad 31, ein Hohlrad 33 und zwei gekoppelte Stege 35', 35'' mit inneren und äußeren Planetenrädern 32', 32''. Der zweite Nachschalt-Planetenradsatz NS2 umfaßt das Sonnenrad 41, ein Hohlrad 43 und einen Steg 45 mit Planetenrädern 42. Das Sonnenrad 31 ist über das als Kupplung ausgebildete erste Schaltelement M des Nachschaltsatzes NS mit der Antriebswelle 1 verbindbar. Die Stege 35', 35'' und 45 sind miteinander verbunden, über das als Kupplung ausgebildete zweite Schaltelement H des Nachschaltsatzes NS mit der Antriebswelle 1 verbindbar, sowie über das als Bremse ausgebildete dritte Schaltelement L des Nachschaltsatzes NS festsetzbar. Die Hohlräder 33 und 43 sind miteinander verbunden und bilden gleichzeitig den Abtrieb des Nachschaltsatzes NS (Drehzahl nns), sind also mit der Abtriebswelle 3 verbunden.

Wie bei der siebten Ausführungsform sind auch bei der beschriebenen achten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes durch selektives Schalten der sechs Schaltelemente A, B, D und M, H, L insgesamt neun Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang ohne Gruppenschaltung schaltbar, wie in Figur 8B dargestellt.

In den Figuren 9A und 9B wird nun eine neunte beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes erläutert, die ebenfalls aus der siebten Ausführungsform abgeleitet ist und im Vorschaltsatz VS drei Schaltelemente A, B, D und zwei schaltbare Vorschalt-Planetenradsätze VS1, VS2 aufweist, sowie im Nachschaltsatz drei Schaltelemente M, H, L und zwei schaltbare Nachschalt-Planetenradsätze NS1, NS2. Im Unterschied zu der zuvor in Figur 7A beschriebenen siebten Ausführungsform sind nunmehr alle drei Schaltelemente A, B, D des Vorschaltsatzes VS als Bremse ausgebildet und die Bauteilekoppelung innerhalb des Vorschaltsatzes VS und innerhalb des Nachschaltsatzes NS modifiziert. Unverändert ist der Abtrieb des Vorschaltsatzes VS (Drehzahl n_{vs}) über die Verbindungswelle 2 starr mit einem Zentralrad des Nachschaltsatzes NS verbunden, im Unterschied zur siebten Ausführungsform jedoch mit dem Hohlrad 43 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2.

25

Wie in Figur 9A gezeigt, umfaßt der erste schaltbare Vorschalt-Planetenradsatz VS1 ein Sonnenrad 11, ein Hohlrad 13 und einen Steg 15 mit Planetenrädern 12. Der zweite schaltbare Vorschalt-Planetenradsatz VS2 umfaßt ein Sonnenrad 21, ein Hohlrad 23 und einen Steg 25 mit Planetenrädern 22. Die Sonnenräder 11 und 21 sind miteinander verbunden und über die Bremse A festsetzbar. Das Hohlrad 23 ist mit der Antriebswelle 1 verbunden. Das Hohlrad 13 und

30

der Steg 25 sind miteinander verbunden und über die Bremse D festsetzbar. Der Steg 15 ist über die Bremse B festsetzbar. Weiterhin bildet der Steg 15 den Abtrieb des Vorschaltatzes VS (Drehzahl n_{vs}) und ist über die Verbindungswelle 2 fest mit einem Hohlrad 43 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 verbunden. Der erste Nachschalt-Planetenradsatz NS1 umfaßt ein Sonnenrad 31, ein Hohlrad 33 und einen Steg 35 mit Planetenrädern 32. Der zweite Nachschalt-Planetenradsatz NS2 umfaßt ein Sonnenrad 41, das Hohlrad 43 und einen Steg 45 mit Planetenrädern 42. Die Sonnenräder 31 und 41 sind miteinander verbunden und über das als Kupplung ausgebildete erste Schaltelement M des Nachschaltatzes NS mit der Antriebswelle 1 verbindbar. Das Hohlrad 33 und der Steg 45 sind miteinander verbunden, über das als Kupplung ausgebildete zweite Schaltelement H des Nachschaltatzes NS mit der Antriebswelle 1 verbindbar, sowie über das als Bremse ausgebildete dritte Schaltelement L des Nachschaltatzes NS festsetzbar. Der Steg 35 bildet den Abtrieb des Nachschaltatzes NS (Drehzahl n_{ns}) und ist mit der Abtriebswelle 3 verbunden.

Wie bei der siebten Ausführungsform sind auch bei der beschriebenen neunten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes durch selektives Schalten der sechs Schaltelemente A, B, D und M, H, L gemäß der in Figur 9B dargestellten Schaltlogik insgesamt neun Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang ohne Gruppenschaltung schaltbar. Dabei sind - wie auch bei den in Figur 7C und 8A beschriebenen Ausführungsformen - in jedem geschalteten Gang stets nur zwei Schaltelemente geschlossen. Gegenüber der siebten Ausführungsform ist die Spreizung leicht vergrößert und die Bauteilekoppelung des Nachschaltatzes NS hinsichtlich der Blindleistung im ersten Gang günstiger.

Eine beispielhafte zehnte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes gemäß Figur 10A weist im Vergleich zur siebten, achten und neunten Ausführungsform im Vorschaltsatz VS ein weiteres, als Kupplung ausgebildetes viertes Schaltelement E auf. Durch selektives Schalten der sieben Schaltelemente A, B, D, E und H, M, L können gemäß der in Figur 10B dargestellten Schaltlogik insgesamt elf Vorwärtsgänge und drei Rückwärtsgänge geschaltet werden.

Wie in Figur 10A dargestellt, sind das erste und dritte Schaltelement A, D des Vorschaltsatzes VS als Bremse und ausgebildet, das zweite und vierte Schaltelement B, E des Vorschaltsatzes VS als Kupplung. Das erste und das zweite Schaltelement M, H des Nachschaltsatzes NS sind Kupplungen, das dritte Schaltelement L des Nachschaltsatzes NS eine Bremse.

Die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) ist dabei über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 21 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2, über die Kupplung H mit dem Steg 45 der Planetenräder 42 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2, über die Kupplung M mit dem Sonnenrad 31 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1, sowie über die Kupplung E mit dem Steg 25 der Planetenräder 22 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 verbindbar. Der Steg 25 mit den Planetenrädern 22 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 und das Hohlrad 13 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 sind gekoppelt und über die Bremse D festsetzbar. Das Sonnenrad 11 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 ist über die Bremse A festsetzbar.

Der Steg 15 mit den Planetenrädern 12 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetensatzes VS1 ist mit dem Hohlrad 23 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetensatzes VS2 und über die Verbindungswelle 2 (Drehzahl nvs) mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalt-Planetensatzes NS2 verbunden. Der Steg 45 mit den Planetenrädern 42 des zweiten Nachschalt-Planetensatzes NS2 ist mit dem Hohlrad 33 des ersten Nachschalt-Planetensatzes NS1 gekoppelt und über die Bremse L festsetzbar. Der Steg 35 mit den Planetenrädern 32 des ersten Nachschalt-Planetensatzes NS1 ist mit dem Hohlrad 43 des zweiten Nachschalt-Planetensatzes NS2 und mit der Abtriebswelle 3 (Drehzahl nns) verbunden.

Vorteilhaft gegenüber dem beschriebenen Stand der Technik ist, daß mit dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes gemäß Figur 10A, 10B mit vier Radsätzen mehr Gänge erzeugt werden können. Im Vergleich zur vierten und fünften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes sind in vorteilhafter Weise bis zu drei Rückwärtsgängen schaltbar. Ein spezieller, gegenüber dem „normalen“ Rückwärtsgang „längerer“ Rückwärtsgang kann beispielsweise in ein Winterfahrprogramm des Automatgetriebes einbezogen werden. Ein zusätzlicher, gegenüber dem „normalen“ Rückwärtsgang „kürzerer“ Rückwärtsgang ist beispielsweise für ein Geländefahrzeug oder für einen Anhängerbetrieb des Fahrzeugs günstig.

In den Figuren 11A und 11B wird nun eine elfte beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes erläutert, die aus der zehnten Ausführungsform abgeleitet ist. Im Vorschaltsatz VS sind wieder vier Schaltelemente A, B, C, D und zwei gekoppelte, schaltbare Vorschalt-Planetensätze VS1 und VS2 vorgesehen, sowie im

Nachschaltsatz drei Schaltelemente M, H, L und zwei gekoppelte, schaltbare Nachschalt-Planetenradsätze NS1 und NS2. Im Unterschied zur zuvor beschriebenen zehnten Ausführungsform ist das erste Schaltelement A des Vorschaltsatzes VS nunmehr eine Kupplung und das vierte Schaltelement D des Vorschaltsatzes VS eine Bremse. Wegen einer durchgängigen Nomenklatur sind das dritte und vierte Schaltelement in der elften Ausführungsform mit C und D bezeichnet, da die Bezeichnung „E“ bisher und auch in den noch folgenden Ausführungsformen erfindungsgemäßer Mehrstufengetriebe stets für eine Kupplung verwendet wird. Weitere Unterschiede zur zehnten Ausführungsform betreffen die Bauteilekoppelung innerhalb des Vorschaltsatzes VS und innerhalb des Nachschaltsatzes NS.

15

Wie in Figur 11A dargestellt, ist das Sonnenrad 11 des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 über das als Kupplung ausgebildete erste Schaltelement A des Vorschaltsatzes VS mit der Antriebswelle 1 verbindbar. Das Sonnenrad 21 des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 ist über das als Kupplung ausgebildete zweite Schaltelement B des Vorschaltsatzes VS mit der Antriebswelle 1 verbindbar, sowie über das Bremse ausgebildete dritte Schaltelement C des Vorschaltsatzes VS festsetzbar. Das Hohlrad 13 des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 und der Steg 25 des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 sind miteinander verbunden und über das vierte als Bremse ausgebildete Schaltelement D des Vorschaltsatzes VS festsetzbar. Das Hohlrad 23 des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 und der Steg 15 des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 sind miteinander verbunden, bilden gleichzeitig den Abtrieb des Vorschaltsatzes VS und sind über die Verbindungswelle 2 (Drehzahl n_{vs}) mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalt-

Planetenradsatzes NS2 und dem an dieses Sonnenrad 41 ange-
koppelten Hohlrad 33 des ersten Nachschalt-Planetenrad-
satzes NS1 verbunden. Das Sonnenrad 31 des ersten Nach-
schalt-Planetenradsatzes NS1 ist über das als Kupplung aus-
gebildete erste Schaltelement M des Nachschaltsatzes NS mit
5 der Antriebswelle 1 verbindbar. Die Stege 35, 45 der Plane-
tenräder 32, 42 beider Nachschalt-Planetenradsätze NS1, NS2
sind miteinander verbunden, über das als Kupplung ausgebil-
dete zweite Schaltelement H des Nachschaltsatzes NS mit der
10 Antriebswelle 1 verbindbar, sowie über das als Bremse aus-
gebildete dritte Schaltelement L des Nachschaltsatzes NS
festsetzbar. Das Hohlrad 43 des zweiten Nachschalt-
Planetenradsatzes NS2 bildet den Abtrieb des Nachschalt-
satzes NS und ist mit der Abtriebswelle 3 verbunden.

15

Wie aus der in Figur 11B dargestellten Schaltlogik er-
sichtlich, sind wie bei der zehnten Ausführungsform auch
bei der beschriebenen elften Ausführungsform eines erfin-
dungsgemäßen Mehrstufengetriebes durch selektives Schalten
20 der Schaltelemente A, B, C, D, M, H, L insgesamt elf Vor-
wärtsgänge und drei Rückwärtsgänge ohne Gruppenschaltung
schaltbar, mit harmonischer Gang-Stufung bei großer Sprei-
zung.

25

In einer zwölften Ausführungsform eines erfindungsge-
mäßigen Mehrstufengetriebes wird - beispielhaft für die zwei-
te erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe - vorgeschlagen, den
Vorschaltsatz VS aus zwei voneinander unabhängigen, d.h.
nicht gekoppelten, jeweils schaltbaren Vorschalt-Planeten-
30 radsätzen VS1 und VS2 zu bilden, im Gegensatz zu den gekop-
pelten Vorschalt-Planetenradsätzen gemäß der zuvor erläu-
terten Ausführungsformen eins bis elf. Ausgangsseitig ist

der so gebildete Vorschaltsatz VS der zwölften Ausführungsform unverändert mit der Verbindungswelle 2 verbunden.

Figur 12A zeigt nun das Getriebeschema der zwölften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes. Insgesamt sind fünf Schaltelemente vorgesehen, Bremse A und Kupplung B im Vorschaltsatz VS, sowie Kupplung M, Kupplung H und Bremse L im Nachschaltsatz NS. Das Sonnenrad 11 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 ist direkt mit der Antriebswelle 1 (Drehzahl n) verbunden. Das Sonnenrad 21 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 ist über die Kupplung B mit der Antriebswelle 1 verbindbar. Die Antriebswelle 1 ist über die Kupplung M mit dem Sonnenrad 31 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 und über die Kupplung H mit dem Steg 45 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 verbindbar. Der Steg 25 mit den Planetenrädern 22 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 ist fest mit dem Gehäuse verbunden, d.h. festgesetzt. Das Hohlradsrad 13 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 ist über die Bremse A festsetzbar. In vorteilhafter Weise erfolgt die Abstützung der Bremse A dabei über den festgesetzten Steg 25 des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2. Der Steg 15 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 und das Hohlradsrad 23 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 sind miteinander gekoppelt und über die Verbindungswelle 2 (Drehzahl n_{vs}) mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 verbunden. Der Steg 45 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 ist mit dem Hohlradsrad 33 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 gekoppelt und über die Bremse L festsetzbar. Das Hohlradsrad 43 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 ist mit dem Steg 35 des ersten

Nachschaft-Planetenradsatzes NS1 und mit der Abtriebswelle 2 (Drehzahl nns) verbunden.

Durch selektives Schalten der fünf Schaltelemente A, B und H, M und L können gemäß der in Figur 12B dargestellten Schaltlogik insgesamt sieben Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang geschaltet werden. Die Ausgangsdrehzahl nvs des Vorschaltsatzes VS wird dabei stets durch Schließen nur eines Schaltelementes (A oder B) des Vorschaltsatzes VS erzeugt.

Gegenüber dem genannten Stand der Technik weist die zwölfte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes in vorteilhafter Weise zwei Bremsen als Schaltelemente auf, deren Druckzuführung zur Betätigung entsprechend konstruktiv einfach und damit kostengünstig gestaltet werden kann.

Im folgenden werden nun weitere Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes beschrieben, die ohne schaltbaren Rückwärtsgang ausgebildet sind und sich besonders für Fahrräder, Motorräder und vielgängige Sonderfahrzeuge eignen.

Hierbei sind in den Vorwärtsgängen, die über Vor- und Nachschaltsatz gebildet werden, stets jeweils zwei Schaltelemente im Vorschaltsatz VS und ein Schaltelement im Nachschaltsatz NS geschlossen. Bei den Vorwärtsgängen, die nur über den Nachschaltsatz NS gebildet werden, ist stets im Vorschaltsatz VS maximal ein Schaltelement des nächsthöheren bzw. nächstniedrigeren Ganges geschlossen.

Figur 13A zeigt nun beispielhaft eine dreizehnte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes, die in bezug auf Anzahl der Radsätze und Schaltelemente im Vorschalt- und Nachschaltsatz vergleichbar ist mit der zuvor beschriebenen sechsten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes. Jedoch ist bei dieser dreizehnten Ausführungsform die kleinste Drehzahl an der Verbindungswelle 2, also die Ausgangsdrehzahl n_{vs} des Vorschaltsatzes, bei positiver Eingangsdrehzahl n auch stets positiv.

Wie in Figur 13A dargestellt, weist der Vorschalt-
satz VS zwei gekoppelte, schaltbare Vorschalt-Planetenradsätze VS1 und VS2, einen dritten, nicht schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatz V_{sa} sowie vier Kupplungen A, B, D, E und eine Bremse C auf, der schaltbare Nachschaltsatz NS zwei gekoppelte Nachschalt-Planetenradsätze NS1 und NS2 sowie eine Bremse M und eine Kupplung H auf. Vorschalt-
satz VS und Nachschaltsatz sind über die Verbindungswelle 2 miteinander verbunden.

Die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) ist dabei mit dem Hohlrad 13a des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes V_{sa} verbunden, sowie über die Kupplung E mit dem Steg 25 der Planetenräder 22 des zweiten schaltbaren Vorschalt-
Planetenradsatzes VS2 und über die Kupplung A mit dem Hohlrad 13 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 und über die Kupplung H mit dem Steg 45 der Planetenräder 42 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2
verbindbar. Die Planetenräder 12a des dritten Vorschalt-
Planetenradsatzes V_{sa} sind als Stufenplanetenräder mit kleinen Planetenrädern 12ak und großen Planetenrädern 12ag ausgebildet. Der Steg 15a (Drehzahl n_{va}) mit den Planeten-

rädern 12ak und 12ag des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes VSa sind über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 21 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 und über die Kupplung D mit dem Steg 25 der Planetenräder 22
5 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 verbindbar. Das Hohlrad 13a des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes VSa kämmt auf den großen Planetenrädern 12ag des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes VSa. Das Sonnenrad 11a des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes VSa ist festgesetzt
10 und kämmt mit den kleinen Planetenrädern 12ak des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes VSa. Das Sonnenrad 21 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 ist mit dem Sonnenrad 11 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 verbunden und über die Bremse C festsetzbar. Das
15 Hohlrad 13 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 ist mit dem Hohlrad 23 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 verbunden. Der Steg 15 mit den Planetenrädern 12 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 ist über die Verbindungswelle 2
20 (Drehzahl nvs) mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 und mit dem Hohlrad 33 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 verbunden. Der Steg 45 mit den Planetenrädern 42 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 und der Steg 35 mit den Planetenrädern 32 des
25 ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 sind gekoppelt, d.h. miteinander verbunden. Das Sonnenrad 31 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 ist über die Bremse M festsetzbar. Das Hohlrad 43 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 ist mit der Abtriebswelle 3 (Drehzahl nns)
30 verbunden.

Durch selektives Schalten der sieben Schaltelemente A bis E, H und M sind - gemäß der in Figur 13B dargestellten

Schaltlogik - insgesamt siebzehn Vorwärtsgänge ohne Gruppenschaltung schaltbar. Ein Rückwärtsgang ist nicht vorgesehen. Der Vorteil im Vergleich zum genannten Stand der Technik liegt darin, daß die siebzehn Vorwärtsgänge mit
5 einem Schaltelement weniger und einem Radsatz weniger realisiert werden.

In den Figuren 14A und 14B wird nun eine beispielhafte vierzehnte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes erläutert, die aus der dreizehnten Ausführungsform abgeleitet ist. So ist die Ausgestaltung des Nachschaltsatzes NS identisch, ebenso die Art und die Anzahl der Schaltelemente im Vorschaltsatz und die Anzahl der Radsätze im Vorschaltsatz VS. Entsprechend identisch ist
10 auch die Anzahl der ohne Gruppenschaltung schaltbaren Gänge, wie aus der Schaltlogik in Figur 14B ersichtlich Modifiziert sind die Bauteile-Koppelungen innerhalb des ersten und zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 und VS2, sowie die Ausbildung des dritten, nicht schaltbaren Vorschalt-
15 Planetenradsatzes VSa.
20

Wie in Figur 14A gezeigt, ist der nicht schaltbare dritte Vorschalt-Planetenradsatz VSa nunmehr als Plus-Getriebe in Doppelplanetenbauweise ausgebildet und umfaßt
25 ein Sonnenrad 11a, ein Hohlrad 13a und zwei gekoppelte Stege 15a', 15a'' mit inneren und äußeren Planetenrädern 12a', 12a''. Das Sonnenrad 11a ist festgesetzt. Die gekoppelten Stege 15a', 15a'' sind mit der Antriebswelle 1 verbunden. Das Hohlrad 13a ist über das als Kupplung ausgebildete zweite Schaltelement B des Vorschaltsatzes VS mit
30 dem Sonnenrad 21 des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 verbindbar. Weiterhin ist das Hohlrad 13a über das vierte als Kupplung ausgebildete Schaltelement D des

Vorschaltsatzes VS mit dem Steg 25 des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 verbindbar. Dieser Steg 25 ist wiederum mit dem Hohlrad 13 des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 gekoppelt und über das fünfte als Kupplung ausgebildete Schaltelement E des Vorschaltsatzes VS mit der Antriebswelle 1 verbindbar. Das Sonnenrad 21 ist auch über das als Bremse ausgebildete dritte Schaltelement C des Vorschaltsatzes VS festsetzbar. Das Hohlrad 23 des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 ist mit dem Sonnenrad 11 des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 gekoppelt und über das erste als Kupplung ausgebildete Schaltelement A des Vorschaltsatzes VS verbindbar. Der Steg 15 des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 bildet den Abtrieb des Vorschaltsatzes VS und ist mit der Verbindungswelle 2 (Drehzahl n_{vs}) verbunden. Nachschaltsatzseitig ist die Verbindungswelle 2 mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 und dem an dieses Sonnenrad 41 gekoppelte Hohlrad 33 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 verbunden. Die Stege 35 und 45 der beiden Nachschalt-Planetenradsätze NS1 und NS2 sind gekoppelt und über das zweite als Kupplung ausgebildete Schaltelement H des Nachschaltsatzes NS mit der Antriebswelle 1 verbindbar. Das Sonnenrad 31 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 ist über das erste als Bremse ausgebildete Schaltelement M des Nachschaltsatzes NS festsetzbar. Das Hohlrad 43 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 bildet den Abtrieb des Nachschaltsatzes NS (Drehzahl n_{ns}) und ist mit der Abtriebswelle 3 verbunden.

30 Ähnlich wie die dreizehnte Ausführungsform eignet sich auch die beschriebene vierzehnte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes besonders für eine Fahrzeug- oder Fahrrad-Anwendung mit quer zur Fahrtrichtung

liegendem An- und Abtrieb, aber auch für eine Antriebseinheit mit quer zum Antrieb liegendem Abtrieb.

Figur 15A zeigt beispielhaft eine fünfzehnte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes, die in bezug auf Anzahl der Schaltelemente im Nachschaltsatz NS vergleichbar ist mit der siebten bis elften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes. Insgesamt sind acht Schaltelemente, davon sieben Kupplungen und eine Bremse, sowie fünf Planetenradsätze vorgesehen. Der schaltbare Vorschaltsatz VS umfaßt zwei gekoppelte, schaltbare Vorschalt-Planetenradsätze VS1 und VS2, einen dritten, nicht schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatz Vsa, vier Kupplungen A, B, D und E sowie eine Bremse C. Dabei ist der dritte Vorschalt-Planetenradsatz Vsa in Doppelplanetenrad-Bauweise ausgebildet, mit inneren Planetenrädern 12a' und äußeren Planetenrädern 12a'' und entsprechend zwei Stegen 15a' und 15a''. Der schaltbare Nachschaltsatz NS umfaßt zwei gekoppelte Nachschalt-Planetenradsätze NS1, NS2 sowie drei Kupplungen M, H, L. Vorschaltsatz VS und Nachschaltsatz NS sind über die Verbindungswelle 2 miteinander verbunden.

Hierbei ist die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) mit dem Sonnenrad 11a des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes Vsa verbunden, sowie über die Kupplung A mit dem Sonnenrad 11 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 und über die Kupplung E mit dem Steg 25 der Planetenräder 22 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 und über die Kupplung H mit dem Steg 45 der Planetenräder 42 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 verbindbar. Der Steg 15a' der inneren Planetenräder 12a' des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes Vsa und der Steg 15a'' der äußeren Planetenräder 12a'' des dritten Vorschalt-Planeten-

radsatzes VSa sind gekoppelt und festgesetzt. Das Sonnenrad 21 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 ist über die Bremse C durch den Steg 15a'' der äußeren Planetenräder 12a'' des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes VSa festsetzbar. Das Hohlrad 13a (Drehzahl nva) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes VSa ist über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 21 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2, über die Kupplung D mit dem Steg 25 der Planetenräder 22 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2, über die Kupplung L mit dem Steg 45 der Planetenräder 42 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 und über die Kupplung M mit dem Sonnenrad 31 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 verbindbar. Der Steg 25 mit den Planetenrädern 22 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 und das Hohlrad 13 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 sind miteinander gekoppelt. Das Sonnenrad 11 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 und das Hohlrad 23 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 sind ebenfalls miteinander gekoppelt. Der Steg 15 (Drehzahl nvs) mit den Planetenrädern 12 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 ist über die Verbindungswelle 2 mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 verbunden. Der Steg 45 mit den Planetenrädern 42 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 ist mit dem Hohlrad 33 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 verbunden. Der Steg 35 mit den Planetenrädern 32 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 ist mit dem Hohlrad 43 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 und mit der Abtriebswelle 3 (Drehzahl nns) verbunden.

Durch selektives Schalten der acht Schaltelemente A bis E und H, M und L können gemäß der in Figur 15B dargestellten Schaltlogik insgesamt vierundzwanzig Vorwärtsgänge geschaltet werden. Ein Rückwärtsgang ist nicht vorgesehen. Der Vorteil dieser fünfzehnten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes im Vergleich zum genannten Stand der Technik liegt darin, daß bei gleicher Anzahl von Schaltelelementen mit einem Radsatz weniger insgesamt vierundzwanzig anstatt siebzehn Vorwärtsgänge realisiert werden.

In einer beispielhaften sechzehnten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes wird vorgeschlagen, im Vorschaltsatz VS zwei gekoppelte schaltbare Vorschalt-Planetenradsätze VS1 und VS2, sowie zwei zusätzliche gekoppelte nicht schaltbare Vorschalt-Planetenradsätze VSa und VSb vorzusehen. Figur 16A zeigt das entsprechende Getriebeschema. Wie bei der fünfzehnten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes sind im Vorschaltsatz VS fünf als Kupplungen ausgebildete Schaltelemente A, B, C, D, E und im Nachschaltsatz NS drei als Kupplungen ausgebildete Schaltelemente M, H und L vorgesehen.

Wie in Figur 16A dargestellt, ist die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) mit dem Sonnenrad 11b des vierten Vorschalt-Planetenradsatzes VSb verbunden, sowie über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 21 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2, über die Kupplung E mit dem Steg 25 der Planetenräder 22 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 und über die Kupplung H mit dem Steg 45 der Planetenräder 42 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 verbindbar. Das Sonnenrad 11a des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes VSa ist festgesetzt.

Der vierte Vorschalt-Planetenradsatz VSb ist als Doppel-
planetenradsatz ausgebildet. Der Steg 15a (Drehzahl nva)
mit den Planetenrädern 12a des dritten Vorschalt-
Planetenradsatzes VSa ist mit dem Steg 15b'' der äußeren
5 Planetenräder 12b'' des vierten Vorschalt-Planetenrad-
satzes VSb und dem Steg 15b' der inneren Planetenräder 12b'
des vierten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSb) verbunden.
Weiterhin ist der Steg 15a des dritten Vorschalt-Planeten-
radsatzes VSa über die Kupplung C mit dem Sonnenrad 21 des
10 zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 ver-
bindbar, sowie über die Kupplung D mit dem Steg 25 der Pla-
netenräder 22 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planeten-
radsatzes VS2 und über die Kupplung L mit dem Steg 35'' der
äußeren Planetenräder 32'' des ersten Nachschalt-Planeten-
15 radsatzes NS1. Dabei sind die Planetenräder 12a des dritten
Vorschalt-Planetenradsatzes VSa und die Planetenräder 12b''
des vierten Vorschalt-Planetenradsatzes VSb zusammengefaßt.
Das Hohlrad 13a (Drehzahl nvb) des dritten Vorschalt-
Planetenradsatzes VSa und das Hohlrad 13b des vierten Vor-
20 schalt-Planetenradsatzes VSb sind miteinander gekoppelt.
Beide Hohlräder 13a und 13b sind über die Kupplung A mit
dem Sonnenrad 11 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planeten-
radsatzes VS1 und über die Kupplung M mit dem Sonnenrad 31
des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 verbindbar. Das
25 Sonnenrad 11 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenrad-
satzes VS1 ist mit dem Hohlrad 23 des zweiten schaltbaren
Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 verbunden. Der Steg 25 mit
den Planetenrädern 22 des zweiten schaltbaren Vorschalt-
Planetenradsatzes VS2 ist mit dem Hohlrad 13 des ersten
30 schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 verbunden. Der
Steg 15 mit den Planetenrädern 12 des ersten schaltbaren
Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 ist über die Verbindungs-
welle 2 (Drehzahl nvs) mit dem Sonnenrad 41 des zweiten

Nachschaft-Planetenradsatzes NS2 verbunden. Der Steg 35'' mit den äußeren Planetenrädern 32'' des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 und der Steg 35' mit den inneren Planetenrädern 32' des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1
5 und der Steg 45 der Planetenräder 42 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 sind miteinander verbunden. Die äußeren Planetenräder 32'' des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 und die Planetenräder 42 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 sind dabei zusammengefaßt.
10 Die Hohlräder 33 und 43 des ersten und zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1, NS2 sind miteinander und zusätzlich mit der Abtriebswelle 3 (Drehzahl nns) verbunden.

Durch selektives Schalten der acht Schaltelemente A bis E und H, M und L gemäß der in Figur 16B dargestellten
15 Schaltlogik können insgesamt sechsundzwanzig Vorwärtsgänge geschaltet werden. Ein Rückwärtsgang ist nicht vorgesehen. Gegenüber dem genannten Stand der Technik werden bei dieser sechzehnten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes in besonders vorteilhafter Weise bei gleicher Anzahl von Schaltelementen und Radsätzen sechsundzwanzig
20 anstatt siebzehn Vorwärtsgänge realisiert.

Wegen des äußerst kompakten Getriebeaufbaus und des Entfalls des Rückwärtsganges eignen sich die Ausführungsformen dreizehn bis sechzehn eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes besonders als Nabenschaltung für Fahrräder.
25

Durch geeignete Wahl der Übersetzungen der einzelnen Planetenradsätze kann aus der fünfzehnten und sechzehnten
30 Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes jeweils auch ein Mehrstufengetriebe mit einem, zwei oder mehreren Rückwärtsgängen abgeleitet werden. Dabei reduziert

sich die Anzahl der Vorwärtsgänge jeweils um die Anzahl der Rückwärtsgänge. Solche Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes eignen sich insbesondere für vielgängige Sonderantriebe.

5

In einer Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dem Nachschaltsatz NS einen zweiten Nachschaltsatz NS' nachzuschalten. Auf diese Weise können - ausgehend von den beschriebenen erfindungsgemäßen Mehrstufengetrieben - durch
10 wenige zusätzliche Bauelemente sehr kompakte Vielganggetriebe abgeleitet werden. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, diesen zweiten Nachschaltsatz NS' schaltbar auszuführen, mit zwei weiteren gekoppelten Nachschalt-
15 Planetenradsätzen NS1', NS2' und zwei weiteren Schaltelementen M', H'. Dabei ist der zweite Nachschaltsatz NS' zur Erzeugung einer Ausgangsdrehzahl (nns') eingangsseitig einerseits über eines seiner Schaltelemente mit der Antriebswelle 1 (Drehzahl n) des Getriebes verbindbar und andererseits fest mit der Abtriebswelle 3 (Drehzahl nns) des Nachschaltsatzes NS verbunden.
20

Anhand der Figuren 17A, 17B und 17C, 17D werden nun zwei erfindungsgemäße Ausführungsformen eines zweiten Nachschaltsatzes NS' erläutert, in vorteilhafter Ausbildung als
25 Zweisteg-Vierwellen-Getriebe, mit einem als Bremse ausgebildeten ersten Schaltelement M' und einem als Kupplung ausgebildeten zweiten Schaltelement H'.

Figur 17A zeigt nun eine erste Ausbildung eines erfindungsgemäßen zweiten Nachschaltsatzes NS' mit zwei gekoppelten, über die Schaltelemente M', H' schaltbaren Nachschalt-Planetensätzen NS1', NS2'. Der erste Nachschalt-Planetensatz NS1' des zweiten Nachschaltsatzes NS' um-
30

faßt dabei ein Sonnenrad 51, ein Hohlrad 53 und einen Steg 55 mit Planetenrädern 52, der zweite Nachschalt- Planetenradsatz NS2' des zweiten Nachschaltsatzes NS' ein Sonnenrad 61, ein Hohlrad 63 und einen Steg 65 mit Planetenrädern 62. Die Sonnenräder 51 und 61 sind miteinander verbunden und über die Bremse M' festsetzbar. Das Hohlrad 53 und der Steg 65 sind miteinander verbunden und über die Kupplung H' mit der Antriebswelle 1 (Drehzahl n) des Getriebes verbindbar. Das Hohlrad 63 ist über die Abtriebswelle 3 (Drehzahl n_{ns}) mit dem Abtrieb des Nachschaltsatzes NS verbunden. Der Steg 55 bildet den Abtrieb des zweiten Nachschaltsatzes NS' und ist mit einer Ausgangswelle 4 (Drehzahl n_{ns}') des Getriebes verbunden.

Figur 17B zeigt beispielhafte Standübersetzungen dieser ersten Ausbildung eines erfindungsgemäßen zweiten Nachschaltsatzes NS'.

In Figur 17C ist nun eine zweite Ausbildung eines erfindungsgemäßen zweiten Nachschaltsatzes NS' mit zwei gekoppelten, über die Schaltelemente M', H' schaltbaren Nachschalt-Planetensatz NS1', NS2' dargestellt. Der erste Nachschalt-Planetensatz NS1' des zweiten Nachschaltsatzes NS' umfaßt dabei ein Sonnenrad 51, ein Hohlrad 53 und einen Steg 55 mit Planetenrädern 52. Der zweite Nachschalt-Planetensatz NS2' des zweiten Nachschaltsatzes NS' ist nunmehr als Plus-Getriebe ausgebildet und umfaßt ein Sonnenrad 61, ein Hohlrad 63 und zwei gekoppelte Stege 65' und 65'' mit inneren und äußeren Planetenrädern 62' und 62''. Das Sonnenrad 51 ist über die Bremse M' festsetzbar. Die Hohlräder 53 und 63 sind miteinander verbunden und über die Kupplung H' mit der Antriebswelle 1 (Drehzahl n) des Getriebes verbindbar. Das Sonnenrad 61 ist

über die Abtriebswelle 3 (Drehzahl nns) mit dem Abtrieb des Nachschaltsatzes NS verbunden. Die Stege 55, 65', 65'' sind miteinander verbunden, bilden den Abtrieb des zweiten Nachschaltsatzes NS' und sind mit der Ausgangswelle 4 (Drehzahl nns') des Getriebes verbunden.

Figur 17D zeigt beispielhafte Standübersetzungen dieser zweiten Ausbildung eines erfindungsgemäßen zweiten Nachschaltsatzes NS'.

10

Anhand der Figuren 17E und 17F wird nun eine beispielhafte siebzehnte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit einem zweiten Nachschaltsatz NS' erläutert. Insgesamt weist dieses Getriebe sieben schaltbare Radsätze und neun Schaltelemente auf. Im Vorschaltsatz VS ist den über die Kupplungen A, B, D, E und die Bremse C schaltbaren ersten beiden Vorschalt-Planetenradsätzen VS1 und VS2 hierbei ein zusätzlicher dritter, nicht schaltbarer Vorschalt-Planetenradsatz VSa vorschaltbar, ähnlich wie bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen vierzehn und fünfzehn. Der Nachschaltsatz NS umfaßt wieder einen ersten und einen zweiten Nachschalt-Planetenradsatz NS1, NS2 und ist über eine Bremse M und eine Kupplung H schaltbar. Dem Nachschaltsatz NS ist erfindungsgemäß ein zweiter, zusätzlicher Nachschaltsatz NS' nachgeschaltet, der mit der mit Abtriebsdrehzahl nns rotierenden Abtriebswelle 3 des Nachschaltsatzes NS fest verbunden ist. Der zweite Nachschaltsatz NS' ist dabei als schaltbares Zweisteg-Vierwellen-Getriebe ausgebildet und entspricht der in Figur 17A gezeigten Ausgestaltung, mit einem dritten und einem vierten Nachschalt-Planetenradsatz NS3 und NS4, sowie einem ersten als Bremse und einem zweiten als Kupplung ausgebildeten Schaltelement M' und H'.

30

Wie in Figur 17E gezeigt, ist die Antriebswelle 1 hierbei mit dem Sonnenrad 11a des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes VSa verbunden. Weiterhin ist die Antriebswelle 1 über die Kupplung E mit dem Steg 25 der Planetenräder 22 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2, über die Kupplung A mit dem Hohlrad 13 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1, über die Kupplung H mit dem Steg 45 der Planetenräder 42 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2, sowie über die Kupplung H' des zweiten Nachschaltsatzes NS' mit einem Steg 65 mit Planetenrädern 62 des vierten Nachschalt-Planetenradsatzes NS4 verbindbar. Der dritte Vorschalt-Planetenradsatz VSa ist erfindungsgemäß als Plus-Getriebe in Doppelplanetenbauweise ausgebildet. Der Steg 15a' mit den inneren Planetenrädern 12a' und der Steg 15a'' mit den äußeren Planetenrädern 12a'' des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes VSa sind miteinander gekoppelt und festgesetzt. Das Hohlrad 13a des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes VSa ist über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 21 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 und über die Kupplung D mit dem Steg 25 der Planetenräder 22 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 verbindbar. Das Sonnenrad 21 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 ist mit dem Sonnenrad 11 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 verbunden und über die Bremse C festsetzbar. Das Hohlrad 13 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 ist mit dem Hohlrad 23 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 verbunden. Der Steg 15 der Planetenräder 12 des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 ist über die mit Drehzahl nvs rotierenden Verbindungswelle 2 mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalt-Planetenrad-

satzes NS2 und mit dem Hohlrad 33 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 verbunden. Der Steg 45 der Planetenräder 42 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 und der Steg 35 der Planetenräder 32 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 sind miteinander verbunden. Das Sonnenrad 31 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 ist über die Bremse M festsetzbar. Das Hohlrad 43 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 ist über die mit Drehzahl nns rotierenden Abtriebswelle 3 mit einem Hohlrad 63 des vierten Nachschalt-Planetenradsatzes NS4 verbunden. Ein Sonnenrad 51 des dritten Nachschalt-Planetenradsatzes NS3 und ein Sonnenrad 61 vierten Nachschalt-Planetenradsatzes NS4 sind gekoppelt und über die Bremse M' des zweiten Nachschaltsatzes NS' festsetzbar. Ein Hohlrad 53 des dritten Nachschalt-Planetenradsatzes NS3 und ein Steg 65 mit Planetenrädern 62 des vierten Nachschalt-Planetenradsatzes NS4 sind miteinander verbunden. Ein Steg 55 mit Planetenrädern 52 des dritten Nachschalt-Planetenradsatzes NS3 ist mit einer Ausgangswelle 4 des Getriebes, die mit einer Drehzahl nns' rotiert, verbunden.

Für die Drehzahlen an den Wellen und Schaltelementen gelten die zuvor genannten Drehzahlbedingungen 1. bis 7., sowie zusätzlich:

11. Die Drehzahl an der Antriebswelle 1 und am geschalteten Schaltelement H' ist gleich der Eingangsdrehzahl n der Antriebswelle 1;
12. die Drehzahl am geschalteten Schaltelement M' ist null;
13. die Drehzahl an dem mit der Abtriebswelle 3 verbundenen Zentralrad des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2' des zweiten Nachschaltsatzes NS', die durch geschaltete Schaltelemente H' und M' des zweiten Nachschaltsatzes NS' erzeugt wird, ist gleich/größer als

die Drehzahl n_{ns} , die durch geschaltete Schaltelemente im Vorschaltsatz VS und/oder Nachschaltsatz NS erzeugt wird.

5 Figur 17F zeigt die Schaltlogik dieser siebzehnten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes. Durch selektives Schalten der neun Schaltelemente A, B, C, D, E und H, M sowie H', M' können mit sieben
10 Radsätzen insgesamt fünfunddreißig Vorwärtsgänge mit vorteilhaft enger Stufung ohne komfortschädliche Gruppenschaltung geschaltet werden. Ein Rückwärtsgang ist nicht vorgesehen. Ähnlich wie die erfindungsgemäßen Ausführungsformen gemäß Figuren 13 bis 16, eignet sich diese siebzehnte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes
15 besonders als kompakte vielgängige Nabenschaltung für Fahrräder.

 Selbstverständlich kann in anderen Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes der zweite schaltbare
20 Nachschaltsatz NS' auch mit anderen Kombinationen aus Vorschalt- und Nachschalt-Planetenradsätzen kombiniert werden, beispielsweise in Verbindung mit einem nicht schaltbaren Vorschaltsatz und einem schaltbaren Nachschaltsatz.

B e z u g s z e i c h e n

	VS	Vorschaltsatz
	VS1	erster Vorschalt-Planetenradsatz
5	VS2	zweiter Vorschalt-Planetenradsatz
	VSa	dritter Vorschalt-Planetenradsatz
	VSb	vierter Vorschalt-Planetenradsatz
	NS	Nachschaltsatz
10	NS1	erster Nachschalt-Planetenradsatz
	NS2	zweiter Nachschalt-Planetenradsatz
	NS'	zweiter Nachschaltsatz
15	NS1'	erster Nachschalt-Planetenradsatz des zweiten Nachschaltsatzes NS'
	NS2'	zweiter Nachschalt-Planetenradsatz des zweiten Nachschaltsatzes NS'
20	A, B, C, D, E	Schaltelemente des Vorschaltsatzes VS
	M, H, L,	erstes bis drittes Schaltelement des Nachschaltsatzes NS
25	M', H'	erstes und zweites Schaltelement des zweiten Nachschaltsatzes NS'
	n	Eingangsdrehzahl der Antriebswelle
	nva	Ausgangsdrehzahl des Radsatzes VSa
	nvb	Ausgangsdrehzahl des Radsatzes VSb
30	nvs	Ausgangsdrehzahl des Vorschaltsatzes VS
	nns	Ausgangsdrehzahl des Nachschaltsatzes NS
	nns'	Ausgangsdrehzahl des zweiten Nachschalt- satzes NS'

	1	Antriebswelle
	2	Verbindungswelle
	3	Abtriebswelle
	4	Ausgangswelle
5		
	11	Sonnenrad des Radsatzes VS1
	12	Planetenrad des Radsatzes VS1
	12`	inneres Planetenrad des Radsatzes VS1
	12``	äußeres Planetenrad des Radsatzes VS1
10	13	Hohlrad des Radsatzes VS1
	15	Steg des Radsatzes VS1
	15`	Steg der inneren Planetenräder des Radsatzes VS1
	15``	Steg der äußeren Planetenräder des Radsatzes VS1
15		
	21	Sonnenrad des Radsatzes VS2
	22	Planetenrad des Radsatzes VS2
	22`	inneres Planetenrad des Radsatzes VS2
20	22``	äußeres Planetenrad des Radsatzes VS2
	23	Hohlrad des Radsatzes VS2
	25	Steg des Radsatzes VS2
	25`	Steg der inneren Planetenräder des Radsatzes VS2
25	25``	Steg der äußeren Planetenräder des Radsatzes VS2

	11a	Sonnenrad des Radsatzes V _{Sa}
	12a	Planetenrad des Radsatzes V _{Sa}
	12ak	kleines Planetenrad des Radsatzes V _{Sa}
	12ag	großes Planetenrad des Radsatzes V _{Sa}
5	12a'	inneres Planetenrad des Radsatzes V _{Sa}
	12a''	äußeres Planetenrad des Radsatzes V _{Sa}
	13a	Hohlrad des Radsatzes V _{Sa}
	15a	Steg des Radsatzes V _{Sa}
10	15a'	Steg der inneren Planetenräder des Radsatzes V _{Sa}
	15a''	Steg der äußeren Planetenräder des Radsatzes V _{Sa}
	11b	Sonnenrad des Radsatzes V _{Sb}
15	12b'	inneres Planetenrad des Radsatzes V _{Sb}
	12b''	äußeres Planetenrad des Radsatzes V _{Sb}
	13b	Hohlrad des Radsatzes V _{Sb}
	15b'	Steg der inneren Planetenräder des Radsatzes V _{Sb}
20	15b''	Steg der äußeren Planetenräder des Radsatzes V _{Sb}
	31	Sonnenrad des Radsatzes NS ₁
	32	Planetenrad des Radsatzes NS ₁
25	32'	inneres Planetenrad des Radsatzes NS ₁
	32''	äußeres Planetenrad des Radsatzes NS ₁
	33	Hohlrad des Radsatzes NS ₁
	35	Steg des Radsatzes NS ₁
30	35'	Steg der inneren Planetenräder des Radsatzes NS ₁
	35''	Steg der äußeren Planetenräder des Radsatzes NS ₁

	41	Sonnenrad des Radsatzes NS2
	42	Planetenrad des Radsatzes NS2
	42 `	inneres Planetenrad des Radsatzes NS2
	42 ``	äußeres Planetenrad des Radsatzes NS2
5	43	Hohlrad des Radsatzes NS2
	45	Steg des Radsatzes NS2
	45 `	Steg der inneren Planetenräder des Radsatzes NS2
10	45 ``	Steg der äußeren Planetenräder des Radsatzes NS2
	51	Sonnenrad des Radsatzes NS1 `
	52	Planetenrad des Radsatzes NS1 `
	53	Hohlrad des Radsatzes NS1 `
15	55	Steg des Radsatzes NS1 `
	61	Sonnenrad des Radsatzes NS2 `
	62	Planetenrad des Radsatzes NS2 `
	62 `	inneres Planetenrad des Radsatzes NS2 `
20	62 ``	äußeres Planetenrad des Radsatzes NS2 `
	63	Hohlrad des Radsatzes NS2 `
	65	Steg des Radsatzes NS2 `
	65 `	Steg der inneren Planetenräder des Radsatzes NS2 `
25	65 ``	Steg der äußeren Planetenräder des Radsatzes NS2 `

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Mehrstufengetriebe, mit einer Antriebswelle (1), die mit einem Vorschaltatz (VS) verbunden ist, mit einer
5 Abtriebswelle (3), die mit einem Nachschaltatz (NS) verbunden ist, mit auf den Vorschaltatz (VS) wirkenden Schaltelementen (A, B, C, D, E) und mit auf den Nachschaltatz (NS) wirkenden Schaltelementen (M, H, L), wobei durch selektives Schalten der Schaltelemente (A, B, C, D, E
10 und M, H, L) eine Eingangsdrehzahl (n) der Antriebswelle (1) zur Schaltung von mindestens sieben Vorwärtsgängen derart auf die Abtriebswelle (3) übertragbar ist, daß zum Umschalten von einem Gang in den nächstfolgend höheren oder nächstfolgend niedrigeren Gang von den gerade betätigten
15 Schaltelementen jeweils nur ein Schaltelement abgeschaltet und ein weiteres Schaltelement zugeschaltet wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorschaltatz (VS) aus zwei gekoppelten, schaltbaren Vorschalt-Planetenradsätzen (VS1, VS2) und maximal zwei weiteren nicht schaltbaren Vorschalt-Planetenradsätzen (VSa, VSb) gebildet wird,
20 daß der Nachschaltatz (NS) über eine mit einer Ausgangsdrehzahl (nvs) des Vorschaltatzes (VS) rotierenden Verbindungswelle (2) fest mit dem Vorschaltatz (VS) verbunden und über mindestens ein auf den Nachschaltatz (NS) wirkendes zweites Schaltelement (H) mit der Antriebswelle (1)
25 verbindbar ist, wobei die Ausgangsdrehzahl (nvs) des Vorschaltatzes (VS) durch selektives Schließen von maximal zwei der auf den Vorschaltatz (VS) wirkenden Schaltelemente (A, B, C, D, E) erzeugt wird.

30

2. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Nachschaltatz (NS) als schaltbares Zweisteg-Vierwellen-Getriebe ausgebildet ist,

mit einem ersten und einem zweiten Nachschalt-Planetenrad-
satz (NS1, NS2), mit einem als Bremse ausgebildeten ersten
Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) und einem als
Kupplung ausgebildeten zweiten Schaltelement (H) des Nach-
5 schaltsatzes (NS), wobei der Nachschaltsatz (NS) über das
zweite Schaltelement (H) mit der Antriebswelle (1) verbind-
bar ist, und daß mindestens neun Vorwärtsgänge erzeugt wer-
den.

10 3. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß der Nachschaltsatz (NS) als
schaltbares Zweisteg-Vierwellen-Getriebe ausgebildet ist,
mit einem ersten und einem zweiten Nachschalt-Planetenrad-
satz (NS1, NS2), mit einem als Kupplung ausgebildeten
15 ersten Schaltelement (M) und einem als Kupplung ausgebilde-
ten zweiten Schaltelement (H) und einem als Kupplung oder
Bremse ausgebildeten dritten Schaltelement (L), wobei der
Nachschaltsatz (NS) über das zweite Schaltelement (H) mit
der Antriebswelle (1) verbindbar ist, und daß mindestens
20 neun Vorwärtsgänge erzeugt werden.

4. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, 2 oder 3, da-
durch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Verbin-
dungswelle (2) zwischen Vorschaltsatz (VS) und Nachschalt-
satz (NS) mit einem Zentralrad des zweiten Nachschalt-
25 Planetenradsatzes (NS2) verbunden ist.

5. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 4, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß das mit der Verbindungswel-
30 le (2) verbundene Zentralrad des zweiten Nachschalt-
Planetenradsatzes (NS2) ein Sonnenrad (41) des zweiten
Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) ist.

6. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 4, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß das mit der Verbindungswel-
le (2) verbundene Zentralrad des zweiten Nachschalt-
Planetenradsatzes (NS2) ein Hohlrad (43) des zweiten Nach-
5 schalt-Planetenradsatzes (NS2) ist.

7. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 2, 4 oder 5,
g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:

- der Vorschaltsatz (VS) umfaßt vier Schaltelemen-
10 te (A, B, C, D), einen schaltbaren ersten Vorschalt-
Planetenradsatz (VS1) mit einem Sonnenrad (11), einem
Hohlrad (13) und einem Steg (15) mit Planetenräd-
ern (12), sowie einen schaltbaren zweiten Vorschalt-
Planetenradsatz (VS2) mit einem Sonnenrad (21), einem
15 Hohlrad (23) und einem Steg (25) mit Planeten-
rädern (22);
- der schaltbare erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1)
umfaßt ein Sonnenrad (31), ein Hohlrad (33) und einen
Steg (35) mit Planetenrädern (32);
- 20 - der schaltbare zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2)
umfaßt ein Sonnenrad (41), ein Hohlrad (43) und einen
Steg (45) mit Planetenrädern (42);
- das Hohlrad (13) des ersten Vorschalt-Planetenrad-
satzes (VS1) und der Steg (25) des zweiten Vorschalt-
25 Planetenradsatzes (VS2) sind miteinander verbunden und
über das vierte Schaltelement (D) des Vorschalt-
satzes (VS) festsetzbar;
- das Hohlrad (23) des zweiten Vorschalt-Planetenrad-
satzes (VS2) und der Steg (15) des ersten Vorschalt-
30 Planetenradsatzes (VS1) sind miteinander und über die
Verbindungswelle (2) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten
Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbunden;

- das Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) und der Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) sind miteinander verbunden und über das zweite Schaltelement (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
5
 - das Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) und der Steg (35) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) sind miteinander und mit der Abtriebswelle (3) verbunden;
 - 10 - das Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über das erste Schaltelement (A) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
 - das Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar und über das dritte Schaltelement (C) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar; und
15
 - das Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist über das erste Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) festsetzbar
20
- [Figur 1A].

8. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 2, 4 oder 6,
25 g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:
- der Vorschaltsatz (VS) umfaßt vier Schaltelemente (A, B, D, E), einen schaltbaren ersten Vorschalt-Planetenradsatz (VS1) mit einem Sonnenrad (11), einem Hohlrad (13) und einem Steg (15) mit Planetenrädern (12), sowie einen schaltbaren zweiten Vorschalt-Planetenradsatz (VS2) mit einem Sonnenrad (21), einem Hohlrad (23) und einem Steg (25) mit Planetenrädern (22);
30

- der schaltbare erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1) umfaßt ein Sonnenrad (31), ein Hohlrad (33) und einen Steg (35) mit Planetenrädern (32);
- der schaltbare zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2) umfaßt ein Sonnenrad (41), ein Hohlrad (43) und einen Steg (45) mit Planetenrädern (42);
- das Hohlrad (13) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) und der Steg (25) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) sind miteinander verbunden, über das dritte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar und über das vierte Schaltelement (E) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
- das Hohlrad (23) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) und der Steg (15) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) sind miteinander und über die Verbindungswelle (2) mit dem Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbunden;
- das Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) und der Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) sind miteinander verbunden und über das zweite Schaltelement (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
- die Sonnenräder (31, 41) des ersten und zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1, NS2) sind miteinander verbunden und über das erste Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) festsetzbar;
- das Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;

- das Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über das erste Schaltelement (A) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
- der Steg (35) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist mit der Abtriebswelle (3) verbunden
5 [Figur 2A].

9. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 2, 4 oder 5,
g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:

- 10 - der Vorschaltsatz (VS) umfaßt vier Schaltelemente (A, B, C, D), einen schaltbaren ersten Vorschalt-Planetenradsatz (VS1) mit einem Sonnenrad (11), einem Hohlrad (13) und zwei gekoppelten Stegen (15', 15'') mit inneren und äußeren Planetenrädern (12', 12''), sowie
15 einen schaltbaren zweiten Vorschalt-Planetenradsatz (VS2) mit einem Sonnenrad (21), einem Hohlrad (23) und einem Steg (25) mit Planetenrädern (22);
- der schaltbare erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1) umfaßt ein Sonnenrad (31), ein Hohlrad (33) und einen
20 Steg (35) mit Planetenrädern (32);
- der schaltbare zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2) umfaßt ein Sonnenrad (41), ein Hohlrad (43) und zwei gekoppelte Stege (45', 45'') mit inneren und äußeren Planetenrädern (42', 42'');
- 25 - die Hohlräder (13, 23) der beiden Vorschalt-Planetenradsätze (VS1, VS2) sind miteinander und über die Verbindungswelle (2) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbunden;
- die Stege (15', 15'', 25) der beiden Vorschalt-Planetenradsätze (VS1, VS2) sind miteinander verbunden und über
30 das vierte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;

- die Hohlräder (33, 43) der beiden Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1, NS2) sind miteinander verbunden und über das zweite Schaltelement (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
 - 5 - die Stege (35, 45'', 45') der beiden Nachschalt-Planetenradsätze (NS1, NS2) sind miteinander und mit der Abtriebswelle (3) verbunden;
 - das Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über das erste Schaltelement (A) des
10 Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
 - das Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar und über das dritte Schaltelement (C) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar; und
15
 - das Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist über das erste Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) festsetzbar
20
- [Figur 3A].

10. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 2, 4 oder 5, g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:

- der Vorschaltsatz (VS) umfaßt fünf Schalteleme-
25 te (A, B, C, D, E), einen schaltbaren ersten Vorschalt-Planetenradsatz (VS1) mit einem Sonnenrad (11), einem Hohlrad (13) und einem Steg (15) mit Planetenrädern (12), sowie einen schaltbaren zweiten Vorschalt-Planetenradsatz (VS2) mit einem Sonnenrad (21), einem
30 Hohlrad (23) und einem Steg (25) mit Planetenrädern (22);

- der schaltbare erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1) umfaßt ein Sonnenrad (31), ein Hohlrad (33) und einen Steg (35) mit Planetenrädern (32);
- der schaltbare zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2) umfaßt ein Sonnenrad (41), ein Hohlrad (43) und einen Steg (45) mit Planetenrädern (42);
- das Hohlrad (13) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) und der Steg (25) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) sind miteinander verbunden, über das vierte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar und über das fünfte Schaltelement (E) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
- das Hohlrad (23) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) und der Steg (15) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) sind miteinander und über die Verbindungswelle (2) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbunden;
- das Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) und der Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) sind miteinander verbunden und über das zweite Schaltelement (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
- das Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) und der Steg (35) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) sind miteinander und mit der Abtriebswelle (3) verbunden;
- das Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über das erste Schaltelement (A) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
- das Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbind-

bar und über das dritte Schaltelement (C) des Vorschalt-
satzes (VS) festsetzbar; und
- das Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenrad-
satzes (NS1) ist über das erste Schaltelement (M) des
5 Nachschaltsatzes (NS) festsetzbar
[Figur 4A].

11. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 2, 4 oder 6,
g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:
10 - der Vorschaltsatz (VS) umfaßt fünf Schaltelemen-
te (A, B, C, D, E), einen schaltbaren ersten Vorschalt-
Planetenradsatz (VS1) mit einem Sonnenrad (11), einem
Hohlrad (13) und einem Steg (15) mit Planetenrä-
dern (12), sowie einen schaltbaren zweiten Vorschalt-
15 Planetenradsatz (VS2) mit einem Sonnenrad (21), einem
Hohlrad (23) und einem Steg (25) mit Planeten-
rädern (22);
- der schaltbare erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1)
umfaßt ein Sonnenrad (31), ein Hohlrad (33) und einen
20 Steg (35) mit Planetenrädern (32);
- der schaltbare zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2)
umfaßt ein Sonnenrad (41), ein Hohlrad (43) und einen
Steg (45) mit Planetenrädern (42);
- das Hohlrad (13) des ersten Vorschalt-Planetenrad-
25 satzes (VS1) und der Steg (25) des zweiten Vorschalt-
Planetenradsatzes (VS2) sind miteinander verbunden, über
das vierte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS)
festsetzbar und über das fünfte Schaltelement (E) des
Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbind-
30 bar;
- das Hohlrad (23) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes
(VS2) und der Steg (15) des ersten Vorschalt-Planeten-
radsatzes (VS1) sind miteinander und über die Verbin-

dungswelle (2) mit dem Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbunden;

- das Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) und der Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) sind miteinander verbunden und über das zweite Schaltelement (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
- der Steg (35) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist mit der Abtriebswelle (3) verbunden;
- das Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über das erste Schaltelement (A) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
- das Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar und über das dritte Schaltelement (C) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar; und
- die Sonnenräder (31, 41) der beiden Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1, NS2) sind miteinander verbunden und über das erste Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) festsetzbar

[Figur 5A].

12. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 2, 4 oder 5, g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:
- der Vorschaltsatz (VS) umfaßt fünf Schaltelemente (A, B, C, D, E), einen schaltbaren ersten Vorschalt-Planetenradsatz (VS1) mit einem Sonnenrad (11), einem Hohlrad (13) und einem Steg (15) mit Planetenrädern (12), einen schaltbaren zweiten Vorschalt-Planetenradsatz (VS2) mit einem Sonnenrad (21), einem Hohlrad (23) und einem Steg (25) mit Planetenräd-

- 5 dern (22), sowie einen nicht schaltbaren dritten Vorschalt-Planetenradsatz (Vsa) mit einem Sonnenrad (11a), einem Hohlrad (13a) und zwei gekoppelten Stegen (15a', 15a'') mit inneren und äußeren Planetenrädern (12a', 12a'');
- der schaltbare erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1) umfaßt ein Sonnenrad (31), ein Hohlrad (33) und einen Steg (35) mit Planetenrädern (32);
 - der schaltbare zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2) umfaßt ein Sonnenrad (41), ein Hohlrad (43) und einen Steg (45) mit Planetenrädern (42);
 - das Sonnenrad (11a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (Vsa) ist festgesetzt;
 - die gekoppelten Stege (15a', 15a'') des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (Vsa) sind mit der Antriebswelle (1) verbunden,
 - das Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über das erste Schaltelement (A) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
 - das Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) mit dem Hohlrad (13a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (Vsa) verbindbar und über das dritte Schaltelement (C) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
 - das Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist über das erste Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) festsetzbar;
 - das Hohlrad (13) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) und der Steg (25) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) sind miteinander verbunden, über das vierte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS)

festsetzbar, sowie über das fünfte Schaltelement (E) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;

5 - das Hohlrad (23) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) und der Steg (15) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) sind miteinander und über die Verbindungswelle (2) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbunden;

10 - das Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) und der Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) sind miteinander verbunden und über das zweite Schaltelement (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar; und

15 - das Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) und der Steg (35) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) sind miteinander und mit der Abtriebswelle (3) verbunden

[Figur 6A].

20 13. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 2, 4 oder 5, g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:

- der Vorschaltsatz (VS) umfaßt fünf Schaltelemente (A, B, C, D, E), einen schaltbaren ersten Vorschalt-Planetenradsatz (VS1) mit einem Sonnenrad (11), einem
25 Hohlrad (13) und einem Steg (15) mit Planetenrädern (12), einen schaltbaren zweiten Vorschalt-Planetenradsatz (VS2) mit einem Sonnenrad (21), einem Hohlrad (23) und einem Steg (25) mit Planetenrädern (22), sowie einen nicht schaltbaren dritten Vorschalt-Planetenradsatz (Vsa) mit einem Sonnenrad (11a),
30 einem Hohlrad (13a) und einem Steg (15a) mit kleinen und großen Planetenrädern (12ak, 12ag) aufweisenden Stufenplanetenrädern;

- der schaltbare erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1) umfaßt ein Sonnenrad (31), ein Hohlrad (33) und einen Steg (35) mit Planetenrädern (32);
- der schaltbare zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2) umfaßt ein Sonnenrad (41), ein Hohlrad (43) und einen Steg (45) mit Planetenrädern (42);
- das Sonnenrad (11a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) kämmt mit den kleinen Planetenrädern (12ak) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) und ist festgesetzt;
- das Hohlrad (13a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) ist mit der Antriebswelle (1) verbunden und kämmt auf den großen Planetenrädern (12ag) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa);
- die Sonnenräder (11, 21) der beiden Vorschalt-Planetenradsätze (VS1, VS2) sind miteinander verbunden, über das dritte Schaltelement (C) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar, sowie über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) mit dem Steg (15a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) verbindbar;
- die Hohlräder (13, 23) der beiden Vorschalt-Planetenradsätze (VS1, VS2) sind miteinander verbunden und über das erste Schaltelement (A) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
- der Steg (25) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist über das vierte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS) mit dem Steg (15a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) sowie über das fünfte Schaltelement (E) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
- die Stege (35, 45) der beiden Nachschalt-Planetenradsätze (NS1, NS2) sind miteinander verbunden und über das

zweite Schaltelement (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;

- das Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) und das Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) sind miteinander und über die Verbindungswelle (2) mit dem Steg (15) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) verbunden;
- das Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist über das erste Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) festsetzbar; und
- das Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) ist mit der Abtriebswelle (3) verbunden [Figur 13A].

14. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 2, 4 oder 5, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- der Vorschaltsatz (VS) umfaßt fünf Schaltelemente (A, B, C, D, E), einen schaltbaren ersten Vorschalt-Planetenradsatz (VS1) mit einem Sonnenrad (11), einem Hohlrad (13) und einem Steg (15) mit Planetenrädern (12), einen schaltbaren zweiten Vorschalt-Planetenradsatz (VS2) mit einem Sonnenrad (21), einem Hohlrad (23) und einem Steg (25) mit Planetenrädern (22), sowie einen nicht schaltbaren dritten Vorschalt-Planetenradsatz (Vsa) mit einem Sonnenrad (11a), einem Hohlrad (13a) und zwei gekoppelten Stegen (15a', 15a'') mit inneren und äußeren Planetenrädern (12a', 12a'');
- der schaltbare erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1) umfaßt ein Sonnenrad (31), ein Hohlrad (33) und einen Steg (35) mit Planetenrädern (32);

- der schaltbare zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2) umfaßt ein Sonnenrad (41), ein Hohlrad (43) und einen Steg (45) mit Planetenrädern (42);
- das Sonnenrad (11a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) ist festgesetzt;
- 5 - die gekoppelten Stege (15a', 15a'') des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) sind mit der Antriebswelle (1) verbunden;
- das Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS) und das Hohlrad (23) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) sind miteinander verbunden und über das erste Schaltelement (A) des Vorschalt-
- 10 -satzes (VS) verbindbar;
- das Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) mit dem Hohlrad (13a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) und über das dritte Schaltelement (C) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
- 15 - das Hohlrad (13) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) und der Steg (25) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) sind miteinander verbunden, über das vierte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS) mit dem Hohlrad (13a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) verbindbar, sowie über das fünfte Schaltelement (E) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebs-
- 20 -welle (1) verbindbar;
- das Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) und das Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) sind miteinander verbunden und über die Verbindungswelle (2) mit dem Steg (15) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) verbunden;
- 30 - die Stege (35, 45) der beiden Nachschalt-Planetenradsätze (NS1, NS2) sind miteinander verbunden und über das

zweite Schaltelement (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;

- das Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist über das erste Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) festsetzbar; und
- das Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) ist mit der Abtriebswelle (3) verbunden [Figur 14A].

10 15. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 3, 4 oder 5, g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:

- der Vorschaltsatz (VS) umfaßt drei Schaltelemente (A, B, D), einen schaltbaren ersten Vorschalt-Planetenradsatz (VS1) mit einem Sonnenrad (11), einem Hohlrad (13) und einem Steg (15) mit Planetenrädern (12), sowie einen schaltbaren zweiten Vorschalt-Planetenradsatz (VS2) mit einem Sonnenrad (21), einem Hohlrad (23) und einem Steg (25) mit Planetenrädern (22);
- 20 - der schaltbare erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1) umfaßt ein Sonnenrad (31), ein Hohlrad (33) und einen Steg (35) mit Planetenrädern (32);
- der schaltbare zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2) umfaßt ein Sonnenrad (41), ein Hohlrad (43) und einen Steg (45) mit Planetenrädern (42);
- 25 - das Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über das erste Schaltelement (A) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
- das Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
- 30

- das Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist über das erste Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
- 5 - das Hohlrad (13) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) und der Steg (25) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) und sind miteinander verbunden und über das dritte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
- 10 - das Hohlrad (23) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) und der Steg (15) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) sind miteinander und über die Verbindungswelle (2) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbunden;
- 15 - das Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) und der Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) sind miteinander verbunden, über das zweite Schaltelement (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar sowie über das
- 20 dritte Schaltelement (L) des Nachschaltsatzes (NS) festsetzbar; und
- das Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) und der Steg (35) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) sind miteinander und mit der Ab-
- 25 triebswelle (3) verbunden

[Figur 7A].

16. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 3, 4 oder 5,
g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:

- 30 - der Vorschaltsatz (VS) umfaßt drei Schaltelemente (A, B, D), einen schaltbaren ersten Vorschalt-Planetenradsatz (VS1) mit einem Sonnenrad (11), einem Hohlrad (13) und einem Steg (15) mit Planetenräd-

- dern (12), sowie einen schaltbaren zweiten Vorschalt-Planetenradsatz (VS2) mit einem Sonnenrad (21), einem Hohlrad (23) und einem Steg (25) mit Planetenrädern (22);
- 5 - der schaltbare erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1) umfaßt ein Sonnenrad (31), ein Hohlrad (33) und einen Steg (35) mit Planetenrädern (32);
- der schaltbare zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2) umfaßt ein Sonnenrad (41), ein Hohlrad (43) und einen
- 10 Steg (45) mit Planetenrädern (42);
- das Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über das erste Schaltelement (A) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
- das Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist mit der Antriebswelle (1) verbunden;
- 15 - das Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist über das erste Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
- 20 - das Hohlrad (13) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) und der Steg (25) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) und sind miteinander verbunden und über das dritte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
- 25 - das Hohlrad (23) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) und der Steg (15) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) sind miteinander und über die Verbindungswelle (2) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbunden, sowie über
- 30 das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
- das Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) und der Steg (45) des zweiten Nachschalt-

Planetenradsatzes (NS2) sind miteinander verbunden, über das zweite Schaltelement (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar sowie über das dritte Schaltelement (L) des Nachschaltsatzes (NS) festsetzbar; und

5

- das Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) und der Steg (35) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) sind miteinander und mit der Abtriebswelle (3) verbunden

10

[Figur 7C].

17. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 3, 4 oder 5, g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:

15

- der Vorschaltsatz (VS) umfaßt drei Schaltelemente (A, B, D), einen schaltbaren ersten Vorschalt-Planetenradsatz (VS1) mit einem Sonnenrad (11), einem Hohlrad (13) und einem Steg (15) mit Planetenrädern (12), sowie einen schaltbaren zweiten Vorschalt-Planetenradsatz (VS2) mit einem Sonnenrad (21), einem Hohlrad (23) und zwei gekoppelten Stegen (25', 25'') mit inneren und äußeren Planetenrädern (22', 22'');
- der schaltbare erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1) umfaßt ein Sonnenrad (31), ein Hohlrad (33) und zwei gekoppelte Stege (35', 35'') mit inneren und äußeren Planetenrädern (32', 32'');
- der schaltbare zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2) umfaßt ein Sonnenrad (41), ein Hohlrad (43) und einen Steg (45) mit Planetenrädern (42);
- das Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über das erste Schaltelement (A) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
- das Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist mit der Antriebswelle (1) verbunden;

30

- die Hohlräder (13, 23) der beiden Vorschalt-Planetenradsätze (VS1, VS2) sind miteinander verbunden und über das dritte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
 - 5 - die Stege (15, 25', 25'') der beiden Vorschalt-Planetenradsätze (VS1, VS2) sind miteinander verbunden, über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar, und über die Verbindungswelle (2) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbunden;
 - 10 - das Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist über das erste Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
 - 15 - die Stege (35', 35'', 45) der beiden Nachschalt-Planetenradsätze (NS1, NS2) sind miteinander verbunden, über das zweite Schaltelement (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar, sowie über das dritte Schaltelement (L) des Nachschaltsatzes (NS) festsetzbar;
 - 20 - die Hohlräder (33, 43) der beiden Nachschalt-Planetenradsätze (NS1, NS2) sind miteinander und mit der Abtriebswelle (3) verbunden
- [Figur 8A].

25

18. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 3, 4 oder 6, g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:

- der Vorschaltsatz (VS) umfaßt drei Schalteleme-
te (A, B, D), einen schaltbaren ersten Vorschalt-
30 Planetenradsatz (VS1) mit einem Sonnenrad (11), einem
Hohlräder (13) und einem Steg (15) mit Planetenräd-
ern (12), sowie einen schaltbaren zweiten Vorschalt-
Planetenradsatz (VS2) mit einem Sonnenrad (21), einem

- Hohlrad (23) und einem Steg (25) mit Planetenrädern (22);
- der schaltbare erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1) umfaßt ein Sonnenrad (31), ein Hohlrad (33) und einen Steg (35) mit Planetenrädern (32);
 - der schaltbare zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2) umfaßt ein Sonnenrad (41), ein Hohlrad (43) und einen Steg (45) mit Planetenrädern (42);
 - die Sonnenräder (11, 21) der beiden Vorschalt-Planetenradsätze (VS1, VS2) sind miteinander verbunden und über das erste Schaltelement (A) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
 - das Hohlrad (23) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist mit der Antriebswelle (1) verbunden;
 - das Hohlrad (13) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) und der Steg (25) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) sind miteinander verbunden und über das dritte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
 - der Steg (15) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar, sowie über die Verbindungswelle (2) mit dem Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbunden;
 - die Sonnenräder (31, 41) der beiden Nachschalt-Planetenradsätze sind miteinander verbunden und über das erste Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
 - das Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) und der Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) sind miteinander verbunden, über das zweite Schaltelement (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar, sowie über das

dritte Schaltelement (L) des Nachschaltsatzes (NS) festsetzbar; und

- der Steg (35) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist mit der Abtriebswelle (3) verbunden
- 5 [Figur 9A].

19. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 3, 4 oder 5, g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:

- der Vorschaltsatz (VS) umfaßt vier Schaltelemente (A, B, D, E), einen schaltbaren ersten Vorschalt-Planetenradsatz (VS1) mit einem Sonnenrad (11), einem Hohlrad (13) und einem Steg (15) mit Planetenrädern (12), sowie einen schaltbaren zweiten Vorschalt-Planetenradsatz (VS2) mit einem Sonnenrad (21), einem Hohlrad (23) und einem Steg (25) mit Planetenrädern (22);
- der schaltbare erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1) umfaßt ein Sonnenrad (31), ein Hohlrad (33) und einen Steg (35) mit Planetenrädern (32);
- 20 - der schaltbare zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2) umfaßt ein Sonnenrad (41), ein Hohlrad (43) und einen Steg (45) mit Planetenrädern (42);
- das Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über das erste Schaltelement (A) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
- 25 - das Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
- 30 - das Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist über das erste Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;

- das Hohlrad (13) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) und der Steg (25) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) und sind miteinander verbunden, über das dritte Schaltelement (D) des Vorschalt-
5 satzes (VS) festsetzbar, sowie über das vierte Schaltelement (E) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
- das Hohlrad (23) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) und der Steg (15) des ersten Vorschalt-
10 Planetenradsatzes (VS1) sind miteinander und über die Verbindungswelle (2) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbunden;
- das Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) und der Steg (45) des zweiten Nachschalt-
15 Planetenradsatzes (NS2) sind miteinander verbunden, über das zweite Schaltelement (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar sowie über das dritte Schaltelement (L) des Nachschaltsatzes (NS) festsetzbar; und
- das Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) und der Steg (35) des ersten Nachschalt-
20 Planetenradsatzes (NS1) sind miteinander und mit der Abtriebswelle (3) verbunden

[Figur 10A].

25

20. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 3, 4 oder 5, g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:

- der Vorschaltsatz (VS) umfaßt vier Schaltelemente (A, B, C, D), einen schaltbaren ersten Vorschalt-
30 Planetenradsatz (VS1) mit einem Sonnenrad (11), einem Hohlrad (13) und einem Steg (15) mit Planetenrädern (12), sowie einen schaltbaren zweiten Vorschalt-Planetenradsatz (VS2) mit einem Sonnenrad (21), einem

- Hohlrad (23) und einem Steg (25) mit Planetenrädern (22);
- der schaltbare erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1) umfaßt ein Sonnenrad (31), ein Hohlrad (33) und einen Steg (35) mit Planetenrädern (32);
 - der schaltbare zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2) umfaßt ein Sonnenrad (41), ein Hohlrad (43) und einen Steg (45) mit Planetenrädern (42);
 - das Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über das erste Schaltelement (A) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
 - das Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar und über das dritte Schaltelement (C) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
 - das Hohlrad (13) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) und der Steg (25) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) sind miteinander verbunden und über das vierte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
 - das Hohlrad (23) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) und der Steg (15) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) sind miteinander und mit der Verbindungswelle (2) verbunden;
 - die Verbindungswelle (2) ist mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) und dem an dieses Sonnenrad (41) angekoppelten Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) verbunden;
 - das Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist über das erste Schaltelement (M) des

Nachschaltsatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar;

- die Stege (35, 45) der beiden Nachschalt-Planetenradsätze (NS1, NS2) sind miteinander verbunden, über das zweite Schaltelement (H) des Nachschaltesatzes (NS) mit der Antriebswelle (1) verbindbar, sowie über das als dritte Schaltelement (L) des Nachschaltesatzes (NS) festsetzbar; und
- das Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) ist mit der Abtriebswelle (3) verbunden [Figur 11A].

21. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 3, 4 oder 5, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- der Vorschaltsatz (VS) umfaßt fünf Schaltelemente (A, B, C, D, E), einen schaltbaren ersten Vorschalt-Planetenradsatz (VS1) mit einem Sonnenrad (11), einem Hohlrad (13) und einem Steg (15) mit Planetenrädern (12), einem schaltbaren zweiten Vorschalt-Planetenradsatz (VS2) mit einem Sonnenrad (21), einem Hohlrad (23) und einem Steg (25) mit Planetenrädern (22), sowie einen nicht schaltbaren dritten Vorschalt-Planetenradsatz (VSa) mit einem Sonnenrad (11a), einem Hohlrad (13a) und zwei gekoppelten Stegen (15a', 15a'') mit inneren und äußeren Planetenrädern (12a', 12a'');
- der schaltbare erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1) umfaßt ein Sonnenrad (31), ein Hohlrad (33) und einen Steg (35) mit Planetenrädern (32);
- der schaltbare zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2) umfaßt ein Sonnenrad (41), ein Hohlrad (43) und einen Steg (45) mit Planetenrädern (42);

- die Antriebswelle (1) ist mit dem Sonnenrad (11a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) verbunden;
- die Antriebswelle (1) ist über das erste Schaltelement (A) des Vorschaltsatzes (VS) mit dem Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) verbindbar;
- 5
- die Antriebswelle (1) ist über das fünfte Schaltelement (E) des Vorschaltsatzes (VS) mit dem Steg (25) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) verbindbar;
- 10
- die Antriebswelle (1) ist über das zweite Schaltelement (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit dem Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbindbar;
- die gekoppelten Stege (15a', 15a'') des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) sind festgesetzt;
- 15
- das Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist über das dritte Schaltelement (C) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar, insbesondere durch den Steg (15a'') der äußeren Planetenräder (12a'') des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa);
- 20
- das Hohlrad (13a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) ist über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) mit dem Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) verbindbar;
- das Hohlrad (13a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) ist über das vierte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS) mit dem Steg (25) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) verbindbar;
- 25
- das Hohlrad (13a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) ist über das dritte Schaltelement (L) des Nachschaltsatzes (NS) mit dem Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbindbar;
- 30
- das Hohlrad (13a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) ist über das erste Schaltelement (M) des

Nachschaltsatzes (NS) mit dem Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) verbindbar;

- der Steg (25) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) und das Hohlrad (13) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) sind miteinander verbunden;
- das Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) und das Hohlrad (23) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) sind miteinander verbunden;
- der Steg (15) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über die Verbindungswelle (2) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbunden;
- der Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) ist mit dem Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) verbunden; und
- der Steg (35) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist mit dem Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) und mit der Abtriebswelle (3) verbunden

[Figur 15A].

22. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 3, 4 oder 5, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- der Vorschaltsatz (VS) umfaßt einen schaltbaren ersten Vorschalt-Planetenradsatz (VS1), einen schaltbaren zweiten Vorschalt-Planetenradsatz (VS2), einen nicht schaltbaren dritten Vorschalt-Planetenradsatz (Vsa), einen nicht schaltbaren vierten Vorschalt-Planetenradsatz (Vsb) und fünf Schaltelemente (A, B, C, D, E),
- die Antriebswelle (1) ist mit einem Sonnenrad (11b) des vierten Vorschalt-Planetenradsatzes (Vsb) verbunden,
- die Antriebswelle (1) ist über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) mit einem Sonnen-

- rad (21) des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) verbindbar,
- die Antriebswelle (1) ist über das fünfte Schaltelement (E) des Vorschaltsatzes (VS) mit einem Steg (25) mit Planetenrädern (22) des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) verbindbar,
 - die Antriebswelle (1) ist über das zweite Schaltelement (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit einem Steg (45) mit Planetenrädern (42) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbindbar,
 - ein Sonnenrad (11a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) ist festgesetzt,
 - ein Steg (15a) mit Planetenrädern (12a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) ist mit einem Steg (15b'') mit äußeren Planetenrädern (12b'') des vierten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSb) verbunden
 - der Steg (15a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) ist mit einem Steg (15b') mit inneren Planetenrädern (12b') des vierten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSb) verbunden,
 - der Steg (15a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) ist und über das dritte Schaltelement (C) des Vorschaltsatzes (VS) mit dem Sonnenrad (21) des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) verbindbar,
 - der Steg (15a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) ist über das vierte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS) mit dem Steg (25) des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) verbindbar,
 - der Steg (15a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) ist über das dritte Schaltelement (L) des Nachschaltsatzes (NS) mit einem Steg (35'') mit äußeren Pla-

- netenrädern (32'') des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) verbindbar,
- die Planetenräder (12a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) und die äußeren Planetenräder (12b'') des vierten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSb) sind zusammengefaßt,
 - ein Hohlrad (13a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) und ein Hohlrad (13b) des vierten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSb) sind miteinander verbunden,
 - die Hohlräder (13a, 13b) des dritten und vierten Vorschalt-Planetenradsatzes (Vsa, VSb) sind über das erste Schaltelement (A) des Vorschaltsatzes (VS) mit einem Sonnenrad (11) des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) verbindbar,
 - die Hohlräder (13a, 13b) des dritten und vierten Vorschalt-Planetenradsatzes (Vsa, VSb) sind über das erste Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) mit einem Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) verbindbar,
 - das Sonnenrad (11) des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist mit einem Hohlrad (23) des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) verbunden,
 - der Steg (25) des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist mit einem Hohlrad (13) des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) verbunden,
 - ein Steg (15) mit Planetenrädern (12) des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über die Verbindungswelle (2) mit einem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbunden,

- der Steg (35'') mit den äußeren Planetenrädern (32'') des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) und ein Steg (35') mit inneren Planetenrädern (32') des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) und der Steg (45) mit den Planetenrädern (42) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) sind miteinander verbunden,
 - die äußeren Planetenräder (32'') des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) und die Planetenräder (42) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) sind zusammengefaßt,
 - ein Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) und ein Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) sind miteinander verbunden,
 - die Hohlräder (33, 43) des ersten und zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1, NS2) sind mit der Abtriebswelle (3) verbunden
- [Figur 16A].

23. Mehrstufengetriebe, mit einer Antriebswelle (1), die mit einem Vorschaltsatz (VS) verbunden ist, mit einer Abtriebswelle (3), die mit einem Nachschaltsatz (NS) verbunden ist, mit auf den Vorschaltsatz (VS) wirkenden Schaltelementen (A, B) und mit auf den Nachschaltsatz (NS) wirkenden Schaltelementen (M, H, L), wobei durch selektives Schalten der Schaltelemente (A, B, M, H, L) eine Eingangsdrehzahl (n) der Antriebswelle (1) zur Schaltung von mindestens sieben Vorwärtsgängen derart auf die Abtriebswelle (3) übertragbar ist, daß zum Umschalten von einem Gang in den nächstfolgend höheren oder nächstfolgend niedrigeren Gang von den gerade betätigten Schaltelementen jeweils nur ein Schaltelement abgeschaltet und ein weiteres Schaltelement zugeschaltet wird, und wobei der Nachschaltsatz (NS)

als ein schaltbares Zweisteg-Vierwellen-Getriebe mit einem ersten und einem zweiten Nachschalt-Planetenradsatz (NS1, NS2) ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorschaltsatz (VS) aus zwei Vorschalt-Planetenradsätzen (VS1, VS2) besteht, von denen mindestens einer schaltbar ist, daß der schaltbare Nachschaltsatz (NS) über eine mit einer Ausgangsdrehzahl (nva) des Vorschaltsatzes (VS) rotierenden Verbindungswelle (2) fest mit dem Vorschaltsatz (VS) verbunden und über mindestens ein auf den schaltbaren Nachschaltsatz (NS) wirkendes Schaltelement (M, H, L) mit der Antriebswelle (1) verbindbar ist, wobei die Ausgangsdrehzahl (nvs) des Vorschaltsatzes (VS) durch selektives Schließen von einem der auf den Vorschaltsatz (VS) wirkenden Schaltelemente (A, B) in einem der beiden Vorschalt-Planetenradsätzen (VS1, VS2) erzeugt wird.

24. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 23, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
- 20 - die Antriebswelle (1) ist mit einem Sonnenrad (11) des ersten, schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) verbunden,
 - die Antriebswelle (1) ist über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) mit einem Sonnenrad (21) des zweiten, schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) verbindbar,
 - 25 - ein Steg (25) mit Planetenrädern (22) des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist festgesetzt,
 - 30 - ein Hohlrad (13) des ersten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über das erste Schaltelement (A) des Vorschaltsatzes (VS) mit dem festgesetz-

- ten Steg (25) des zweiten schaltbaren Vorschalt-
Planetenradsatzes (VS2) verbindbar,
- die Antriebswelle (1) ist über das erste Schaltele-
ment (M) des Nachschaltsatzes (NS) mit einem Sonnen-
rad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatz (NS1)
5 verbindbar,
 - die Antriebswelle (1) ist über das zweite Schaltele-
ment (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit einem Steg (45)
mit Planetenrädern (42) des zweiten Nachschalt-Planeten-
10 radsatz (NS2) verbindbar
 - der Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes
(NS2) ist mit einem Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-
Planetenradsatzes (NS1) verbunden,
 - der Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenrad-
15 satzes (NS2) ist über das dritte Schaltelement (L) des
Nachschaltsatzes (NS) festsetzbar,
 - ein Hohlrad (23) des zweiten schaltbaren Vorschalt-
Planetenradsatzes (VS2) ist mit einem Steg (15) der
Planetenräder (12) des ersten Vorschalt-Planetenrad-
20 satzes (VS1) verbunden,
 - das Hohlrad (23) des zweiten schaltbaren Vorschalt-
Planetenradsatzes (VS2) ist über die Verbindungswel-
le (2) mit einem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-
Planetenradsatzes (NS2) verbunden,
 - 25 - ein Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenrad-
satzes (NS2) ist mit einem Steg (35) der Planeten-
räder (32) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1)
verbunden, und
 - das Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenrad-
30 satzes (NS2) ist mit der Abtriebswelle (3) verbunden
[Figur 12A].

25. Mehrstufengetriebes nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Nachschaltsatz (NS) ein zweiter als schaltbares Zweisteg-Vierwellen-Getriebe ausgebildeter Nachschaltsatz (NS') nachgeschaltet ist, und daß mindestens achtzehn Vorwärtsgänge erzeugt werden, wobei der zweite Nachschaltsatz (NS') aus zwei schaltbaren Nachschalt-Planetenradsätzen (NS1', NS2'), einem als Bremse ausgebildeten ersten Schaltelement (M') und einem zweiten als Kupplung ausgebildeten Schaltelement (H') gebildet wird, eingangsseitig fest mit der mit Ausgangsdrehzahl (nns) des Nachschaltsatzes (NS) rotierende Abtriebswelle (3) verbunden ist und über das zweite Schaltelemente (H') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') mit der Antriebswelle (1) verbindbar ist, sowie ausgangsseitig mit einer Ausgangswelle (4) des Mehrstufengetriebes verbunden ist.

26. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 25, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- 20 - der erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') umfaßt ein Sonnenrad (51), ein Hohlrads (53) und einen Steg (55) mit Planetenrädern (52);
- 25 - der zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') umfaßt ein Sonnenrad (61), ein Hohlrads (63) und einen Steg (65) mit Planetenrädern (62);
- 30 - die Sonnenräder (51, 61) der beiden Nachschalt-Planetenradsätze (NS1', NS2') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') sind miteinander verbunden und über das erste Schaltelement (M') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') festsetzbar;

- das Hohlrad (53) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') und der Steg (65) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') sind
5 miteinander verbunden und über das zweite Schaltelement (H') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') mit der Antriebswelle (1) verbindbar;
- das Hohlrad (63) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') ist mit
10 der Abtriebswelle (3) verbunden; und
- der Steg (55) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') ist mit der Ausgangswelle (4) verbunden
[Figur 17A].

15

27. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 25, g e -
k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:

- der erste Nachschalt-Planetenradsatz (NS1') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') umfaßt ein Sonnenrad (51), ein
20 Hohlrad (53) und einen Steg (55) mit Planetenrädern (52);
- der zweite Nachschalt-Planetenradsatz (NS2') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') umfaßt ein Sonnenrad (61), ein Hohlrad (63) und zwei gekoppelte Stege (65', 65'') mit
25 inneren und äußeren Planetenrädern (62', 62'');
- das Sonnenrad (51) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') ist über das erste Schaltelement (M') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') festsetzbar;
- die Hohlräder (53, 63) der beiden Nachschalt-Planetenradsätze (NS1', NS2') des zweiten Nachschaltsatzes (NS')
30 sind miteinander verbunden und über das zweite Schalt-

element (H') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') mit der Antriebswelle (1) verbindbar;

- das Sonnenrad (61) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') ist mit der Abtriebswelle (3) verbunden; und
- die Stege (55, 65', 65'') der beiden Nachschalt-Planetenradsätze (NS1', NS2') des zweiten Nachschaltsatzes (NS') sind miteinander und mit der Ausgangswelle (4) verbunden

10 [Figur 17C].

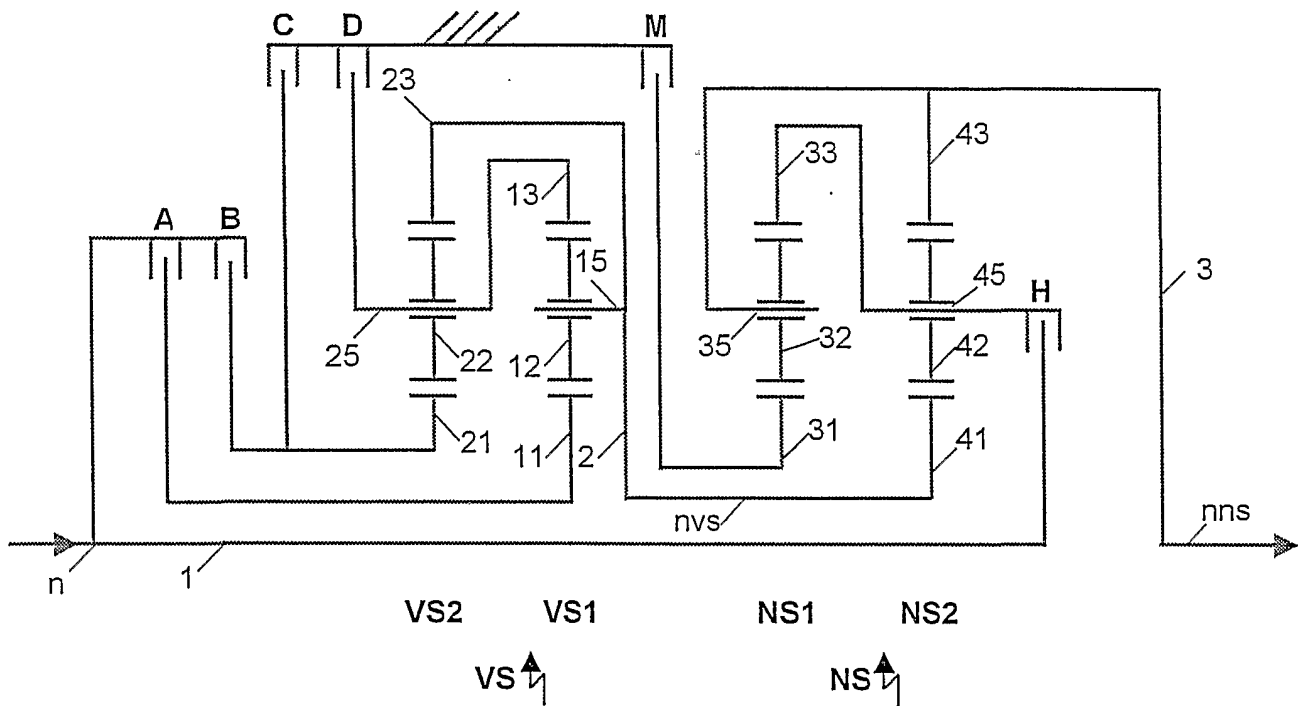
28. Mehrstufengetriebes nach Anspruch 26, g e -
k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:

- die Antriebswelle (1) ist mit einem Sonnenrad (11a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) verbunden;
- die Antriebswelle (1) ist über das fünfte Schaltele-
ment (E) des Vorschaltsatzes (VS) mit einem Steg (25)
mit Planetenrädern (22) des zweiten Vorschalt-Planeten-
radsatzes (VS2) verbindbar;
- die Antriebswelle (1) ist über das erste Schaltele-
ment (A) des Vorschaltsatzes (VS) mit einem Hohlrad (13)
des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) verbindbar;
- die Antriebswelle (1) ist über das zweite Schaltele-
ment (H) des Nachschaltsatzes (NS) mit einem Steg (45)
mit Planetenrädern (42) des zweiten Nachschalt-Planeten-
radsatzes (NS2) verbindbar;
- der dritte Vorschalt-Planetenradsatz (VSa) ist als Plus-
Getriebe ausgebildet;
- ein Steg (15a') mit inneren Planetenrädern (12a') des
dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) und ein
Steg (15a'') mit äußeren Planetenrädern (12a'') des
dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) sind miteinan-
der verbunden und festgesetzt;

- ein Hohlrad (13a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) ist über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) mit einem Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) verbindbar;
- 5 - das Hohlrad (13a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (VSa) ist über das vierte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS) mit dem Steg (25) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) verbindbar;
- das Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist mit einem Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) verbunden;
- 10 - das Sonnenrad (21) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) ist über das dritte Schaltelement (C) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
- 15 - das Hohlrad (13) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist mit einem Hohlrad (23) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) verbunden;
- ein Steg (15) mit Planetenrädern (12) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über die Verbindungswelle (2) mit einem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) verbunden;
- 20 - der Steg (15) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist mit einem Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) verbunden;
- 25 - der Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) und ein Steg (35) mit Planetenrädern (32) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) sind miteinander verbunden;
- ein Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist über das erste Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) festsetzbar; und
- 30

- ein Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenrad-
satzes (NS2) ist über die Abtriebswelle (3) mit dem
zweiten Nachschaltsatz (NS') verbunden
[Figur 17E].

Figur 1A



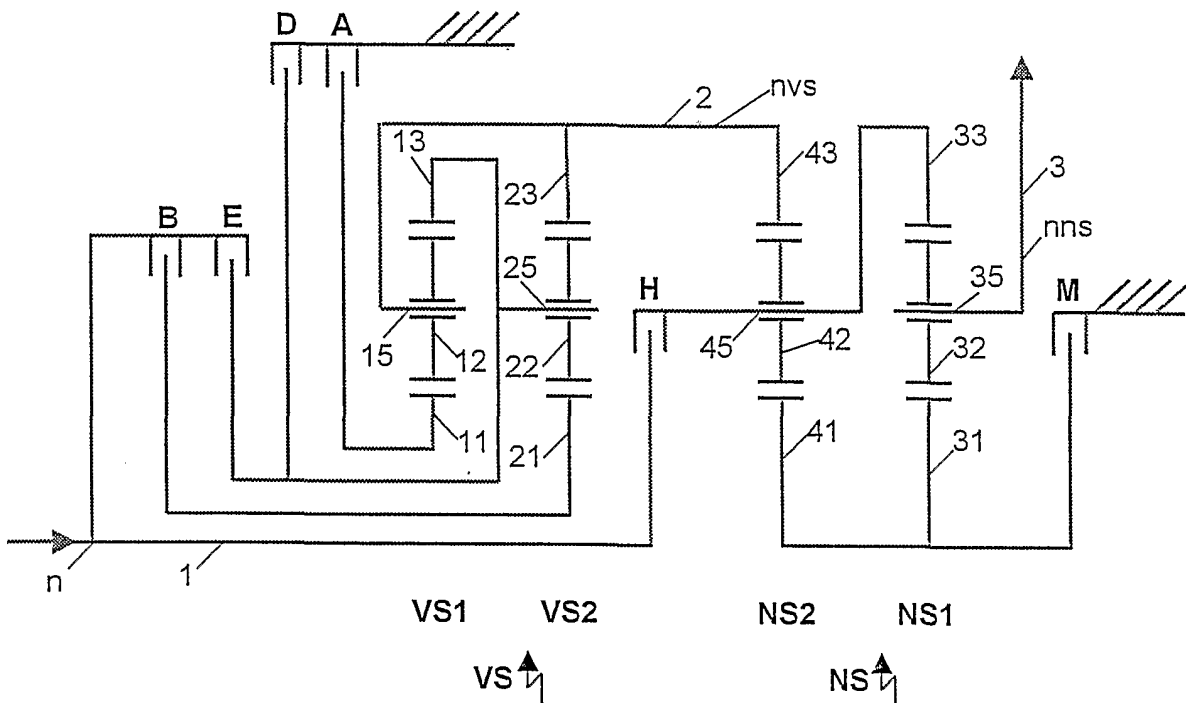
Figur 1B

Gang	Geschlossene Schaltelemente						Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	C	D	M	H			
1	0			0	0		5,71	1,77	10,0
2	0		0		0		3,23	1,61	
3	0	0			0		2,00	1,50	
4	(0)				0	0	1,33	1,33	
5	0	0				0	1,00	1,19	
6	0		0			0	0,84	1,11	
7	0			0		0	0,75	1,13	
8			0	0		0	0,67	1,17	
9		0		0		0	0,57		
R		0		0	0		-4,07		

Standübersetzungen:

$$\begin{aligned}
 i_{0\text{ VS1}} &= -1,90 \\
 i_{0\text{ VS2}} &= -2,04 \\
 i_{0\text{ NS1}} &= -3,00 \\
 i_{0\text{ NS2}} &= -2,00
 \end{aligned}$$

Figur 2A



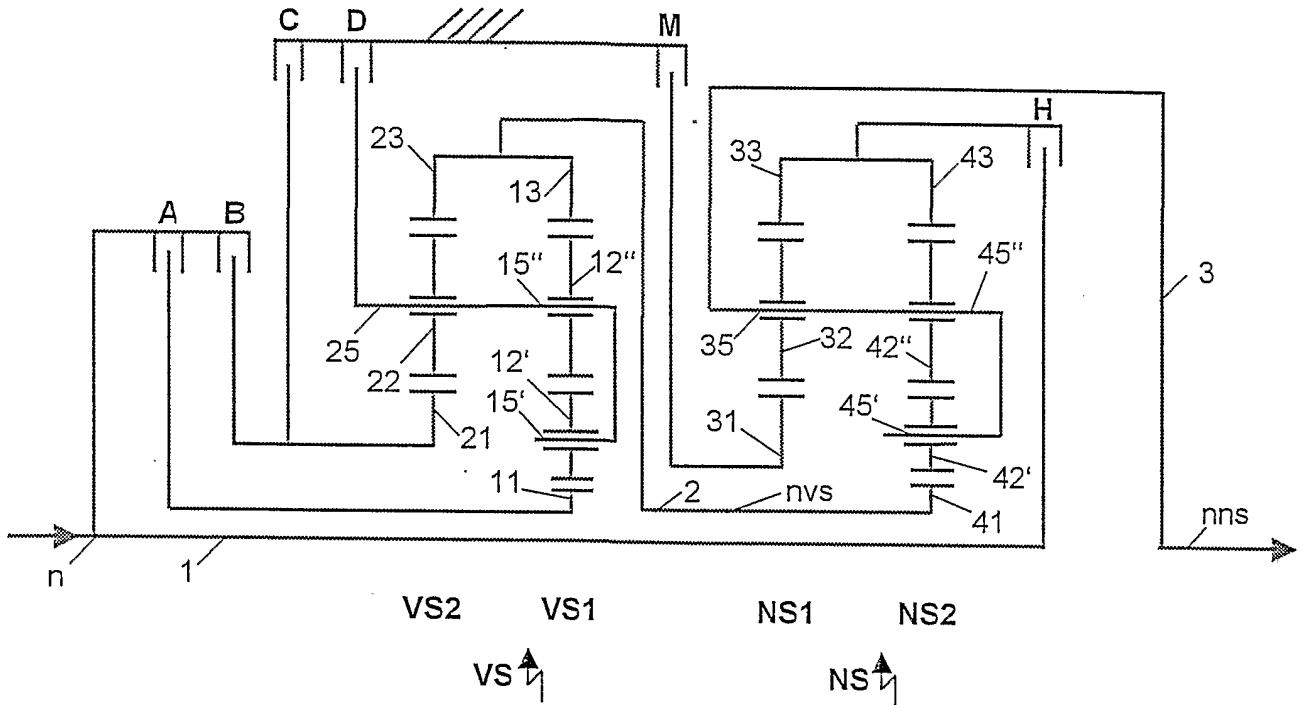
Figur 2B

Gang	Geschlossene Schaltelemente						Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	D	E	M	H			
1	0	0			0		5,71		
2	0			0	0		3,23	1,77	
3		0		0	0		2,00	1,61	
4				(0)	0	0	1,33	1,50	10,0
5		0		0		0	1,00	1,33	
6	0			0		0	0,84	1,19	
7	0	0				0	0,75	1,11	
8	0		0			0	0,67	1,13	
9		0	0			0	0,57	1,17	
R		0	0		0		-4,07		

Standübersetzungen:

- $i_{0\ VS1} = - 1,62$
- $i_{0\ VS2} = - 2,04$
- $i_{0\ NS1} = - 3,00$
- $i_{0\ NS2} = - 2,00$

Figur 3A



Figur 3B

Gang	Geschlossene Schaltelemente						Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	C	D	M	H			
1	0			0	0		5,71		10,0
2	0		0		0		3,23	1,77	
3	0	0			0		2,00	1,61	
4		(0)			0	0	1,33	1,50	
5	0	0				0	1,00	1,33	
6	0		0			0	0,84	1,19	
7	0			0		0	0,75	1,11	
8			0	0		0	0,67	1,13	
9		0		0		0	0,57	1,17	
R		0		0	0		-4,07		

Standübersetzungen:

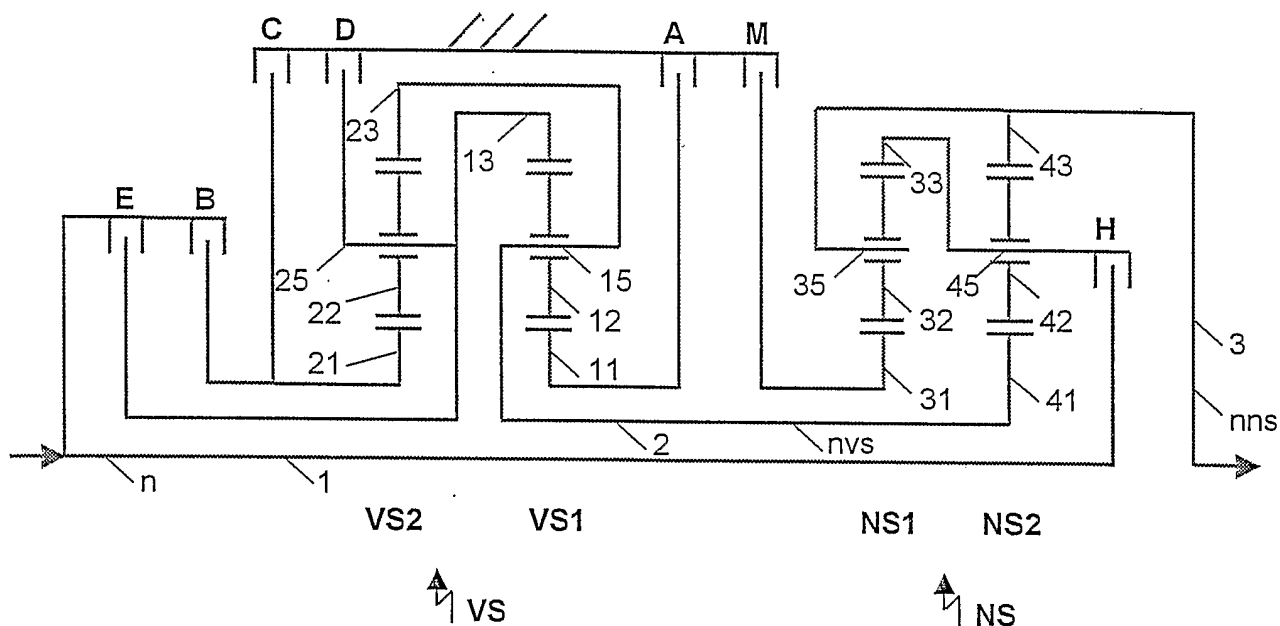
$$i_{0\ VS1} = + 2,90$$

$$i_{0\ VS2} = - 2,04$$

$$i_{0\ NS1} = - 3,00$$

$$i_{0\ NS2} = + 3,00$$

Figur 4A



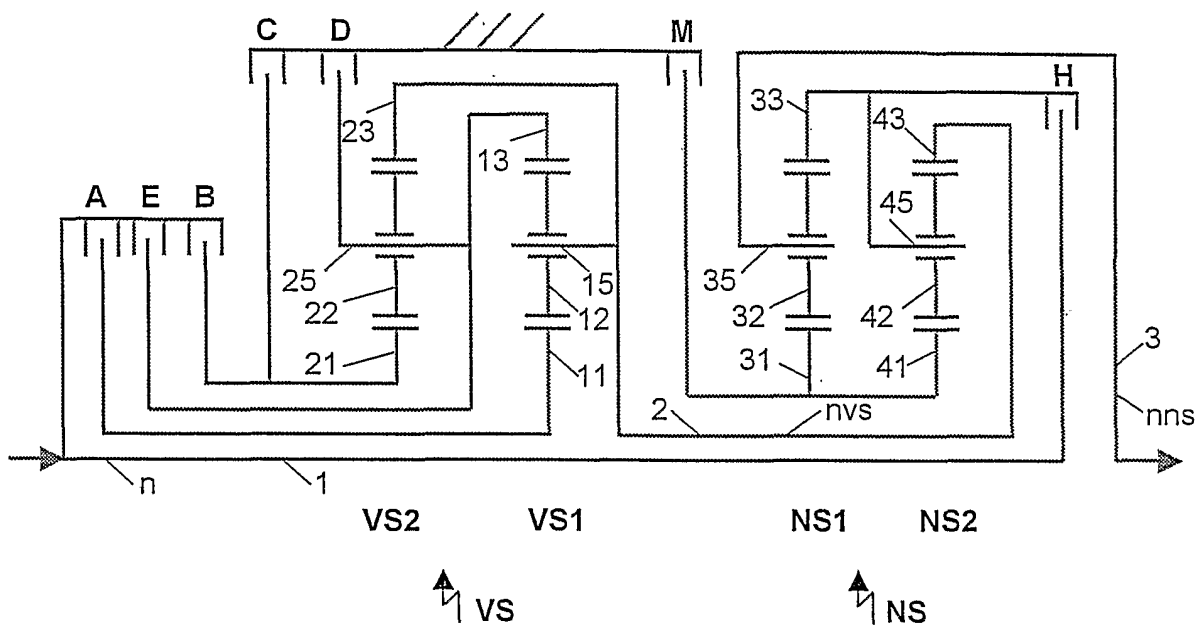
Figur 4B

Gang	Geschlossene Schaltelemente							Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	C	D	E	M	H			
1	O	O				O		7,50		
2	O				O	O		3,75	2,00	
3		O			O	O		2,50	1,50	
4			O		O	O		1,88	1,33	
5					(O)	O	O	1,50	1,25	
6			O		O		O	1,20	1,25	12,5
7		O			O		O	1,00	1,20	
8	O				O		O	0,86	1,17	
9	O	O					O	0,75	1,15	
10	O			O			O	0,67	1,13	
11		O		O			O	0,60	1,11	
R		O		O		O		-7,50		

Standübersetzungen:

$$\begin{aligned}
 i_{0\text{ VS1}} &= -2,00 & i_{0\text{ NS1}} &= -2,00 \\
 i_{0\text{ VS2}} &= -3,00 & i_{0\text{ NS2}} &= -2,00
 \end{aligned}$$

Figur 5A



Figur 5B

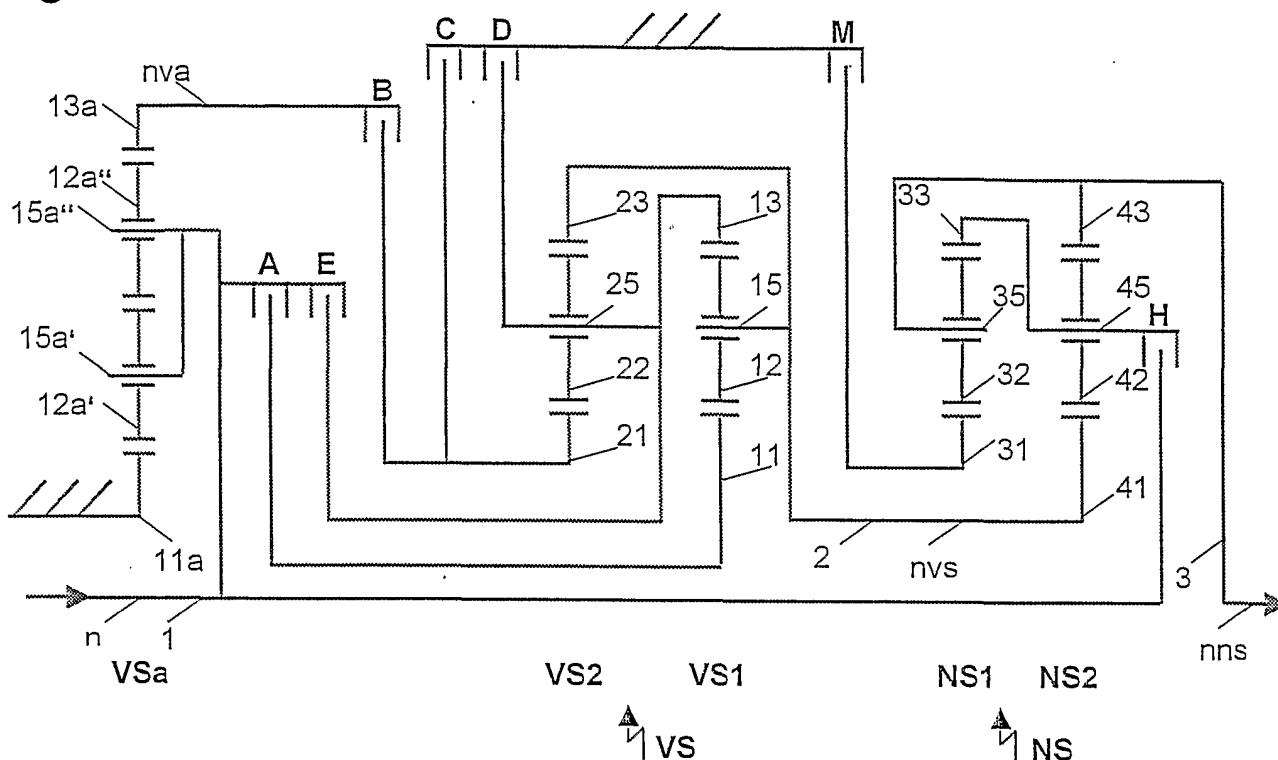
Gang	Geschlossene Schaltelemente							Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	C	D	E	M	H			
1	0			0		0		7,50	2,00	12,5
2	0		0			0		3,75	1,50	
3	0				0	0		2,50	1,33	
4			0		0	0		1,88	1,25	
5					(0)	0	0	1,50	1,25	
6			0		0		0	1,20	1,20	
7	0				0		0	1,00	1,17	
8	0		0				0	0,86	1,15	
9	0			0			0	0,75	1,13	
10			0	0			0	0,67	1,11	
11		0		0			0	0,60		
R		0		0		0		-7,50		

Standübersetzungen:

$$i_{0\ VS1} = -2,00 \quad i_{0\ NS1} = -2,00$$

$$i_{0\ VS2} = -3,00 \quad i_{0\ NS2} = -1,50$$

Figur 6A



Figur 6B

Gang	Geschlossene Schaltelemente							Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	C	D	E	M	H			
1	0			0		0		10,00	2,00	16,4
2	0		0			0		5,00	1,56	
3	0	0				0		3,20	1,28	
4	0				0	0		2,50	1,23	
5		0			0	0		2,04	1,22	
6			0		0	0		1,67	1,11	
7					(0)	0	0	1,50	1,13	
8			0		0		0	1,33	1,18	
9		0			0		0	1,13	1,13	
10	0				0		0	1,00	1,11	
11	0	0					0	0,90	1,12	
12	0		0				0	0,80	1,10	
13	0			0			0	0,73	1,09	
14			0	0			0	0,67	1,10	
15		0		0			0	0,61		
R		0		0		0		-9,12		

Standübersetzungen:

$$i_{0 VSa} = +2,20$$

$$i_{0 VS1} = -3,00$$

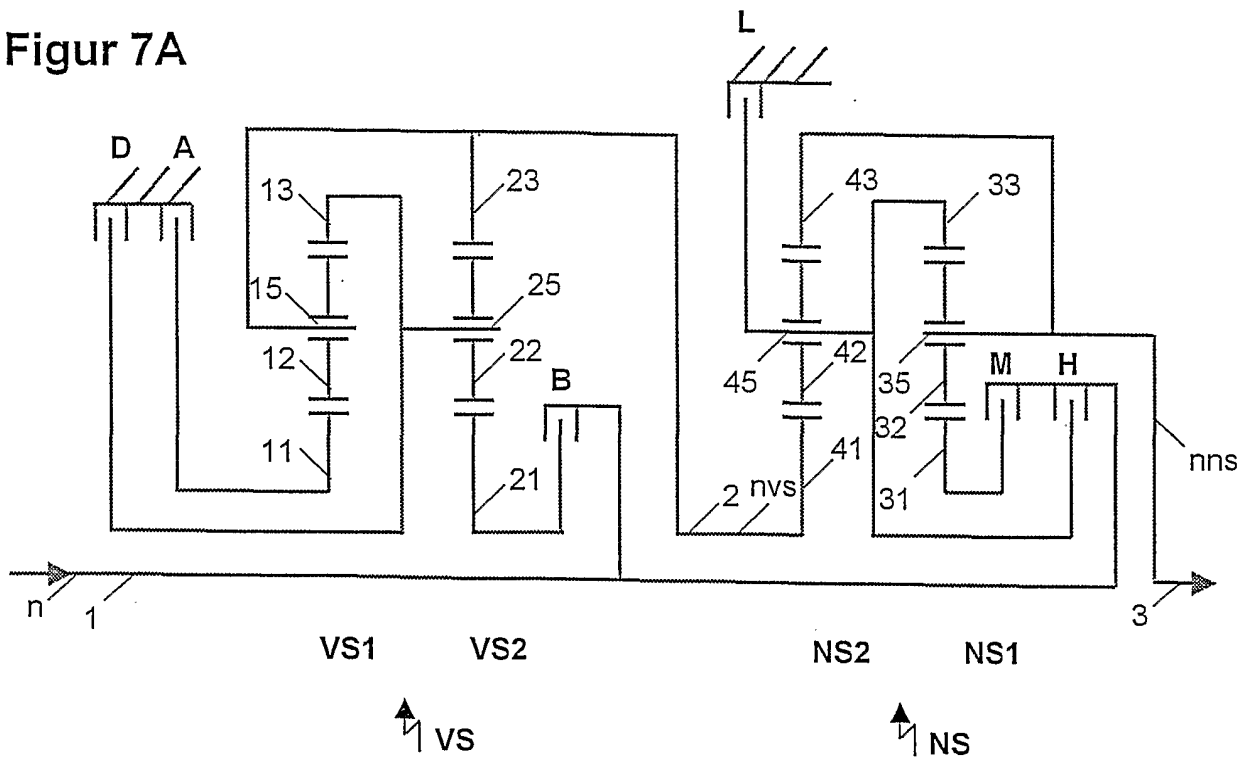
$$i_{0 NS1} = -2,00$$

$$i_{0 VS2} = -2,00$$

$$i_{0 NS2} = -2,00$$

7/22

Figur 7A



Figur 7B

Gang	Geschlossene Schaltelemente						Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	D	M	H	L			
1		O	O			O	5,60	1,75	8,6
2			(O)	O		O	3,20	1,44	
3		O	O	O			2,22	1,41	
4	O		O	O			1,58	1,29	
5	O	O		O			1,22	1,22	
6		(O)		O	O		1,00	1,18	
7	O	O			O		0,85	1,15	
8	O		O		O		0,74	1,14	
9		O	O		O		0,65		
R	O	O				O	-5,60		

Standübersetzungen:

$$i_{0\ VS1} = -3,00$$

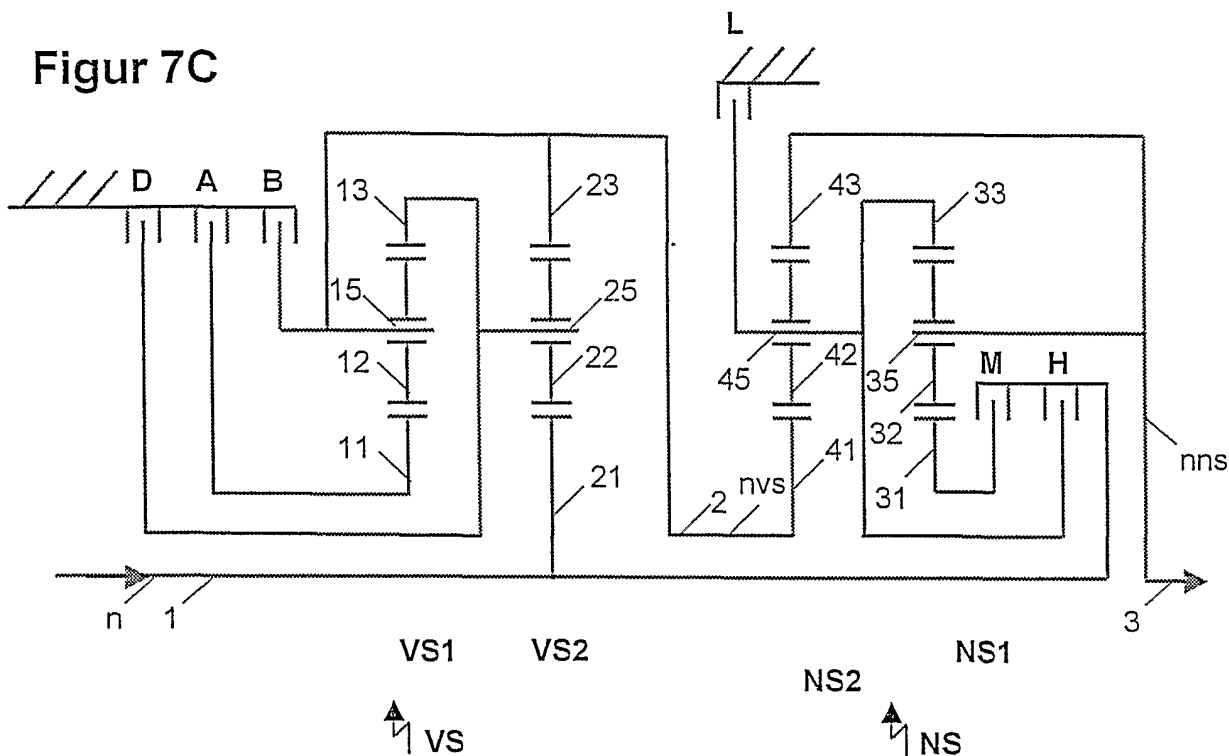
$$i_{0\ VS2} = -2,00$$

$$i_{0\ NS1} = -2,20$$

$$i_{0\ NS2} = -2,80$$

8/22

Figur 7C



Figur 7D

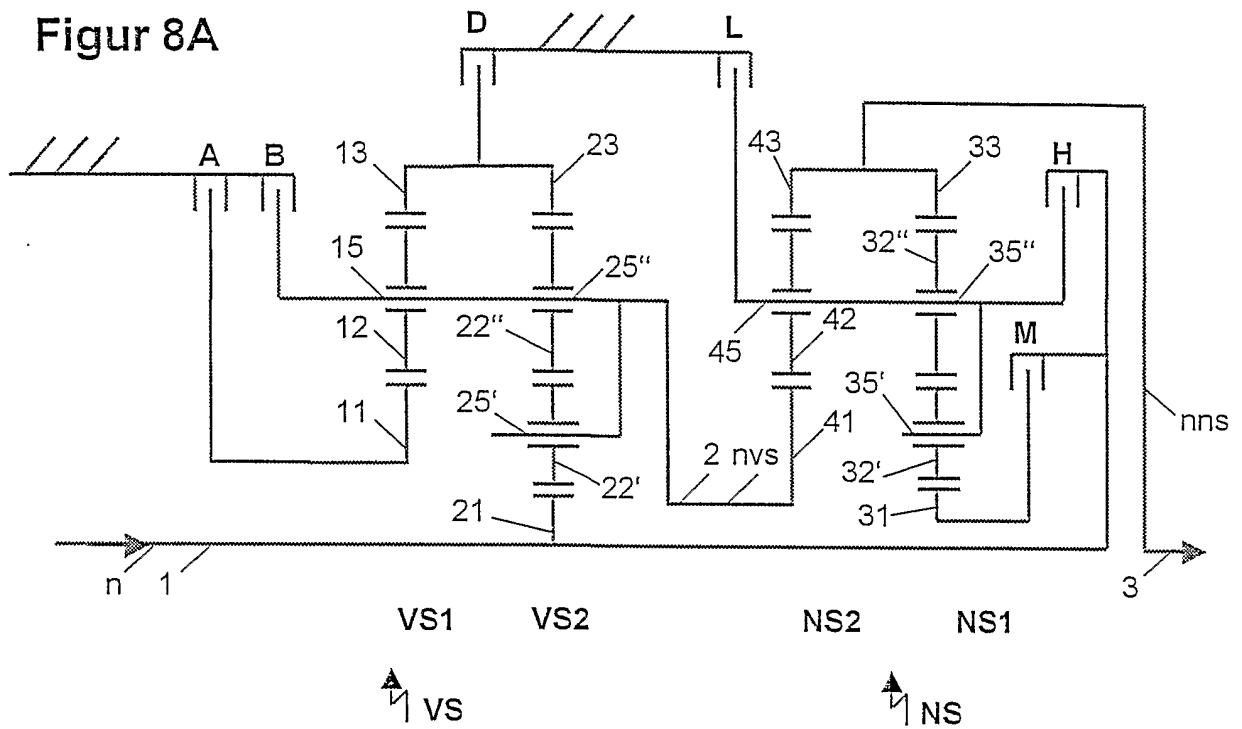
Gang	Geschlossene Schaltelemente						Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	D	M	H	L			
1			O			O	5,60	1,75	8,6
2				O		O	3,20	1,44	
3			O	O			2,22	1,41	
4		O		O			1,58	1,29	
5	O			O			1,22	1,22	
6				O	O		1,00	1,18	
7	O				O		0,85	1,15	
8		O			O		0,74	1,14	
9			O		O		0,65		
R	O					O	-5,60		

Standübersetzungen:

- $i_{0\ VS1} = - 3,00$
- $i_{0\ VS2} = - 2,00$
- $i_{0\ NS1} = - 2,20$
- $i_{0\ NS2} = - 2,80$

9/22

Figur 8A



Figur 8B

Gang	Geschlossene Schaltelemente						Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	D	M	H	L			
1			0			0	5,60	1,75	8,6
2				0		0	3,20	1,44	
3			0	0			2,22	1,41	
4		0		0			1,58	1,29	
5	0			0			1,22	1,22	
6				0	0		1,00	1,18	
7	0				0		0,85	1,15	
8		0			0		0,74	1,14	
9			0		0		0,65		
R	0					0	-5,60		

Standübersetzungen:

$$i_{0\text{ VS1}} = -3,00$$

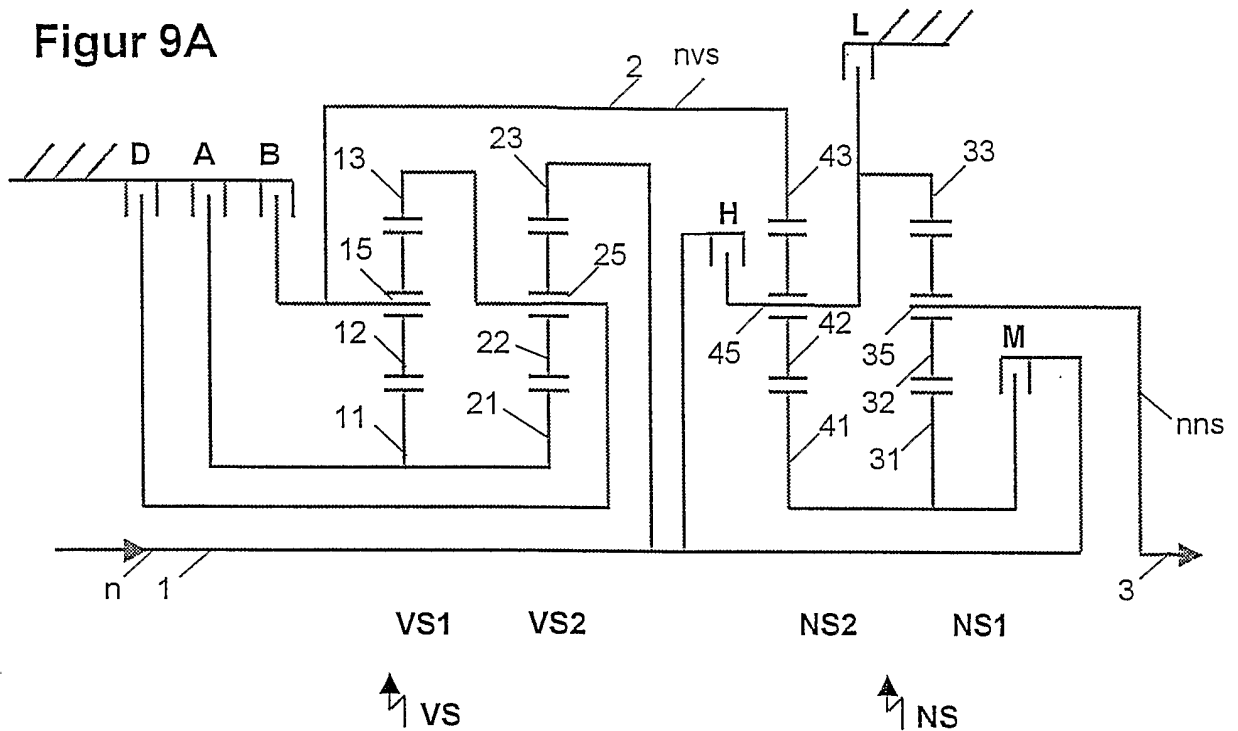
$$i_{0\text{ VS2}} = +3,00$$

$$i_{0\text{ NS1}} = +3,20$$

$$i_{0\text{ NS2}} = -2,80$$

10/22

Figur 9A



Figur 9B

Gang	Geschlossene Schaltelemente						Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	D	M	H	L			
1			0			0	5,88	1,57	9,4
2				0		0	3,75	1,38	
3			0	0			2,71	1,49	
4		0		0			1,82	1,38	
5	0			0			1,32	1,32	
6				0	0		1,00	1,23	
7	0				0		0,81	1,16	
8		0			0		0,70	1,12	
9			0		0		0,63		
R	0					0	-5,09		

Standübersetzungen:

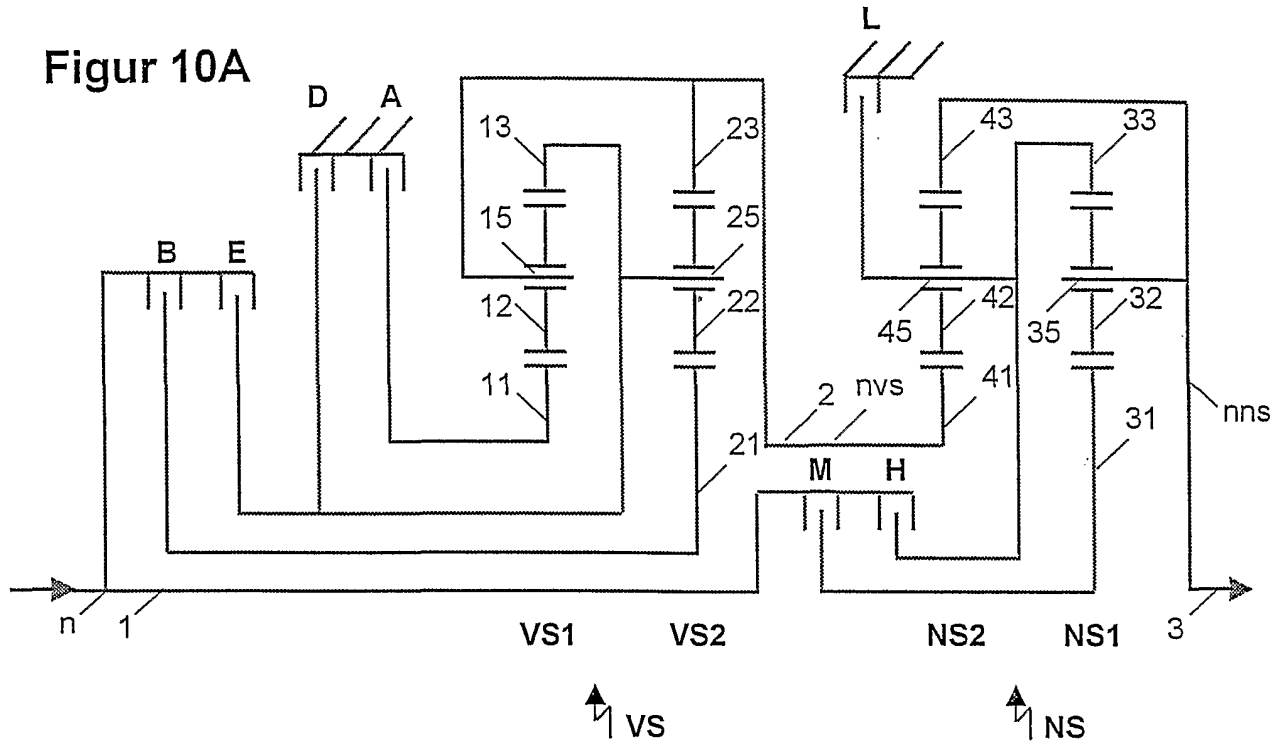
$$i_{0\ VS1} = - 3,00$$

$$i_{0\ VS2} = - 1,60$$

$$i_{0\ NS1} = - 2,75$$

$$i_{0\ NS2} = - 1,60$$

Figur 10A



Figur 10B

Gang	Geschlossene Schaltelemente							Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	D	E	M	H	L			
1		0	0				0	6,90		
2			(0)		0		0	4,00	1,73	
3		0	0		0			2,74	1,46	
4	0		0		0			1,91	1,44	
5	0	0			0			1,47	1,30	
6	0			0	0			1,19	1,23	
7				(0)	0	0		1,00	1,19	11,0
8	0			0		0		0,87	1,15	
9	0	0				0		0,78	1,13	
10	0		0			0		0,70	1,11	
11		0	0			0		0,63	1,10	
R1	0	0					0	-6,90		
R2	0			0			0	-3,45		
R3		0		0			0	-2,30		

Standübersetzungen:

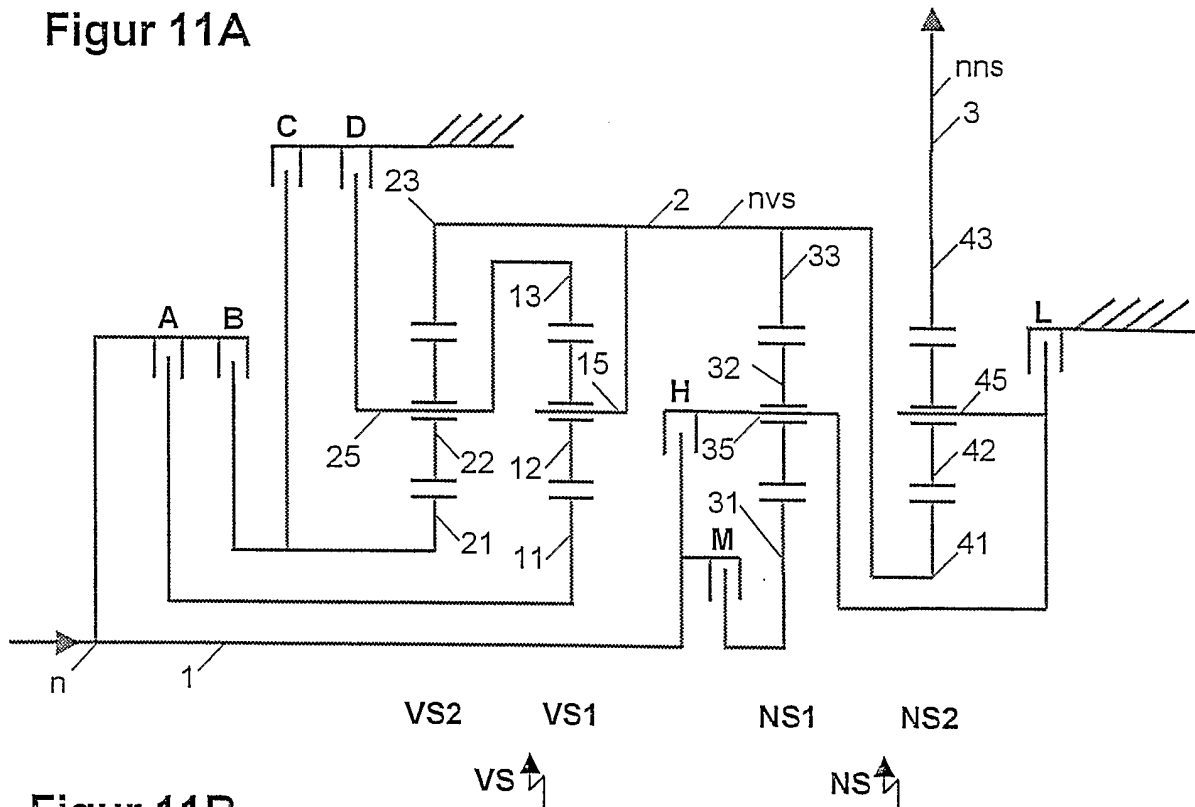
$$i_{0\ VS1} = - 2,00$$

$$i_{0\ NS1} = - 3,00$$

$$i_{0\ VS2} = - 3,00$$

$$i_{0\ NS2} = - 2,30$$

Figur 11A



Figur 11B

Gang	Geschlossene Schaltelemente							Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	C	D	M	H	L			
1		0		0			0	6,90		
2		(0)			0		0	4,00	1,73	
3		0			0		0	2,74	1,46	
4			0	0	0		0	1,91	1,44	
5	0			0	0		0	1,47	1,30	
6	0		0		0		0	1,19	1,23	
7	(0)				0	0		1,00	1,19	11,0
8	0		0			0		0,87	1,15	
9	0			0		0		0,78	1,13	
10			0	0		0		0,70	1,11	
11		0		0		0		0,63	1,10	
R1	0			0			0	-6,90		
R2	0		0				0	-3,45		
R3	0	0					0	-2,30		

Standübersetzungen:

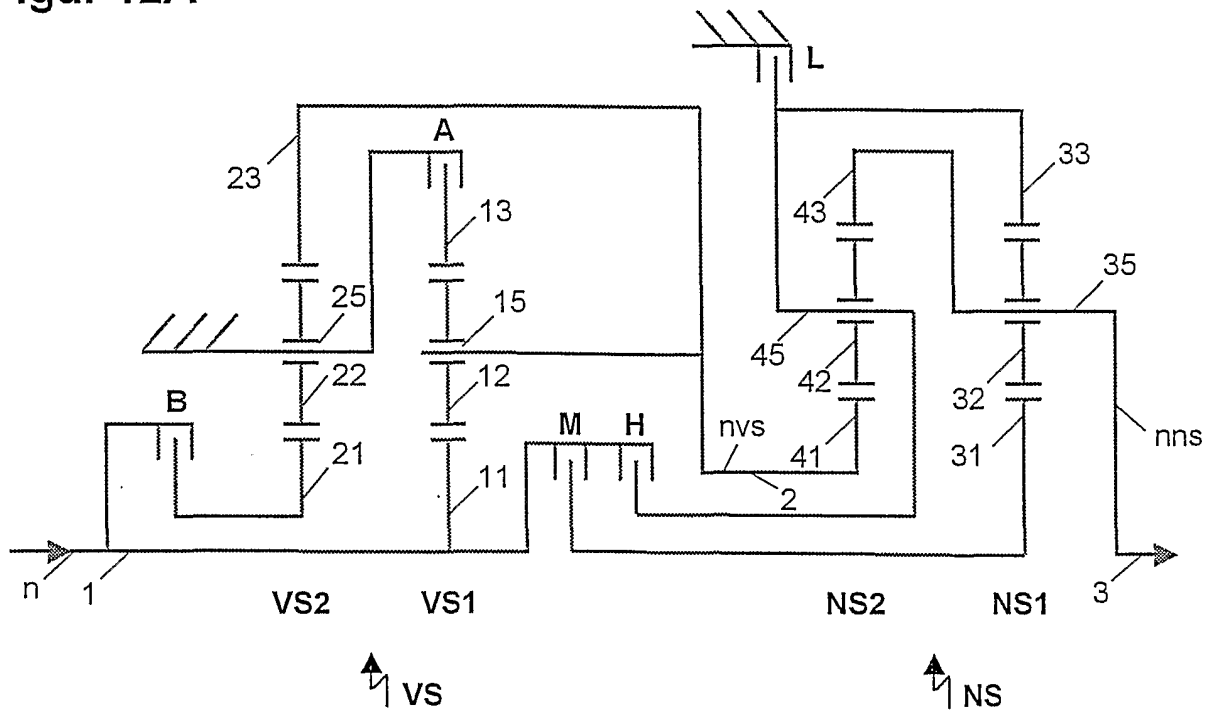
$$i_{0\text{ VS1}} = -2,00$$

$$i_{0\text{ VS2}} = -3,00$$

$$i_{0\text{ NS1}} = -1,74$$

$$i_{0\text{ NS2}} = -2,30$$

Figur 12A



Figur 12B

Gang	Geschlossene Schaltelemente					Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	M	H	L			
1		0			0	6,00		
2			0		0	3,25	1,86	
3		0	0			2,17	1,41	
4	0		0			1,32	1,65	9,0
5			0	0		1,00	1,31	
6	0			0		0,82	1,27	
7		0		0		0,67	1,26	
R	0				0	-9,00		

Standübersetzungen:

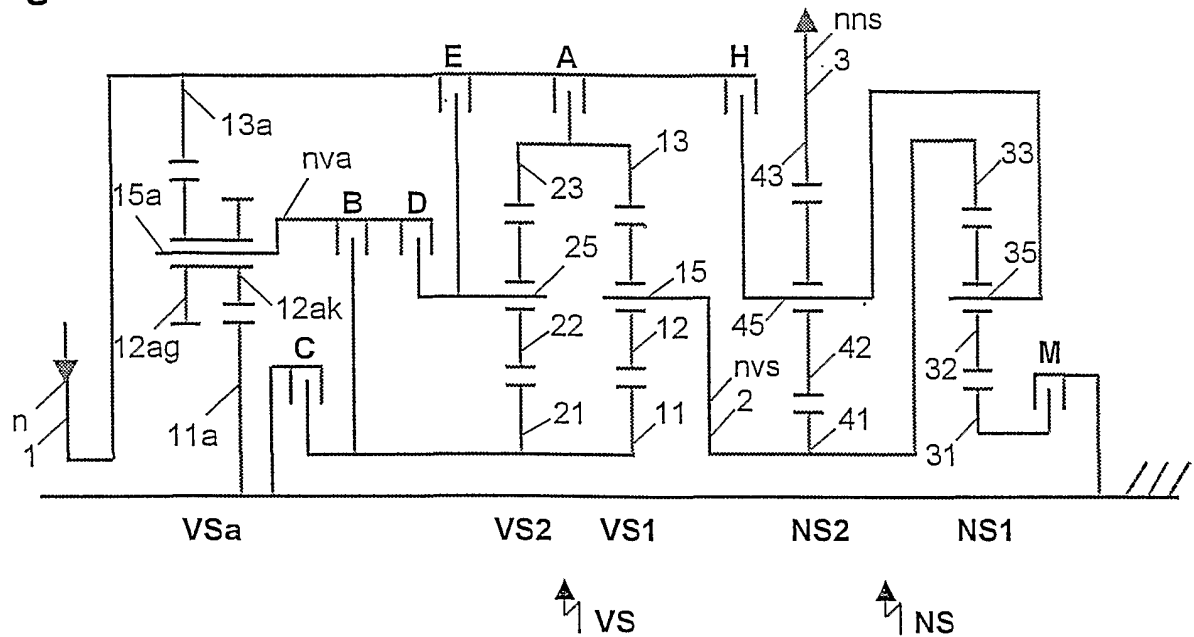
$$i_{0\text{VS1}} = -2,00$$

$$i_{0\text{VS2}} = -2,00$$

$$i_{0\text{NS1}} = -2,25$$

$$i_{0\text{NS2}} = -3,00$$

Figur 13A



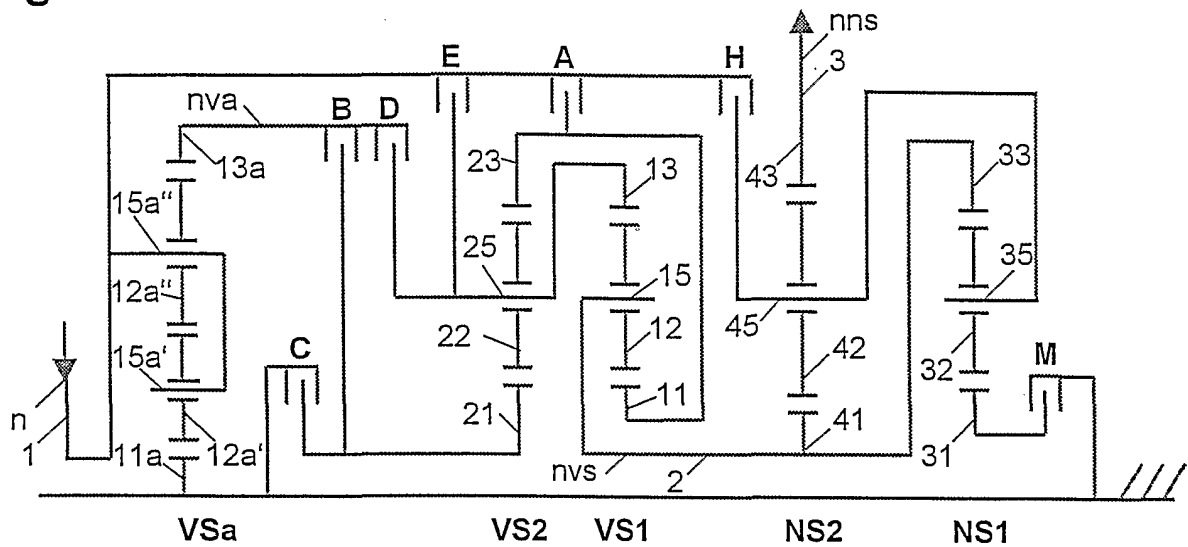
Figur 13B

Gang	Geschlossene Schaltelemente								Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	C	D	E	M	H				
1		0		0		0		3,13	1,20	4,1	
2			0	0		0		2,61	1,17		
3	0			0		0		2,24	1,15		
4	0		0			0		1,96	1,13		
5	0	0				0		1,74	1,11		
6	0				0	0		1,57	1,10		
7		0			0	0		1,42	1,09		
8			0		0	0		1,30	1,07		
9					(0)	0	0	1,22	1,07		
10			0		0		0	1,14	1,07		
11		0			0		0	1,07	1,07		
12	0				0		0	1,00	1,06		
13	0	0					0	0,94	1,06		
14	0		0				0	0,89	1,06		
15	0			0			0	0,84	1,05		
16			0	0			0	0,80	1,05		
17		0		0			0	0,76			

Standübersetzungen:

$$\begin{aligned}
 i_{0 \text{ VSa}} &= -1,75 = -\frac{\phi_{13a}}{\phi_{11a}} & i_{0 \text{ VS1}} &= -4,00 \\
 i_{\text{Planet g / Planet k}} &= 1,75 = \frac{\phi_{12ag}}{\phi_{12ak}} & i_{0 \text{ VS2}} &= -2,00 \\
 i_{0 \text{ VSa ges}} &= -1,00 & i_{0 \text{ NS1}} &= -3,50 \\
 & & i_{0 \text{ NS2}} &= -1,60
 \end{aligned}$$

Figur 14A



Figur 14B

\uparrow vs

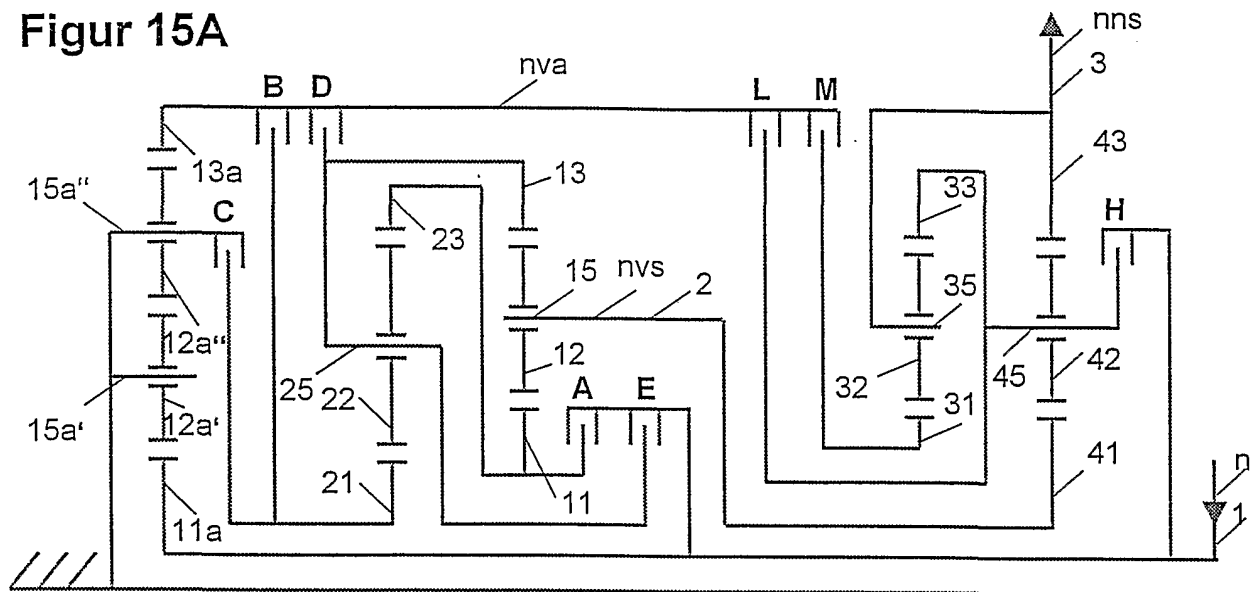
\uparrow NS

Gang	Geschlossene Schaltelemente								Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	C	D	E	M	H				
1		0		0		0		3,13	1,20	4,1	
2			0	0		0		2,61	1,17		
3	0			0		0		2,24	1,15		
4	0		0			0		1,96	1,13		
5	0	0				0		1,74	1,11		
6	0				0	0		1,57	1,10		
7		0			0	0		1,42	1,09		
8			0		0	0		1,30	1,07		
9			(0)			0	0	1,22	1,07		
10			0		0		0	1,14	1,07		
11		0			0		0	1,07	1,07		
12	0				0		0	1,00	1,06		
13	0	0					0	0,94	1,06		
14	0		0				0	0,89	1,06		
15	0			0			0	0,84	1,05		
16			0	0			0	0,80	1,05		
17		0		0			0	0,76	1,05		

Standübersetzungen:

$$\begin{aligned}
 i_{0\ VSa} &= + 2,00 & i_{0\ NS1} &= - 3,50 \\
 i_{0\ VS1} &= - 1,50 & i_{0\ NS2} &= - 1,60 \\
 i_{0\ VS2} &= - 2,00 & &
 \end{aligned}$$

Figur 15A



Figur 15B

Gang	Geschlossene Schaltelemente									Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	C	D	E	M	H	L				
1			○		○			○		5,50		
2		○			○			○		4,40	1,25	
3	○				○			○		3,66	1,20	
4	○	○						○		3,14	1,17	
5	○		○					○		2,75	1,14	
6	○			○	○			○		2,44	1,12	
7			○	○	○			○		2,20	1,11	
8				(○)		○		○		2,00	1,10	
9			○	○	○	○				1,83	1,09	
10	○			○		○				1,68	1,09	
11	○		○			○				1,56	1,08	
12	○	○				○				1,45	1,07	
13	○				○	○				1,36	1,07	
14		○			○	○				1,28	1,07	
15			○		○	○				1,21	1,06	
16				(○)	○	○	○			1,15	1,05	
17			○		○		○			1,10	1,05	
18		○			○		○			1,05	1,05	
19	○				○		○			1,00	1,05	
20	○	○					○			0,96	1,05	
21	○		○				○			0,92	1,05	
22	○			○			○			0,88	1,05	
23			○	○			○			0,85	1,04	
24		○		○			○			0,82	1,04	

Standübersetzungen:

$i_{0 VSa} = +2,00$

$i_{0 VS1} = -1,50$

$i_{0 NS1} = -2,85$

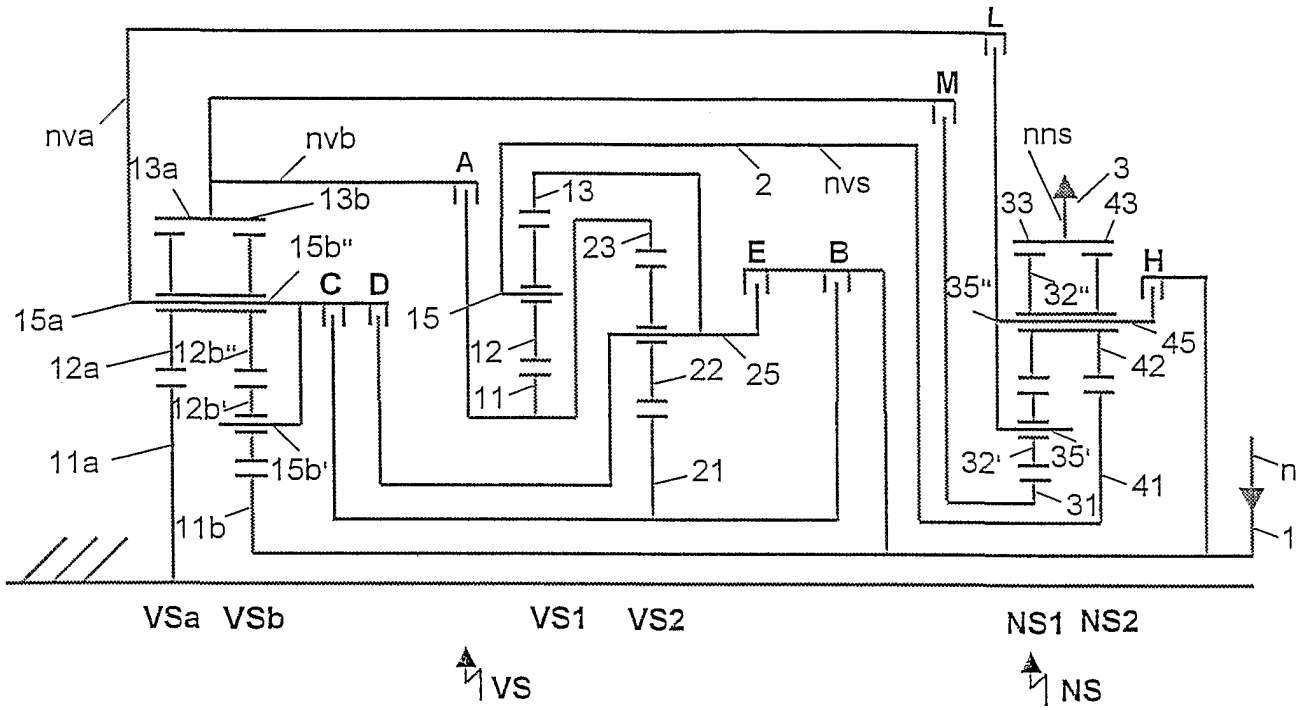
$i_{0 VS2} = -2,00$

$i_{0 NS2} = -2,20$

6,7

17/22

Figur 16A



18/22

Figur 16B

Gang	Geschlossene Schaltelemente								Übersetzung	Stufung	Spreizung
	A	B	C	D	E	M	H	L			
1			0		0			0	4,81	1,20	
2		0			0			0	4,00	1,17	
3	0				0			0	3,43	1,14	
4	0	0						0	3,00	1,13	
5	0		0					0	2,66	1,11	
6	0			0				0	2,39	1,10	
7			0	0				0	2,17	1,09	
8		0		0				0	1,99	1,08	
9				(0)		0		0	1,84	1,08	
10		0		0		0			1,71	1,07	
11			0	0		0			1,60	1,07	
12	0			0		0			1,50	1,06	
13	0		0			0			1,41	1,06	6,0
14	0	0				0			1,33	1,06	
15	0				0	0			1,26	1,05	
16		0			0	0			1,20	1,05	
17			0		0	0			1,14	1,05	
18					(0)	0	0		1,09	1,05	
19			0		0		0		1,04	1,04	
20		0			0		0		1,00	1,04	
21	0				0		0		0,96	1,04	
22	0	0					0		0,92	1,04	
23	0		0				0		0,89	1,04	
24	0			0			0		0,86	1,04	
25			0	0			0		0,83	1,03	
26		0		0			0		0,80		

Übersetzungen:

$i_{0Vsa} = -1,70$

$i_{0Vsb} = +2,00$

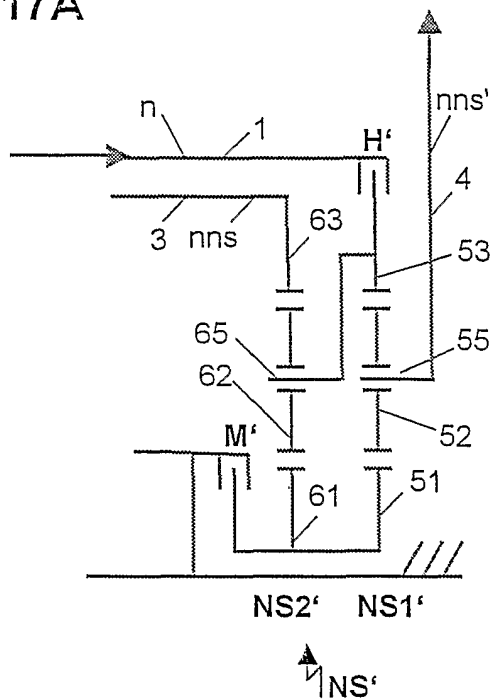
$i_{0VS1} = -1,50$

$i_{0VS2} = -2,00$

$i_{0NS1} = +3,21$

$i_{0NS2} = -2,57$

Figur 17A



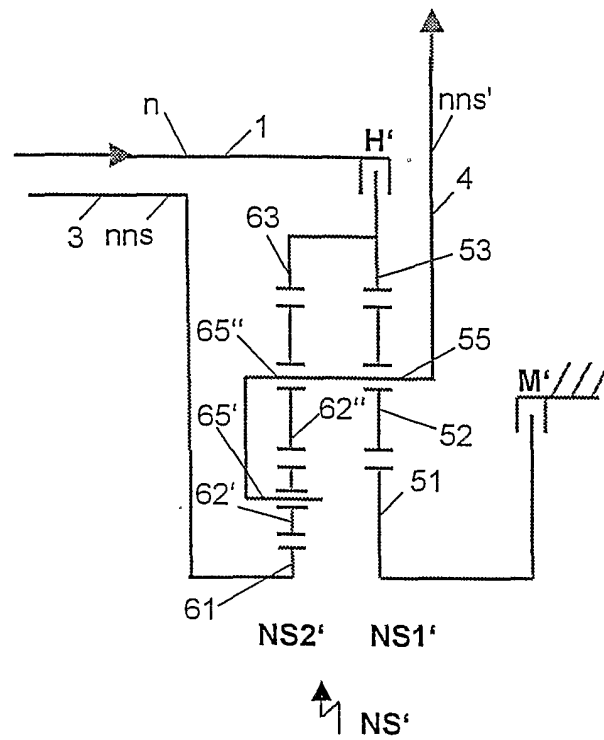
Figur 17B

Standübersetzungen:

$$i_{0NS1'} = -2,27$$

$$i_{0NS2'} = -2,57$$

Figur 17C



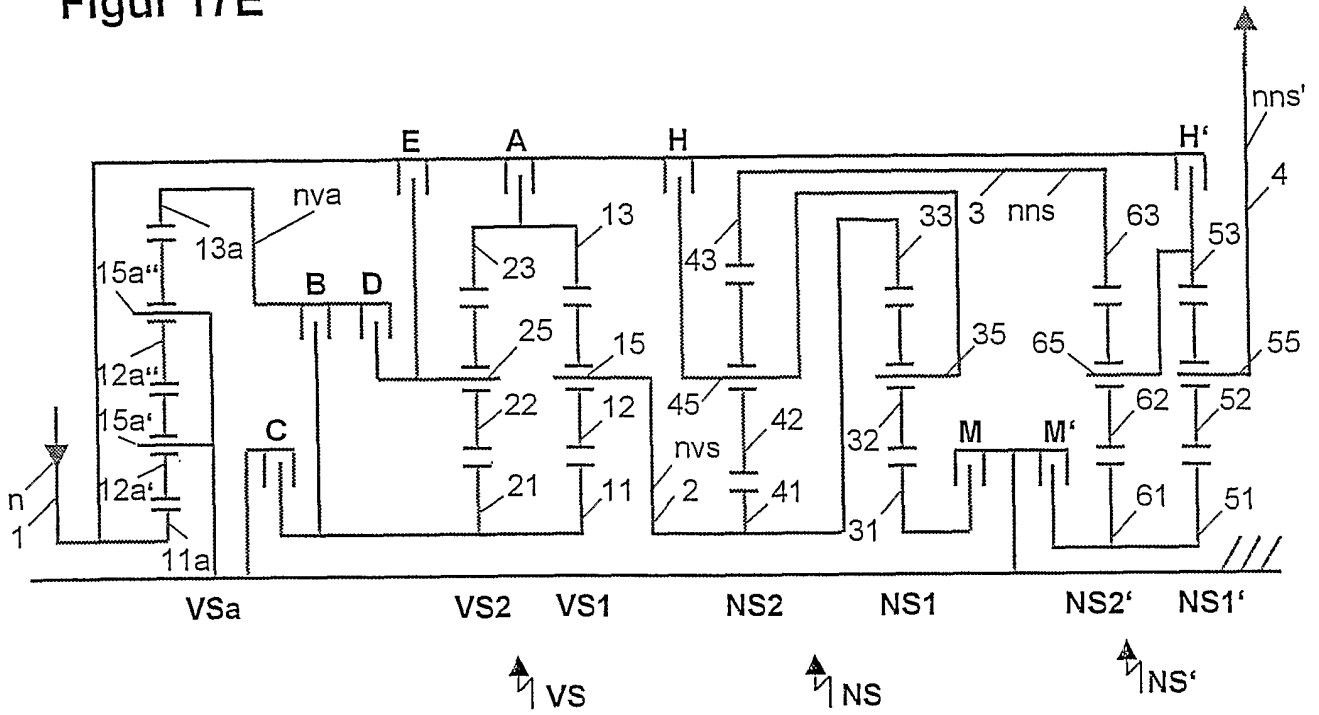
Figur 17D

Standübersetzungen:

$$i_{0\ NS1'} = -2,27$$

$$i_{0\ NS2'} = +2,27$$

Figur 17E



Figur 17F

Gang	Geschlossene Schaltelmente								Übersetzung	Stufung	Spreizung	
	A	B	C	D	E	M	H	M'				H'
1		0		0		0		0		6,26		
2			0	0		0		0		5,22	1,20	
3	0			0		0		0		4,48	1,17	
4	0		0			0		0		3,92	1,15	
5	0	0				0		0		3,48	1,13	
6	0				0	0		0		3,14	1,11	
7		0			0	0		0		2,84	1,10	
8			0		0	0		0		2,60	1,09	
9					(0)	0	0	0		2,44	1,07	
10			0		0		0	0		2,28	1,07	
11		0			0		0	0		2,14	1,07	
12	0				0		0	0		2,00	1,07	
13	0	0					0	0		1,88	1,06	
14	0		0				0	0		1,78	1,06	
15	0			0			0	0		1,68	1,06	
16			0	0			0	0		1,60	1,05	
17		0		0			0	0		1,52	1,05	
18				(0)			(0)	0	0	1,44	1,06	
19		0		0			0		0	1,33	1,08	9,6
20			0	0			0		0	1,25	1,07	
21	0			0			0		0	1,18	1,06	
22	0		0				0		0	1,11	1,06	
23	0	0					0		0	1,05	1,06	
24	0				0		0		0	1,00	1,05	
25		0			0		0		0	0,95	1,05	
26			0		0		0		0	0,91	1,04	
27					(0)	0	0		0	0,88	1,04	
28			0		0	0			0	0,84	1,04	
29		0			0	0			0	0,81	1,04	
30	0				0	0			0	0,78	1,04	
31	0	0				0			0	0,75	1,04	
32	0		0			0			0	0,72	1,04	
33	0			0		0			0	0,70	1,04	
34			0	0		0			0	0,67	1,04	
35		0		0		0			0	0,65	1,03	

Standübersetzungen:

$i_{0 VSa} = +2,00$

$i_{0 VS1} = -4,00$

$i_{0 NS1} = -3,50$

$i_{0 NS1'} = -2,27$

$i_{0 VS2} = -2,00$

$i_{0 NS2} = -1,60$

$i_{0 NS2'} = -2,57$

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/03433

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F16H3/66

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F16H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 4 683 776 A (KLEMEN DONALD) 4 August 1987 (1987-08-04) figures ---	1-3 23
X	US 3 956 946 A (MURAKAMI NOBORU ET AL) 18 May 1976 (1976-05-18) figures 4-6 ---	1, 4, 6, 23
X	US 4 046 031 A (OTT ANTON ET AL) 6 September 1977 (1977-09-06) figures 6,7 ---	1, 4, 6, 23
X A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 001, no. 134 (M-045), 5 November 1977 (1977-11-05) & JP 52 074766 A (AISIN SEIKI CO LTD), 23 June 1977 (1977-06-23) abstract; figure 7A ---	1, 4, 5 23
	-/--	

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 July 2002

Date of mailing of the international search report

09/07/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Goeman, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/03433

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 50 072066 A (AISIN) 14 June 1975 (1975-06-14)	1, 4, 6
A	figures 2, 4, 6, 7 -----	23
P, A	DE 199 49 507 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 19 April 2001 (2001-04-19) figures	1, 23
A	US 3 971 268 A (HIROSAWA KOICHIRO ET AL) 27 July 1976 (1976-07-27) figures -----	1, 23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/03433

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4683776	A	04-08-1987	CA 1258780 A1	29-08-1989
			DE 3769343 D1	23-05-1991
			EP 0239205 A2	30-09-1987
			JP 6078778 B	05-10-1994
			JP 62209251 A	14-09-1987
US 3956946	A	18-05-1976	JP 1043632 C	30-04-1981
			JP 50064660 A	31-05-1975
			JP 55033501 B	01-09-1980
US 4046031	A	06-09-1977	DE 2447581 A1	08-04-1976
			AT 351940 B	27-08-1979
			AT 444575 A	15-01-1979
			CH 613755 A5	15-10-1979
			ES 439631 A1	16-03-1977
			FR 2286985 A1	30-04-1976
			GB 1525593 A	20-09-1978
			IT 1047664 B	20-10-1980
			NL 7506149 A	07-04-1976
			SE 423886 B	14-06-1982
			SE 7511130 A	09-04-1976
			YU 238575 A1	28-02-1982
JP 52074766	A	23-06-1977	JP 1213118 C	27-06-1984
			JP 58044901 B	06-10-1983
JP 50072066	A	14-06-1975	JP 1086358 C	26-02-1982
			JP 56032497 B	28-07-1981
DE 19949507	A	19-04-2001	DE 19949507 A1	19-04-2001
			WO 0127496 A1	19-04-2001
US 3971268	A	27-07-1976	JP 1088573 C	23-03-1982
			JP 50064658 A	31-05-1975
			JP 56032495 B	28-07-1981

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/03433

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 F16H3/66		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F16H		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) PAJ, EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 4 683 776 A (KLEMEN DONALD) 4. August 1987 (1987-08-04) Abbildungen ---	1-3 23
X	US 3 956 946 A (MURAKAMI NOBORU ET AL) 18. Mai 1976 (1976-05-18) Abbildungen 4-6 ---	1,4,6,23
X	US 4 046 031 A (OTT ANTON ET AL) 6. September 1977 (1977-09-06) Abbildungen 6,7 ---	1,4,6,23
X A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 001, no. 134 (M-045), 5. November 1977 (1977-11-05) & JP 52 074766 A (AISIN SEIKI CO LTD), 23. Juni 1977 (1977-06-23) Zusammenfassung; Abbildung 7A ---	1,4,5 23
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/>	Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
3. Juli 2002		09/07/2002
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Goeman, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/03433

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 50 072066 A (AISIN) 14. Juni 1975 (1975-06-14)	1, 4, 6
A	Abbildungen 2, 4, 6, 7 ----	23
P, A	DE 199 49 507 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 19. April 2001 (2001-04-19) Abbildungen ----	1, 23
A	US 3 971 268 A (HIROSAWA KOICHIRO ET AL) 27. Juli 1976 (1976-07-27) Abbildungen -----	1, 23

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/03433

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4683776	A	04-08-1987	CA 1258780 A1	29-08-1989
			DE 3769343 D1	23-05-1991
			EP 0239205 A2	30-09-1987
			JP 6078778 B	05-10-1994
			JP 62209251 A	14-09-1987
US 3956946	A	18-05-1976	JP 1043632 C	30-04-1981
			JP 50064660 A	31-05-1975
			JP 55033501 B	01-09-1980
US 4046031	A	06-09-1977	DE 2447581 A1	08-04-1976
			AT 351940 B	27-08-1979
			AT 444575 A	15-01-1979
			CH 613755 A5	15-10-1979
			ES 439631 A1	16-03-1977
			FR 2286985 A1	30-04-1976
			GB 1525593 A	20-09-1978
			IT 1047664 B	20-10-1980
			NL 7506149 A	07-04-1976
			SE 423886 B	14-06-1982
			SE 7511130 A	09-04-1976
			YU 238575 A1	28-02-1982
			JP 52074766	A
JP 58044901 B	06-10-1983			
JP 50072066	A	14-06-1975	JP 1086358 C	26-02-1982
			JP 56032497 B	28-07-1981
DE 19949507	A	19-04-2001	DE 19949507 A1	19-04-2001
			WO 0127496 A1	19-04-2001
US 3971268	A	27-07-1976	JP 1088573 C	23-03-1982
			JP 50064658 A	31-05-1975
			JP 56032495 B	28-07-1981