

(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

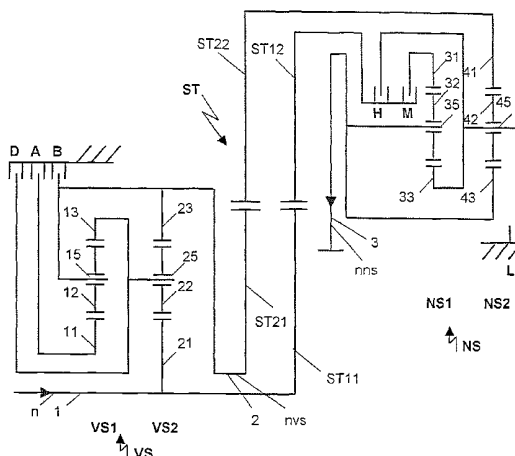
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/079665 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: **F16H** (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; 88038 Friedrichshafen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/03438
- (22) Internationales Anmeldedatum: 27. März 2002 (27.03.2002) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BIERMANN, Eberhard** [DE/DE]; Ernst-Kretschmer-Strasse 9, 88214 Ravensburg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (74) Gemeinsamer Vertreter: **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG**; 88038 Friedrichshafen (DE).
- (30) Angaben zur Priorität: 101 15 985.4 30. März 2001 (30.03.2001) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): BR, CN, JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MULTI-STAGE GEARBOX

(54) Bezeichnung: MEHRSTUFENGETRIEBE



(57) **Abstract:** The invention relates to a multi-stage gearbox comprising a drive shaft (1) which is connected to a front-mounted unit (VS) and a driven shaft (3) which is connected to a rear-mounted unit (NS), and shift elements (A, B, D, M, H, L) which are selectively shifted in order to transfer the input speed (n) of the drive shaft to the driven shaft (3) for the shifting of at least seven forward gears such that only one shift element of the actuated shift elements is disengaged or another shift element engaged in order to shift up to the next higher gear or down to the next lower gear. According to the invention, the front-mounted unit (VS) is provided with an output shaft (2) which rotates at an output speed (nvs) of the front-mounted unit; the rear-mounted unit (NS) (NS) can be connected to the drive shaft (1) by at least one second shift element (M,H) which acts upon the rear-mounted unit (NS) via at least one first spur gear stage of a spur pinion (ST); and the rear-mounted unit (NS) is connected to the output shaft (2) of the front-mounted unit (VS) by means of a second spur gear stage of the spur pinion. A bevel wheel gear (ST) or a hypoid bevel gear can be provided instead of a spur pinion (ST).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Mehrstufengetriebe mit einer Antriebswelle (1), die mit einem Vorschaltatz (VS) verbunden ist, mit einer Abtriebswelle (3), die mit einem Nachschaltatz (NS) verbunden ist, und mit Schaltelementen (A, B, D, M, H, L), durch deren selektives Schalten der eine Eingangs-drehzahl (n) der Antriebswelle (1) zur Schaltung von mindestens sieben

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/079665 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

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.

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Vorwärtsgängen derart auf die Abtriebswelle (3) übertragen wird, 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. Erfindungsgemäss wird vorgeschlagen, dass der Vorschaltsatz (VS) genau eine mit einer Ausgangsdrehzahl (n_{vs}) des Vorschaltsatzes (VS) rotierenden Ausgangswelle (2) aufweist, dass der Nachschaltsatz (NS) über mindestens ein auf den Nachschaltsatz (NS) wirkendes zweites Schaltelement (M, H) über eine erste Stirnradstufe eines Stirntriebs (ST) mit der Antriebswelle (1) verbindbar ist, und dass der Nachschaltsatz (NS) über eine zweite Stirnradstufe der Stirntriebs (ST) mit der Ausgangswelle (2) des Vorschaltsatzes (VS) verbunden ist. Anstelle des Stirntriebs (ST) kann auch ein Kegeltrieb (KT) oder ein Hypoidtrieb vorgesehen sein.

Mehrstufengetriebe

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mehrstufenge-
triebe nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

5

In der älteren Deutschen Patentanmeldung
P 199 49 507.4 der Anmelderin werden mehrere Getriebesche-
mata für ein automatisches Mehrstufengetriebe mit verschie-
denen Kombinationen gekoppelter Planetenradsätze beschrie-
ben. Durch geeignete Anbindung einer nichtschaltbaren Vor-
schaltradsatzkombination an eine schaltbare Nachschalt-
radsatzkombination können jeweils mindestens sieben Vor-
wärtsgänge ohne Gruppenschaltung geschaltet werden. Die
Anzahl der schaltbaren Vorwärtsgänge ist dabei mindestens
um zwei größer als die Anzahl der Schaltelemente. Vor-
schaltsatz und Nachschaltsatz sind dabei stets coaxial zu-
einander angeordnet.

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

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun
darin, ausgehend vom genannten Stand der Technik ein Mehr-
stufengetriebe mit nicht-koaxialer Anordnung von Antriebs-
und Abtriebswelle und wenigstens sieben ohne Gruppen-

schaltung schaltbaren Vorwärtsgängen hinsichtlich Bauraum weiterzuentwickeln, bei vergleichsweise geringem Bauaufwand, günstiger Gangstufung und großer Spreizung.

5 Diese Aufgabe wird durch ein die Merkmale des Hauptanspruchs 1 bzw. des Nebenanspruchs 11 aufweisendes Mehrstufengetriebe gelöst.

10 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, sowie mehrere Schaltelemente auf.

15 Der Vorschaltsatz ist dabei vorzugsweise als Zweisteg-Vierwellengetriebe ausgebildet mit zwei gekoppelten, schaltbaren Vorschalt-Planetenradsätzen oder mit zwei gekoppelten, nicht schaltbaren Vorschalt-Planetenradsätzen oder mit zwei voneinander unabhängigen Vorschalt-Planetenradsätzen, von denen einer schaltbar und der andere nicht
20 schaltbar ist. Unter „unabhängig“ ist dabei zu verstehen, daß aus jedem der beiden Vorschalt-Planetenradsätze je eine Drehzahl erzeugt wird, die nicht durch eine Wirkverbindung zwischen beiden Vorschalt-Planetenradsätzen beeinflusst
25 wird. Die Ausgangsdrehzahl des Vorschaltsatzes wird hier also entweder durch den ersten oder durch den zweiten Vorschalt-Planetenradsatz erzeugt, nicht jedoch durch beide gleichzeitig.

30 Der Nachschaltsatz ist vorzugsweise als Zweisteg-Vierwellengetriebe mit zwei gekoppelten, schaltbaren Nachschalt-Planetenradsätzen ausgebildet.

Selbstverständlich können aber auch andere Ausgestaltungen von Vorschaltsatz und Nachschaltsatz vorgesehen sein, beispielsweise mit weniger oder mehr gekoppelten Planetenradsätzen, mit beliebiger Bauteilekoppelungen innerhalb des Vorschaltsatzes und innerhalb des Nachschaltsatzes, mit festen Stirnradstufen anstelle von Planetenradsätzen innerhalb des Vorschaltsatzes und/oder des Nachschaltsatzes.

Erfindungsgemäß ist der Nachschaltsatz immer über mindestens ein Schaltelement mit der Antriebswelle des Getriebes verbindbar und immer über eine nicht schaltbare mechanische Verbindung mit dem Ausgang des Vorschaltsatzes verbunden.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, diese nicht schaltbare mechanische Verbindung zwischen dem Vorschaltsatz und dem Nachschaltsatz, sowie die Ankoppelung des Nachschaltsatzes an die Antriebswelle als Stirntrieb oder als Kegeltrieb oder als Hypoidtrieb auszubilden. In besonders vorteilhafter Weise ermöglicht diese Ausbildung kompakte, bauraumsparende Anordnungen von Vorschaltsatz und Nachschaltsatz des Mehrstufengetriebes für Anwendungen mit nicht-koaxialem An- und Abtrieb. Das solchermaßen ausgebildete erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe eignet sich insbesondere für Kraftfahrzeuge mit quer zur Fahrtrichtung eingebautem Antriebsmotor („Front-Quer-Antrieb“, „Heck-Quer-Antrieb“) oder mit längs zur Fahrtrichtung eingebautem Antriebsmotor und Front- bzw. Heck-Antrieb.

Durch selektives Schalten von auf den Vorschaltsatz wirkenden Schaltelementen bzw. durch die bauteilseitige Ausbildung des Vorschaltsatzes und dessen Anbindung an die

Antriebswelle des Getriebes wird am Ausgang des Vorschalt-
satzes eine bestimmte Drehzahl erzeugt, mit der die Verbin-
dungswelle, also ein Stirnradpaar bzw. ein Kegelradpaar
bzw. ein Hypoidradpaar rotiert.

5

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

Aus den Unteransprüchen gehen bevorzugte Ausgestaltun-
15 gen der Erfindung hervor.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der in den Fi-
guren dargestellten Ausführungsformen eines Mehrstufen-
getriebes beispielhaft erläutert. Es zeigen:

20

- Figuren 1A und 1B eine erste Ausführungsform eines
erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit einer Stirn-
radkoppelung zwischen Vorschalt- und Nachschaltsatz;
- Figur 2A eine zweite Ausführungsform eines erfindungs-
25 gemäßen Mehrstufengetriebes mit einer Stirnradkoppelung
zwischen Vorschalt- und Nachschaltsatz; und
- Figur 3A eine dritte Ausführungsform eines erfindungs-
gemäßen Mehrstufengetriebes mit einer Kegelradkoppelung
zwischen Vorschalt- und Nachschaltsatz.

30

In den Figuren mit Index A sind entsprechend der je-
weiligen Ausführungsform das Getriebeschema des Mehrstufen-
getriebes dargestellt. Die Figur mit Index B zeigt die der

Ausführungsform zugehörigen Schaltlogik, beispielhafte Übersetzungen der einzelnen Gänge, Gangstufung, Getriebe- spreizung und Standübersetzungen der einzelnen Planetenrad- sätze.

5

Um gegenüber der DE-P P 199 49 507.4 vergleichsweise kostengünstig herstellbare Mehrstufengetriebe mit mindes- tens sieben Vorwärtsgängen zu schaffen, wird die Vor- schaltradsatzkombination an der Antriebswelle der Getriebes
10 schaltbar ausgeführt. Durch diese Anordnung wird in Abhän- gigkeit der betätigten Schaltelemente eine weitere Drehzahl erzeugt, die zusätzlich zu der über die Antriebswelle ein- geleitete Eingangsdrehzahl auf die ebenfalls schaltbar aus- geführte Nachschaltsatzkombination an der Abtriebswelle des
15 Getriebes wirkt. Der Vorschaltsatz kann entsprechend der Betätigungslogik der Schaltelemente wahlweise auch ver- blockt oder festgesetzt werden.

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

Durch Betätigen der Schaltelemente werden bei der vor- liegenden Erfindung also die Ausgangsdrehzahl der Vor- schaltradsatzkombination und die Eingangsdrehzahl des Ge-
30 triebes entsprechend dem geschalteten Kraftfluß auf die Abtriebswelle übertragen. Durch die besondere Anordnung der Schaltelemente und Planetenradsätze lassen sich verschiede- ne Mehrstufengetriebe mit mindestens sieben Vorwärtsgängen

konzipieren. Im folgenden wird die Erfindung beispielhaft an einem Neungang-Getriebe mit insgesamt sechs Schaltele-
menten und vier Planetenradsätzen detailliert beschrieben.

5 Wie schon erwähnt, können selbstverständlich auch andere Ausgestaltungen des Vorschalt- und Nachschaltsatzes sowie eine andere Anzahl und andere Anbindungen der Schaltelemente vorgesehen sein.

10 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 über eine Ausgangswelle 2 des Vorschaltsatzes VS verbundenen schaltbaren Nachschaltsatz NS auf. Die Antriebswelle 1 rotiert mit
15 einer Eingangsdrehzahl n . Wenn zwei Schaltelemente des Vorschaltsatzes VS gemäß der Schaltlogik des Getriebes geschaltet, d.h. geschlossen sind, rotiert die Ausgangswelle 2 des Vorschaltsatzes VS mit einer Ausgangsdrehzahl n_{vs} .
20 Die Abtriebswelle 3 rotiert mit einer Ausgangsdrehzahl n_{ns} des Nachschaltsatzes NS. VS1 und VS2 bezeichnen einen ersten und zweiten Vorschalt-Planetenradsatz, NS1 und NS2 einen ersten und zweiten Nachschalt-Planetenradsatz. Das Radsatzkonzept, d.h. die bauteilseitige Koppelung der Planetenradsatzkomponenten ist in den dargestellten beispielhaften Ausführungsformen identisch. Ebenfalls identisch ist die Anzahl und Anbindung der Schaltelemente an die einzelnen Planetenradsatzkomponenten. Es sind drei auf den Vorschaltsatz VS wirkende Schaltelemente A, B und D vorgesehen, sowie drei auf den Nachschaltsatz NS wirkende Schaltelemente M, H und L.
30

Figur 1A zeigt nun das Getriebeschema einer beispielhaften ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes, mit zwei zu einem Zweisteg-Vierwellen-Getriebe gekoppelten, schaltbaren Vorschalt-Planetenradsätzen VS1, VS2 und drei Schaltelementen A, B, D im Vorschaltsatz VS, sowie mit zwei zu einem Zweisteg-Vierwellen-Getriebe gekoppelten, schaltbaren Nachschalt-Planetenradsätzen NS1, NS2 und drei Schaltelementen M, H, L im Nachschaltsatz NS. Erfindungsgemäß sind Vorschaltsatz VS und Nachschaltsatz NS über einen Stirntrieb ST verbunden, wobei der Stirntrieb ST zwei Stirnradstufen aufweist. Die erste Stirnradstufe umfaßt ein eingangsseitige Stirnrad ST11 und ein ausgangsseitiges Stirnrad ST12 und verbindet die Antriebswelle 1 mit einer freien Welle des Nachschaltsatzes NS, hier mit einem Zentralrad des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1. Analog zur Nomenklatur der ersten Stirnradstufe umfaßt die zweite Stirnradstufe die Stirnräder ST21 (eingangsseitig) und ST22 (ausgangsseitig) und verbindet die Ausgangswelle 2 des Vorschaltsatzes VS mit einer anderen freien Welle des Nachschaltsatzes NS, hier mit einem Zentralrad des zweiten Nachschaltsatzes NS2.

Wie in Figur 1A gezeigt, sind alle vier Planetenradsätze VS1, VS2, NS1 und NS2 als Minus-Getriebe ausgebildet, jeweils mit einem Sonnenrad 11, 21, 31 und 41, einem Hohlrad 13, 23, 33 und 43, sowie einem Steg 15, 25, 35 und 45 mit Planetenrädern 12, 22, 32 und 42.

Das Sonnenrad 11 des ersten Vorschaltsatzes VS1 ist über das als Bremse ausgebildete erste Schaltelement A des Vorschaltsatzes VS festsetzbar. Das Sonnenrad 21 des zweiten schaltbaren Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 ist fest mit der Antriebswelle 1 (Drehzahl n) verbunden. Der Steg 15

des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 und das Hohlrad 23 des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 sind gekoppelt und über das als Bremse ausgebildete zweite Schaltelement B des Vorschaltsatzes VS festsetzbar. Das Hohlrad 13
5 des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 und der Steg 25 des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes sind gekoppelt und über das als Bremse ausgebildete dritte Schaltelement D des Vorschaltsatzes VS festsetzbar. Das Hohlrad 23 des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 und der angekoppelte
10 Steg 15 des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes VS1 bilden gleichzeitig den Abtrieb des Vorschaltsatzes VS und sind entsprechend mit dessen Ausgangswelle 2 (Drehzahl n_{VS}) verbunden.

15 Erfindungsgemäß ist die Antriebswelle 1 fest mit dem Stirnrad ST11 der ersten Stirnradstufe ST11/ST12 des Stirntriebs ST verbunden, und die Ausgangswelle 2 des Vorschaltsatzes VS fest mit dem Stirnrad ST21 der zweiten Stirnradstufe ST21/ST22 des Stirntriebs ST. Das mit dem Stirnrad
20 ST11 kämmende Stirnrad ST12 ist über das erste, als Kupplung ausgebildete Schaltelement M des Nachschaltsatzes NS mit dem Sonnenrad 31 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 verbindbar, sowie über das zweite, als Kupplung ausgebildete Schaltelement H des Nachschaltsatzes NS mit
25 dem Hohlrad 33 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 und dem an das Hohlrad 33 angekoppelten Steg 45 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 verbindbar. Das mit dem Stirnrad ST21 kämmende Stirnrad ST22 ist fest mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 ver-
30 bunden.

Vorschaltsatz VS und Nachschaltsatz NS sind achsparallel axial nebeneinander angeordnet, mit einem Mit-

telachsversatz zueinander. Die Stirnradstufe ST ist erfindungsgemäß axial zwischen Vorschaltsatz VS und Nachschaltsatz NS angeordnet.

5 Der Steg 45 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 und das an den Steg 45 gekoppelte Hohlrad 33 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 sind über das als Bremse ausgebildete dritte Schaltelement L des Nachschaltsatzes NS festsetzbar. Das Hohlrad 43 des zweiten Nach-

10 schalt-Planetenradsatzes NS2 und der Steg 35 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 sind gekoppelt, bilden den Abtrieb des Nachschaltsatzes NS (Drehzahl n_{ns}) und sind mit der Abtriebswelle 3 des Getriebes verbunden.

15 Im ausgeführten Beispiel gemäß Figur 1A weisen beide Stirnradstufen ST11/ST12 und ST21/ST22 ein Übersetzungsverhältnis „eins“ auf. In anderen Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes können selbstverständlich auch andere Übersetzungsverhältnisse vorgesehen sein.

20 Auch können die Stirnradstufen ST11/ST12 und ST21/ST22 unterschiedliche Übersetzungsverhältnisse aufweisen oder auch mehr als zwei Stirnräder je Stirnradstufe oder auch eine unterschiedliche Anzahl an Stirnrädern je Stirnradstufe.

25 Für die Drehzahlen an den Wellen und Schaltelementen gilt für die in erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes folgendes:

1. Das Übersetzungsverhältnis beider Stirnradstufen ST11/ST12 und ST21/ST22 beträgt „eins“;
- 30 2. die Drehzahl an der Antriebswelle 1 und an dem Schaltelement H ist gleich (Eingangsdrehzahl n);
3. die Drehzahl am geschalteten Schaltelement A ist „null“;

4. die Drehzahl am geschalteten Schaltelement B ist „null“;
5. die Drehzahl am geschalteten Schaltelement D ist „null“;
- 5 6. die Drehzahl am geschalteten Schaltelement L ist „null“;
7. die Drehzahl an dem mit der Ausgangswelle 2 verbundenen Zentralrad des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 ist bei geschalteten Schaltelementen H und M gleich o-
10 der größer als eine der durch den Vorschaltsatz VS erzeugten Drehzahlen n_{vs} ;
8. die Drehzahl an der Welle, welche das Schaltelement B mit einem Zentralrad des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 verbindet, ist bei geschalteten Schaltele-
15 menten A und D kleiner als oder gleich wie die bei betätigtem Schaltelement B erzeugte Drehzahl;
9. die Drehzahl an der Welle, welche das Schaltelement B mit dem Zentralrad des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes VS2 verbindet, ist bei geschaltetem Schaltele-
20 ment A größer als oder gleich wie die bei betätigtem Schaltelement B erzeugte Drehzahl;
10. die Drehzahl am geschalteten Schaltelement M ist größer null und kleiner als oder gleich wie die Eingangsdrehzahl n der Antriebswelle 1; und
- 25 11. die Drehzahl an dem mit der Ausgangswelle 2 verbundenen Zentralrad des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 ist bei geschalteten Schaltelementen L und M kleiner als oder gleich wie die durch den Vorschaltsatz VS erzeugte Drehzahl n_{vs} .

30

Mit der Anordnung der Figur 1A lassen sich durch selektives Schließen der sechs Schaltelemente die in Figur 1B tabellarisch aufgeführten neun Vorwärtsgänge und ein Rück-

wärtsgang ohne Gruppenschaltung schalten, mit sehr harmonischer Stufung und großer Spreizung. Dabei sind drei der Vorwärtsgänge antriebsdrehzahlseinkend als Overdrive-Gänge ausgeführt.

5

In vorteilhafter Weise sind vier der sechs Schaltele-
mente als Bremsen ausgebildet, entsprechend günstig ist der
konstruktiver Bauaufwand insbesondere hinsichtlich deren
Druckölauführung. Die erfindungsgemäße Koppelung von Vor-
schalt- und Nachschaltsatz über eine feste Stirnradstufe
ermöglicht sehr kurz bauende, vielgängige Mehrstufengetrie-
be ist besonders günstig für Anwendungen in Kraftfahrzeugen
mit quer zur Fahrtrichtung angeordneten Antriebsmotoren
(„Front-Quer-Antrieb“ oder „Heck-Quer-Antrieb“). Dabei er-
laubt die versetzte Anordnung von Antriebs- und Abtriebs-
welle des Getriebes die Verwendung von Stirnräder mit rela-
tiv kleinem Durchmesser.

Figur 2A stellt nun das Getriebeschema einer beispiel-
haften zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen
Mehrstufengetriebes dar. Im Unterschied zu der zuvor be-
schriebenen ersten Ausführungsform sind Vorschaltsatz VS
und Nachschaltsatz NS achsparallel in einer Ebene angeord-
net. Die Stirnrad-
stufe ST, welche den Vorschaltsatz VS und Nachschaltsatz NS
verbindet, ist nunmehr axial neben Vorschalttradsatz VS und
Nachschaltsatz NS angeordnet. Die Abtriebswelle 3 des Ge-
triebes ist wiederum achsparallel zur Antriebswelle 1.

Die Ausgestaltung des Vorschaltsatzes VS mit zwei
schaltbaren, als Zweisteg-Vierwellen-Getriebe gekoppelten
Vorschalt-Planetenradsätzen VS1, VS2 und drei Brem-
sen A, B, D und die Ausgestaltung des Nachschaltsatzes NS

mit zwei schaltbaren, als Zweisteg-Vierwellen-Getriebe gekoppelten Nachschalt-Planetenradsätzen NS1, NS2 und zwei Kupplungen M, H und einer Bremse L entspricht unverändert deren in Figur 1A gezeigten Ausgestaltung.

5

Wie in Figur 2A dargestellt, umfaßt der Stirntrieb ST unverändert die Stirnradpaare ST11/ST12 und ST21/ST22. Das mit dem Stirnrad ST11 kämmende Stirnrad ST12 ist über das erste, als Kupplung ausgebildete Schaltelement M des Nachschaltsatzes NS mit dem Sonnenrad 31 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 verbindbar, sowie über das zweite, als Kupplung ausgebildete Schaltelement H des Nachschaltsatzes NS mit dem Hohlrad 33 des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes NS1 und dem an das Hohlrad 33 angekoppelten Steg 45 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 verbindbar. Das mit dem Stirnrad ST21 kämmende Stirnrad ST22 ist fest mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes NS2 verbunden.

20

Wegen seiner sehr kurzen axialen Erstreckung eignet sich die beschriebene zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes in besonders vorteilhafter Weise für Anordnungen in Kraftfahrzeugen mit quer zur Fahrtrichtung liegendem Antriebsmotor und axial beengtem Bauraum für das Getriebe.

25

Wie bei der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes sind auch bei der zweiten Ausführungsform beide Stirnradstufen ST11/ST12 und ST21/ST22 des Stirntriebs ST mit Übersetzungsverhältnis „eins“ ausgeführt. Selbstverständlich können auch hier andere Übersetzungsverhältnisse vorgesehen sein, beispielsweise um den Stirnräder-Durchmesser an einen vorhandenen Bau-

30

raum anzupassen. Auch können die Stirnradstufen ST11/ST12 und ST21/ST22 des Stirntriebs ST unterschiedliche Übersetzungsverhältnis aufweisen. In einer anderen Ausgestaltung kann vorgesehen sein, daß die treibenden und getriebenen Wellen der Stirnradstufe ST nicht achsparallel ausgebildet sind. In einer weiteren Ausgestaltung kann auch vorgesehen sein, daß die beiden Stirnradstufen der Stirntrieb ST jeweils mehr als zwei Stirnräder aufweisen oder auch eine unterschiedliche Anzahl an Stirnrädern je Stirnradstufe.

Figur 3A stellt nun das Getriebeschema einer dritten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes dar. Im Unterschied zu den zuvor beschriebenen Ausführungsformen eins und zwei sind Vorschaltsatz VS und Nachschaltsatz NS nunmehr über eine Kegelradstufe KT miteinander verbunden, anstelle über die Stirnradstufe ST. Die Mittelachsen von Vorschaltsatz VS und Nachschaltsatz NS sind vorzugsweise rechtwinklig zueinander versetzt, wobei die Baugruppen Vorschaltsatz VS und Nachschaltsatz NS weitgehend ohne räumliche Überdeckung nebeneinander angeordnet sind.

Der Kegeltrieb KT kann aber auch einen anderen Winkel zwischen seinen treibenden und getriebenen Wellen aufweisen. Auch kann der Kegeltrieb KT als rechtwinkliger oder nicht rechtwinkliger Hypoidkegeltrieb mit einem Achsversatz, also als sogenanntes Kegelschraubgetriebe ausgebildet sein.

Die Ausgestaltung des Vorschaltsatzes VS mit zwei schaltbaren, als Zweisteg-Vierwellen-Getriebe gekoppelten Vorschalt-Planetenradsätzen VS1, VS2 und drei Bremsen A, B, D und die Ausgestaltung des Nachschaltsatzes NS mit zwei schaltbaren, als Zweisteg-Vierwellen-Getriebe ge-

koppelten Nachschalt-Planetenradsätzen NS1, NS2 und zwei Kupplungen M, H und einer Bremse L entspricht unverändert deren in Figur 1A und 2A gezeigten Ausgestaltungen.

5 Wie in Figur 3A dargestellt, umfaßt der Kegeltrieb KT die Kegelradpaare KT11/KT12 und KT21/KT22. Das mit dem Kegelrad KT11 kämmende Kegelrad KT12 ist über das erste, als Kupplung ausgebildete Schaltelement M des Nachschalt-

10 Planetenradsatzes NS mit dem Sonnenrad 31 des ersten Nachschalt-Planetensatzes NS1 verbindbar, sowie über das zweite, als Kupplung ausgebildete Schaltelement H des Nachschalt-

15 Planetenradsatzes NS mit dem Hohlrad 33 des ersten Nachschalt-Planetensatzes NS1 und dem an das Hohlrad 33 angekoppelten Steg 45 des zweiten Nachschalt-Planetensatzes NS2 verbindbar. Das mit dem Kegelrad KT21 kämmende Kegelrad KT22 ist fest mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalt-Planetensatzes NS2 verbunden.

20 Bei der in Figur 3A gezeigten dritten beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes sind beide Kegelradpaare KT11/KT12 und KT21/KT22 mit Übersetzungsverhältnis „eins“ ausgeführt. Selbstverständlich können auch hier andere Übersetzungsverhältnisse vorgesehen sein, beispielsweise um den Kegelrad-Durchmesser an einen

25 vorhandenen Bauraum anzupassen. Auch können die Kegelradpaare KT11/KT12 und KT21/KT22 unterschiedliche Übersetzungsverhältnis aufweisen.

30 Wegen des Winkels zwischen Vorschalt- und Nachschalt-satz eignet sich die beschriebene dritte beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes in besonders vorteilhafter Weise für eine Anwendung in einem Kraftfahrzeug mit zur Fahrrichtung längs angeordnetem

Antriebsmotor („Front-Längs-Antrieb“, „Heck-Längs-Antrieb“), aber auch für Kraftfahrzeuge mit Allrad-Antrieb.

5 In einer nicht dargestellten Weiterbildung der Erfindung kann auch vorgesehen sein, daß der erfindungsgemäße Stirntrieb ST zwischen dem Vorschaltsatz VS und dem Nachschaltsatz NS ersetzt ist durch einen Kettentrieb. Zwischen der Verbindungswelle 2 und dem Nachschaltsatz NS, sowie zwischen der Antriebswelle 1 und dem Nachschaltsatz NS sind
10 dabei je einem treibenden und einem getriebenen Rad, sowie je einem Zugmittel - beispielsweise eine Kette oder ein Zahnriemen - zur Drehmomentübertragung zwischen treibendem und getriebenem Rad.

15 Prinzipiell kann anstelle des Kettentriebs, dessen Drehmomentübertragung formschlüssig erfolgt, auch ein Umschlingungstrieb vorgesehen sein, dessen Drehmomentübertragung kraftschlüssig erfolgt, beispielsweise über einen Keilriemen.

20

In einer Ausgestaltung des Kettentriebs bzw. des Umschlingungstribs kann auch nur eine einzelne Kette bzw. nur ein einzelnes Umschlingungselement vorgesehen sein, welches entweder zwischen der Verbindungswelle 2 und dem
25 Nachschaltsatz NS oder zwischen der Antriebswelle 1 und dem Nachschaltsatz NS angeordnet ist, wobei die jeweils andere mechanische Verbindung zum Nachschaltsatz NS dann als einzelne Stirnradstufe mit vorzugsweise drei Stirnrädern ausgebildet ist.

30

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

	VS	Vorschaltsatz
	VS1	erster Vorschalt-Planetenradsatz
5	VS2	zweiter Vorschalt-Planetenradsatz
	NS	Nachschaltsatz
	NS1	erster Nachschalt-Planetenradsatz
	NS2	zweiter Nachschalt-Planetenradsatz
10	ST	Stirntrieb
	ST11/ST12	erste Stirnradstufe zwischen Antriebs- welle und Nachschaltsatz
	ST21/ST22	zweite Stirnradstufe zwischen Verbin- dungswelle und Nachschaltsatz
15	ST11	eingangsseitiges Stirnrad der ersten Stirnradstufe
	ST12	ausgangsseitiges Stirnrad der ersten Stirnradstufe
20	ST21	eingangsseitiges Stirnrad der zweiten Stirnradstufe
	ST22	ausgangsseitiges Stirnrad der zweiten Stirnradstufe
25	KT	Kegeltrieb
	KT11/KT12	erstes Kegelradpaar zwischen Antriebs- welle und Nachschaltsatz
	KT21/KT22	zweites Kegelradpaar zwischen Verbin- dungswelle und Nachschaltsatz
30	KT11	eingangsseitiges Kegelrad des ersten Kegelradpaars
	KT12	ausgangsseitiges Kegelrad des ersten Kegelradpaars

	KT21	eingangsseitiges Kegelrad des zweiten Kegelradpaars
	KT22	ausgangsseitiges Kegelrad des zweiten Kegelradpaars
5		
	A, B, D	erstes bis drittes Schaltelemente des Vorschaltsatzes
	M, H, L	erstes bis drittes Schaltelement des Nachschaltsatzes
10		
	n	Eingangsdrehzahl der Antriebswelle
	nvs	Ausgangsdrehzahl des Vorschaltsatzes
	nns	Ausgangsdrehzahl des Nachschaltsatzes
15		
	1	Antriebswelle
	2	Ausgangswelle des Vorschaltsatzes
	3	Abtriebswelle
	11	Sonnenrad des Radsatzes VS1
20	12	Planetenrad des Radsatzes VS1
	13	Hohlrad des Radsatzes VS1
	15	Steg des Radsatzes VS1
	21	Sonnenrad des Radsatzes VS2
25	22	Planetenrad des Radsatzes VS2
	23	Hohlrad des Radsatzes VS2
	25	Steg des Radsatzes VS2
	31	Sonnenrad des Radsatzes NS1
30	32	Planetenrad des Radsatzes NS1
	33	Hohlrad des Radsatzes NS1
	35	Steg des Radsatzes NS1

- 41 Sonnenrad des Radsatzes NS2
- 42 Planetenrad des Radsatzes NS2
- 43 Hohlrad des Radsatzes NS2
- 45 Steg 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 Vorschaltsatz (VS) verbunden ist, mit einer
5 Abtriebswelle (3), die zur Antriebswelle (1) nicht koaxial
angeordnet ist und mit einem Nachschaltsatz (NS) verbunden
ist, mit auf den Vorschaltsatz (VS) wirkenden Schaltelemen-
ten (A, B, D) und mit auf den Nachschaltsatz (NS) wirkenden
Schaltelelementen (M, H, L), wobei durch selektives Schalten
10 der Schaltelelemente (A, B, D, M, H, L) eine Eingangsdreh-
zahl (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
15 von den gerade betätigten Schaltelelementen jeweils nur ein
Schaltelelement abgeschaltet und ein weiteres Schaltelelement
zugeschaltet wird, dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Vorschaltsatz (VS) genau eine mit einer Ausgangs-
drehzahl (n_{VS}) des Vorschaltsatzes (VS) rotierenden Aus-
20 gangswelle (2) aufweist, daß der Nachschaltsatz (NS) über
mindestens ein auf den Nachschaltsatz (NS) wirkendes zwei-
tes Schaltelelement (M, H) über eine erste Stirnrad-
stufe (ST11/ST12) eines Stirntriebs (ST) mit der Antriebs-
welle (1) verbindbar ist, und daß der Nachschaltsatz (NS)
25 über eine zweite Stirnradstufe (ST21/ST22) des Stirn-
triebs (ST) mit der Ausgangswelle (2) des Vorschalt-
satzes (VS) verbunden ist.

2. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, dadurch g e -
30 k e n n z e i c h n e t , daß beide Stirnrad-
stufen (ST11/ST12, ST21/ST22) des Stirntriebs (ST) ein
Übersetzungsverhältnis eins aufweisen.

3. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beide Stirnradstufen (ST11/ST12, ST21/ST22) des Stirntriebs (ST) ein Übersetzungsverhältnis kleiner oder größer eins aufweisen.

5

4. Mehrstufengetriebe nach einem oder mehrerer der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnradstufen (ST11/ST12, ST21/ST22) des Stirntriebs (ST) jeweils nicht achsparallel treibende und getriebene Achsen aufweisen.

10

5. Mehrstufengetriebe nach einem oder mehrerer der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnradstufen (ST11/ST12, ST21/ST22) des Stirntriebs (ST) jeweils aus einem Stirnradpaaren (ST11 und ST12 bzw. ST21 und ST22) gebildet werden.

15

6. Mehrstufengetriebe nach einem oder mehrerer der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnradstufen (ST11/ST12, ST21/ST22) des Stirntriebs (ST) jeweils mehr als zwei Stirnräder aufweisen.

20

7. Mehrstufengetriebe nach einem oder mehrerer der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnradstufen (ST11/ST12, ST21/ST22) des Stirntriebs (ST) eine unterschiedliche Anzahl von Stirnrädern aufweisen.

25

8. Mehrstufengetriebe nach einem oder mehrerer der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Stirntrieb (ST) axial zwischen dem Vorschalt-
satz (VS) und dem Nachschaltsatz (NS) angeordnet ist, wobei

30

Vor- und Nachschaltsatz (VS, NS) zueinander einen Mittelachsversatz aufweisen.

5 9. Mehrstufengetriebe nach einem oder mehrerer der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß Vorschaltsatz (VS) und Nachschaltsatz (NS) achsparallel weitgehend in einer Ebene angeordnet sind, und daß der Stirntrieb (ST) axial neben Vor- und Nachschaltsatz (VS, NS) auf der einem Antriebsmotor des Mehrstufengetriebes abgewandten Seite des Vor- und Nachschaltsatzes (VS, NS) angeordnet ist.

15 10. Mehrstufengetriebe nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorschaltsatz (VS) genau eine mit einer Ausgangsdrehzahl (n_{VS}) des Vorschaltsatzes (VS) rotierenden Ausgangswelle (2) aufweist, daß der Nachschaltsatz (NS) über mindestens ein auf den Nachschaltsatz (NS) wirkendes zweites Schaltelement (M, H) über ein erstes Kegelradpaar (KT11/KT12) einer Kegelradstufe (KT) mit der Antriebswelle (1) verbindbar ist, und daß der Nachschaltsatz (NS) über ein zweites Kegelradpaar (KT21/KT22) der Kegelradstufe (KT) mit der Ausgangswelle (2) des Vorschaltsatzes (VS) verbunden ist.

25

11. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Kegeltrieb (KT) als Hypoid-Kegeltrieb ausgebildet ist mit einem Achsversatz der ersten Kegelradpaars (KT11/KT21) bzw. des zweiten Kegelradpaars (KT21/KT22).

30

12. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel zwischen treibender und getriebener Achse des Kegeltriebs (KT) neunzig Grad beträgt.

5

13. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel zwischen treibender und getriebener Achse des Kegeltriebs (KT) kleiner oder größer als neunzig Grad ist.

10

14. Mehrstufengetriebe nach einem oder mehrerer der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Übersetzungsverhältnis beider Kegelradpaare (KT11/KT21, KT21/KT22) des Kegeltriebs (KT) eins beträgt.

15

15. Mehrstufengetriebe nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Übersetzungsverhältnis beider Kegelradpaare (KT11/KT21, KT21/KT22) des Kegeltriebs (KT) kleiner oder größer eins ist.

20

16. Mehrstufengetriebe nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Übersetzungsverhältnis beider Kegelradpaare (KT11/KT21, KT21/KT22) des Kegeltriebs (KT) unterschiedlich ist.

25

17. Mehrstufengetriebe nach einem oder mehrerer der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Kegeltrieb (KT) axial neben dem Vorschalt-
satz (VS) auf der einem Antriebsmotor des Mehrstufengetrie-
bes abgewandten Seite des Vorschaltsatzes (VS) angeordnet

30

ist, und daß Vorschaltsatz (VS) und Nachschaltsatz (NS) weitgehend ohne räumliche Überdeckung nebeneinander angeordnet sind.

5 18. Mehrstufengetriebe nach einem oder mehrerer der
vorigen Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Vorschaltsatz (VS) mindestens zwei gekoppelte,
nicht schaltbare Vorschalt-Planetenradsätze (VS1, VS2) auf-
weist, und daß der Nachschaltsatz (NS) mindestens zwei ge-
10 koppelte Nachschalt-Planetenradsätze (NS1, NS2) aufweist,
wobei mindestens einer der Nachschalt-Planetenrad-
sätze (NS1, NS2) schaltbar ist.

 19. Mehrstufengetriebe nach einem oder mehrerer der
15 Ansprüche 1 bis 17, dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Vorschaltsatz (VS) mindestens zwei gekoppelte Vor-
schalt-Planetenradsätzen (VS1, VS2) aufweist, wobei mindes-
tens einer der Vorschalt-Planetenradsätze (VS1, VS2)
schaltbar ist, daß der Nachschaltsatz (NS) mindestens zwei
20 gekoppelte Nachschalt-Planetenradsätze (NS1, NS2) aufweist,
wobei mindestens einer der Nachschalt-Planetenrad-
sätze (NS1, NS2) schaltbar ist, und daß die Ausgangsdreh-
zahl (n_{vs}) des Vorschaltsatzes (VS) durch selektives
Schließen von auf den Vorschaltsatz (VS) wirkenden Schalt-
25 elementen (A, B, D) erzeugt wird.

 20. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 18 oder 19, da-
durch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Ausgangs-
welle (2) des Vorschaltsatzes (VS) über die zweite Stirn-
30 radstufe (ST21/ST22) der Stirnradstufe (ST) bzw. das zweite
Kegelradpaar (KT21/KT22) der Kegelradstufe (KT) mit einem
Zentralrad des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2)
verbunden ist.

21. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 18, 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Mehrstufengetriebe zwei Vorschalt-Planetenradsätze (VS1, VS2), zwei Nachschalt-Planetenradsätze (NS1, NS2) und insgesamt
5 sechs Schaltelemente (A, B, D, M, H, L) aufweist, und daß insgesamt neun Vorwärtsgänge schaltbar sind.

22. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 19, 20 und 21, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

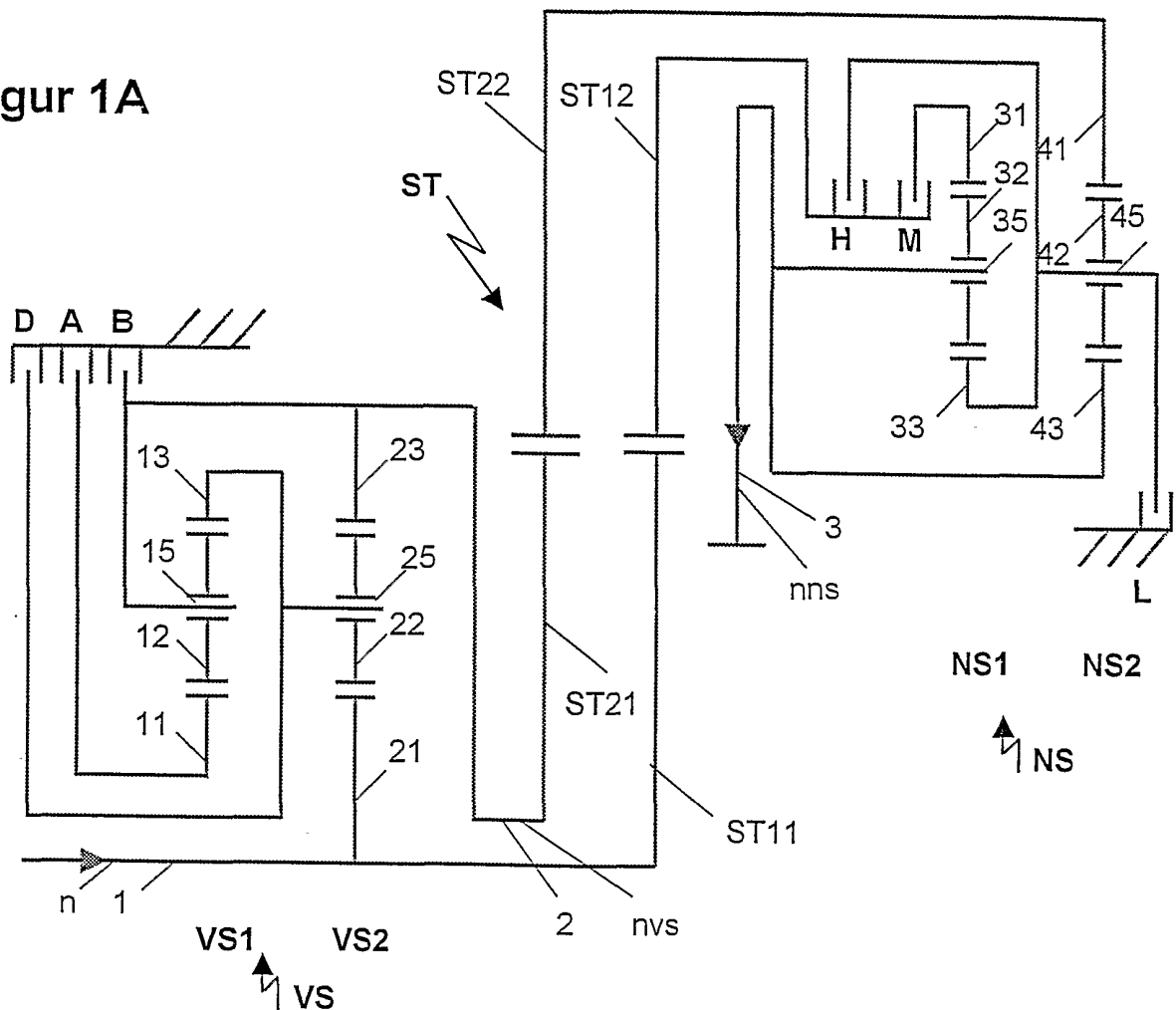
- 10 - der Vorschaltsatz (VS) umfaßt drei Schaltelemente (A, B, D) sowie zwei gekoppelte, schaltbare Vorschalt-Planetenradsätze (VS1, VS2) mit jeweils einem Sonnenrad (11, 21), einem Hohlrad (13, 23) und einem Steg (15, 25) mit Planetenrädern (12, 22);
- 15 - der Nachschaltsatz (NS) umfaßt drei Schaltelemente (H, M, L) sowie zwei gekoppelte, schaltbare Nachschalt-Planetenradsätze (NS1, NS2) mit jeweils einem Sonnenrad (31, 41), einem Hohlrad (33, 43) und einem Steg (35, 45) mit Planetenrädern (32, 42);
- 20 - der Stirn- bzw. Kegeltrieb (ST bzw. KT) umfaßt eine erste Stirnradstufe (ST11/ST12) bzw. ein erstes Kegelradpaar (KT11/KT12) mit einem eingangsseitigen Stirn- bzw. Kegelrad (ST11 bzw. KT11) und einem ausgangsseitigen Stirn- bzw. Kegelrad (ST12 bzw. KT12),
25 sowie eine zweite Stirnradstufe (ST21/ST22) bzw. ein zweites Kegelradpaar (KT21/KT22) mit einem eingangsseitigen Stirn- bzw. Kegelrad (ST21 bzw. KT21) und einem ausgangsseitigen Stirn- bzw. Kegelrad (ST22 bzw. KT22);
- das Sonnenrad (11) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) ist über das erste Schaltelement (A) des
30 Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
- das Sonnenrad (21) 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) und sind miteinander verbunden und über das dritte Schaltelement (D) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
5
- das Hohlrad (23) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS2) und der Steg (15) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (VS1) sind miteinander und mit der Ausgangswelle (2) des Vorschaltsatzes (VS) verbunden,
10 sowie über das zweite Schaltelement (B) des Vorschaltsatzes (VS) festsetzbar;
- die Antriebswelle (1) ist mit dem eingangsseitigen Stirn- bzw. Kegelrad (ST11 bzw KT11) der ersten Stirnradstufe (ST11/ST12) bzw. des ersten Kegelradpaares (KT11/KT12) verbunden;
15
- die Ausgangswelle (2) des Vorschaltsatzes (VS) ist mit dem eingangsseitigen Stirn- bzw. Kegelrad (ST21 bzw. KT21) der zweiten Stirnradstufe (ST21/ST22) bzw. des zweiten Kegelradpaares (KT21/KT22) verbunden;
- 20 - das Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS1) ist über das erste Schaltelement (M) des Nachschaltsatzes (NS) mit dem ausgangsseitigen Stirn- bzw. Kegelrad (ST12 bzw. KT12) der ersten Stirnradstufe (ST11/ST12) bzw. des ersten Kegelradpaares (KT11/KT12) verbindbar;
25
- das Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (NS2) ist mit dem ausgangsseitigen Stirn- bzw. Kegelrad (ST22 bzw. KT22) der zweiten Stirnradstufe (ST21/ST22) bzw. des zweiten Kegelradpaares (KT21/KT22) verbunden;
30
- 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 dem ausgangsseitigen Stirn- bzw. Kegelrad (ST12 bzw. KT12) der ersten Stirnradstufe (ST11/ST12) bzw. des ersten Kegelradpaares (KT11/KT12) verbindbar, sowie über
- 5 das 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-
- 10 triebswelle (3) verbunden.

1/3

Figur 1A



Figur 1B

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	1,30	
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:

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

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

$$i_{\text{Stirn1}} = -1,0$$

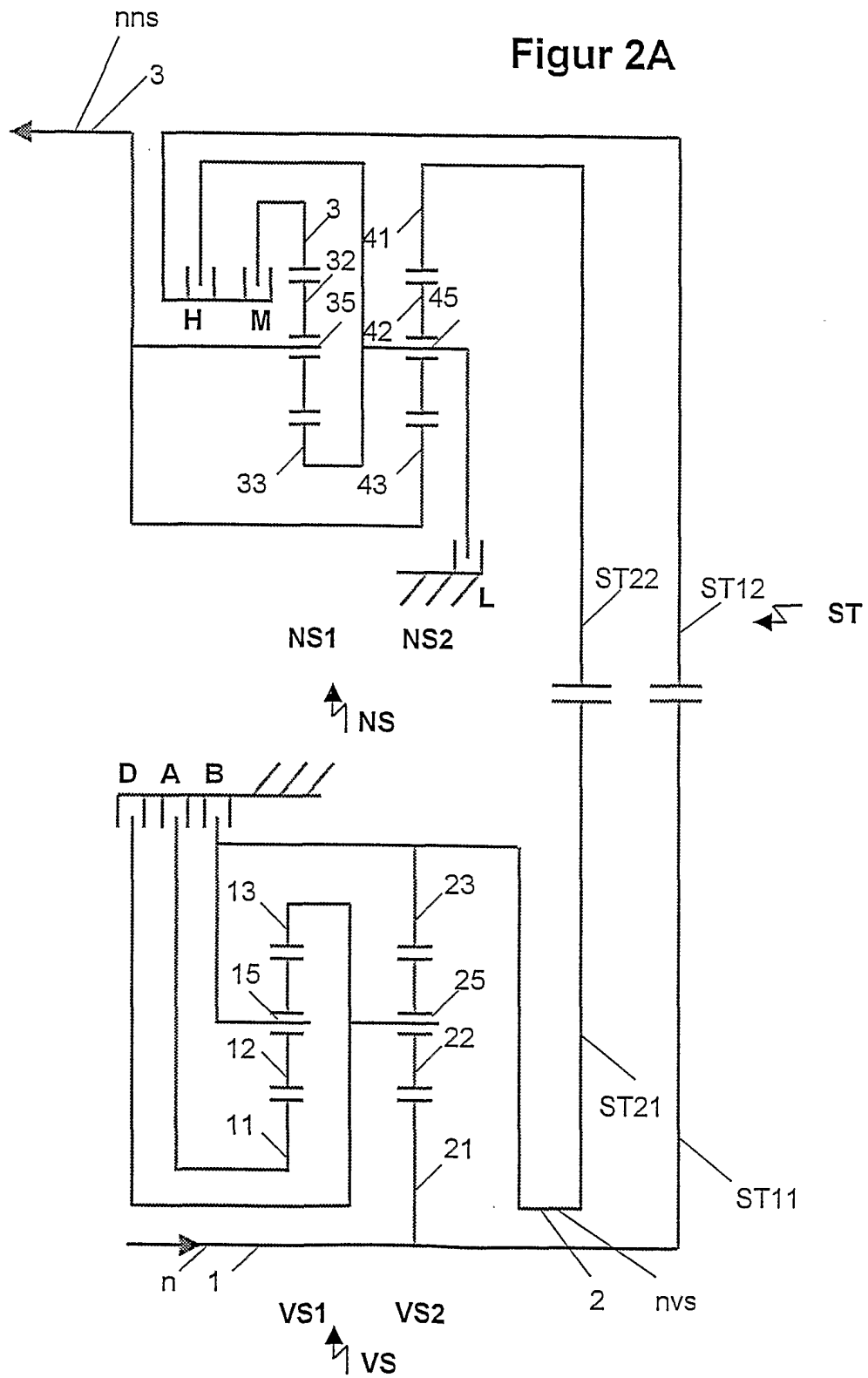
$$i_{\text{Stirn2}} = -1,0$$

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

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

2/3

Figur 2A



3/3

Figur 3A

