

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1278/2008**

(51) Int. Cl.⁸: **F16H 29/00** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **19.08.2008**

(43) Veröffentlicht am: **15.03.2010**

(73) Patentinhaber:

SONNWEBER THOMAS DIPL.ING. DR.
A-6675 TANNHEIM (AT)

(72) Erfinder:

SONNWEBER THOMAS DIPL.ING. DR.
TANNHEIM (AT)

(54) **PLANETENGETRIEBE**

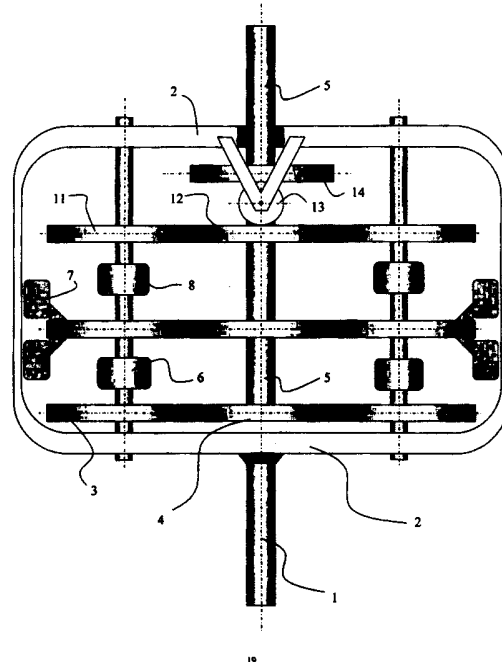
(57) Beim Getriebe im Sinne der Erfindung wird der Planetenträger 2 zweier Planetengetriebe (Planetenräder 3 und 11, Sonnenräder 4 und 12) angetrieben. Über Freiläufe 6 und 8 wird die Fliehkraftwirkung auf Unwuchtmassen 7, auch mit Unterstützung eines Wendegetriebes 13, 14, zur Drehmomentübertragung im Getriebe genutzt.

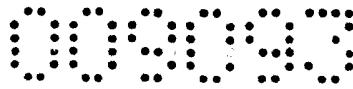
Die Ausgangswelle 5 kann stufenlos jede beliebige Drehzahl zwischen Stillstand und der Drehzahl der Eingangswelle 1 annehmen. Das Getriebe wirkt im Bereich einer Ausgangsdrehzahl unterhalb der Eingangs-drehzahl z.T. deutlich drehmomentverstärkend.

Es kann beispielsweise als Kupplung, auch für robuste Einsätze, verwendet werden, weil ein Dauerbetrieb auch bei einer Drehzahldifferenz zwischen Eingang und Ausgang und sogar bei blockierender Ausgangswelle ohne Schadensgefahr möglich ist.

Auch ein Einsatz in Fahrzeugen ist denkbar. Diese können dann ohne Unterbrechung des Kraftflusses stufenlos beschleunigt werden. Das Ausgangsdrehmoment wird dabei näherungsweise umgekehrt proportional zur Fahrgeschwindigkeit verstärkt.

Weiters ist beim Anfahren keine zusätzliche Reibungs- oder Flüssigkeits-Kupplung notwendig, weil das Getriebe eine Beschleunigung vom Fahrzeug-Stillstand weg ermöglicht.





Zusammenfassung:

Planetengetriebe

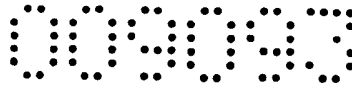
Beim Getriebe im Sinne der Erfindung wird der Planetenträger 2 zweier Planetengetriebe (Planetenräder 3 und 11, Sonnenräder 4 und 12) angetrieben. Über Freiläufe 6 und 8 wird die Fliehkraftwirkung auf Unwuchtmassen 7, auch mit Unterstützung eines Wendegetriebes 13, 14, zur Drehmomentübertragung im Getriebe genutzt.

Die Ausgangswelle 5 kann stufenlos jede beliebige Drehzahl zwischen Stillstand und der Drehzahl der Eingangswelle 1 annehmen. Das Getriebe wirkt im Bereich einer Ausgangsdrehzahl unterhalb der Eingangsdrehzahl z.T. deutlich drehmomentverstärkend.

Es kann beispielsweise als Kupplung, auch für robuste Einsätze, verwendet werden, weil ein Dauerbetrieb auch bei einer Drehzahldifferenz zwischen Eingang und Ausgang und sogar bei blockierender Ausgangswelle ohne Schadensgefahr möglich ist.

Auch ein Einsatz in Fahrzeugen ist denkbar. Diese können dann ohne Unterbrechung des Kraftflusses stufenlos beschleunigt werden. Das Ausgangsdrehmoment wird dabei näherungsweise umgekehrt proportional zur Fahrgeschwindigkeit verstärkt.

Weiters ist beim Anfahren keine zusätzliche Reibungs- oder Flüssigkeits-Kupplung notwendig, weil das Getriebe eine Beschleunigung vom Fahrzeug-Stillstand weg ermöglicht.



Beschreibung:

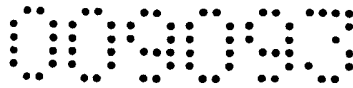
Planetengetriebe

Gegenstand der Erfindung:

Die Erfindung bezieht sich auf ein Getriebe mit einem Eingangsbereich und einem Ausgangsbereich, wobei das Getriebe die Eigenschaft besitzt, dass die Ausgangswelle stufenlos jede beliebige Drehzahl zwischen Stillstand und der Drehzahl der Eingangswelle annehmen kann. Weiters wirkt das Getriebe im Bereich einer Ausgangsdrehzahl unterhalb der Eingangsdrehzahl z.T. deutlich drehmomentverstärkend. Die Kraftübertragung von der Eingangswelle zur Ausgangswelle erfolgt durch Nutzung von Fliehkräften auf Unwuchtmassen. Es treten somit im ganzen Drehzahlbereich der Ausgangswelle (Stillstand bis maximale Drehzahl), abgesehen von üblichen Zahnradgetriebeverlusten (Lagerreibung, Reibung der Zahnräder..) keine weiteren Verluste auf.

Das Getriebe kann beispielsweise als Kupplung, auch für robuste Einsätze, verwendet werden, weil ein Dauerbetrieb auch bei einer Drehzahldifferenz zwischen Eingang und Ausgang und sogar bei blockierender Ausgangswelle ohne Schadensgefahr möglich ist. Wenn die Maximaldrehzahl der Getriebeausgangswelle im Betrieb nur einen Bruchteil der Maximaldrehzahl der Getriebeeingangswelle erreichen soll, so ist eine signifikante Drehmomentsteigerung möglich (z.B. bei 5% Drehzahl ~20-faches Drehmoment).

Auch ein Einsatz in Fahrzeugen ist bei diesem Getriebe denkbar. Diese können dann ohne Unterbrechung des Kraftflusses stufenlos beschleunigt werden, wobei sich das Ausgangsdrehmoment für diese Beschleunigung näherungsweise umgekehrt proportional zur Fahrgeschwindigkeit verhält und von einem, bei kleinen Geschwindigkeiten, vier bis fünffachen Wert des maximalen Antriebsdrehmomentes, bei großen Geschwindigkeiten an den Wert des Antriebsdrehmomentes annähert. Weiters ist beim Anfahren keine zusätzliche Reibungs- oder Flüssigkeits-Kupplung notwendig, weil das Getriebe eine Beschleunigung vom Fahrzeug-Stillstand weg ermöglicht.



Figur 1a zeigt schematisch ein Planetengetriebe in Oberansicht, bei dem die Position einer mit dem Planetenrad 3 umlaufenden Unwucht 7 durch die einwirkende Fliehkraft F_z über das Planetenrad 3 ein beschleunigendes Drehmoment auf das Sonnenrad 4 bewirkt.

ω_P angetriebene Rotationsrichtung Planetenträger und damit Planetenrad

ω_S gewünschte Rotationsrichtung Sonnenrad (Getriebeausgang)

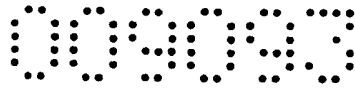
Figur 1b zeigt die selbe Ansicht, allerdings mit einer Position der Unwucht, bei der die einwirkende Fliehkraft F_z ein in Gegenrichtung beschleunigendes Drehmoment auf das Sonnenrad 4 bewirkt.

Figur 2 zeigt schematisch ein Getriebe im Sinne der Erfindung in Seitenansicht.

Die Diagramme in den **Figuren 3, 4a, 4b und 5** skizzieren Rechenergebnisse für eine umlaufende Unwucht 7 ohne Berücksichtigung der inneren Getriebeverluste (z.B. Zahnradbrehung, Lagerreibung). Die genauen Erläuterungen folgen im Text.

Figur 6 zeigt zwei beispielhafte Positionen 7a und 7b der Unwucht im Laufe einer Umdrehung.

Stand der Technik und Ausgangspunkt der Erfindung ist ein Planetengetriebe (in Figur 1a und 1b nur mit einem Planetenrad dargestellt), bestehend aus einem Sonnenrad 4 und einem oder mehreren auf ihrem Planetenträger 2 frei drehbar gelagerten Planetenrädern 3, an denen sich Unwuchten 7 befinden. Wird hierbei der Planetenträger 2 angetrieben und dient das Sonnenrad 4 als Getriebeausgang, so entstehen durch die auf die Unwuchten 7 an den umlaufenden Planetenrädern 3 wirkenden, aus der Drehung um die Getriebehauptachse (1, 5) resultierenden, Fliehkräfte F_z , Drehmomente, die abwechselnd bremsend und beschleunigend auf die Drehung der Planetenräder 3 um das Sonnenrad 4 wirken. Hierdurch wird auf das Sonnenrad 4 durch die vom Antrieb erzwungene Drehbewegung des Planetenträgers 2 abwechselnd ein, in Drehrichtung betrachtet, beschleunigendes (Figur 1a) und bremsendes (Figur 1b) Drehmoment weitergegeben.



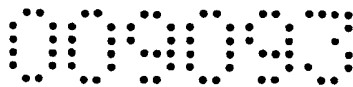
Die Auswirkung anderer Trägheitskräfte, wie zum Beispiel der Corioliskraft oder der Fliehkraft, die aus der Eigendrehung der Unwucht 7 um ihre Achse 15 resultiert, ist für die Funktion des Getriebes sekundär und wird hier nicht näher erörtert.

Setzt sich das Sonnenrad 4 durch die wirkenden Kräfte in Drehrichtung in Bewegung bzw. wird es beschleunigt, so wird die Drehung des Planetenrades 3, dies begründet sich einfach in der Wirkungsweise eines derartigen Planetengetriebes, um seine eigene Achse 15 verlangsamt und somit die Einwirkzeit der bezüglich des Sonnenrades 4 positiven Beschleunigungskräfte verlängert. Durch die beim Weiterdrehen folgenden, das Sonnenrad 4 bremsenden Kräfte und die damit einsetzende Verzögerung des Sonnenrades 4 wird die Einwirkzeit dieser Kräfte hingegen aus gleichen Gründen verkürzt. Somit entsteht in Summe eine beschleunigende Wirkung auf das Sonnenrad 4. Gravierender Nachteil dieses Getriebes nach dem Stand der Technik ist allerdings das mit wechselndem Vorzeichen wirkende Drehmoment auf die Getriebeausgangswelle und die daraus resultierende Ineffizienz der Kräfte, weil sich diese in Summe weitgehend aufheben.

Durch das Getriebe im Sinne der Erfindung (Figur 2) soll erreicht werden, dass die auf die Unwuchten der Planetenräder wirkenden Fliehkräfte immer ein positives Drehmoment auf den Getriebeausgang erzeugen. Hierdurch wird das Getriebe wesentlich effizienter und im Betrieb gleichmäßiger, was die Praxistauglichkeit dieser Art von Getrieben entscheidend erhöht.

Basisgedanke der Erfindung und erster erfinderischer Schritt ist, dass die Unwuchten 7 (oder dann genaugenommen deren Träger 9) mit den Planetenrädern 3 auf ihrer Trägerwelle 15 mittels Freiläufen 6 gekoppelt werden, wobei diese Freiläufe 6 so gestaltet sind, dass ein Überholen der drehenden Unwucht 7 durch das Planetenrad 3 verhindert, ein langsamer Drehen des Planetenrades 3 gegenüber der Unwucht 7 jedoch ermöglicht wird. Das Sonnenrad 4 ist drehfest mit der Getriebeausgangswelle 5 verbunden.

Weiters wird als zweiter erfinderischer Schritt ein zweiter Planetenradsatz 11 vorgesehen, günstigerweise bezüglich der Unwuchten 7 auf der gegenüberliegenden

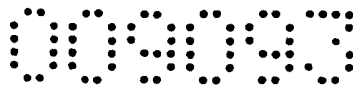


Seite, dessen Planetenträger ebenfalls durch die Getriebeeingangswelle 1 angetrieben wird oder der mit dem Planetenträger 2 des ersten Planetenradsatzes 3 eine Einheit bildet und dessen Sonnenrad 12 auf der gleichen Achse wie das Sonnenrad 4 liegt. Die Planetenräder 11 dieses zweiten Planetenradsatzes werden mit den Unwuchten 7 mittels weiteren Freiläufen 8 gekoppelt, allerdings diesmal in der Art, dass die drehenden Unwuchten 7 die Planetenräder 11 nicht überholen können.

Als dritter erfinderischer Schritt wird das Sonnenrad 12 des zweiten Planetenradsatzes auf der Getriebeausgangswelle 5 frei drehbar gelagert und die Drehrichtung dieses Sonnenrades 12 durch ein Wendegetriebe, in der Darstellung (Figur 2) durch ein am Planetenträger 2 drehbar befestigtes Rad 13 zwischen den Rädern 12 und 14 angedeutet, umgekehrt, wobei das mit umgekehrter Drehrichtung rotierende Rad 14 dann drehfest mit der Getriebeausgangswelle 5 verbunden ist.

Günstigerweise sollten, wie in Figur 2 dargestellt, zumindest zwei Unwuchten 7 gegenüberliegend im Einsatz sein, um bezüglich des Gesamtgetriebes einen Massenausgleich zu gewährleisten. Nachdem jede Unwucht 7 mittels zweier Freiläufe 6, 8 an die weiteren Räder 3 und 11 des Getriebes gekoppelt ist, ist die Lage der gegenüberliegenden Unwuchten 7 zueinander nicht fest definiert. Hier kann in einfacher Weise dadurch Abhilfe geschaffen werden, dass weitere Planetenräder 9 als Träger der Unwuchten 7 fungieren, wobei diese Planetenräder 9 mit einem eigenen Sonnenrad 10 gekoppelt sind. Dieses Sonnenrad 10 ist frei drehbar auf der Getriebeausgangswelle 5 gelagert. Das Planetengetriebe 9, 10 dient somit nur zur symmetrischen Positionierung der Unwuchten 7 und nicht zur Kraftübertragung im Getriebe.

Im Getriebebetrieb dient die Welle 1 als Getriebeeingangswelle. Wird diese angetrieben, so dreht sich auch der mit ihr drehfest verbundene Planetenträger 2. Hierdurch drehen sich die Planetenräder 3 und 11 um Ihre jeweiligen Sonnenräder 4 bzw. 12. Über die Freiläufe 6 werden die Unwuchten 7 ebenfalls in gleiche Rotation versetzt. Bewegen sich die Unwuchten 7 nach innen, so erzeugen die durch die Rotation um die Getriebehauptachse 5 entstehenden Fliehkräfte das bereits beschriebene, die Unwuchten 7 bremsende Drehmoment (siehe Figur 1a), das über die Freiläufe 6 und die



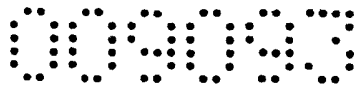
Planetenräder 3 an das Sonnenrad 4 und somit an die Getriebeausgangswelle 5 als beschleunigendes Drehmoment weitergegeben wird.

Bewegen sich die Unwuchten 7 dann wieder nach aussen, so erzeugen die durch die Fliehkräfte das auch bereits beschriebene, die Unwuchten 7 beschleunigende Drehmoment (siehe Figur 1b), das über die Freiläufe 8 und die Planetenräder 11 an das Sonnenrad 12 als beschleunigendes Drehmoment in umgekehrter Drehrichtung im Verhältnis zur Getriebeausgangswelle 5 weitergegeben wird. Das Sonnenrad 12 ist frei drehbar auf der Getriebeausgangswelle 5 gelagert. Durch das Wendegetriebe wird die Drehrichtung des Rades 14 im Verhältnis zum Sonnenrad 12 umgekehrt. Das Rad 14 ist drehfest mit der Getriebeausgangswelle 5 verbunden und gibt somit wiederum ein beschleunigendes Drehmoment an diese ab.

Erhöht sich nun die Drehzahl der Getriebeausgangswelle 5 und somit des Sonnenrades 4, so verringert sich die Eigenrotationsdrehzahl (Drehung auf dem Planetenträger) der Planetenräder 3. Das Sonnenrad 12 wird hingegen umgekehrt zur Getriebeausgangswelle 5 beschleunigt. Durch dieses Gegenlaufen ihres Sonnenrades 12 erhöht sich die Eigenrotationsdrehzahl der Planetenräder 11.

Die drehenden Unwuchten 7 haben somit am äussersten Punkt ihrer Umlaufbahn, nachdem sie durch die Wirkung der Freiläufe 8 an die Planetenräder 11 gekoppelt waren, eine höhere Drehzahl als die Planetenräder 3. Durch Fliehkraftwirkung werden die Unwuchten 7 beim Weiterdrehen nach innen in ihrem Schwung aber wieder abgebremst und zwar genügend, dies lässt sich rechnerisch belegen, dass sich ihre Drehzahl auf die Drehzahl der Planetenräder 3 reduziert. Ab diesem Zeitpunkt werden die Unwuchten 7 durch die Freiläufe 6 von den Planetenrädern 3 bis zum innersten Punkt ihrer Umlaufbahn weitergedreht. Der hierzu nötige Kraftaufwand erzeugt nun über das Sonnenrad 4 weiterhin das gewünschte beschleunigende Drehmoment auf die Getriebeausgangswelle 5.

Am innersten Bahnpunkt drehen sich die Unwuchten 7 dann mit geringerer Drehzahl als die Planetenräder 11. Durch die wirkende Richtung der Fliehkraft auf dem Weg nach aussen kommt es aber zu einer Beschleunigung dieser Drehung und zwar so stark, dies lässt sich wiederum rechnerisch belegen, dass die Unwuchten 7 die Planetenräder 11 einholen. Durch Wirkung der Freiläufe 8 kommt es jetzt zu einer Mitnahme der

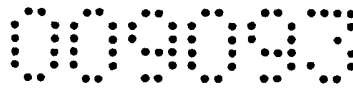


Planetenräder 11 durch die Unwuchten 7. Das hierbei entstehende Drehmoment wird über das Sonnenrad 12 mittels Drehrichtungsumkehr durch das Wendegetriebe 13, 14 wiederum als beschleunigendes Drehmoment an die Ausgangswelle 5 weitergegeben. In **Figur 3** wird die Drehgeschwindigkeit der Unwuchten 7 für eine vollständige Umdrehung als Funktion der Zeit dargestellt. Bei stillstehender Getriebeausgangswelle 5 entspricht die Drehgeschwindigkeit der Unwuchten 7 der Drehzahl der Planetenräder 3 und 11, die sich in diesem Fall in gleicher Weise konstant drehen. Durch eine drehende Getriebeausgangswelle 5 (hier z.B. $\frac{1}{2}$ der Eingangsdrehzahl) wird, wie bereits beschrieben, die Drehzahl der Planetenräder 3 geringer und die Drehzahl der Planetenräder 11 höher. Die Drehzahl der Unwuchten 7 passt sich je nach Position durch Wirkung der Freiläufe 6 bzw. 8 einer der Drehzahlen an. Eine vollständige Umdrehung der Unwucht 7 dauert durch die drehenden Sonnenräder in Summe länger. Die ersichtlichen Drehzahländerungen der Unwuchten 7 resultieren aus den beschriebenen Fliehkrafteinwirkungen auf die Unwucht 7.

Durch Wahl eines entsprechenden Übersetzungsverhältnisses im Wendegetriebe, die das Sonnenrad 12 den Absolutwert seiner Drehzahl betreffend langsamer drehen läßt als das Rad 14, kann erreicht werden, dass sich die Geschwindigkeitsdifferenz, die die Unwuchten 7 bezüglich den Planetenrädern 11 einholen müssen, verringert und somit die Wirkzeit der drehmomenterzeugenden Kräfte verlängert. Nachteiligerweise wird allerdings dann das in dieser Phase erzeugte Ausgangsdrehmoment ebenfalls verringert. Der Nutzen einer solchen Übersetzung ist also anzuzweifeln.

Der periodisch stattfindende Kraftschluss zwischen der rotierenden Unwucht 7 und den Freiläufen 6 bzw. 8 tritt günstigerweise am Beginn ohne Stoß auf, weil die Sperrwirkung eines Freilaufes naturgemäß bei Geschwindigkeitsgleichheit zu greifen beginnt.

In **Figur 4a** wird das Eingangsdrehmoment des Getriebes bei stehender und bei rotierender Getriebeausgangswelle (Drehzahlverhältnis Ausgang/Eingang = ca. $\frac{1}{2}$) als Funktion der Zeit über eine komplette Drehung der Unwucht 7 dargestellt. Eingangsdrehmomente werden als positiv angenommen, wenn Kraft durch die



Eingangswelle in das Getriebe abgegeben wird und als negativ, wenn Kraft durch die Eingangswelle an den Antrieb (z.B. mit Schwungscheibe) zurückgegeben wird.

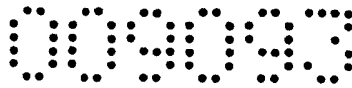
Steht die Ausgangswelle 5, so pulsiert der Wert des aufgenommenen Eingangsdrehmomentes mit wechselndem Vorzeichen. In Summe über eine Umdrehung ist der Wert für das Eingangsdrehmoment und somit auch für dessen geleistete Arbeit 0. Dies muss sich auch aus physikalischen Gründen so ergeben, weil bei stehender Ausgangswelle 5 keine Arbeit verrichtet wird.

Rotiert die Ausgangswelle 5, so wird die Koppelung der Unwucht 7 mit dem Planetenrad 3 umso mehr verlängert, je langsamer sich dieses durch die schneller drehende Ausgangswelle 5 dreht. Umgekehrt verkürzt sich die Koppelungsdauer mit dem Planetenrad 11 durch das schneller drehende Sonnenrad 12. In Summe über eine Umdrehung ist der Wert des Eingangsdrehmomentes jetzt positiv, es muss wegen der mit Drehmoment rotierenden Ausgangswelle 5 ja auch Arbeit durch das Getriebe geleistet werden. Während der zwei Zeiträume, in denen die Unwuchten 7 jeweils durch keinen der Freiläufe 6 oder 8 mit einem der Planetenräder 3 oder 11 gekoppelt sind, wird kein Eingangsdrehmoment abgenommen.

In **Figur 4b** wird das Ausgangsdrehmoment des Getriebes bei stehender und bei rotierender Getriebeausgangswelle (Drehzahlverhältnis Ausgang/Eingang = ca. 1/2) als Funktion der Zeit über eine komplette Drehung der Unwucht 7 dargestellt.

Hier gelten im wesentlichen die gleichen Gesetzmäßigkeiten wie für das Eingangsdrehmoment, es kommt nur wegen des eingesetzten Wendegetriebes zu keinem Wechsel der Wirkrichtung und somit des Vorzeichens. Es ist ersichtlich, dass das über eine Umdrehung in Summe abgegebene Drehmoment bei drehender Getriebeausgangswelle kleiner ist als bei stehender. Hierin zeigt sich der zur Ausgangsdrehzahl umgekehrt proportionale, drehmomentverstärkende Charakter des Getriebes.

Dem pulsierenden Charakter der auftretenden Drehmomente läßt sich am einfachsten durch den Einsatz von Schwungscheiben entgegenwirken.



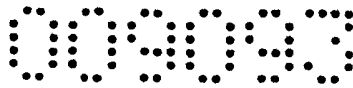
In **Figur 5** wird das über eine Umdrehung der Unwucht gemittelte Eingangs- und Ausgangs-Drehmoment des Getriebes als Funktion der Ausgangsdrehzahl dargestellt. Die Eingangswelle dreht sich hier mit konstanter Drehzahl. Beide Kurven nähern sich mit steigender Drehzahl dem maximalen Antriebsdrehmoment ($\sim$ größtes Drehmoment des Antriebsmotors). Erreicht die Ausgangswelle die Drehzahl der Eingangswelle, so entspricht das Ausgangsdrehmoment dem Eingangs-drehmoment. Deutlich erkennbar ist die drehmomentverstärkende Eigenschaft des Getriebes im Drehzahlbereich der stehenden bzw. langsamer drehenden Ausgangswelle. Hier wird ein Vielfaches des maximalen Eingangs-drehmomentes erreicht.

Falls während der Beschleunigung der Ausgangswelle das geforderte Getriebe-Eingangs-drehmoment das maximal mögliche Drehmoment des Antriebsmotors übersteigt kommt es dennoch nicht zu einem Ende des Beschleunigungsvorgangs, sondern nur so einer Weiterführung auf einem, dem Antriebsmotor möglichen, niedrigeren Niveau. Grund hierfür ist, dass bei einem Absinken der Eingangs-drehzahl, die aus einer Überforderung des Antriebsmotors resultiert, das erforderliche Getriebe-Eingangs-drehmoment ebenfalls sinkt, weil sich die drehmomenterzeugenden Fliehkräfte (proportional zum Quadrat der Drehzahl) verringern.

Eine Anpassung des Getriebes an die Leistungsfähigkeit des Antriebsmotors ist vor allem über die Größe der Unwuchtmasse und den Abstand der Unwuchtmasse von ihrer Drehachse möglich.

Wie bereits angeführt, wächst das Getriebe-Eingangs-drehmoment mit steigender Ausgangsdrehzahl, weil die Wirkdauer des positiven Eingangs-drehmoments anwächst und sich die Wirkdauer des negativen Eingangs-drehmoments vermindert (Figur 4a). Sollte sich daraus im Laufe der Beschleunigung für den Antriebsmotor ein zu großes Getriebe-Eingangs-drehmoment ergeben, so läßt sich das in dieser Phase aufgenommene Eingangs-drehmoment am Getriebe konstruktiv einfach durch eine Vergrößerung des Achsabstandes der Unwucht 7 (bei entsprechender Verringerung der Unwuchtmassen) verringern und somit an die Möglichkeiten des Antriebsmotors anpassen.

Der Grund hierfür ist geometrischer Natur und wird in Figur 6 skizziert. Mit steigendem Abstand der Unwucht 7a,b von der eigenen Drehachse 15 verringert sich während der Eingriffsphase des Freilaufes 6, weil diese weitgehend im inneren Bereich der



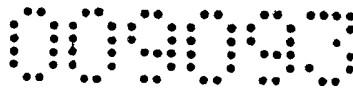
Unwuchtbahn stattfindet, der Abstand der Unwucht in Position 7a zur Getriebehauptachse 5, somit verringert sich auch die entstehende Fliehkraft und mit dieser das positive Eingangs Drehmoment.

Umgekehrt ist während der Eingriffsphase des Freilaufes 8, weil diese weitgehend im äusseren Bereich der Unwuchtbahn stattfindet, der Abstand der Unwucht in Position 7b zur Getriebehauptachse 5 vergrößert und damit auch die wirkende Fliehkraft. Das negative Eingangs Drehmoment wird vergrößert.

Der Achsabstand der Unwucht 7 kann dabei durchaus auch den Radius des sie tragenden Planetenrades 9 übersteigen, dies stellt, wie auch in Figur 2 gezeigt, konstruktiv kein Problem dar.

Um vor allem einen harmonischeren Verlauf des Eingangs Drehmomentes zu ermöglichen kann das Getriebe auch doppelt mit einem Versatz von 180° oder dreifach mit einem Versatz von 120° konstruiert werden. Die Planetenräder 3 und 11 der Einzelgetriebe können dann gemeinsam auf den Sonnenrädern 4 bzw. 12 laufen. Zu beachten ist allerdings, dass die die Unwuchten 7 tragenden Planetenräder 9, wenn sie phasenversetzt laufen, nicht mit einem gemeinsamen Sonnenrad 10 gekoppelt sein dürfen, weil die Planetenräder 9 ja im Getriebebetrieb phasenweise ihre Drehgeschwindigkeit ändern und sich dann gegenseitig bezüglich dieser Geschwindigkeitsänderungen blockieren würden. Jede phasenversetzt arbeitende Gruppe von Unwuchten 7 braucht für die sie tragenden Planetenräder 9 somit ein eigenes Sonnenrad 10. Dies lässt sich konstruktiv einfach dadurch lösen, dass die einzelnen, phasenversetzt arbeitenden, Planetengetriebe 9, 10 mit ihren Unwuchten höhenversetzt eingebaut werden.

Nachdem die Planetenräder 9 zwischen den Freiläufen 6 und 8 phasenweise frei drehbar sind und somit deren Winkelposition nicht genau definiert ist, empfiehlt es sich, zwischen den einzelnen, phasenversetzt arbeitenden Sonnenrädern 10 eine leichte Koppelung vorzusehen. Beispielsweise kann eine Begrenzung des möglichen gegenseitigen Verdrehwinkels durch Federanschläge dazu dienen, den gewünschten Phasenversatz zwischen den Einzelgetrieben dauerhaft zu erhalten.

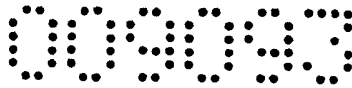


Einen wesentlichen Einfluss auf die Größe des erzeugten Ausgangsdrehmomentes hat neben der Eingangsrehzahl die Ausprägung der Unwuchten. Hier ist es durchaus denkbar, den Abstand der Unwuchten zur Drehachse auch während des Getriebebetriebes veränderbar zu gestalten. Dies ist mit dem Stand der Technik, beispielsweise durch hydraulische oder mechanische Verstelleinrichtungen durchaus realisierbar und würde ein bezüglich seiner möglichen Drehmomentaufnahme und Drehmomentabgabe hochflexibles Getriebe kreieren.

Das Wendegetriebe ist in der Zeichnung (Figur 2, Räder 12, 13, 14) und im Text nur allgemein dargestellt bzw. erwähnt und soll keine ausgearbeitete Lösung zur Erzielung der gewünschten Drehrichtungsumkehr sein. Diese Drehrichtungsumkehr zwischen Rad 12 und Rad 14 läßt sich aber mit dem Stand der Technik (z.B. Kegelradsatz) in gewünschter Weise ohne Probleme bewerkstelligen.

Natürlich läßt sich die Reihenfolge der Einzelgetriebe, ausgehend von der Getriebeeingangswelle 1, auch umkehren. Es kann genauso zuerst der Planetenradsatz mit dem Wendegetriebe eingebaut werden und gegenüberliegend der Planetenradsatz mit direkter Verbindung zur Getriebeausgangswelle. Die Freiläufe müssen die beschriebene Freilaufichtung allerdings für jeden Planetenradsatz beibehalten.

Statt den Sonnenrädern 4, 12 und auch 10 ist theoretisch genauso ein teilweiser oder kompletter Einsatz von entsprechenden Hohlrädern denkbar. Diese Lösungen dürften allerdings, ohne ersichtlichen Vorteil, konstruktiv aufwendiger und baulich schwerer sein als eine ausschließliche Verwendung von Sonnenrädern.



Ansprüche:

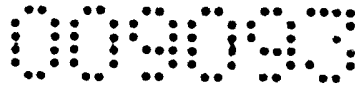
1. Planetengetriebe mit einem Sonnenrad (4) oder Hohlrad und einem oder mehreren Planetenrädern (3), bei dem der Planetenträger (2) vom Getriebeeingang (1) angetrieben wird und das Sonnenrad (4) oder Hohlrad den Getriebeausgang (5) antreibt, dadurch gekennzeichnet,

dass jedes Planetenrad (3) jeweils durch einen Freilauf (6), mit jeweils einem, bezüglich der Planetenrad-Achse (15) drehbar gelagerten, Träger (9) einer Unwucht (7) gekoppelt ist, wobei die Freiläufe (6) so eingerichtet sind, dass sie ein schneller Drehen der Planetenräder (3) gegenüber den Trägern (9) der Unwuchten (7) nicht zulassen, und jeder Träger (9) einer Unwucht (7) wiederum über jeweils einen weiteren Freilauf (8) mit jeweils einem Planetenrad (11) eines weiteren Planetengetriebes gekoppelt ist, dessen Planetenträger (2) ebenfalls durch den Getriebeeingang (1) angetrieben wird, wobei die Freiläufe (8) so eingerichtet sind, dass sie ein schneller Drehen der Träger (9) der Unwuchten (7) gegenüber den Planetenrädern (11) nicht zulassen, und das Sonnenrad (12) oder Hohlrad des weiteren Planetengetriebes bezüglich dem Getriebeausgang (5) frei drehbar gelagert ist, wobei dieses Sonnenrad (12) oder Hohlrad über ein Wende-Getriebe ein weiteres Rad (14), das drehfest mit dem Getriebeausgang (5) verbunden ist, in umgekehrter Drehrichtung antreibt.

2. Planetengetriebe nach Schutzanspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass jeder Träger (9) einer Unwucht (7) als Planetenrad ausgeführt ist, wobei diese Planetenräder (9), günstigerweise symmetrisch, um ein gemeinsames Sonnenrad (10) oder in einem gemeinsamen Hohlrad drehbar angeordnet sind, das bezüglich der Getriebeausgangswelle (5) frei drehbar gelagert ist und die Unwuchten (7) so positioniert sind, dass sie phasengleich umlaufen.

3. Planetengetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Schutzansprüche dadurch gekennzeichnet,



dass zwei oder mehr Gruppen von phasengleich umlaufenden Unwuchten (7) mit zugehörigen Freiläufen (6, 8) und Planetenrädern (3, 9, 11), günstigerweise symmetrisch, phasenversetzt zum Einsatz kommen, wobei die Planetenräder (9) jeder Gruppe über ein eigenes, bezüglich der Getriebehauptachse (5) frei drehbar gelagertes, Sonnenrad (10) verfügen.

4. Planetengetriebe nach Schutzanspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

dass die Sonnenräder (10) der phasenversetzt arbeitenden Gruppen von Unwuchten (7) untereinander in ihrer gegenseitigen Verdrehbarkeit, beispielsweise mittels gefederter Endanschlüsse, eingeschränkt sind oder durch Torsionsfedern gekoppelt sind.

5. Planetengetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Schutzansprüche dadurch gekennzeichnet,

dass die Planetenträger der Planetenräder (3), (9) und (11) eine bauliche Einheit bilden.

6. Planetengetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Schutzansprüche dadurch gekennzeichnet,

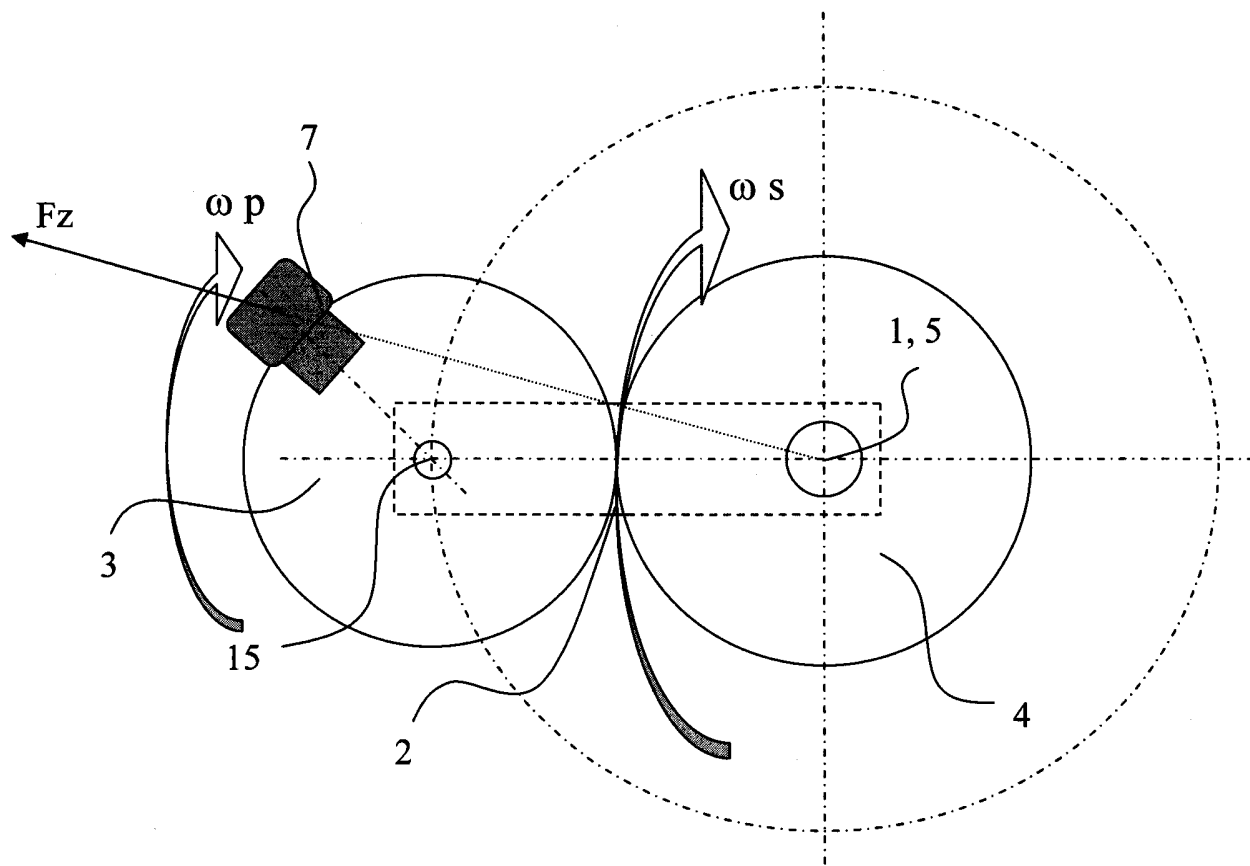
dass der Abstand der Unwuchten (7) zu Ihrer Drehachse (15) auch während des Getriebebetriebes, beispielsweise durch hydraulische oder mechanische Verstell-einrichtungen, verändert werden kann.

7. Planetengetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Schutzansprüche dadurch gekennzeichnet,

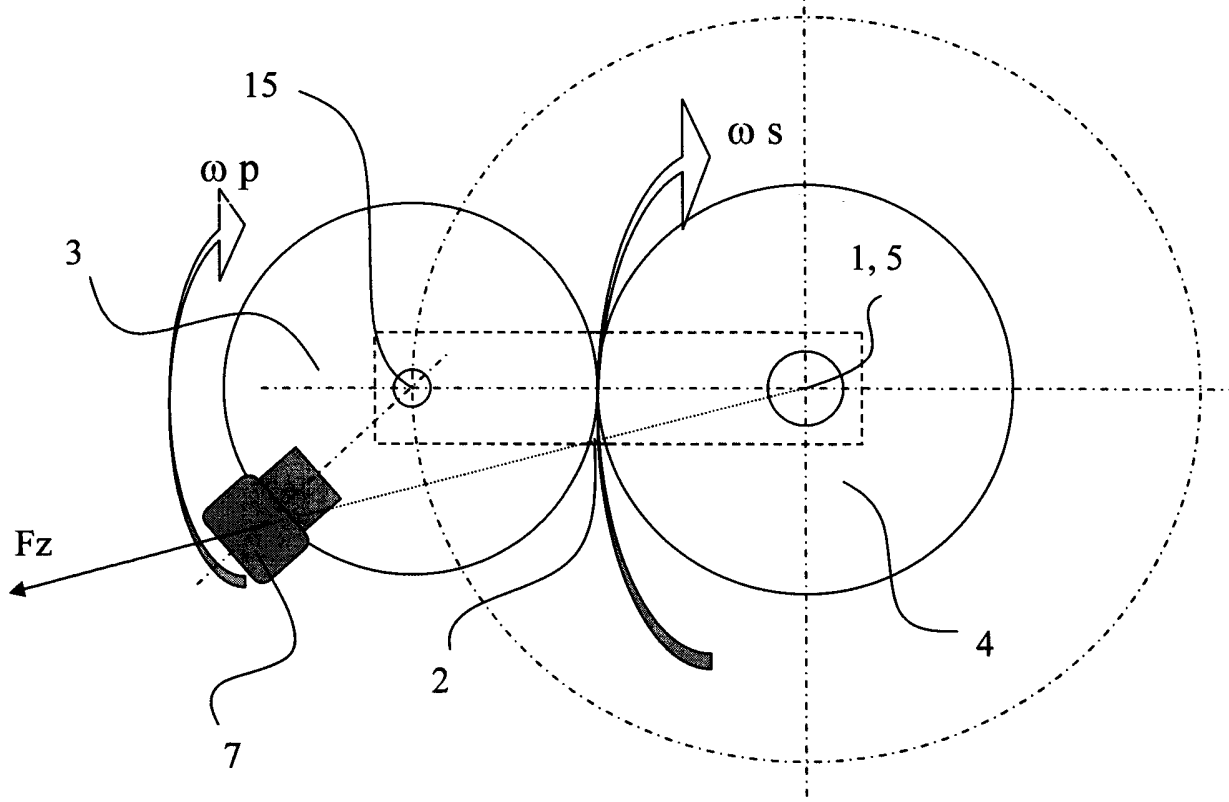
dass das Wende-Getriebe so gestaltet sein kann, dass mittels entsprechendem Übersetzungsverhältnis eine Änderung des absoluten Wertes der Drehzahl zwischen Rad (12) und Rad (14) realisiert wird.

009093

Figur 1a:

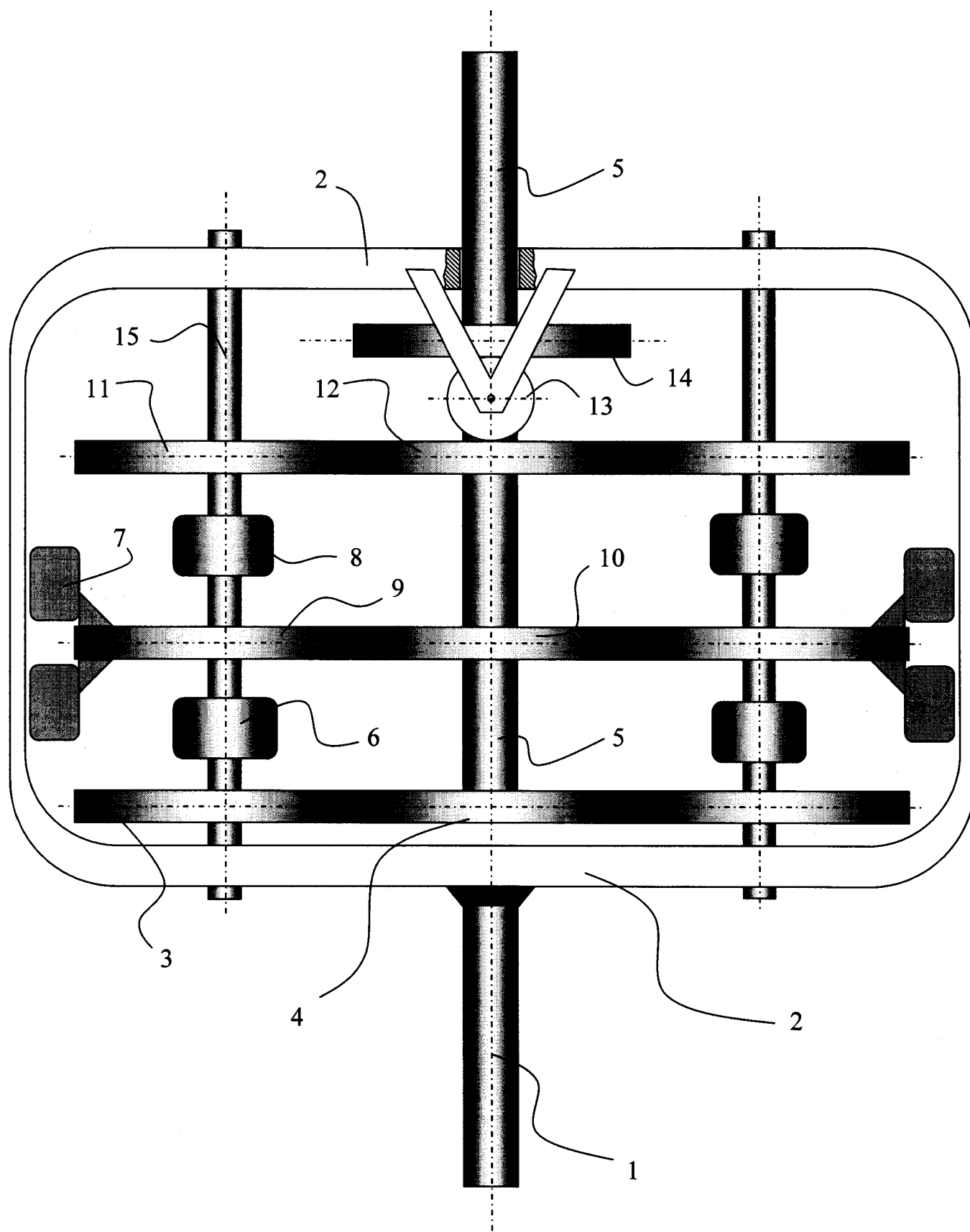


Figur 1b:



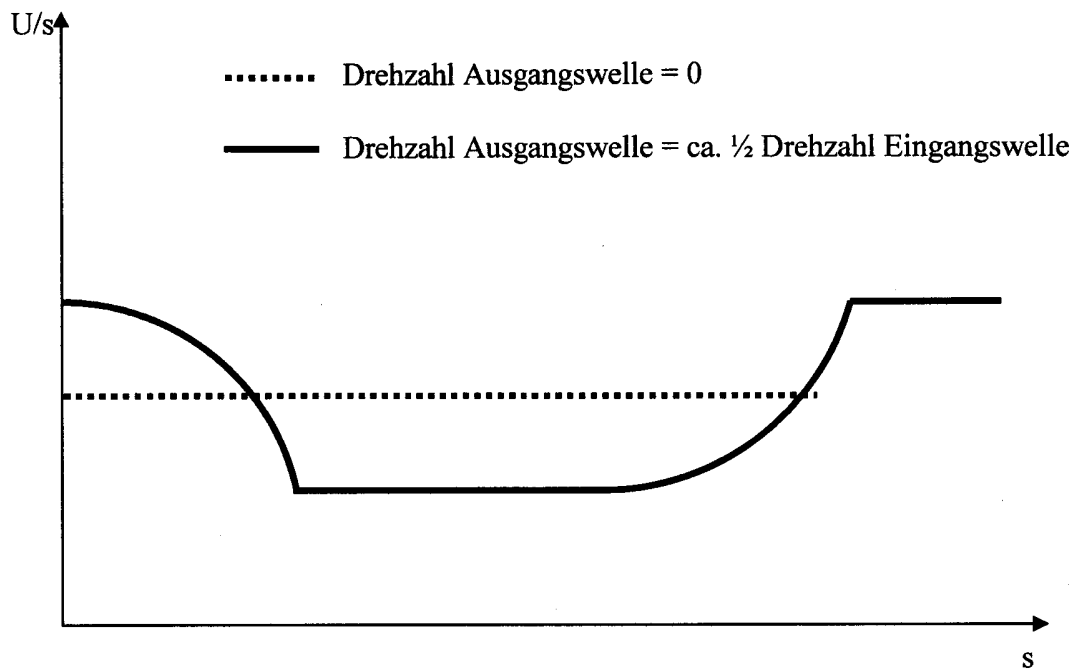
009093

Figur 2:

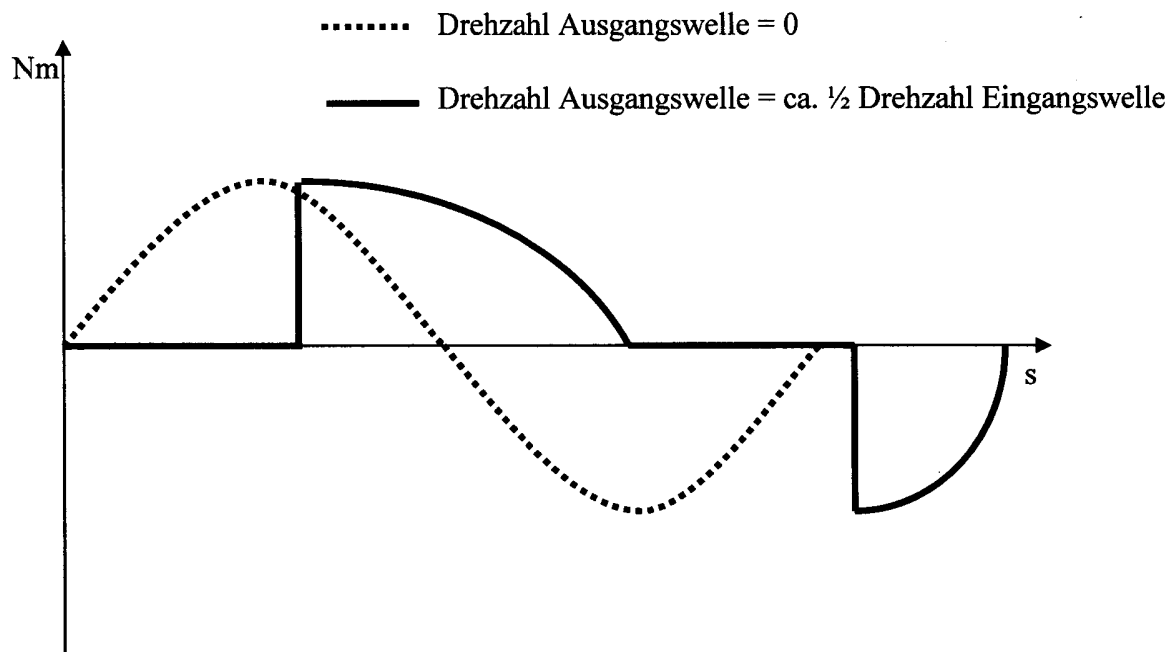


009093

Figur 3:

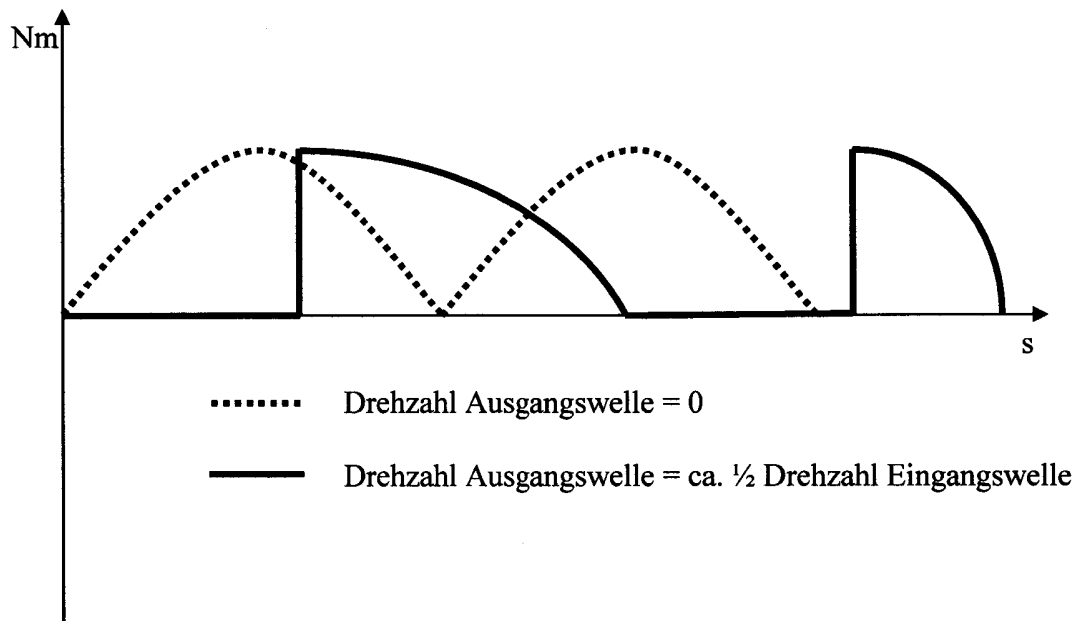


Figur 4a:

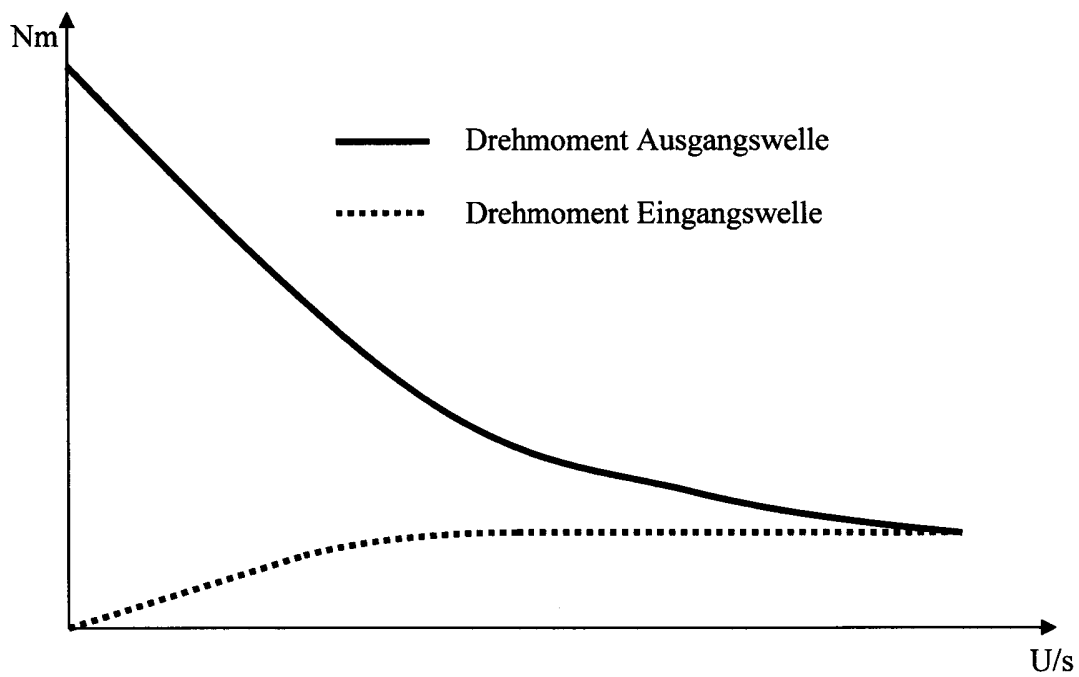


009093

Figur 4b:



Figur 5:



Figur 6: