

Patentschrift

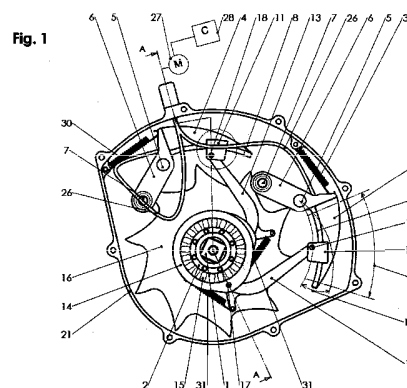
(21) Anmeldenummer: A 741/2010
(22) Anmeldetag: 03.05.2010
(45) Veröffentlicht am: 15.09.2011

(51) Int. Cl. : **B62M 9/06** (2006.01)

(73) Patentinhaber:
NAGEL EDMUND F.
A-6866 ANDELSBUCH (AT)

(54) GEKAPSELTES FAHRRAD-STUFENLOSGETRIEBE

(57) Gekapseltes Fahrradgetriebe mit einer stufenlos veränderbaren Übersetzung zwischen einer Eingangswelle (1) und einer Ausgangswelle (2), welches mindestens zwei um eine Achse (5) schwenkbar gelagerte Pendelarme (4) aufweist, die durch die Drehung der Eingangswelle (1) und der damit formschlüssig verbundenen Kurvenscheiben (16) in eine gleichförmige, wechselweise und sich gegenseitig in den Arbeitszyklen überlappende Hubbewegung (10) versetzt werden, welche mittels zweier Verstellteile (11), die entlang des Verstellweges (9) der Verstellteile (11) verschiebbar sind, in die dermaßen längenvariable Hin- und Herbewegungen der beiden Pleuel (13) wandeln und diese wechselweise Bewegung an die beiden drehrichtungsabhängigen Freiläufen (14 + 15) übertragen wird, wo sie wiederum in eine kontinuierliche und gleichförmige Drehung einer Ausgangswelle (2) gewandelt wird, wobei die axial nebeneinander gereihten Freiläufe (14 + 15) mit deren gemeinsamen Freilaufkern (2) mit sich deckenden Längsachsen des Freilaufkernes (2) und der Treterwelle (1) frei drehbar auf der Treterwelle (1) angeordnet sind und die Pendelarme (4) entlang deren Längsachse eine Kreissegmentform (8) aufweisen, die sich in der mittleren Stellung des Arbeitshubes (10) mit deren Kreismittelpunkt zumindest annähernd mit dem axialen Wellenmittel der Treterwelle (1) deckt.



Beschreibung

[0001] Gekapseltes Stufenlosgetriebe für Fahrräder, welches mindestens zwei um eine Achse schwenkbar gelagerte Pendelarme aufweist, die durch die Drehung der Eingangswelle und der damit formschlüssig verbundenen Kurvenscheiben in eine gleichförmige, wechselweise und sich gegenseitig in den Arbeitszyklen überlappende Hubbewegung versetzt werden, welche mittels zweier Verstellteile, die entlang des Pendelarm-Verstellweges verschiebbar sind und sich unter Arbeitslast zur Pendelarmachse vorübergehend verkanten, in die längenvariable Hin- und Herbewegungen der beiden Pleuel wandeln und diese wechselweise Bewegung an die beiden drehrichtungsabhängigen Freiläufe übertragen wird, wo sie wiederum in eine kontinuierliche und gleichförmige Drehung einer Ausgangswelle gewandelt werden.

[0002] Diese sogenannten Schrittschaltgetriebe sind bekannt und werden in der Patendliteratur in den verschiedensten Ausführungen gezeigt, auch in der Anwendung für Fahrräder.

[0003] So zeigt die deutsche Patentschrift DE 696 02 840 T2 ein Getriebe für speziell Fahrräder, dieses zeigt aber gleichzeitig das Kernproblem der meisten sogenannten Schrittschalt-Stufenlosgetriebe auf: Es verwandelt die gleichförmige Drehung einer Eingangswelle nicht in eine gleichförmige Drehung einer Ausgangswelle, sondern in eine ruckförmige Drehung. Um die Eingangswelle wird ein Exzenterring in eine mehr oder weniger ausgeprägte exzentrische Position geschoben. Je stärker der Exzenterring verschoben wird, je stärker die radial darum angeordneten drei Pendelarme drehwinkelversetzt nacheinander auslenken. Diese Teildrehungen werden über ein Ratschengetriebe mit Innenverzahnung auf die einzelne Ausgangswelle übertragen. Bei dieser Konstruktion tritt die Schwierigkeit auf, dass die Rotation der Ausgangswelle nicht gleichförmig ist, sondern ruckartig erfolgt. Daher ist dieses Getriebe für den Antrieb eines leichten Fahrzeuges, wie eines Fahrrades mit seiner entsprechend geringen Eigenmasse, an sich ungeeignet. Außerdem weist dieses Getriebe eine offene Schmutz-empfindliche Bauweise auf.

[0004] Aus den europäischen Patentschriften EP 0615 587 B1 und EP 0527 864 B1 sind sogenannte „automatische Getriebe“, bzw. „elektronische Steuersysteme für Fahrradgetriebe“ bekannt. Es wird in den Titeln der Erfindungen der Eindruck erweckt, als ob solche Getriebe ohne weiteres Zutun des Fahrers ein automatisches Umschalten der Getriebeübersetzung vornehmen können. Dieser Eindruck ist grundfalsch, da die elektrisch betriebene Umschalt-Mechanik auf ein konventionelles Fahrradkettengetriebe wirkt. Dieses kann keinesfalls ohne das Zutun des Fahrers automatisch schalten, da ein nicht vom Fahrer willentliches „elektronisch“ gesteuertes Umschalten fatale Folgen hätte. Würde nämlich der vordere Werfer an den großen Kettenblätter unter Volllast betätigt, würde der Werfer sich in der Fahrradkette verkanten und zerstört werden bzw. die Kette herauspringen. Würde dagegen die hintere Gangschaltung ein nicht vom Fahrer willentlich betätigtes Umschalten unter Volllast stattfinden, würde der Fahrer am Tretpedal urplötzlich „ins Leere“ stampfte. Dies hätte wahrscheinlich einen Sturz des Fahrers zur Folge. Die Bezeichnung „elektronisch“ und „automatisch“ ist in diesem Zusammenhang also irreführend und ist durch die Erfindungen nicht wirklich erfüllt. Außerdem weisen dieses Getriebe eine offene Schmutz-empfindliche Bauweise auf.

[0005] Auch aus der Patentschrift DE 27 58 795 ist ein Schrittschaltgetriebe bekannt, welches eine Anwendung am Fahrrad zeigt. Es werden dabei die klassischen Elemente eines Schrittschaltgetriebes in einem geradezu schulmäßigen Beispiel gezeigt. Gleichmaßen wird in klassischer Manier die Unzulänglichkeit der Schrittschaltgetriebe im damals bekannten Stand der Technik gezeigt: Die Hin- und Herbewegung der Pendel ist in Summe so kurz, dass am Hinterrad eine Art Flaschenzug angebaut werden muss um trotz besagten geringen Weg der beiden Zuelemente auf die Solldrehzahl des Laufrades zu gelangen. Weiters ist eine Stufenlos-Verstellung mit dem Zahnstangenpendel selbstredend nicht möglich. Ein Gang besteht aus eben dem Raster der Zähne an dieser Stange. Ein solches Getriebe führte insgesamt zu einer nicht unwesentlichen Gewichtszunahme des Fahrrades und einer Verkomplizierung der Antriebsmechanik. Diese Tatsachen laufen allen Bestrebungen der angewandten Technologie im

Fahrradbau diametral zuwider. Außerdem weist dieses Getriebe eine offene Schmutzempfindliche Bauweise auf.

[0006] Die WO 2009/114 882 A3 zeigt die ausgereifteste Form eines solchen Fahrrad-spezifische Schrittschaltgetriebes. Das Verstellen der Übersetzung findet hier dadurch statt, dass sich jeder Pendelarm unter Arbeitslast selbsttätig dynamisch zur dafür vorgesehen Verkanthasen in der Pendelarm-Durchführung verkanthet. Zum Verstellen des Übersetzungsverhältnisses werden die sich in einer gleichförmigen und gegenseitig überlappenden Hin- und Herbewegung befindlichen Pendelarme axial durch die Pendelarm-Durchführung verschoben. Schraubzwingenähnlich verkanthen sich die Verkanthasen selbsttätig im Arbeitstakt zwischen Pendelarm und Pendelarm-Durchführung. Ohne jegliches Zutun des Benützers schließt sich also der Pendelarm mit hoher Taktfrequenz während jeden Arbeitszyklus absolut kraftschlüssig und selbsttätig zur Pendelarm-Durchführung. Der Kraftschluss zwischen Pendelarm und Pendelarm-Durchführung löst sich mit Entfall der Arbeitslast - also während des schnell taktenden Rückstellhubes wiederum selbsttätig und ohne weiteres Zutun des Fahrers.

[0007] Nachteil dieser Entwicklung ist aber, dass das Getriebe quasi zweigeteilt ist/in zwei räumlich getrennten Teilen am Fahrrad angebaut und zudem offen gebaut ist - es also schmutzempfindlich ist. Während die Pendelarme und Kurvenscheibe vorne am Innlagerrohr sitzen, erfolgt die Rückwandlung der verstellbaren oszillierenden Bewegung erst wieder am Hinterrad. Dafür muss die oszillierende Bewegung vom vorderen Getriebeteil zum Laufrad zurück mit zwei zugfesten Übertragungselementen überragen werden. Dies ist konstruktiv umständlich und zwingt wie gesagt außerdem zu einer offenen und somit verschmutzungsanfälligen Bauweise.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es ein vollständig gekapseltes und stufenloses Getriebe der eingangs erwähnten Art für die Nutzung speziell an Fahrräder zu schaffen. Es sollen alle Teile des Getriebes so beschaffen sein, dass sie keinen Umbau des Rahmens von konventionellen Fahrrädern erfordert. Zum anderen muss das Getriebe aber sehr leicht und platzsparend sein. Das Umschalten der Übersetzung muss im Gegensatz zur herkömmlichen Kettengangschaltung der Fahrräder auch unter Last jederzeit möglich sein.

[0009] Vor allem soll das gesamte Getriebe aber wie gesagt in einer einzigen geschlossenen Kapsel untergebracht sein. Diese Kapsel soll einfachst/mit einer einzigen Mutter vorne am Innerlagerrohr montiert werden können und zum angetriebenen Laufrad soll nur die gewohnte Fahrradkette als Übertragungselement der variablen Rotation führen. Hinten am Laufrad sollen keinerlei verstellbare Getriebeteile mehr erforderlich sein. Der Einbau des Getriebes mit all seinen beweglichen Teilen in eine einzige Kapsel soll das Getriebe - so wie man dies von den gekapselten Planetengetrieben kennt - absolut wartungsfrei und schmutzunempfindlich machen.

[0010] Die Lösung dieser Aufgaben erfolgte dadurch, dass die axial nebeneinander gereihten Freiläufe mit deren gemeinsamen Freilaufkern mit sich deckenden Längsachsen des Freilaufkernes und der Treterwelle frei drehbar auf der Treterwelle angeordnet sind. Dermaßen kann auf eine offene Bauweise verzichtet werden und die so kompakt gebündelten beweglichen Teile des Getriebes mit einer einzelnen geschlossenen Kapsel umbaut werden. In diese Kapsel kann eine Teilbefüllung mit flüssigem Schmierstoff gefüllt werden, was den Reibungsverlust entsprechend minimiert. Insgesamt erhöht sich die Lebensdauer des Getriebes durch die Kapselung drastisch, da der schadhafte an den beweglichen Teilen schleifende und die Teile abnutzende Schmutz entfällt. Die Betriebssicherheit ist gegenüber offener Bauweise ebenfalls exorbitant erhöht.

[0011] Die radial zur Kreisbogen der Kurvenscheibe ausgerichteten Pendelarme weisen entlang deren Längsachse eine Kreissegmentform auf, die sich in der mittleren Stellung des Arbeitshubes mit deren Kreismittelpunkt zumindest annähernd mit dem axialen Wellenmittel der Treterwelle deckt. Durch die Kreisform des Pendelarmes wird erreicht, dass der sich während des Hubes veränderte Winkel vom Pleuel zum Pendelarm in jeder Übersetzungsstufe denselben günstigen Zyklus von Winkelstellungen durchläuft. Dieser günstige Winkel von Pleuel zu

Pendelarm ermöglicht jene unerlässliche Funktion der Verstellteile, wonach sich diese in jeder Phase der Arbeitstakt verlässlich am Pendelarm verkanten müssen/verkantet bleiben müssen. Sie dürfen also unter der Last des Arbeitstaktes keinesfalls den Formschluss zwischen Verstellteil und Pendelarm verlieren und dermaßen schadhaft verrutschen. Würde der Pendelarm beispielsweise eine gerade Form aufweisen wäre in bestimmten Stellungen der Übersetzung und gleichzeitig bestimmten Stellungen des Arbeitshubes ein derart steiler Winkel von Pleuel zu Verstellteil erreicht, dass der Verstellteil auf dem Pendelarm den Formschluss verlieren würde und sich die Übersetzungsverhältnisse während des Arbeitshubes höchst schadhaft/funktionsbeeinträchtigend und ungewollt verstellen würden.

[0012] Von jedem Verstellteil auf den Pendelarmen führt je ein, in sich starren Pleuel zu je einem Freilauftring. Dieses starre Element ist erforderlich, da der Pleuel im Stande ist den als Drucklast auftretenden Arbeitshub als eben solche Drucklast vom Verstellteil zum Freilauftring zu übertragen. Selbstredend ist das Übertragen einer Drucklast nur mit starren Bauelementen zu bewerkstelligen. Das Übertragen des Arbeitshubes als Drucklast ermögliche erst die sehr kompakte Bauweise des Getriebes und die damit anher gehende radiale Ausrichtung der Pendelarme. Die kompakte Bauweise/Verschachtelung der Bauteile ist in weiterer Folge dann aber auch die Voraussetzung, dass eine geschlossene Kapsel um die gesamten beweglichen Teile des Getriebes gelegt werden konnte. In der realen Bauweise der Getriebe verkürzen diese druckfesten Pleuel die zuvor bekannt gewordenen/zuvor verwendeten zugfesten Übertragungselemente mit deren Länge von über 40 cm auf beinahe ein Zehntel dieser Länge.

[0013] Im Moment des Erreichens des mittleren arbeitswirksamen Hubweges des Pendelarmes bildet das Achsmittel der Treterwelle über den Drehpunkt des Pleuels am Freilauftring zum Drehpunkt des Pleuels am Verstellteil zumindest annähernd einen rechten Winkel. Dies erklärt sich wie folgt: Wirkt der Pleuel im Mittel seines Arbeitstakthubes im rechten Winkel auf den Zenit des Freilauftringes ist eine höchstmögliche gleichmäßige Bewegungsform vom Weg des Pleuels zur Umsetzung am Freilauftring gefunden. Dazu steht der Pleuel tangential im Mittel seines Hubes im rechten Winkel am Zenit des Freilauftringes. Von diesem Zenit aus bewegt sich nunmehr der Pleuel innerhalb dessen Hubweg zur einen oder anderen Richtung gleich weit weg vom Zenit. Durch diese Bewegung verändert sich die Geschwindigkeit des Freilauftringes geringfügig, Sie nimmt mit größer werdender Entfernung vom Zenit stetig zu. Durch das Mitteln des Pleuelhubweges am Zenit des Freilauftringes tritt eine geringst mögliche partielle Unwucht der Rotation ein. Um diese Unwucht - von Hubweg zu Umsetzung in der Freilauftring-Rotation - in allen Getriebeübersetzungen bestmöglich zu egalisieren, wird die Kontur der Kurvenscheibe so angelegt, dass sie zusätzlich in der mittleren Übersetzung den Fehler auf Null korrigiert. Dadurch halbiert sich der Unwuchtfehler nochmals. Grund der Vielzahl der Zähne der Kurvenscheibe lenkt der Freilauftring pro Ausschlag/pro Hub gesamt nur ca. 50° aus, dies nur in der höchsten Übersetzung. Da sich diese Unwuchtfehler durch die anspruchsgenauere Zenitgemittelte Pleuelanbindung und den weiteren Fehlerabgleich auf der Kurvenscheibe zweimal halbieren, verbleibt ein nur ca. 12° auslenkbedingter Unwuchtfehler beiderseits des Zenits und dies nur in der höchsten Übersetzung. Diese Verfälschung von Hubweg zu Umdrehungswinkel wird auf der Kurvenscheibe durch ein Egalisierungsverschieben der Kurvenkontur in einer Mitteilung des zu erwartenden Fehlers ausgeglichen. Die geringe partielle Verschiebung der Wirkung von Hubgeschwindigkeit des Pleuels zur Umdrehungsgeschwindigkeit des Freilauftringes ist nicht mehr zu spüren und verursacht dermaßen keinerlei fühlbare oder tatsächliche Beeinträchtigung im Fahrbetrieb.

[0014] Außer der Ritzelscheibe und den Treterkurbelanschlüssen der Treterwelle sind alle beweglichen Teile des Getriebes von einer hermetisch geschlossenen, öldichten Gehäusekapsel umbaut. Durch die kompakt gebündelte Anordnung der beweglichen Teile kann auf eine offene Bauweise vollständig verzichtet werden und die beweglichen Teile des Getriebes mit einer einzelnen geschlossenen Kapsel umbaut werden. Die kompakte Bauweise/Verschachtelung der Bauteile ist die Voraussetzung, dass eine geschlossene Kapsel um die gesamten beweglichen Teile des Getriebes gelegt werden kann. In diese Kapsel kann eine Teilbefüllung mit flüssigen Schmierstoff stattfinden, was den Reibungsverlust entsprechen minimiert. Insgesamt erhöht

sich die vergleichsweise Lebensdauer des Getriebes durch die Kapselung drastisch, da der schadhafte, an den beweglichen Teilen schleifende und die Teile abnutzender Schmutz entfällt. Die Betriebssicherheit ist gegenüber offener Bauweise ebenfalls exorbitant erhöht.

[0015] Der Freilaufkern ist seitlich, zentrisch und formschlüssig mit dem Ritzelrad verbunden und die Rotation des Freilaufkernes wird über dieses Ritzelrad und über eine Kette oder Ähnlichem auf das Hinterradritzel übertragen. Das aus der Kapsel ragende Ritzelrad treibt das anzu-treibende Laufrad nur über die gewohnte Fahrradkette als Übertragungselement der variablen Rotation an. Hinten am Laufrad sind dermaßen keinerlei verstellbarer Getriebeteile mehr erforderlich. Ein einziges Ritzelrad mit üblichem Freilauf auf dem Hinterrad genügt. Das Auswechseln eines Hinterrades bei beispielsweise einem Platten ist dermaßen auf die denkbar einfachste Weise möglich. Ein Abspringen der Kette kann durch Kettenführungen völlig unterbunden werden, was bei den herkömmlichen Kettenschaltungen natürlich nicht möglich war, diese funktionieren bekanntlich durch eben das Verschieben/Werfen der Kette von einem Ritzel auf ein Nächstes. Grundsätzlich bietet dieses unveränderliche fixierte Aufliegen der Kette mit je hinten und vorne einem Ritzel auch die Möglichkeit Übertragungsglieder zu verwenden, welche für die Kettenschaltung ungeeignet waren. Es ist ohne Einschränkung zum Beispiel die Verwendung eines Zahnriemens denkbar.

[0016] Die Gehäusekapsel weist seitlich einen einzelnen rohrförmigen Teil auf, welcher in das Innenlagerrohr des Fahrradrahmens ragt und diesem, samt der damit formschlüssig verbundenen Gehäusekapsel, durch Festziehen einer Spannmutter über einen konischen Spreizteil verdrehgesichert zum Fahrradrahmen fixiert. Die Standardrahmen aller Fahrräder weisen ein weitestgehend einheitliches Maß im Innendurchmesser des Innenlagerrohres auf. Folglich war es möglich die rohrförmige, starr mit der Getriebekapsel verbundene Verlängerung an der Getriebekapsel getriebeabseitig sich konisch verjüngend zu gestalten und darüber ein axial geschlitztes konisches Spannteil zu legen, welches innen die Konusform der rohrförmigen Kapselverlängerung spiegelverkehrt wiedergibt und nach außen den Durchmesser des Innenlagerrohres aufweist. Wird nun an der Spannschraube gedreht, wird der rohrförmige Teil samt der starr damit verbundenen Kapsel zur Spannschraube hingezogen. Der Spannkonus kann diesem Weg aber nicht folgen, da er an besagter Spannmutter ansteht/widergelagert ist. Infolge dessen spreizt sich der Spannkonus zwischen der konischen rohrförmigen Verlängerung der Getriebekapsel und den Innenwandungen des Innenlagerrohres am Radrahmen. Durch den flachen Winkel des Spannkonus entsteht eine x-fach multiplizierte Spannkraft zwischen rohrförmiger Kapselverlängerung und Innenlagerrohr. Der Spannkonus wirkt vergleichbar eines Wanddübels. Die Getriebekapsel sitzt dermaßen unbewegt und starr fixiert im Fahrradrahmen.

[0017] Auf jedem Pendelarm befindet sich je ein verschiebbares Verstellteil, welches sich durch die über den Pleuel zugeführte Last formschlüssig zum Pendelarm an den dafür vorgesehenen Verklemmstellen verkantet und umgekehrt mit Entfall dieser Last wieder frei verschiebbar, verstellbar ist. Jeder Pendelarm verkantet sich unter Arbeitslast selbsttätig zur dafür vorgesehenen Verkanthaken. Zum Verstellen des Übersetzungsverhältnisses werden die sich in einer gleichförmigen und gegenseitig überlappenden Hin- und Herbewegung befindlichen Verstellteile axial verschoben. Schraubzwingen-ähnlich verkanthen sich die Verkanthaken selbsttätig im Arbeits-takt zwischen Pendelarm und Verstellteil. Sie verkanthen sich mit dem Auftreten einer Arbeitslast im Arbeitshub also selbsttätig und unbeweglich fixiert ineinander. Ohne jegliches Zutun des Benützers schließt sich der Pendelarm während jeden Arbeitszyklus durch die Haftreibung mit dem Verstellteil selbsttätig unbeweglich fixiert zusammen. Je größer die Last am Übertragungselement, je stärker dieser Formschluss selbsttätig, dynamisch sich verkantet.

[0018] Der Drehpunkt des Verstellteiles vom Pleuel zu den Verklemmstellen ist deutlich seitlich zur Längsachse des Pendelarmes sowie deutlich in Richtung zur Treterwelle hin versetzt, angebracht. An jedem der Verstellteile ist der Aufhängepunkt für den Pleuel ausreichend - in eine der beiden Richtungen zur Pendelarm-Längsachse und auch deutlich in Richtung zur Treterwelle hin, entfernt von jenem Bereich angebaut, innerhalb dem sich der Verstellteil mit den beiden druckkraftbelasteten und gegenüberliegenden Innenflanken am Pendelarm verkantet. Durch diesen dermaßen von den Verklemmstellen entfernten Angriffspunkt eines Lasteintrages kommt

es zu einem verlässlichen Verkanten des Gleitteiles zum Pendelarm, auch wenn der Pleuel in steilen Winkel - weit ab des idealen rechten Winkels - zum Pendelarm steht. Dieses Funktionsprinzip findet man in ähnlicher Form bei der klassischen Schraubzwinge. Es verkantet sich der verschiebbare Bügel - in diesem Fall aber der Verstellteil - durch eine das Verstellteil schräg verkantende Last in einem zuverlässigen Formschluss, welcher sich mit Entfall der Last sofort wieder löst. Dieses Verkanten und Lösen des Kraftschlusses findet an jedem Pendelarm erfindungsgemäß ca. 700-mal pro Minute statt.

[0019] Der Steuercomputer nimmt unter Auswertung der Daten aus zumindest einem Tretfrequenzsensor bzw. Leistungssensor und einem Fahrgeschwindigkeitssensor die automatisierte Verstellung der Getriebeübersetzung vor. Der Fahrer gibt also eine bestimmte Tretfrequenz oder und auch beispielsweise eine bestimmte Leistung ein; der Steuercomputer steuert über den ihm angeschlossenen Steuermotor die Übersetzung entsprechend. Fährt der Fahrer eine bestimmte Strecke, die in ein Gefälle übergeht, würde das Treten leichter und damit schneller. Der Computer pegelt mit einer gewissen Hysterese nun aber über das Stellglied des Mikro-Stellmotor die Übersetzung selbsttätig so lange hoch, bis die Solltretfrequenz wieder erreicht ist. Umgekehrt, wenn das Fahrrad plötzlich eine Steigung zu bewältigen hat, pegelt der Steuercomputer ohne Zutun des Fahrers die Übersetzung herunter. Gleiches gilt, wenn der Fahrer z. B. plötzlich weniger Kraft zum Treten einsetzt. Weiters kann an der Eingabetastatur ein „Kick-down - Schalter“ angebracht sein, mit welchem für einen Spurt die Übersetzung rasch hochgefahren werden kann. Sämtliche Funktionen sind selbstverständlich auf individuelle Trainingszyklen abstimmbar/vorprogrammierbar. Die Möglichkeit per Computer und Stellmotor ein Getriebe zu steuern eröffnet eine Vielzahl von Software-Lösungen, welche allesamt in einer oder der anderen Form aus dem KFZ oder von Trainingsgeräten, etc. bekannt sind. Dieses lassen sich ohne Weiteres auf diese Erfindung übertragen, ohne dass der Gegenstand der Erfindung überholt wäre.

[0020] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand des in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels der Erfindung erläutert. Diese zeigen:

[0021] Fig. 1: Eine Frontansicht des Getriebes/des Innenlebens des Getriebes mit der Darstellung der Pendelarme, der Kurvenscheibe, der Freiläufe (ohne Kettenritzel), der Pleuel und des Gehäuses (ohne Gehäusedeckel)

[0022] Fig. 2: Den Schnitt A-A durch das Getriebe wie er in Fig. 1 bezeichnet ist. In dieser Zeichnung sind (die in Fig. 1 nicht dargestellten) Gehäusedeckel und Kettenritzel dargestellt.

[0023] Fig. 3: Die Detailansicht als Schnitt B-B durch Pendelarme, Pleuel und Verstellteil zur Darstellung der Konstruktion des sich lastdynamisch, selbsttätig zum Pendelarm verkantenden Gleitteil.

[0024] Fig. 4: Eine Schrägansicht des geschlossenen Getriebes samt Kettenritzel und rohrförmigem Teil des Getriebegehäuses und dem diesen Teil ummantelnden Spannkonus.

[0025] Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung des Getriebes am Fahrrad montiert. Es wird außerdem der Steuercomputer und der Radfahrer am bzw. auf dem Fahrrad gezeigt.

[0026] In der Fig. 1 wird eine Frontansicht mit offenem Getriebeinneren gezeigt. Es werden dermaßen die Pendelarme 4, die Kurvenscheibe 16, Freiläufe 2 + 14 + 15 (ohne Kettenritzel 3), Pleuel 13 und auch das Gehäuse 21 (ohne Gehäusedeckel 22) im Detail sichtbar. Wie aus der Zeichnung weiter ersichtlich ist, ist auch nur eine einzelne Kurvenscheibe 16 und nur zwei radial um das Drehmittel der Treterwelle 1 zueinander versetzte Pendelarme 4 vorhanden.

[0027] Auf den T-förmigen Pendelarmen 4 ist je ein verschiebbarer Verstellteil 11 angebracht, welcher sich unter Last verkantet (Konstruktion des Gleitteiles siehe Fig. 3). Eine solche Arbeitslast tritt auf, während sich der Pendelarm 4 vom Gehäuseaußen hin zum Gehäusemittel bewegt. Dann wird über den dermaßen druckbelasteten Pleuel 13 die abwechselte oszillierende

Hubbewegung 10 der Pendelarme 4 abwechselnd auf je einen der Freilauftring 14 übertragen. Jeder Freilauftring 14 dreht sich entsprechend der Hublänge 10 des Pleuels 4 um mehr oder weniger Grade - einen variablen Teil einer Gesamtumdrehung - weiter. Grund der dermaßen erzeugten Drehrichtung schließt der drehrichtungsabhängige Klemmkörperfreilauf 15 zum Freilaufkern 2 während dieses Arbeitstaktes im Formschluss. Folglich wird über den gesperrten Freilauf 14 + 15 im selben Drehwinkel und selber Drehrichtung der Freilaufkern 2 mitgedreht.

[0028] Ehe der eine Arbeitstakt abgeschlossen ist, beginnt überlappend bereits der andere Hub/der nächste Arbeitstakt des jeweils anderen Freilaufesringes 14. Dadurch entsteht insgesamt eine durchgehende und ununterbrochene Rotation am Freilaufkern 2. Die Form der Arbeitstaktflanke der Kurvenscheibe 16 ist so beschaffen, dass die Drehbewegung auch gleichförmig - ohne jegliche rhythmische Zunahme oder Abnahme der Drehgeschwindigkeit - erfolgt.

[0029] Die entscheidende Verbesserung gegenüber älterer ähnlicher Getriebe ist in Fig. 1 ersichtlich. Der Freilaufkern 2 ist freidrehbar auf der Treterwelle 1 angeordnet. Die Anordnung auf der Freiläufe 2 + 14 + 15 auf der Treterwelle 1 ermöglicht, dass die oszillierende, sich gegenseitig im Arbeitstakt überlappende Bewegung der beiden Pendelarme 4 noch innerhalb der Getriebekapsel 32 wieder in eine Rotation einer Ausgangswelle 2 gewandelt wird. Das Kettenritzel 3 ist in Fig. 1 nicht dargestellt.

[0030] Dadurch, dass die rotierende Ausgangswelle 3 sich an der Getriebekapsel 32 befindet, kann auf jeglichen Getriebeteil am Hinterrad 34 des Fahrrades verzichtet werden. Die Kette überträgt die Rotation vom dem sich vorne auf der Getriebekapsel 32 befindlichen Ritzel 3 ohne weitere schaltbaren Getriebeteile auf das Hinterrad 34. Am Hinterrad 34 ist also nur noch ein einzelnes Kettenblatt erforderlich, welches während der Vorwärtsdrehung formschlüssig über Freilauf 2 + 14 + 15 zum Hinterrad 34 verbunden ist.

[0031] Das Verstellen der Verstellteile 11 erfolgt in die eine Richtung durch eine Rückstellfeder 31, während dem der Bowdenzug 26 entsprechend Seil nachlässt, gegenüber dieser Federkraft nachgibt. In die andere Richtung zieht der Bowdenzug 26 beide Verstellteil 11 parallel entgegen der Federkraft der Rückstellfedern 31 näher Richtung Pendelarmachse 5. Der Vorgang des stufenlosen Verstellens in seinen technischen Details wurde schon in vorgegangener Patenteinreichung zu solchen stufenlos verstellbaren Getrieben für Fahrräder ausführlich beschrieben.

[0032] Die Rückstellung des Pendelarmes 4 nach dem Arbeitstakt erfolgt ebenfalls durch eine Rückstellfeder 30. Diese Rückstellfeder 30 bewirkt, dass wenn die Tastarmrolle 7 den jeweiligen Zenit eines Zahnes der Kurvenscheibe 16 erreicht hat - also der Arbeitshub beendet ist - diese nicht von der Kurvenscheibe 16 abhebt und entsprechend der Kontur der Kurvenscheibe 16 wieder in Richtung des Kurvenscheibenmittels 1 beschleunigt wird. Die Federkraft der Rückstellfeder 30 muss dessen Beschleunigungskräften der beschleunigten Rückstellbewegung entsprechen. Um diese Kräfte der Rückstellfeder 30 nicht allzu stark ausführen zu müssen bzw. zu minimieren zu können, muss die Kurvenscheibe 16 entsprechende Beschleunigungsstrecken/Konturen aufweisen und es darf die Anzahl der Zähne und die Zähnhöhe (Hubhöhe) bestimmte Werte nicht überschreiten. Des Weiteren muss die Kurvenscheibe 16 selbst einen möglichst großen Radius und die Tastarmrollen 7 einen möglichst kleinen Radius aufweisen. Letzter erlaubt, dass die Täler der Laufkonturen auf der Kurvenscheibe 16 in engen Radien ausgeführt werden können, womit wiederum der Radius der Kurvenscheibe 16 entsprechend kleiner ausgeführt werden kann. Dies bedingt, dass das Getriebe 32 insgesamt kleiner und kompakter ausgeführt werden kann.

[0033] Die Fig. 2 zeigt den Schnitt durch das Getriebe entlang der Linie A-A in Fig. 1. Im Gegensatz zur Fig. 1 ist hier der Gehäusedeckel 22 und das Kettenritzel 3 dargestellt.

[0034] Im Schnitt A-A ist im Schnitt durch den Pendelarm 4 und den Verstellteil 11 die besondere Form des Pendelarmes 4 erkennbar. Er weist aus statischen Gründen eine T-Form auf und der Verstellteil 11 verkantet sich bzw. gleitet ausschließlich auf dem Querbalken des T-Trägers.

[0035] In diesem Schnitt A-A ist auch zu erkennen, dass der Freilauf 2 + 14 + 15 insgesamt aus zwei axial nebeneinander angeordneten Freilauftringen 14 besteht, welche jeweils durch je ein

Pleuel 13 verdreht werden. In Drehrichtung des Arbeitstaktes schließt der jeweilige Klemmkörperfreilauf 15 zwischen Freilauftring 14 und Freilaufkern 2 formschlüssig. Da der Freilaufkern 2 aus einem einzigen Teil besteht, welcher beide Klemmkörperfreilauf 15 unterlegt, kann dieses Formschließens abwechselungsweise und in überlappenden Reihenfolge ablaufen.

[0036] Durch die Anordnung der Pendelarme 4 im Kreisbogen 8 um die Kurvenscheibe 16 und der damit möglich gewordenen annähernd radial ausgerichteten Pleuel 13 bedingt in weiterer Folge, dass die gesamte Freilaufkonstruktion auf der Treterwelle 1 angeordnet werden konnte. Diese Anordnung auf der Treterwelle 1 erlaubt, dass über das zentristisch am Freilaufkern 2 verschraubtes Kettenritzel 3 die oszillierende sich gegenseitig im Arbeitstakt überlappende Bewegung der beiden Pendelarme 4 noch innerhalb der Getriebekapsel 32 wieder in eine Rotation einer Ausgangswelle 2 gewandelt wird. Dermaßen kann auf jeglichen Getriebeteil am Hinterrad 34 des Fahrrades verzichtet werden. Die Kette überträgt die Rotation von dem vorne auf dem Getriebe 32 befindlichen Ritzel 3 ohne weitere schaltbaren Getriebeteile auf das Hinterrad 34.

[0037] Die rohrförmige Verlängerung der Getriebekapsel 23 ist im Innenlagerrohr 20 des Fahrrades einbaubar und zu verschrauben. Dazu wird mit einer außen liegenden Spannmutter 24 das besagte Gehäuseteil 23 durch das Innenlagerrohr 20 gezogen, wodurch der an der Spannmutter 24 widergelagerte konische Spannkonus 25 auseinander gespreizt wird. Durch diesen Spreizdruck zwischen konischem Gehäuseteil 23 und Innenlagerrohr 20 des Fahrradrahmens wird das Getriebe 32 unbeweglich gegenüber sämtlicher einwirkender Kräfte zum Fahrradrahmen 20/36 fixiert.

[0038] Hinsichtlich des Materials des Spannkonus 25 ist es von Vorteil, wenn Kunststoffe verwendet werden um durch das Verspannen des Spannkonus 25 die im Innenrohrlager 20 befindlichen Gewinde (meist BSA) nicht zu beschädigen. Die Montage bzw. Demontage des gesamten Getriebes 32 kann dermaßen vorteilhaft insgesamt an jedem beliebigen Fahrradrahmen 36 durch Festziehen bzw. Lösen einer einzigen Spannmutter 24 erfolgen.

[0039] Die Fig. 3 zeigt eine Detailansicht im Schnitt B-B des Pendelarmes 4, Verstellteil 11 und Pleuel 13 zur Darstellung der Konstruktion des sich lastdynamisch selbsttätig zum Pendelarm 4 verkantenden Verstellteiles 11. Es wird im Besonderen gezeigt wie die Wirkung/der Effekt des sich Verkantens vonstattengeht. Dazu ist es erforderlich, dass der Drehpunkt 18 des Verstellteiles 11 zum Pleuel 13 zu den Verklemmstellen 29 deutlich seitlich zur Längsachse des Pendelarmes 4 versetzt, sowie deutlich in Richtung zur Treterwelle 1 hin versetzt angebracht ist.

[0040] Dermaßen wird erreicht, dass beim Auftreten einer Schubkraft gegen den Pendelarm 4, wie sie im Arbeitstakt gegen den Pendelarm 4 gerichtet ist, der Verstellteilteil 11, ähnlicher der Wirkung einer Schraubzwinde, sich sofort formschlüssig verkantet. Umgekehrt lässt sich dieser Verstellteil 11 nach Entfall der Arbeitslast ohne Widerstand leicht verschieben, der Formschluss wird mit Entfall der Arbeitslast sofort und ohne Losbrechkraft gelöst.

[0041] Die Fig. 4 zeigt eine Schrägansicht des Getriebes mit Darstellung der geschlossenen Getriebekapsel 21 + 22 und des rohrförmigen Getriebeteils 23. Dieser rohrförmige Gehäuseteile 23 wird zur Montage in die Standardbohrung des Innenlagerrohres 20 (meist BSA-Norm) des Radrahmens 36 geschoben und dort dadurch fixiert, dass die Spannmutter 24 angezogen wird. Bei diesem Anziehen der Spannmutter 24 wird das Gehäuse 32 im Gesamten zur Spannmutter 24 hin bewegt. Der Spannkonus 25 kann dieser Bewegung nicht folgen kann, da dieser an der Spannmutter 24 ansteht/widergelagert ist.

[0042] Infolge wird der Spannkonus 24 am sich durch das Anziehen in axialer Richtung entgegenbewegenden, spiegelverkehrt konischen Gehäuseteil 23 auseinander getrieben/verspreizt. Es entsteht eine Spreizbewegung des Spannkonus 25 zum äußeren Innenlagerrohr 20 des Radrahmens 36. Durch den geringen Steigwinkel vom Spannkonus 25 zum Gehäuse 23 bzw. des umgekehrt spiegelverkehrten geringen Steigwinkels des Gehäuses 23 zum Spannkonus 25 wird die Zugkraft der Spannmutter 24 als Spreizkraft um ein Vielfaches multipliziert. Die dermaßen erzielte Spreizkraft genügt um das gesamte Gehäuse 32 gegenüber sämtlicher Kräfte

verlässlich unbeweglich/starr im Fahrradrahmen 20/36 zu fixieren. Die Montage des gesamten Getriebes 32 erfordert also nur durch das denkbar einfache Anziehen der einzelnen Spannmutter 24.

[0043] Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung des Getriebes 32 am Fahrrad montiert. Es wird außerdem der Steuercomputer 28 und der Radfahrer 19 am bzw. auf dem Fahrrad gezeigt. Die Darstellung zeigt den am Lenker montierten Steuercomputer 28 mit seinem Stellglied eines Elektromotors. Der Elektromotor kann natürlich auch vom Steuercomputer 28 entfernt in der Getriebekapsel 32 montiert sein. Es ist zu ersehen, dass der Tretfrequenzmesser 39 am Innenrohrlager 20 angebracht ist, dieser kann aber auch jeden anderen zyklisch bewegten Teil innerhalb des Getriebes 32 abfühlen um die erforderlichen Daten an den Steuercomputer 28 zu liefern. Der Fahrgeschwindigkeitssensor 40 sitzt üblicherweise am Vorderrad 35 und misst die Umdrehungszahl des Vorderrades 35. Die Anzeige am Steuercomputer 28 zeigt zumindest die gewählte Soll-Tretfrequenz an. Diese ist von Fahrer 19 zu Fahrer unterschiedlich, liegt aber meist im Bereich von ca. 70 Upm. Durch das automatisierte Verstellen der Übersetzung auch unter Last und ohne das Zutun des Fahrers 19 erbringt dieser Fahrer 19 mit gleichem Krafteinsatz eine wesentlich bessere Dauerleistung, als mit allen herkömmlichen Getrieben. Am Steuercomputer 28 ist eine Tretfrequenzanzeige 37 vorgesehen. Zudem sind am Steuercomputer 28 Eingabetasten 38.

LEGENDE:

- 1 Eingangswelle (Treterwelle)
- 2 Freilaufkern (Ausgangswelle)
- 3 Kettenritzel (starr am Freilaufkern 2 angeflanscht)
- 4 Pendelarm (starr mit Tastarm 6 verbunden)
- 5 Pendelarmachse
- 6 Tastarm (starr mit Pendelarm 5 verbunden)
- 7 Tastarmrollen
- 8 kreissegmentförmige Trägergleitschiene des Pendelarmes 4
- 9 Verstellweg für das Verstellteil 11 auf dem Pendelarm 4
- 10 Hubweg des Pendelarmes 5
- 11 Verstellteil
- 13 Pleuel
- 14 Freilauftringe
- 15 Klemmkörperfreiläufe/drehrichtungsabhängig
- 16 Kurvenscheibe
- 17 Drehpunkt des Pleuels 13 am Freilauftring 14
- 18 Drehpunkt des Pleuels 13 am Verstellteil 11
- 19 Radfahrer
- 20 Innenlagerrohr
- 21 Getriebe-Gehäusekapsel
- 22 abnehmbarer Deckel der Gehäusekapsel 21
- 23 rohrförmiger Teil der Getriebekapsel 21 (mit spiegelverkehrter konischer äußerer Kontur zum Spannkonus 25)
- 24 Spannmutter
- 25 Konischer Spannkonus (mit spiegelverkehrter Form zur konischen Gehäuseform 21)
- 26 Bowdenzüge
- 27 elektrischer Verstellmotor, hydraulische oder sonstig angetriebenem Verstellglied
- 28 Steuercomputer
- 29 Verklemmstellen des Verstellteil 11 auf der Trägergleitschiene 8 des Pendelarmes 4
- 30 Rückstellfeder für die Pendelarme 4 und die Tastarme 7
- 31 Rückstellfeder für die Pleuel 13 und Gleitteile 11
- 32 Getriebe gesamt (21 + 22 + 23)
- 33 Tretkurbel

- 34 Hinterrad
- 35 Vorderrad
- 36 Fahrradrahmen gesamt
- 37 Tretfrequenzanzeige auf Steuerungscomputer
- 38 Eingabetasten auf Steuerungscomputer
- 39 Tretfrequenzsensor
- 40 Geschwindigkeitssensor

Patentansprüche

1. Gekapseltes Fahrradgetriebe mit einer stufenlos veränderbaren Übersetzung zwischen einer Eingangswelle (1) und einer Ausgangswelle (2), welches mindestens zwei um eine Achse (5) schwenkbar gelagerte Pendelarme (4) aufweist, die durch die Drehung der Eingangswelle (1) und der damit formschlüssig verbundenen Kurvenscheiben (16) in eine gleichförmige, wechselweise und sich gegenseitig in den Arbeitszyklen überlappende Hubbewegung versetzt werden, welche mittels zweier Verstellteile (11), die entlang des Verstellteil-Verstellweges (9) verschiebbar sind, in die dermaßen längenvariable Hin- und Herbewegungen der beiden Pleuel (13) wandeln und diese wechselweise Bewegung an die beiden drehrichtungsabhängigen Kupplungen/Freiläufen (14 + 15) übertragen wird, wo sie wiederum in eine kontinuierliche und gleichförmige Drehung einer Ausgangswelle (2) gewandelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die axial nebeneinander gereihten Freilauf-
ringe (14) mit deren gemeinsamen Freilaufkern (2) mit sich deckenden Längsachsen des Freilaufkernes (2) und der Treterwelle (1) frei drehbar auf der Treterwelle (1) angeordnet sind.
2. Gekapseltes Fahrradgetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die radial zur Kreisbogen der Kurvenscheibe (16) ausgerichteten Pendelarme (4) entlang deren Längsachse eine Kreissegmentform (8) aufweisen, die sich in der mittleren Stellung des Arbeitshubes (10) mit deren Kreismittelpunkt zumindest annähernd mit dem axialen Wellenmittel der Treterwelle (1) deckt.
3. Gekapseltes Fahrradgetriebe nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Moment des Erreichens des mittleren arbeitswirksamen Hubweges (10) des Pendelarmes (4) das Achsmittel der Treterwelle (1) über den Drehpunkt des Pleuels am Freilauf-
ring (17) zum Drehpunkt des Pleuels am Verstellteil (18) zumindest annähernd einen rechten Winkel bildet.
4. Gekapseltes Fahrradgetriebe nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass außer der Ritzelscheibe (3) und den Tretkurbelanschlüssen der Treterwelle (1) alle beweglichen Teile des Getriebes (2 + 4 + 5 + 6 + 7+11 + 13 +14 + 15 + 16 + 30 + 31) von einer hermetisch geschlossenen, öldichten Gehäusekapsel (21 + 22 +23) umbaut sind.
5. Gekapseltes Fahrradgetriebe nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Freilaufkern (2) seitlich, zentrisch und formschlüssig mit dem Ritzelrad (3) verbunden ist und die Rotation des Freilaufkernes (2) über dieses Ritzelrad (3) und über eine Kette oder Ähnlichem auf das Hinterradritzel übertragen wird.
6. Gekapseltes Fahrradgetriebe nach den Ansprüchen 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gehäusekapsel (21 + 22) seitlich einen einzelnen rohrförmigen Teil (23) aufweist, welcher in das Innenlagerrohr (20) des Fahrradrahmens ragt und dieser, samt der damit formschlüssig verbundenen Gehäusekapsel (21 + 22 + 23), durch Festziehen einer Spannmutter (24) über einen konischen Spreizteil (25) verdrehgesichert zum Fahrradrahmen (20) fixiert wird.
7. Gekapseltes Fahrradgetriebe nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das verschiebbare Verstellteil (11) sich unter über das Pleuel (13) zugeführter Last formschlüssig zum Pendelarm (4) an den dafür vorgesehenen Verklemmstellen (29) verkantet und mit Entfall dieser Last wieder frei verschiebbar, verstellbar ist.

8. Gekapseltes Fahrradgetriebe nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Drehpunkt (18) des Verstellteiles vom Pleuel (13) zu den Verklemmstellen (29) deutlich seitlich zur Längsachse des Pendelarmes (4), sowie deutlich in Richtung zur Treterwelle (1) hin versetzt, angebracht ist.
9. Gekapseltes Fahrradgetriebe nach den Ansprüchen 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Steuercomputer (28) unter Auswertung der Daten aus zumindest einem Tretfrequenzsensor (39) bzw. Leistungssensor und einem Fahrgeschwindigkeitssensors (40) eine automatisierte Verstellung der Getriebeübersetzung vornimmt, indem ein Verstellmotor (27) das Verstellten (22) über einen Bowdenzug (28) verstellt.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

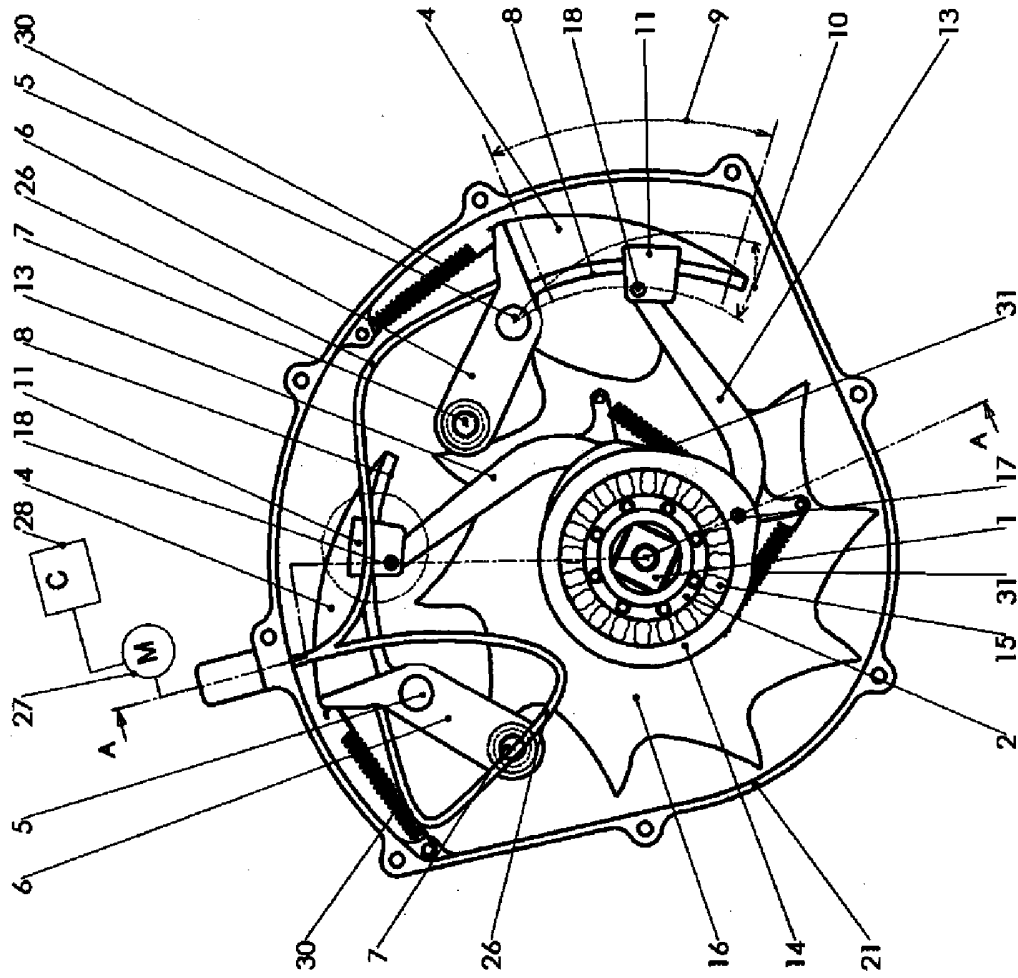


Fig. 1

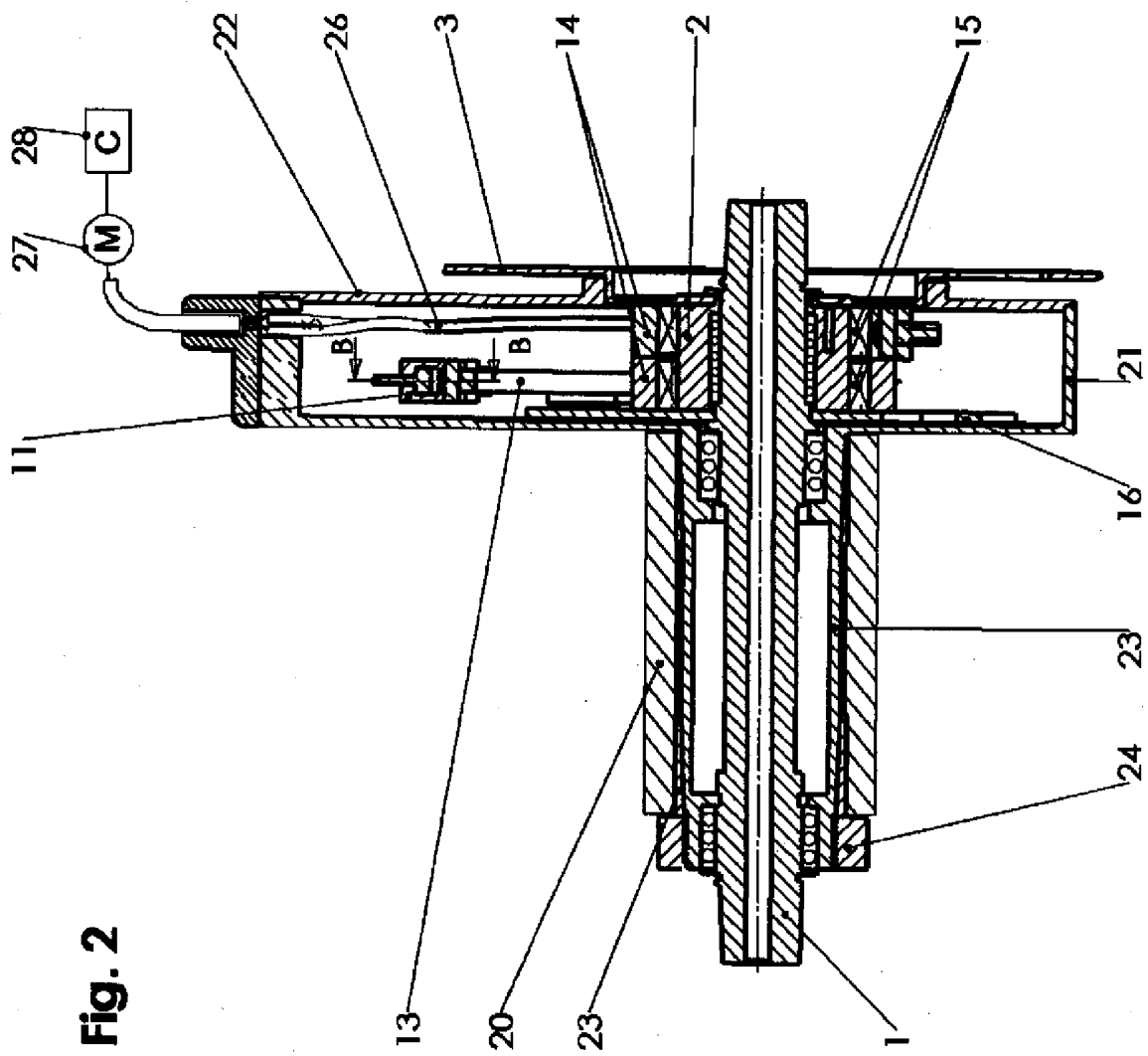
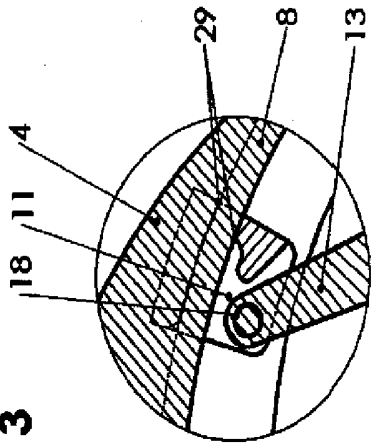


Fig. 2

Fig. 3



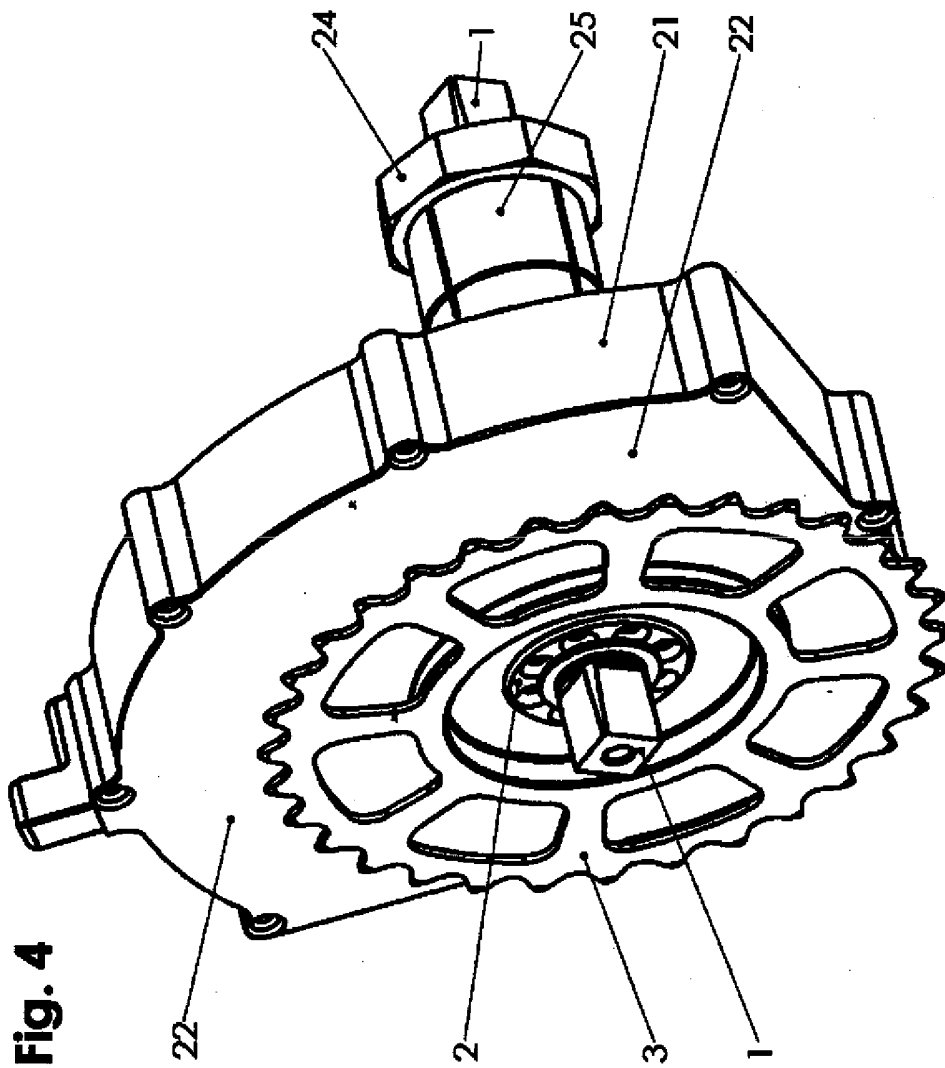


Fig. 5

