

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1378/2011
(22) Anmeldetag: 23.09.2011
(43) Veröffentlicht am: 15.06.2012

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

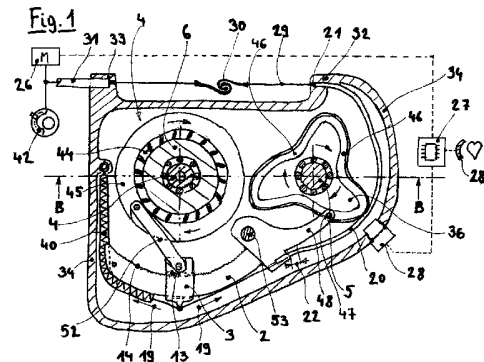
(30) Priorität:
02.12.2010 AT A 2005/2010 beansprucht.

(73) Patentanmelder:
NAGEL EDMUND F.
6866 ANDELSBUCH (AT)

(72) Erfinder:
NAGEL EDMUND F.
ANDELSBUCH (AT)

(54) **FAHRRAD-STUFENLOSGETRIEBE MIT HINTERRADMONTAGE**

(57) Fahrradgetriebe mit einer Nockenscheibe 36, welche die Rotation einer Eingangswelle 1 in oszillierende Hübe von Pendelarmen 2 wandelt, auf denen sich verstellbare Gleitteile 3 befinden, wodurch variable Hublängen zu den Freiläufen 4 erzeugt werden, welche analog der jeweiligen Hublänge eine entsprechende Umdrehungszahl der Ausgangswelle 5 erzeugen, wobei der Freilaufkern 6 mit seiner Rotationsachse koaxial auf der Hinterradachse 7 gelagert ist und formschlüssig mit der Hinterradnabe 8 verbunden ist und die Hinterradnabe 8 auch aus einem Elektromotor 9 bestehen kann, welcher koaxial an der Radfelge 10 angebunden ist. Verfahren zur alternativen Anwendung des Getriebes 50 für Elektrofahrräder mit Mittelmotor 35, wobei die Nockenscheibe 36 koaxial formschlüssig direkt auf der Welle 37 des Mittelmotors 35 angebracht ist.



00710

Zusammenfassung

Fahrradgetriebe mit einer Nockenscheibe 36, welche die Rotation einer Eingangswelle 1 in oszillierende Hübe von Pendelarmen 2 wandelt, auf denen sich verstellbare Gleitteile 3 befinden, wodurch variierbare Hublängen zu den Freiläufen 4 erzeugt werden, welche analog der jeweiligen Hublänge eine entsprechende Umdrehungszahl der Ausgangswelle 5 erzeugen, wobei der Freilaufkern 6 mit seiner Rotationsachse koaxial auf der Hinterradachse 7 gelagert ist und formschlüssig mit der Hinterradnabe 8 verbunden ist und die Hinterradnabe 8 auch aus einem Elektromotor 9 bestehen kann, welcher koaxial an der Radfelge 10 angebunden ist. Verfahren zur alternativen Anwendung des Getriebes 50 für Elektrofahrräder mit Mittelmotor 35, wobei die Nockenscheibe 36 koaxial formschlüssig direkt auf der Welle 37 des Mittelmotors 35 angebracht ist.

$F_y \uparrow$



Fahrrad-Stufenlösgetriebe mit Hinterradmontage

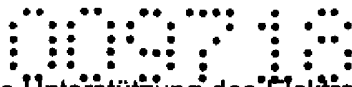
Die Erfindung betrifft ein Getriebe, insbesondere Fahrradgetriebe, mit einer veränderbaren Übersetzung zwischen einer Eingangswelle und einer Ausgangswelle und der Montage am Hinterrad des Fahrrades sowie eine alternative Anwendung als Verfahren zur Montage des Getriebes am Mittelmotor. Die Erfindung betrifft ein Fortbewegungsmittel mit einem Rahmen und wenigstens zwei Rädern, insbesondere Fahrrad.

Zum Schalten von Fahrradgangschaltungen sind insbesondere Ketten- und Nabenschaltungen bekannt um unabhängig von Streckenverhältnissen und Fahrgeschwindigkeit in einem günstigen Kraftbereich und günstiger Tretfrequenz treten zu können. Bei den Kettenschaltungen wird beim Schalten die Übersetzung zwischen der Tretkurbel und dem Hinterrad durch die schaltbaren Kettengetriebe - meist eines vorne bei der Tretkurbel und eines hinten am Rad - verändert. Bei Nabenschaltungen wird ein mechanisches Zahnradgetriebe verwendet, das gekapselt in der Hinterradnabe untergebracht ist. Auch sind mittlerweile Fahrradgetriebe bekannt, welche eine stufenlose Übersetzung zwischen der Welle der Tretkurbel und einer Antriebswelle ermöglichen. Freilich weisen diese sehr geringe Übersetzungsverhältnisse auf und arbeiten verlustreich als Reiberadgetriebe. Diese sind für den privaten Gebrauch beschränkt einsetzbar, nicht aber für den Profisport, Mountainbikes, etc. Das erfindungsgemäße Getriebe soll annähernd verlustfrei uneingeschränkt für jeden Radeinsatz geeignet sein.

Ein wesentliches Kriterium bei Fahrrädern ist deren Gewicht. Je weniger Gewicht des Fahrradgetriebes, desto günstiger sind die Fahreigenschaften insgesamt und desto größer ist die Bereitschaft der beteiligten Verkehrskreise, das Fahrzeug bzw. das einzelne Getriebe zu kaufen. Daher steht im Mittelpunkt der Getriebeentwicklung für Fahrräder, das Gewicht des Fahrradgetriebes möglichst gering zu halten. Nachteilig bei den bisherigen Entwicklungen ist, dass das Gewicht immer nur schrittweise reduziert werden konnte.

Herkömmliche Kettenschaltungen weisen ein Gewicht von 2 bis 2,5 kg auf. Nabenschaltungen haben im Regelfall ein noch höheres Gewicht und die bekannten Stufenlosgetriebe weisen Gewicht von fast 5 kg auf.

Der stark wachsende Markt für Elektrofahrräder würde im Besonderen eines elektronisch selbsttätig schaltenden Stufenlosgetriebes bedürfen, da die Tretleistung des Fahrers mit der Leistungsunterstützung durch den Elektromotor adäquat zu managen ist. Diese vom Leist-



ungseintrag des Fahrers abhängige Unterstützung des Elektromotors gelingt am einfachsten mit dem Mittelmotor, weil dieser direkt mit der Treterkurbelwelle verbunden ist. Der Nabenmotor am Hinterrad hat dem gegenüber den Nachteil, dass zwischen Treterkurbelwelle und Nabenmotor meist noch ein Kettengetriebe liegt, welches das vom Fahrer eingetragene Drehmoment natürlich verfälscht - im niedrigen Gang wird es überhöht, im hohen Gang zu klein dargestellt.

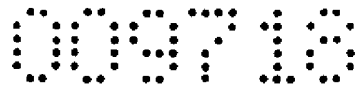
Aufgabe der Erfindung ist es ein Getriebe der Eingangs erwähnten Art zur Verfügung zu stellen. Es soll die Baugröße und das Gewicht des Getriebes weiter minimiert werden und das Getriebe und zugehörige Bauteile im Besonderen in einer kompakten einzelnen Einheit vereint werden und auf jedem beliebigen Standard-Radrahmen bzw. Standard-Hinterrad ohne Umbauten oder Sonderfertigungen von Rahmen und Rad zu montieren sein. Dazu soll das Getriebe an jener Stelle, an der üblicherweise der konventionelle Hinterradfreilauf und die konventionelle Kettenradkassette saßen, auf der Radachse montierbar sein.

Ein Radwechsel oder eine Demontage des Hinterrades soll - wie heute auch bei modernen Kettenschaltungen üblich - völlig ohne Werkzeug ausführbar sein. Dazu muss auch der Bowdenzug zum Getriebe jedenfalls mit einem an sich bekannten Schnellverschluss werkzeugfrei vom Getriebe zu trennen sein.

Die von der Kette übertragenen Kräfte dürfen nicht höher sein, als bei herkömmlichen Kettengetrieben, da einerseits die Fahrradketten Belastungsgrenzen haben, aber natürlich auch der Standardrahmen zum Hinterrad auf diese Lasten ausgelegt / begrenzt ist. Das heißt: Die Übersetzungen von vorderen Kettenrad zum hinteren müssen im Standardmaß liegen.

Es soll aber vor allem der Schaltkomfort verbessert werden. Bei den herkömmlichen Schaltungen waren meist bis zu vier Hebel am Lenker des Fahrrades erforderlich um die Schaltung am vorderen Element und am hinteren Element hinauf- und herunterzuschalten. Die Anzahl der Bedienelemente soll auf ein einziges miniaturisiertes Element reduziert werden bzw. in einer erfindungsgemäßen Variante ganz einem Computer mit seinem Stellmotor überlassen werden.

Um einen Computer als Steuerelement der Schaltung einsetzen zu können darf für den Umschaltvorgang keine Unterbrechung des Tretens vom Fahrer erforderlich sein. Der Fahrer könnte schwerlich diesem „Wunsch“ des Computers zum Umschalten jedes Mal zeitgerecht folgen. Ergo muss ein Umschalten unter jeder Last jederzeit und ohne jegliche Lastunterbrechung möglich sein.



Das Getriebe soll alle Kraftübertragungen im sauberen Formschluss erfüllen und keinesfalls ein Reiberadgetriebe darstellen. Nur so ist zu gewährleisten, dass das erfindungsgegenständliche Getriebe Wirkungsgrade wie ein Kettengetriebe erzielt. Diese Wirkungsgrade liegen im Regelfall bekanntlich über 95%.

Durch den Einsatz des Schaltcomputers soll im Besonderen auch ein hoher ergonomischer Wirkungsgrad erzielt werden, indem der Fahrer des Rades, unabhängig des Streckenverlaufes, stets unter gleicher Auslastung und gleicher Umdrehungszahl der Tretkurbel gehalten wird. Durch diese Maßnahme erzielt ein Fahrer ein bis zu 25% verbessertes Streckenergebnis (zurückgelegter Weg im Verhältnis zu dessen definierten Krafteinsatz) gegenüber eines Fahrers, der mit einer händisch zu schaltenden konventionellen Schaltung unterwegs ist.

Das erfindungsgegenständliche Getriebe soll sich auch für den Einsatz bei E-Fahrrädern eignen, dabei aber Rahmenumbauten erübrigen und auf jeden beliebigen Radrahmen sowohl als Nabenmotor, aber auch als Mittelmotor passen. Dabei soll selbstverständlich der Elektromotor im Verhältnis zu der vom Fahrer eingebrachten Kraft mit angesteuert werden, was über die ohnehin vorhandene Elektronik der Getriebesteuerung möglich gemacht werden kann.

Das Getriebe soll durch vollständige Gekapseltheit pflegeleicht und Schmutz-unempfindlich sein. Es soll durch diese Eigenschaften eine entsprechend hohe Lebensdauer erreichen und dabei weitestgehend wartungsfrei laufen.

Gelöst wird die Vielzahl der Aufgaben mit einem Getriebe, welches die Merkmale des Anspruches 1 aufweist.

Bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Freilaufkern mit seiner Rotationsachse koaxial auf der Hinterradachse gelagert ist und formschlüssig mit der Hinterradnabe verbunden ist. Es wirkt die Drehung des Freilaufkernes ohne jegliches Zwischenglied direkt auf die Radnabe und das gesamte Getriebe sitzt am Hinterrad an jener Stelle, an der sich bei Kettengetrieben das Ritzelpaket (Kettenradkassette) befindet.



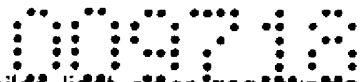
Diese Hinterradnabe kann in einer erfindungsgemäßen Variante aus dem Anker eines Elektromotors bestehen, der mit dem Stator zur Radfelge mechanisch verbunden ist, also die Speichen des Hinterrades aufnimmt. Dadurch, dass das Getriebe auch elektronisch steuerbar ist, ist es für den Rechner des Getriebes natürlich möglich den Nabenmotor entsprechend der augenblicklichen Übersetzung analog der eingebrachten Tretkraft und der gewünschten prozentuellen Unterstützung des Radfahrers anzusteuern.

Die relativ große vordere Kettenscheibe bildet vorteilhaft zur relativ kleinen hinteren Kettenscheibe ein Übersetzungsgetriebe, welchen dem erfindungsgemäßen Getriebe vorgeschaltet ist. Dadurch erspart man sich weitere Übersetzungen innerhalb der Getriebekapsel des erfindungsgemäßen Getriebes. Es ist sehr von Vorteil, wenn diese Übersetzung von der Umdrehungszahl der Tretkurbel bis hin zur Nockenscheibe mit deren drei Nocken, wie auch bei Kettenschaltungen üblich im Verhältnis 1 : 4 bis 1 : 5 erhöht wird. Dadurch ist, ohne dass im Getriebeinneren weitere Übersetzungen erforderlich sind zum Vorteil der Baugröße des Getriebes, die erforderliche Taktzahl der Pendelarme hergestellt.

Der Gleitteil und der Pendelarm weisen an der mit der Arbeitslast beaufschlagten Flächen eine ausreichend technische Rauheit auf, welche lastdynamisch das formschlüssige Fixieren des Gleitteils zum Pendelarm während des Arbeitstaktes gewährleistet. Es muss ein Haftreibungskoeffizient von ca. 0,4 erreicht werden, damit der Gleitteil unter Last nicht schadhafte auf dem Pendelarm abgleitet.

Alternativ weist der Gleitteil und der Pendelarm an den mit Arbeitslast beaufschlagten Flanken eine technisch kleinstmögliche Verzahnung aufweisen. Eine solche Verzahnung bietet einerseits verlässlich mit Leichtigkeit die erforderliche Haftreibungszahl von 0,4, hat andererseits aber gegenüber einer einfachen technischen Rauheit den Nachteil, dass Pendelarm und Gleitteil relativ weit voneinander ausgehoben werden müssen um den Formschluss der ineinandergreifenden Zahnung zu lösen.

Nach dem vorgegangenen Anspruch ist es unerlässlich die Verzahnung des Gleitteils und des Pendelarmes auf eine Zahnhöhe von einem Millimeter zu begrenzen. Wird dieser Wert überschritten wird am Getriebe ein deutliches Klappern im Betrieb hörbar, weil die Wege des Aus- und Einhängens des Zahnschlusses so lange sind, dass folglich die beiden Flanken mit jedem Hub hörbar aufeinander prallen. Außerdem haben größere Zahnungen den Nachteil, dass eine merkliche Abstufung in der Verstellung entsteht - das Getriebe also vom Benutzer nicht mehr als Stufenlosgetriebe empfunden wird.



Die verzahnte Fläche des Gleitteiles liegt einer gegenüberverzahnten Fläche am Pendelarm gegenüber wodurch sich die Zahnung in jedem Arbeitstakt selbsttätig einen Formschluss in der jeweils gegenüberliegenden Zahnung sucht.

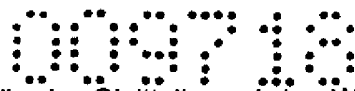
Die Kraftvektorenrichtung der Rückstellfeder und des Seilzuges sind so zum Gleitteil gerichtet, das diese im Leerhub des Rückstelltaktes den Formschluss zwischen der Zahnung des Gleitteiles und Zahnung des Pendelarmes auflösend auseinanderziehen. Dabei ist ein Formschluss mittels Rauheit der Oberflächen gegenüber einer Verzahnung vorteilhafter, da die Trennung des Formschlusses auf kürzerem Weg erfolgt und somit weitestgehend lautlos beim Schließen vor sich geht.

Die flexiblen Seilzughüllen zwischen Gleitteil und Seilzugsauslass sind elastisch ausgeführt damit sich diese während der Arbeitstakt-Blockiertheit eines Gleitteiles vorübergehend federelastisch stauchen lassen. Mit dem Lösen, nach der kurzfristigen Arbeitstakt-Blockiertheit, wird der eingefederte Weg wieder ausgefedert. Erst durch diese Funktion ist es möglich das Getriebe auch unter Last zu schalten.

Die Flanken der hinteren Kettenscheibe sind für die Rollen der Fahrradkette in Lastrichtung eines Rücktrittes abgeflacht. Durch den flachen Winkel dieser Flanken entsteht beim Rücktritt ein Überspringen der Kette über die Zahnspitzen der Kettenscheibe. Diese Einrichtung dient dazu um beispielsweise an einer Kreuzung die Tretkurbel durch Rücktritt in eine günstige waagrechte Stellung zum Wiederanfahren zu bringen.

Das Verstellen der Getriebeübersetzung kann alternativ zur händischen Verstellung mittels elektrischem Stellmotor erfolgt, welcher vom Computer angesteuert wird. Dieser erhält über Sensoren Werte wie z. B. die Ist-Tretfrequenz oder die Ist-Last am Tretpedal und stellt automatisch dynamisch auf zuvor eingestellte Sollwerte nach. Natürlich soll der Elektronik des Getriebes in einer Nebenfunktion auch die Ansteuerung des E-Motors übertragen werden, damit dieser, adäquat der vom Fahrer eingebrachten Tretleistung, die Tretleistung des Fahrers im gewünschten prozentuellen Maße unterstützt.

Beide Seilzüge der Gleiteile werden an einer gemeinsamen Seilsammelklemme außerhalb des Getriebes gesammelt. Dort sind sie mit einem an sich bekannten werkzeugfrei zu trennenden Schnellverschluss am Bowdenzug zum Übersetzungs-Wahlschalter oder elektrischen Stellmotor verbunden.



Das Widerlager für die beiden Seile der Gleiteile und das Widerlager des einzelnen Bowdenzuges, mit der zwischengeschalteten trennbaren Seilsammelklemme, sind am starren Getriebegehäuse angebaut.

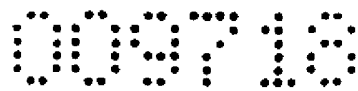
Der Pendelarm wird im Rückstelltakt durch eine in der Nockenscheibe axial eingelassene Führungsnut zwangsrückgestellt, indem am Ende des Tastarmes des Pendelarmes ein Stift eingelassen ist, welcher in dieser Führungsnut geführt wird. Dieser Führungsstift ist im Kopf des Tastarmes eingebohrt und zwingt den Tastarm insbesondere im Rückstelltakt der Kontur der Nockenscheibe zu folgen. Der Tastarm mit dem Gleitkopf, der auf der Nockenscheibe gleitet, kann also zu keinem Moment von der Gleitfläche auf der Nockenscheibe abheben, auch unabhängig deren Drehzahl. Das Vermeiden dieses Abheben ist äußerst wichtig damit kein Geräusch im Getriebe entsteht.

Es wird weiters ein Verfahren zur alternativen Anwendung des Fahrradgetriebes für Elektrofahrräder mit Mittelmotor beschrieben. Dieses betrifft insbesondere die Anwendung des Getriebes in Verbindung zum Mittelmotor, wobei die Nockenscheibe des Getriebes, koaxial direkt auf der Welle des Elektromotors, formschlüssig angebaut ist.

Vorteilhaft bildet der zwischen das Antriebsglied der Treterwelle und der Getriebe-Antriebswelle eingebaute Mittelmotor mit zumindest dem Getriebe baulich eine gekapselte Einheit. Dadurch ist erreicht, dass ein Mittelmotor mitsamt dem Getriebe direkt am Tretlager jeden beliebigen Fahrrades als fertige Einheit und als gekapselte Einheit anzubauen ist. Es sind keine Sonderbauten von Radrahmen erforderlich.

Dem Mittelmotor ist ein Übersetzungsgetriebe zur Steigerung der Eingangs-Drehzahl vorgeschaltet, wodurch der Elektromotor im Volumen entsprechend kleiner gebaut werden kann. Je höher die Drehzahl eines Elektromotors, desto kleiner er spezifisch zu dessen Leistung ausfallen kann.

Auch in diesem Falle kann das Verstellen der Getriebeübersetzung mittels elektrischem Stellmotor erfolgen, welcher vom Computer angesteuert wird, der über Sensoren Werte wie z. B. die Ist-Tretfrequenz oder die Ist-Last am Tretpedal ermittelt und automatisiert auf zuvor eingestellte Sollwerte nachregelt. Natürlich soll auch hier der Elektronik des Getriebes in einer Nebenfunktion die Ansteuerung des E-Motors übertragen werden, damit dieser, adäquat der vom Fahrer eingebrachten Tretleistung, den Fahrer im gewünschten prozentuellen Maße unterstützt.



Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert. Diese zeigen:

Fig. 1 zeigt einen Schnitt entlang der Linie A-A durch das Getriebe mit der Darstellung der Anbindung des Getriebes an die Radnabe bzw. den Naben-Elektromotor.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt entlang der Linie B-B durch das Getriebe. Dermaßen sind alle maßgeblichen Bauteile und Funktionsabläufe einsehbar. Zur Verdeutlichung der Funktion der Führungsnuten in der Nockenscheibe ist strichliert ein an sich nicht sichtbarer Führungsstift in einem ebenfalls an sich nicht sichtbaren Tastarmkopf dargestellt.

Fig. 3 zeigt eine schematisierte Seitenansicht mit dem erfindungsgemäßen Getriebe am Hinterrad und dem vorgeschalteten Kettengetriebe durch ein großes vorderes Kettenblatt und ein kleines hinteres Kettenblatt.

Fig. 4 zeigt den schematisch vergrößerten Längsschnitt durch den Pendelarm und den Gleitteil mit deren technischer Rauheit.

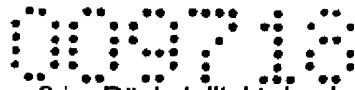
Fig. 5 zeigt ebenfalls einen Längsschnitt durch den Pendelarm und den Gleitteil mit einer Verzahnung an den beiden Teilen.

Fig. 6 zeigt eine Ansicht des hinteren Kettenblattes mit seinen speziell abgeschrägten Rücktrittflanken.

Fig. 7 zeigt einen schematisierten Schnitt entlang der Linie C-C des Fahrrades mit Mittelmotor und der Einbauposition vom Getriebe und besagtem E-Motor.

Fig. 8 zeigt eine schematisierte linksseitige Ansicht des Fahrrades mit Mittelmotor mit der Darstellung des vorgeschalteten Übersetzungsgetriebes (Zahnradgetriebe).

In der Fig. 1 zeigt der Schnitt entlang der Linie A-A durch das Getriebe die Anbindung des Getriebes 50 an die Hinterradnabe 8 bzw. den Naben-Elektromotor 9. Dabei ist der Freilaufkern 6 mit seiner Rotationsachse koaxial auf der Hinterradachse 7 gelagert und formschlüssig mit der Hinterradnabe 8 verbunden. Diese Verbindung ist eine formschlüssige Steckverbindung des Freilaufkernes 6 auf die Standard-Nabe 8 des Hinterrades. Diese Verbindung löst sich also mit der Demontage des Getriebes 50 ohne weiteren Bedarf an Werkzeug und ist ebenso wieder zusammenzubauen.



Es wird gezeigt, dass der Pendelarm 2 im Rückstelltakt durch eine in der Nockenscheibe 36 axial eingelassene Führungsnut 46 zwangsrückgestellt wird, indem am Ende des Tastarmes 48 des Pendelarmes 2 ein Stift 47 eingelassen ist, welcher in dieser Führungsnut 46 geführt wird. Es ist lediglich darauf zu achten, dass diese Führungsnuten 46 baulich sehr präzise ausgeführt sind, da es sonst zum Klappern der besagten Teile kommt.

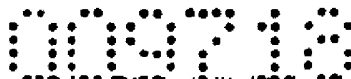
Die Kraftvektorenrichtung 19 der Zugkraft von Rückstellfeder 40 und des Seilzuges 29 sind so zum Gleitteil 3 gerichtet, dass der Formschluss zwischen der Zahnung des Gleitteiles 17 und der Zahnung des Pendelarmes 16 im Rückstellhub auflösend auseinander geschoben wird. Die Zahnungen 16 zu 17 verlieren den Kontakt und der Gleitteil 3 ist frei auf dem Pendelarm 2 hin und her verschiebbar. Sobald eine Last auftritt werden die Zahnungen 16 und 17 wieder ineinander geschoben und der Gleitteil 3 sitzt während des Arbeitstaktes unbeweglich auf dem Pendelarm 2 auf.

Die flexiblen Seilzughüllen 20 zwischen Gleitteil 3 und Seilzugsauslass 21 ist in einem gewissen Maß elastisch. Sie staucht sich während der Arbeitstakt-Blockiertheit eines Gleitteiles 3 vorübergehend federelastisch geringfügig zusammen, wenn der Fahrer versucht unter Last umzuschalten. Mit dem Lösen dieser sehr kurzfristig wirkenden Arbeitstakt-Blockiertheit gibt die elastische Seilhülle 20 den eingefederten Weg 22 wieder zurück, indem sie ausfedert. Grundsätzlich wäre aber auch ein elastischer Seilzug denkbar, welche die Aufgabe des kurzzeitigen federnden Puffern einer Schaltbewegung während der Arbeitstakt-Blockiertheit des Gleitteils 3 übernimmt.

In dieser Zeichnung ist ebenfalls zu ersehen, dass der Gleitteil 3 und der Pendelarm 2 an den mit der Arbeitslast beaufschlagten Flanken 13 und 14 eine technisch kleinstmögliche Verzahnung 16 und 17 aufweisen. Diese muss technisch kleinstmöglich ausgeführt werden um eine de facto Stufenlosigkeit der Getriebe-Übersetzungsverstellung zu erreichen. Würde ein bestimmtes Maß der Zahngröße überschritten, wäre eine Gangabstufung subjektiv und objektiv wahrnehmbar bzw. messbar.

Es wird gezeigt, dass die Seilzüge beider Gleitteile 29 an einer gemeinsamen Seilsammelklemme 30 außerhalb des Getriebeinneren gesammelt werden, die mit einem an sich bekannten werkzeugfrei zu trennenden Schnellverschluss 30 mit dem Bowdenzug 31 zum Übersetzungs-Wahlschalter 42 oder elektrischen Stellmotor 26 verbunden ist.

Außerdem wird gezeigt, dass einerseits die Widerlager für die beiden Seilzüge der Gleitteile 32 und andererseits das Widerlager des einzelnen Bowdenzuges 33, mit der zwischengeschal-



Es wird gezeigt, dass der Pendelarm 2 im Rückstelltakt durch eine in der Nockenscheibe 36 axial eingelassene Führungsnut 46 zwangsrückgestellt wird, indem am Ende des Tastarmes 48 des Pendelarmes 2 ein Stift 47 eingelassen ist, welcher in dieser Führungsnut 46 geführt wird. Es ist lediglich darauf zu achten, dass diese Führungsnuten 46 baulich sehr präzise ausgeführt sind, da es sonst zum Klappern der besagten Teile kommt.

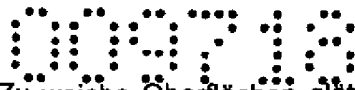
Die Kraftvektorenrichtung 19 der Zugkraft von Rückstellfeder 40 und des Seilzuges 29 sind so zum Gleitteil 3 gerichtet, dass der Formschluss zwischen der Zahnung des Gleitteiles 17 und der Zahnung des Pendelarmes 16 im Rückstellhub auflösend auseinander geschoben wird. Die Zahnungen 16 zu 17 verlieren den Kontakt und der Gleitteil 3 ist frei auf dem Pendelarm 2 hin und her verschiebbar. Sobald eine Last auftritt werden die Zahnungen 16 und 17 wieder ineinander geschoben und der Gleitteil 3 sitzt während des Arbeitstaktes unbeweglich auf dem Pendelarm 2 auf.

Die flexiblen Seilzughüllen 20 zwischen Gleitteil 3 und Seilzugauslass 21 ist in einem gewissen Maß elastisch. Sie staucht sich während der Arbeitstakt-Blockiertheit eines Gleitteiles 3 vorübergehend federelastisch geringfügig zusammen, wenn der Fahrer versucht unter Last umzuschalten. Mit dem Lösen dieser sehr kurzfristig wirkenden Arbeitstakt-Blockiertheit gibt die elastische Seilhülle 20 den eingefederten Weg 22 wieder zurück, indem sie ausfedert. Grundsätzlich wäre aber auch ein elastischer Seilzug denkbar, welche die Aufgabe des kurzzeitigen federnden Puffern einer Schaltbewegung während der Arbeitstakt-Blockiertheit des Gleitteils 3 übernimmt.

In dieser Zeichnung ist ebenfalls zu ersehen, dass der Gleitteil 3 und der Pendelarm 2 an den mit der Arbeitslast beaufschlagten Flanken 13 und 14 eine technisch kleinstmögliche Verzahnung 16 und 17 aufweisen. Diese muss technisch kleinstmöglich ausgeführt werden um eine de facto Stufenlosigkeit der Getriebe-Übersetzungsverstellung zu erreichen. Würde ein bestimmtes Maß der Zahngröße überschritten, wäre eine Gangabstufung subjektiv und objektiv wahrnehmbar bzw. messbar.

Es wird gezeigt, dass die Seilzüge beider Gleitteile 29 an einer gemeinsamen Seilsammelklemme 30 außerhalb des Getriebeinneren gesammelt werden, die mit einem an sich bekannten werkzeugfrei zu trennenden Schnellverschluss 30 mit dem Bowdenzug 31 zum Übersetzungs-Wahlschalter 42 oder elektrischen Stellmotor 26 verbunden ist.

Außerdem wird gezeigt, dass einerseits die Widerlager für die beiden Seilzüge der Gleitteile 32 und andererseits das Widerlager des einzelnen Bowdenzuges 33, mit der zwischengeschal-



Industriediamanten zu bestücken. Zu weiche Oberflächen glätten sich im Betrieb nach und nach gegenseitig nachteilig selbsttätig, so dass sie deren Funktion des Formschlusses nicht mehr ausführen könnten.

Die Fig. 5 zeigt ebenfalls einen Längsschnitt durch den Pendelarm 2 und den Gleitteil 3 mit einer Verzahnung an den beiden Teilen. Der Gleitteil 3 und der Pendelarm 2 weisen in diesem alternativen Fall an den mit der Arbeitslast beaufschlagten Flanken 13 und 14 eine technisch kleinstmögliche Verzahnung 16 und 17 auf. Es gilt auch hier die Tatsache, dass kurze Schließwege eine Geräuschentwicklung, welche außerhalb des Getriebes 50 hörbar wären, zu vermeiden ist. Es ist daher erforderlich die technisch kleinstmöglichen Zähne auf dem Pendelarm 2 und dem Gleitteil 3 anzubringen.

Die Verzahnung des Gleitteiles 17 und des Pendelarmes 16 darf eine Zahnhöhe 18 von einem Millimeter nicht überschreiten, da sonst unter Umständen der Schließvorgang außerhalb des Getriebes 50 hörbar ist.

Die verzahnte Fläche des Gleitteiles 17 liegt einer gegenverzahnten Fläche am Pendelarm 16 gegenüber. Mit jedem Schließvorgang suchen sich die beiden Verzahnungen 16 und 17 selbsttätig einen Zahnschluss zum jeweiligen Gegenüber. Die Zähne müssen für diesen Zweck also unbedingt sehr scharf sein, außerdem müssen die Zahnspitzen gehärtet sein.

Fig. 6 zeigt eine Ansicht des hinteren Kettenblattes 12 mit seinen speziell abgeschrägten Rücktrittflanken. Die Flanken der hinteren Kettenscheibe 23 sind für die Rollen der Fahrradkette 24 in Lastrichtung eines Rücktrittes im Anstellwinkel abgeflacht um beim Rücktritt ein Überspringen der Kette 41 über die Zahnspitzen 25 der Kettenscheibe 12 zu erwirken. Diese Konstruktion erspart einen gesonderten Freilauf und erbringt de facto dieselbe Funktion wie ein solcher. Diese Rücktrittfunktion ist erforderlich, wenn der Fahrer beispielsweise an einer Kreuzung steht und die Tretkurbel in eine günstige Lage für das Anfahren zurücktritt.

Die Fig. 7 zeigt einen schematisierten Schnitt entlang der Linie C-C des Fahrrades 49 mit Mittelmotor 35 und der Einbauposition vom Getriebe 50 und besagtem Mittelmotor 35. Die Nockenscheibe 36 des Getriebes 50 ist in diesem alternativen Anwendungsfall koaxial direkt auf der Welle 37 des Mittelmotors 35 formschlüssig angebaut.

Der zwischen das Antriebsglied der Treterwelle 43 und der Getriebe-Antriebswelle 1 eingebaute Mittelmotor 35 bildet mit zumindest dem Getriebe baulich eine gekapselte Einheit 38. Dies bringt den Vorteil, dass diese gekapselte Einheit 38 ohne jeglichen Radrahmen-Sonder-



bau auf jeden Radrahmen passt. Es kann also z. B. das konventionelle Tretlagerrohr auf einem Radrahmen als einziges Widerlager für das gesamte Getriebe 50 samt Mittelmotor 35 verwendet werden. Dies spart vor allem enorm Herstellungskosten und macht das System wartungsarm, universell einsetzbar und leicht zu montieren. Weiters ist die gekapselte Einheit 38 durch diese Bauweise schmutz-unempfindlich, langlebig und annähernd wartungsfrei.

Auch in diesem Fall kann ähnlich wie beim Radnabenmotor 9 das Verstellen der Getriebeübersetzung mittels elektrischem Stellmotor 26 erfolgen, welcher vom Computer 27 angesteuert wird. Der Computer 27 erhält über Sensoren 28 Werte wie z. B. die Ist-Tretfrequenz oder die Ist-Last am Tretpedal und stellt über den Stellmotor 26 automatisiert auf zuvor eingestellte Sollwerte dynamisch nach.

Die Fig. 8 zeigt eine schematisierte linksseitige Ansicht des Fahrrades 49 mit Mittelmotor 35 mit der Darstellung des vorgeschalteten Übersetzungsgetriebes 39. Das dem Mittelmotor 35 vorgeschaltete Übersetzungsgetriebe 39 dient zur Steigerung der Eingangs-Drehzahl. Eine höhere Drehzahl verringert die spezifische Baugröße des Mittelmotors 35. Dieses vorgeschaltete Übersetzungsgetriebe 39 besteht aus einem einfachen Zahnschluss zweier Zahnräder, wovon das große auf der Treterwelle 1 sitzt und das kleine Zahnrad auf der Welle des Mittelmotors 37.



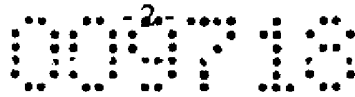
1. Eingangswelle
2. Pendelarm
3. Gleitteil
4. Freilaufgetriebe
5. Ausgangswelle
6. Freilaufkern
7. Hinterradachse
8. Hinterradnabe
9. Naben-Elektromotor
10. Radfelge
11. Vordere Kettenscheibe
12. Hintere Kettenscheibe
13. Arbeitslastbeaufschlagte Flanke am Gleitteil
14. Arbeitslastbeaufschlagte Flanke am Pendelarm
15. Technische Rauheit einer Oberfläche
16. Technisch kleinstmögliche Verzahnung am Pendelarm
17. Technisch kleinstmögliche Verzahnung am Gleitteil
18. Zahnhöhe
19. Kraftvektorenrichtung an Seilzug und Rückstellfeder
20. Flexible Seilzughülle (Kapillarschlauch)
21. Seilzugauslass aus dem Getriebegehäuse
22. Eingefederter Weg der elastischen Seilzughülle 21
23. Abgeflachte Flanken für die Fahrradkette an der hinteren Kettenscheibe 12
24. Rollen in der Fahrradkette
25. Zahnsitzen des hinteren Kettenrades
26. Elektrischer Stellmotor



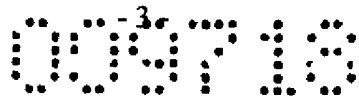
27. Radcomputer
28. Sensoren
29. Seilzüge der Gleitteile
30. Schnellverschluss / Seilsammelklemme
31. Bowdenzug zum Übersetzungs-Wahlschalter oder zum Stellmotor
32. Widerlager für die Gleitteilzüge außerhalb am Gehäuse
33. Widerlager für den Bowdenzug außerhalb am Gehäuse
34. Getriebegehäuse
35. Mittelmotor
36. Nockenscheibe
37. Welle des Mittelmotors
38. Gekapselte Einheit für 35 + 50 und 39
39. Vorgesaltetes Übersetzungsgetriebe
40. Rückstellfeder für das Gleitteil und den Seilzug 29
41. Fahrradkette
42. Übersetzungs-Wahlschalter
43. Antriebsglied an der Treterwelle (Tretkurbel)
44. Klemmkörperfreilauf
45. Freilaufringe
46. Führungsnut in der Nockenscheibe
47. Führungsstift im Tastarm
48. Tastarm am Pendelarm
49. Fahrrad
50. Getriebe / erfindungsgemäß
51. Fahrradspeichen
52. Pleuel
53. Pendelarmachse
54. Tretlager



1. Fahrradgetriebe mit einer Nockenscheibe (36), welche die Rotation einer Eingangswelle (1) in oszillierende Hübe von Pendelarmen (2) wandelt auf denen sich verstellbare Gleitteile (3) befinden, wodurch variierbare Hublängen zu den Freiläufen (4) erzeugt werden, welche analog der jeweiligen Hublängen eine entsprechende Umdrehungszahl der Ausgangswelle (5) erzeugen, dadurch gekennzeichnet, dass der Freilaufkern (6) mit seiner Rotationsachse koaxial auf der Hinterradachse (7) gelagert ist und formschlüssig mit der Hinterradnabe (8) verbunden ist.
2. Fahrradgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hinterradnabe (8) aus einem Elektromotor (9) besteht, an den die Radfelge (10) koaxial angebunden ist.
3. Fahrradgetriebe nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die relativ große vordere Kettenscheibe (11) zur relativ kleinen hinteren Kettenscheibe (12) ein vorgeschaltetes Übersetzungsgetriebe (39) zum erfindungsgemäßen Getriebe (50) bildet.
4. Fahrradgetriebe nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleitteil (3) und der Pendelarm (2) an der mit der Arbeitslast beaufschlagten Flächen (13 und 14) eine ausreichend technische Rauheit (15) aufweist, welche lastdynamisch das formschlüssige Fixieren des Gleitteils (3) zum Pendelarm (2) während des Arbeitstaktes gewährleistet.
5. Fahrradgetriebe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleitteil (3) und der Pendelarm (2) an den mit der Arbeitslast beaufschlagten Flanken (13 und 14) eine technisch kleinmögliche Verzahnung (16 und 17) aufweist.
6. Fahrradgetriebe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzahnung des Gleitteils (17) und des Pendelarmes (16) eine Zahnhöhe (18) von einem Millimeter nicht überschreiten.
7. Fahrradgetriebe nach den Ansprüchen 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass die verzahnte Fläche des Gleitteiles (17) einer gegenverzahnten Fläche am Pendelarm (16) gegenüberliegt.



8. Fahrradgetriebe nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftvektorenrichtung (19) der Rückstellfeder (40) und des Seilzuges (29) zum Gleitteil (3) den Formschluss zwischen der Zahnung des Gleitteiles (17) und des Pendelarmes (16) im Rückstellhub auflösend auseinander schiebt.
9. Fahrradgetriebe nach Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die flexiblen Seilzughüllen (20) zwischen Gleitteil (3) und Seilzugsauslass (21) elastisch ausgeführt sind und sich diese während der Arbeitstakt-Blockiertheit eines Gleitteiles (3) vorübergehend federelastisch stauchen lassen um mit dem Lösen der Arbeitstakt-Blockiertheit den eingefederten Weg (22) wieder auszufedern.
10. Fahrradgetriebe nach den Ansprüchen 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Flanken der hinteren Kettenscheibe (23) für die Rollen der Fahrradkette (24) in Lastrichtung eines Rücktrittes im Anstellwinkel abgeflacht sind um beim Rücktritt ein Überspringen der Kette (41) über die Zahnsitzen (25) der Kettenscheibe (12) zu erwirken.
11. Fahrradgetriebe nach den Ansprüchen 1 bis 10 dadurch gekennzeichnet, dass das Verstellen der Getriebeübersetzung mittels elektrischem Stellmotor (26) erfolgt, welcher vom Computer (27) angesteuert wird, der über Sensoren (28) Werte wie z. B. die Ist-Tretfrequenz oder die Ist-Last am Tretpedal ermittelt und automatisiert auf zuvor eingestellte Sollwerte dynamisch nachregelt.
12. Fahrradgetriebe nach den Ansprüchen 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Seilzüge beider Gleitteile (29) an einer gemeinsamen Seilsammelklemme (30) außerhalb des Getriebeinneren gesammelt werden, die mit einem an sich bekannten werkzeugfrei zu trennenden Schnellverschluss (30) mit dem Bowdenzug (31) zum Übersetzungs-Wahlschalter (42) oder elektrischen Stellmotor (26) verbunden ist.
13. Fahrradgetriebe nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass einerseits das Widerlager für die beiden Seile der Gleitteile (32) und andererseits das Widerlager des einzelnen Bowdenzuges (33) mit der zwischengeschalteten werkzeugfrei trennbaren Seilsammelklemme (30) am Getriebegehäuse (34) außerhalb des Getriebeinneren angebaut sind



14. Fahrradgetriebe nach den Ansprüchen 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Pendelarm (2) im Rückstelltakt durch eine in der Nockenscheibe (36) axial eingelassene Führungsnut (46) zwangsrückgestellt wird, indem am Ende des Tastarmes (48) des Pendelarmes (2) ein Stift (47) eingelassen ist, welcher in dieser Führungsnut (46) geführt wird.
15. Verfahren zur alternativen Anwendung des Fahrradgetriebes für Elektrofahrräder mit Mittelmotor (35), dadurch gekennzeichnet, dass die Nockenscheibe (36) koaxial direkt auf der Welle (37) des Mittelmotors (35) formschlüssig angebaut ist.
16. Verfahren zur alternativen Anwendung des Fahrradgetriebes für Elektrofahrräder mit Mittelmotor (35) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der zwischen das Antriebsglied der Treterwelle (43) und der Getriebe-Antriebswelle (1) eingebaute Mittelmotor (35) mit zumindest dem Getriebe baulich eine gekapselte Einheit (38) bildet.
17. Verfahren zur alternativen Anwendung des Fahrradgetriebes für Elektrofahrräder mit Mittelmotor (35) nach den Ansprüchen 15 und 16, dadurch gekennzeichnet, dass dem Mittelmotor (35) ein Übersetzungsgetriebe (39) zur Steigerung der Eingangs-Drehzahl vorgeschaltet ist.
18. Verfahren zur alternativen Anwendung des Fahrradgetriebes für Elektrofahrräder mit Mittelmotor (35) nach den Ansprüchen 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Verstellen der Getriebeübersetzung mittels elektrischem Stellmotor (26) erfolgt, welcher vom Computer (27) angesteuert wird, der über Sensoren (28) Werte wie z. B. die Ist-Tretfrequenz oder die Ist-Last am Tretpedal ermittelt und automatisiert auf zuvor eingestellte Sollwerte nachregelt.

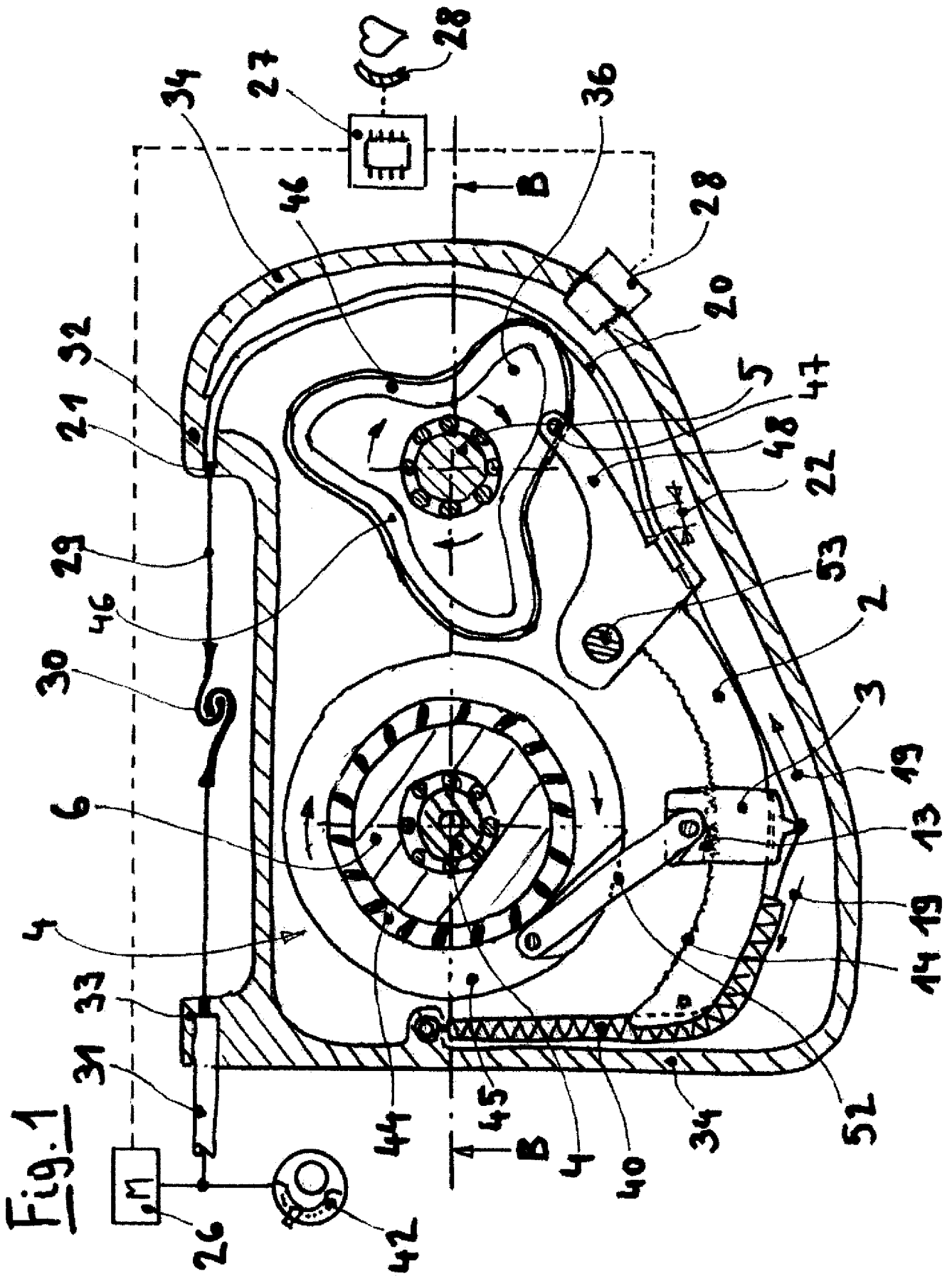


Fig. 2

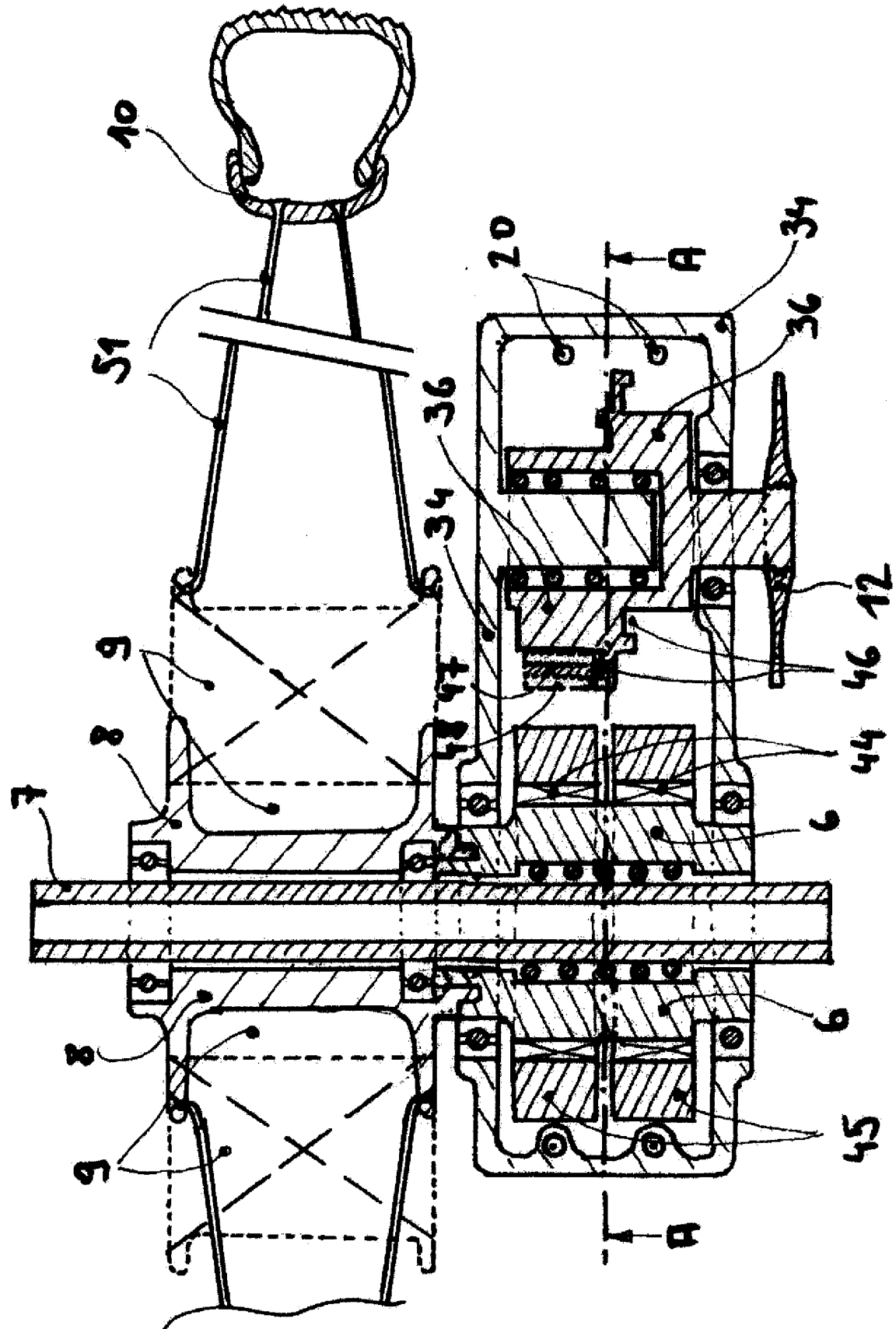


Fig. 3

00718

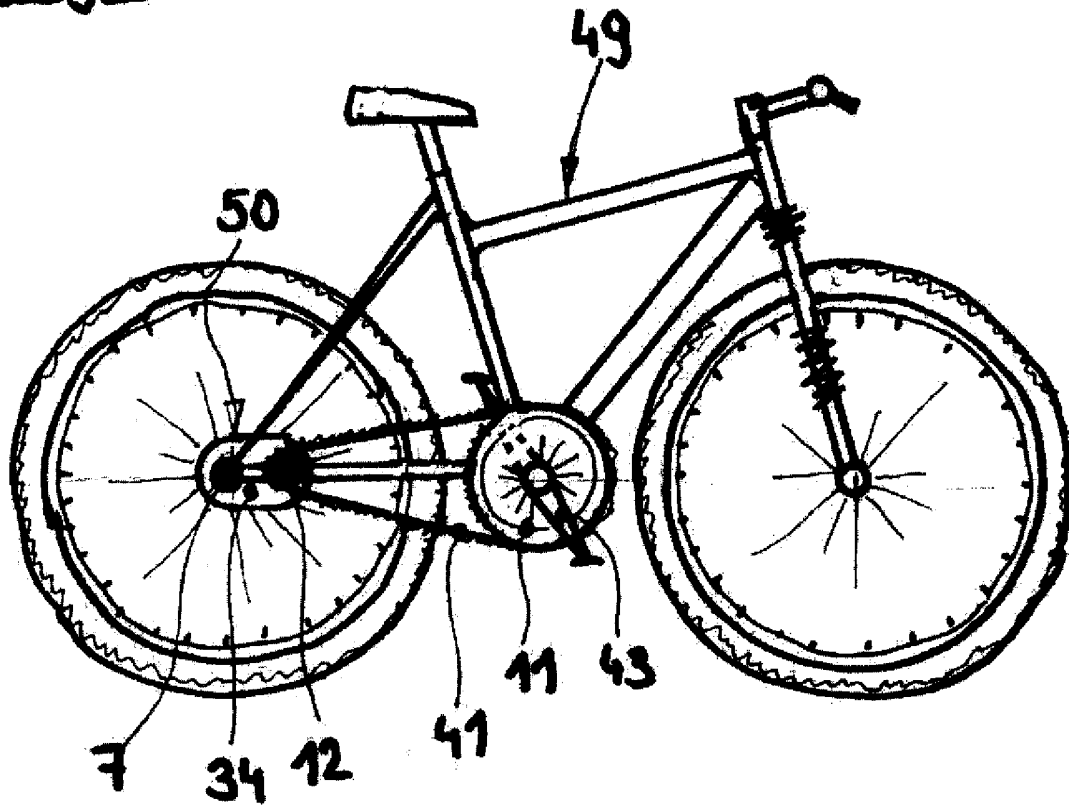
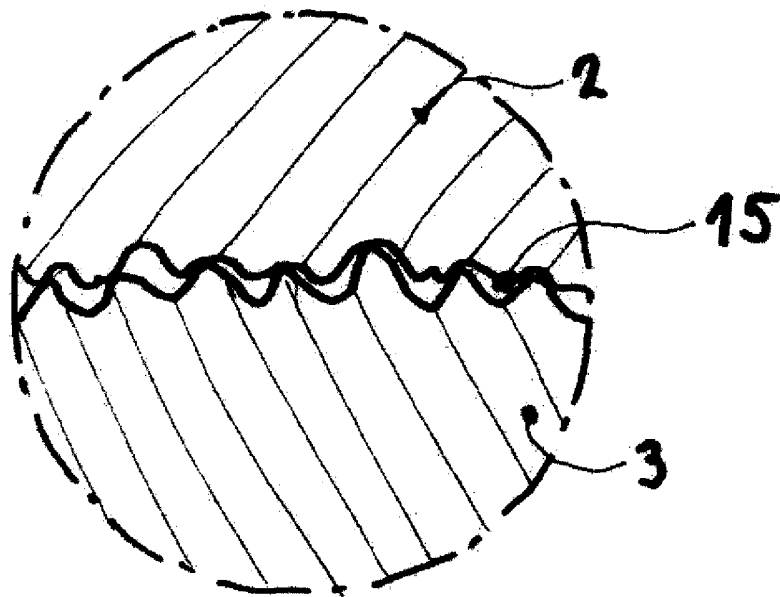


Fig. 4



00718

Fig. 5

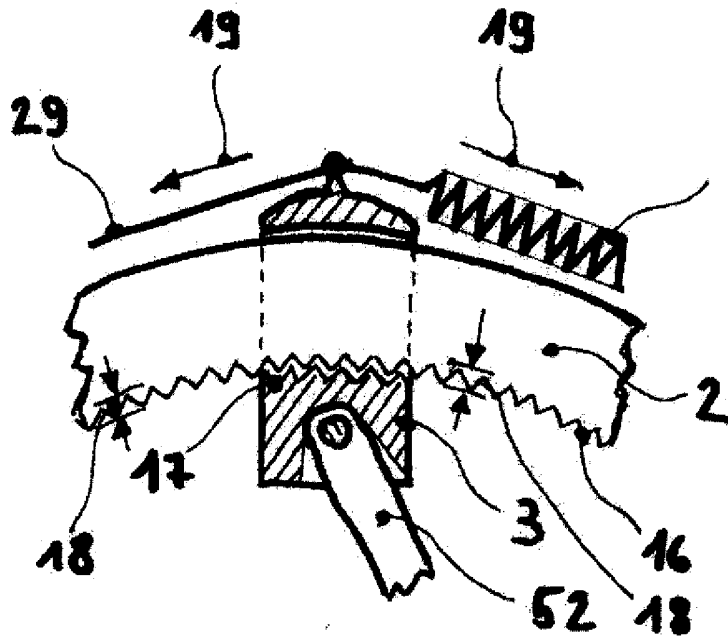


Fig. 6

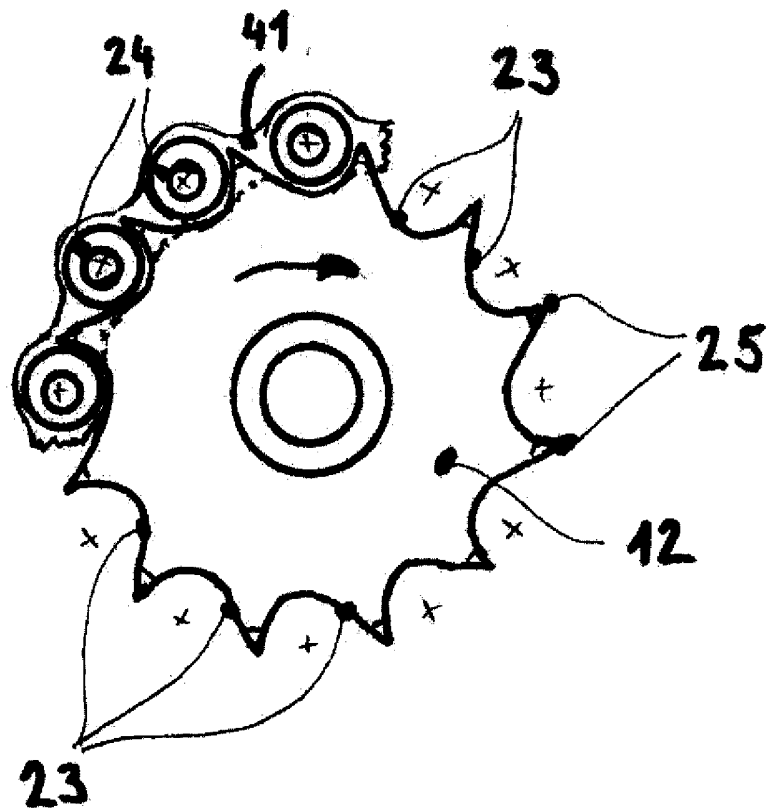


Fig. 7

009710

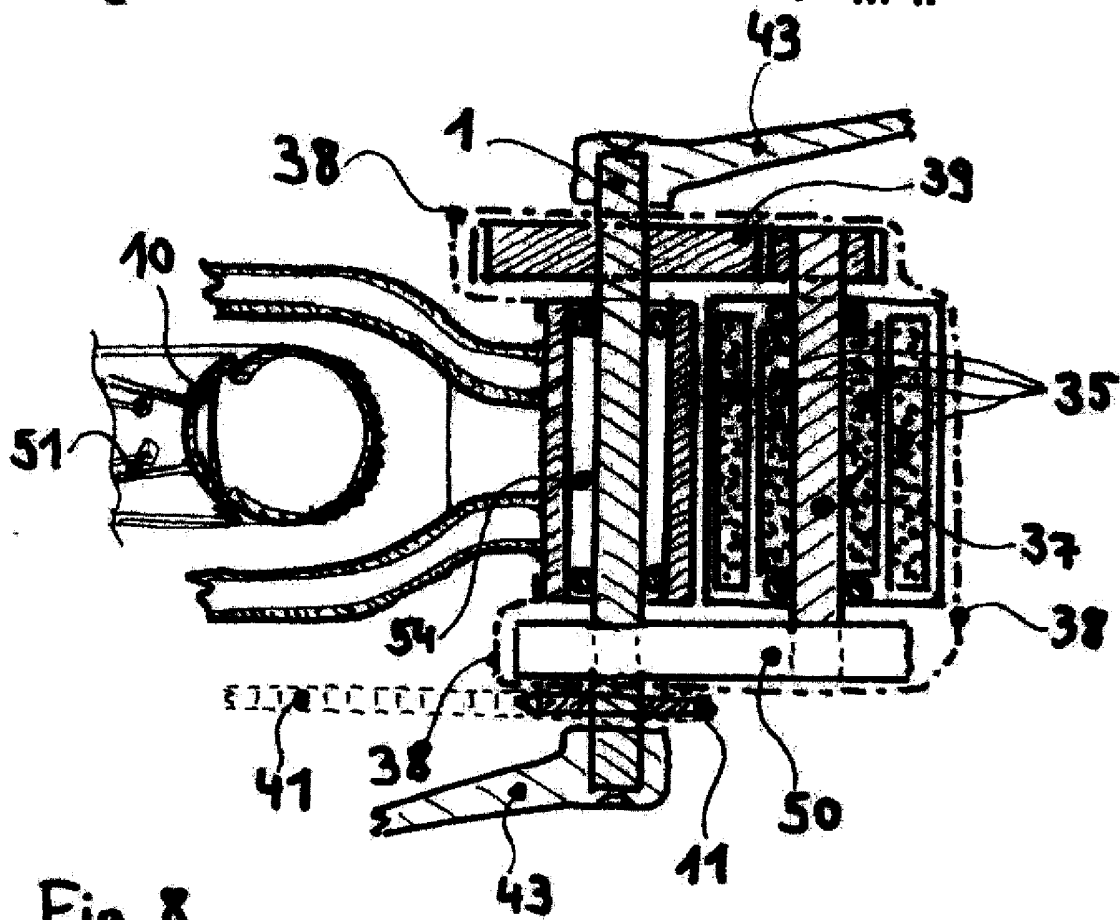


Fig. 8

