

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 692/2009**

(51) Int. Cl.⁸: **B62M 1/02 (2006.01)**

(22) Anmeldetag: **07.05.2009**

(43) Veröffentlicht am: **15.08.2010**

(73)Patentinhaber:

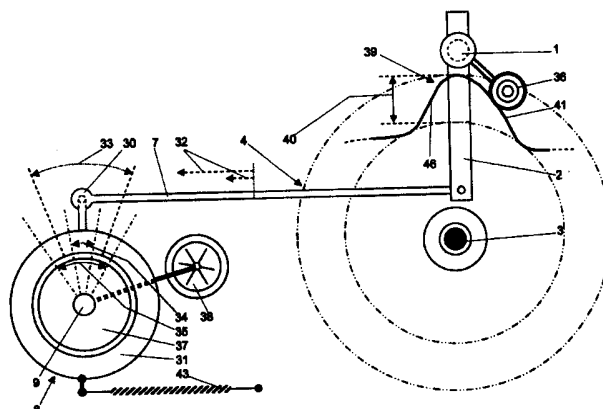
NAGEL EDMUND F.
A-6850 DORNBIERN (AT)

(72)Erfinder:

NAGEL EDMUND F.
DORNBIERN (AT)

(54) **STUFENLOSGETRIEBE MIT VERSTELLUNG DURCH SEILZÜGE UND MONTAGEADAP-
TION ZUM TRETLAGERROHR**

(57) Stufenlosgetriebe für Fahrräder, welches mindestens zwei um eine Achse (1) schwenkbar gelagerte Pendelarme (2) aufweist, die durch die Drehung der Eingangswelle (3) und der damit formschlüssig verbundene Kurvenscheibe (4) in eine gleichförmige, wechselweise und sich gegenseitig in den Arbeitszyklen überlappende Hubbewegung (5) versetzt werden, welche mittels zweier Pendelarme (2), welche durch die Pendelarmachse (1) entlang des Pendelarm-Verstellweges (6) verschiebbar sind und sich unter Arbeitslast zur Pendelarmachse (1) vorübergehend verkanten, in die dermaßen längenvariable Hin- und Herbewegungen (17) der beiden Übertragungselemente (7) wandelt und diese wechselweise Bewegung (17) an die beiden drehrichtungsabhängigen Kupplungen (8) übertragen wird, wo sie wiederum in eine kontinuierliche und gleichförmige Drehung einer Ausgangswelle (9) wandelt, wobei das Verstellen der verschiebbaren Pendelarme (2) in eine der Verstellrichtungen (6) mittel je eines flexiblen Seilzuges (10) erfolgt, welcher am unteren Ende des Pendelarmes (2) befestigt ist und von dort parallel zur Längsachse des Pendelarmes (11) weiter über eine radiale Bohrung in der Pendelachse (12) bis in das Drehmittel der Pendelachse (13) führt um ab diesem Punkt (13) unmittelbar oder aber nach einer weiteren axialen Bohrung entlang des Drehmittels (14) aus einer sich trichterförmig erweiternden Öffnung (16) mit Ausrichtung auf die nächstgelegene Seilführung am Fahrzeugrahmen (15) aus der Pendelarmachse (1) auszutreten.

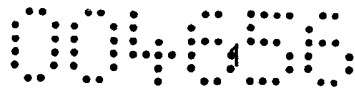


004856

Zusammenfassung:

Stufenlosgetriebe für Fahrräder, welches mindestens zwei um eine Achse (1) schwenkbar gelagerte Pendelarme (2) aufweist, die durch die Drehung der Eingangswelle (3) und der damit formschlüssig verbundene Kurvenscheibe (4) in eine gleichförmige, wechselweise und sich gegenseitig in den Arbeitszyklen überlappende Hubbewegung (5) versetzt werden, welche mittels zweier Pendelarme (2), welche durch die Pendelarmachse (1) entlang des Pendelarm-Verstellweges (6) verschiebbar sind und sich unter Arbeitslast zur Pendelarmachse (1) vorübergehend verkanten, in die dermaßen längenvariable Hin- und Herbewegungen (17) der beiden Übertragungselemente (7) wandelt und diese wechselweise Bewegung (17) an die beiden drehrichtungsabhängigen Kupplungen (8) übertragen wird, wo sie wiederum in eine kontinuierliche und gleichförmige Drehung einer Ausgangswelle (9) wandelt, wobei das Verstellen der verschiebbaren Pendelarme (2) in eine der Verstellrichtungen (6) mittel je eines flexiblen Seilzuges (10) erfolgt, welcher am unteren Ende des Pendelarmes (2) befestigt ist und von dort parallel zur Längsachse des Pendelarmes (11) weiter über eine radiale Bohrung in der Pendelachse (12) bis in das Drehmittel der Pendelachse (13) führt um ab diesem Punkt (13) unmittelbar oder aber nach einer weiteren axialen Bohrung entlang des Drehmittels (14) aus einer sich trichterförmig erweiternden Öffnung (16) mit Ausrichtung auf die nächstgelegene Seilführung am Fahrzeugrahmen (15) aus der Pendelarmachse (1) auszutreten.

Fig. 4



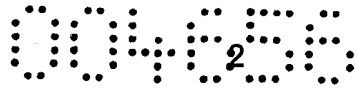
Stufenlosgetriebe mit Verstellung durch Seilzüge und Montageadaption zum Tretlagerrohr

Stufenlosgetriebe für Fahrräder, welches mindestens zwei um eine Achse schwenkbar gelagerte Pendelarme aufweist, die durch die Drehung der Eingangswelle und der damit form-schlüssig 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 Übertragungselemente wandeln und diese wechselweise Bewegung an die beiden, räumlich entfernten drehrichtungsabhängigen Kupplungen übertragen wird, wo sie wiederum in eine kontinuierliche und gleichförmige Drehung einer Ausgangswelle wandelt.

Derartige sogenannte Schrittschaltgetriebe sind bekannt und werden in der Patentliteratur in den verschiedensten Ausführungen gezeigt, mitunter auch in der Anwendung bei Fahrrädern:

Aus der Patentschrift **US 4,112,778** ist ein Getriebe bekannt, welches eine stufenlos veränderbare Übersetzung zwischen einer Eingangswelle und einer Ausgangswelle vollführt. Das Problem der ruckartigen Rotation an der Ausgangswelle wird in dieser Erfindung dadurch gemindert, dass eine Vielzahl von Pendelhebeln sich in ihren sinusförmigen Kraftübertragungsphasen an die Ausgangswelle überlappen. Es wird also jeweils nur ein Teil der Sinuskurve einer Kraftübertragung an die Ausgangswelle weiter geleitet um dann sofort die Kraft des nächsten Pendelarmes in selber Weise an die Ausgangswelle zu übertragen. Dadurch ist zwar die ruckartige Drehung der Ausgangswelle nicht mehr so stark ausgeprägt und schwere Fahrzeuge können von einem solchen Getriebe angetrieben werden. Für den Antrieb eines leichten Fahrzeuges, wie beispielsweise eines Fahrrades mit seiner entsprechend geringen Eigenmasse, ist es aber ebenfalls ungeeignet.

Die **PCT/EP93/01771** Patentschrift zeigt ein Schrittschaltgetriebe, in welchem ein Ring um die Eingangswelle mittels eines Stell-Hydraulikzylinders in eine mehr oder weniger ausgeprägte exzentrische Position geschoben wird. Je stärker der Ring in eine exzentrische Position verschoben wird, je stärker die um den Ring radial angeordneten Pendelarme drehwinkelversetzt nacheinander auslenken. Diese Teildrehungen werden über Überholgetriebe auf die einzelne Ausgangswelle übertragen. Auch bei dieser Konstruktion tritt die Schwierigkeit auf, dass die Rotation der Ausgangswelle nicht gleichförmig ist, sondern ruckartig erfolgt.

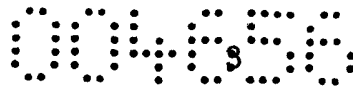


Daher ist dieses Getriebe für den Antrieb eines leichten Fahrzeuges, wie beispielsweise eines Fahrrades mit seiner entsprechend geringen Eigenmasse, ebenfalls ungeeignet.

In der Erfindung **US 2,080,665** wird dem Problem der ruckartigen Rotation der Ausgangswelle mit einem gleichförmigen Anstieg der vielfachen Nockenflanken zu Leibe gerückt. Es soll die ruckartige Rotation der Ausgangswelle weitestgehend vermieden werden. Dies kann aber nur zum Teil gelingen, da mit dem Verstellen des gezeigten Achspunktes des Pendelarmes sich die Anstellwinkel der Abtasthebel zu diesen Nocken verändern. Dadurch verändert sich die Geometrie von Nockenflanke zum Abtasthebel und die ursprüngliche Gleichförmigkeit einer Rotation geht mit dem Verändern des Übersetzungsverhältnisses wieder in eine ruckartige Drehung der Ausgangswelle über. Für den Antrieb eines leichten Fahrzeuges, wie beispielsweise eines Fahrrades mit seiner entsprechend geringen Eigenmasse, ist auch dieses Schrittschaltgetriebe ungeeignet.

Die Patentschrift **US 4,182,202** zeigt nebst der in allen bisher benannten Schriften vorliegenden Problematik der ruckartigen Rotation der Ausgangswelle ein Verstellen der Aufhänge-lager der Schubstangen an den Pendelarmes mittels Seilzügen. In der gezeigten Darstellung wirkt die Arbeitslast über die Schräge der Pendelarme entsprechend auf die Seilzüge. Wenn nunmehr ein solches Schrittschaltgetriebe beispielsweise eine Arbeitslast von 6000 N zu bewegen hat (= reale Arbeitslast / Fahrrad), würden dermaßen auf die Seilzüge bis zu 3000 N wirken. Diese enorme Verstelllast ist nur in Stationärrmaschinen zu beherrschen, an Leichtfahrzeugen wie beispielsweise einem Fahrrad ist die dermaßen am Stellglied zu bewältigende Verstelllast um ein Vielfaches zu hoch. Auch die in einer Variante weiters vorgeschlagene Verstellung des Aufhängepunkt der Schubstangen mittels Zahnstangen und Rollengleit-teilen ist für ein Leichtfahrzeug nicht praktikabel. Bei solchen Fahrzeugen, wie beispielsweise Mountainbikes, spielen das Gewicht und der mechanische Aufwand eine sehr wesentliche Rolle. Gewicht und technischer Aufwand sind auf ein absolutes Mindestmaß zu reduzieren. Für den Antrieb eines leichten Fahrzeuges, wie beispielsweise eines Fahrrades, mit 1.) dessen geringen Eigengewicht, 2.) den erforderlich filigranen Seil- oder Bowdenzügen, 3.) dem erforderlich geringen Gewicht des Getriebes und 4.) dem erforderlich geringen technischen Aufwand, ist der Einsatz dieses Getriebes ausgeschlossen.

Das in der Offenlegungsschrift **DE 34 11 130 A1** gezeigte Schrittschaltgetriebe beseitigt das Problem der ruckartigen Rotation der Ausgangswelle. Es wird die Kurvenbahn einer Kurvenscheibe, auf welcher die Pendelarme laufen so angelegt, dass ein linearer Drehwinkelverlauf gegeben ist. Dadurch wird also die gleichförmige Rotation einer Eingangswelle auch in eine gleichförmige Rotation an der Ausgangswelle gewandelt. In der gezeigten Erfindung fehlt

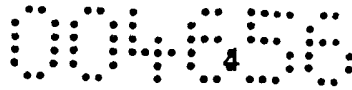


allerdings eine praktikable Lösung um das Getriebe auf ein Leichtfahrzeug zu übertragen. Außerdem ist es nicht möglich den immensen Aufwand an Bestandteilen sinnvoll auf einem Leichtfahrzeug unterzubringen. Die Konstruktion ist ob ihrer relativ komplizierten Bauweise und großen Anzahl der Bestandteile, sowie wegen des Fehlen eines praktikabel umsetzbaren Schaltmechanismus für beispielsweise den Anbau am Fahrrad ungeeignet.

Das in der Offenlegungsschrift **DE 29 38 013** gezeigte Schrittschaltgetriebe für speziell Fahrräder weist ebenfalls das Kernproblem dieser 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 eine Exzenter Scheibe in eine mehr oder weniger ausgeprägte exzentrische Position geschoben. Je stärker die Exzenter Scheibe verschoben wird, je stärker die radial darum angeordneten Pendelarme drehwinkelversetzt nacheinander auslenken. Diese Teildrehungen werden über ein Ratschengetriebe auf die einzelne Ausgangswelle übertragen. Auch 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 geringen Eigenmasse, an sich auch ungeeignet.

Auch die deutsche Patentschrift **DE 696 02 840 T2** zeigt ein ähnliches Getriebe für speziell Fahrräder und weist ebenfalls 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 Exzentering in eine mehr oder weniger ausgeprägte exzentrische Position geschoben. Je stärker die Exzentering 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. Auch bei dieser Konstruktion tritt die Schwierigkeit auf, dass die Rotation der Ausgangswelle nicht gleichförmig ist, sondern ruckartig erfolgt. Daher ist dieses Getriebes für den Antrieb eines leichten Fahrzeuges, wie eines Fahrrades mit seiner entsprechend geringen Eigenmasse, an sich ebenfalls ungeeignet.

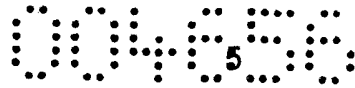
Auch aus der Patentschrift **US 5,603.240** ist ein Schrittschaltgetriebe bekannt, welches eine Kurvenscheibe aufweist, die eine ruckartige Rotation der Ausgangswelle durch die entsprechende Profilierung der Kurvenbahnen verhindert. Mittels der drei, sich in deren Wirkung des Arbeitszyklus überlappenden Pendelarme wird eine gleichförmige und ununterbrochene Rotation der Antriebswelle erzielt. In der gezeigten Darstellung fehlt allerdings eine praktikable Lösung um das Getriebe auf ein Leichtfahrzeug zu übertragen. Zudem sind mehrere Zahn-



schlüsse in diesem Getriebe vorhanden, welche bekanntermaßen den Wirkungsgrad soweit mindern, dass ein Einsatz am Fahrrad ausgeschlossen werden muss. Auch hier ist es nicht möglich den immensen Aufwand an Bestandteilen sinnvoll auf einem Leichtfahrzeug unterzubringen. Die Konstruktion ist ob ihrer relativ komplizierten Bauweise und großen Anzahl der Bestandteile sowie wegen des Fehlens praktikabel umsetzbarer Schaltmechanismen und des verminderten mechanischen Wirkungsgrades für beispielsweise die Adaption am Fahrrad ungeeignet.

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 Umschaltmechanik 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 herausspringen. 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 durch die Erfindungen nicht wirklich erfüllt.

Auch 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. Gleichermäßen 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 Weges der beiden Zügelemente auf die Solldrehzahl des Laufrads 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.



Aufgabe der Erfindung ist es ein stufenloses Getriebe der eingangs erwähnten Art für die Nutzung speziell an Fahrräder zu schaffen. Das Getriebe muss über einfache Seilzüge - ohne das Erfordernis der störenden Seilzughüllen an den bewegten Pendelarmachsen - verstellbar sein. Weiters sollen alle Teile des Getriebes so beschaffen sein, dass sie keinen Umbau des Rahmens von konventionellen Fahrrädern erfordert. Zum anderen muss das Getriebe aber auch sehr leicht und platzsparend sein. Das Umschalten der Übersetzung muss mit nur dünnen, elastischen Seilzügen vonstatten gehen und im Gegensatz zur herkömmlichen Kettengangschaftung der Fahrräder soll auch unter Last jederzeit jedes beliebige Umschalten der Übersetzung möglich sein.

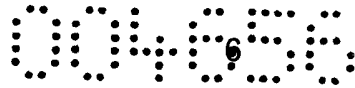
Aufgabe des Verfahrens ist eine Methode aufzuzeigen, mit welcher die Lastübertragenden Bauteile stark gewichtsreduzierbar sind, diese Bauteile miniaturisierbar sind und keine weiteren Getriebeglieder zur Erreichung der Solldrehzahl des Laufrades erforderlich sind.

Die Lösung dieser Aufgaben erfolgte dadurch, dass das Verstellen der verschiebbaren Pendelarme in eine der Verstellrichtungen mittel nur je eines flexiblen Seilzuges erfolgt. Dieser hüllenlose Seilzug ist am unteren Ende des Pendelarmes befestigt.

Die Bezeichnung „unteres Ende“ ergibt sich aus der hierorts gewählten baulichen Anordnung des Pendelarmes, könnte aber selbstverständlich auch verkehrt herum angeordnet sein. Dann würde dieser Begriff eben „oberes Ende“ heißen, womit der Erfindungsgegenstand aber nicht verlassen wird.

Von Befestigungspunkt an besagtem unterem Ende führt der Seilzug parallel zur Längsachse des Pendelarmes weiter über eine axiale Bohrung in der Pendelarmachse bis in das Drehmittel der Pendelarmachse hinein. Ab diesem Punkt führt er unmittelbar - oder aber nach einer weiteren Bohrung entlang des Drehmittels - mit Ausrichtung auf die nächstgelegene Seilführung am Fahrzeugrahmen aus einer sich trichterförmig erweiternden Öffnung aus der Pendelarmachse hinaus. Dieser Trichter ist so geformt, dass er sein Profil, an welchen sich der Seilzug anschmiegt, in keinem der sich veränderten Drehwinkelstellungen gegenüber des Seilzuges verändert.

Somit verändert sich die Länge des Zugseiles beim Durchgang durch die Pendelarmachse durch die Hin- und Herdrehung der Pendelarmachse nicht einen Moment. Jene besagte Seilführung am Fahrradrahmen liegt im Regelfall schräg oberhalb dieses Austrittspunktes aus der Pendelarmachse.



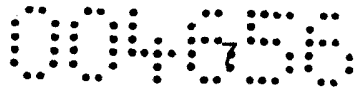
Die Rückstellung des jeweiligen Pendelarmes erfolgt mittels je eines flexiblen Seilzuges und einer Rückstellfeder. Der Seilzug ist am oberen Ende des Pendelarmes befestigt. Es gilt wiederum, dass die Bezeichnung „oberes Ende“ sich aus der hierorts gewählten baulichen Anordnung des Pendelarmes ergibt, könnte aber selbstverständlich auch verkehrt herum angeordnet sein. Dann würde dieser Begriff eben „unters Ende“ heißen, womit der Erfindungsgegenstand aber nicht verlassen wird. Von diesem Befestigungspunkt führt der Seilzug parallel zur Längsachse des Pendelarmes weiter über eine sich an der Pendelarmachse abstützende Umlenk-Führungsnute zur Rückstellfeder und über diese zum Übertragungselement.

Der Punkt an welchem der flexible Seilzug in die Richtung zur Längsachse des Übertragungselementes umgelenkt wird liegt jedenfalls in der Nähe des Drehmittels der Pendelarmachse um zu vermeiden, dass durch die Drehbewegungen der Pendelarmachse die Spannung der Rückstellfeder unnötig verändert wird. Ab dieser Umlenkung führt der Seilzug an das eine Ende einer Rückstellfeder. Das andere Ende der Rückstellfeder führt zum Aufhängepunkt am Übertragungselement. Das Übertragungselement muss aus nicht druckelastischem Material bestehen, da durch die Rückstellfeder ein stauchender Rückstelldruck gegen das Übertragungselement ausgeübt wird.

Alle erforderlichen Umlenkungen der flexiblen Seilzüge im oder am Pendelarm erfolgen mittels weich gekrümmter Führungsnuten bzw. weich gekrümmter trichterförmig sich erweiternden Öffnung. Diese Umlenkungen weisen besagte weiche Radien auf um ein leichtes, das flexible Zugseil nicht beschädigende Bewegen des Zugseils zu ermöglichen.

Auf das Verstellhubglied des Elektromotors wirkt eine zweite, der ersten entgegen gerichtete Federkraft als Federzug. Wenn nun die beiden Federn erfindungsgemäß in etwa die gleiche Federkraft erbringen, muss der Verstellmotor beim Verstellen nur noch gegen die Reibungsverluste der Seilzüge arbeiten. Der Energiebedarf des Verstellmotors nimmt dermaßen so weit ab, dass eine handelsübliche Batterie mit einer Gesamt-Ladefähigkeit von ca. 20 W/h für ein Jahr eines durchschnittlichen Fahrbetriebes des Fahrrades ausreicht.

Die quer zum Fahrzeug ausgerichteten Drehlager für die beiden Pendelarmachsen sind formschlüssig mit dem oberen Ende einer senkrechten Trägerplatte verbunden, verschweißt. Das untere Ende dieser ausreichend formstabilen Trägerplatte ist mit der rohrförmigen Tretlagerhülse formschlüssig verbunden, verschweißt. An dieser Stelle weist die Trägerplatte ein Loch auf, welches sich mit der lichten Öffnung der Tretlagerhülse deckt.



Die rohrförmige Tretlagerhülse weist im Durchmesser ein solches Maß auf, dass sie gerade innen durch das Fahrradrahmen-Tretlagerrohr passt. In ihrer Länge ragt die Tretlagerhülse an ihren freien Ende über das Fahrradrahmen-Tretlagerrohr hinaus um eine Gewinde aufzunehmen, mit welchem sie zum Tretlagerrohr am Rahmen kraftschlüssig mittels Mutter verschraubbar ist.

In der Näher des jeweiligen äußeren Endes der besagten rohrförmigen Tretlagerhülse ist zentriert je ein Lager angebracht, durch welche die Treterachse drehgelagert geführt wird. Grundsätzlich könnten nebst diesen beiden äußern Lagern für die Tretachse auch noch weitere Lager in der Tretlagerhülse vorhanden sein.

Die gelenksfreien, weitestgehend starren und kettenlosen Übertragungselemente sind mit einem ihrer Enden beweglich in einer Einpunktaufhängung über einen Achsstummel kraftschlüssig zum jeweiligen Freilauftring verbunden.

Der Einpunktaufhängung verursachte eine vom Ausschlagwinkel abhängige Ungleichförmigkeit des Umsetzens vom Arbeitshub des Übertragungselement in eine Rotation der Freilauf- ringe. Daher werden die Arbeitskurven der Kurvenscheibe in einem ungefähren Mittelwert zwischen kleinstmöglichen und größtmöglichen Arbeitshub angelegt. Die somit minimierte Ungleichförmigkeit des Umsetzens vom Arbeitshub des Übertragungselementes in eine Rotation der Freilauf- ringe wird vom Fahrer nicht mehr wahrgenommen.

In einem Verfahren zum Betreiben des Stufenlosgetriebes wird beschrieben wie alle Bauelemente ab den Tastarmrollen bis hin zum Freilaufkern in ihrer relativer Baugröße und ihrem Gewicht reduziert werden können und auf früher vorgeschlagene weitere Getriebeglieder zur Drehzahlerhöhung des Laufrades verzichtet werden kann. Dies gelingt indem eine maximale Anzahl der Tastarmhübe durch eine möglichste Vielzahl von Kurvenscheibennocken bei größtmöglichen Nockenhöhen und dem weitest machbaren Winkel der Pendelarmausschläge angestrebt / verwirklicht wird.

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

Fig. 1: Einen schematisierte Schnitt A-A durch einen Pendelarm sowie die Pendelarmachse mit deren Bohrungen für die Durchführung des Verstellzuges. Außerdem wird der Rückstell-Seilzug und eine Ansicht eines Fahrradrahmenrohres gezeigt

Fig. 2: Eine schematisierte Seitenansicht „B“ eines einzelnen Pendelarmes mit der Darstellung der Rückholfeder und des Rückhol-Seilzuges, sowie des Übertragungselementes

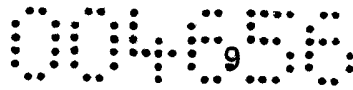
Fig. 3: Den Schnitt A-A durch das Tretlager des Fahrrades mit der darin eingeschraubten Tretlagerhülse und dem daran befindlichen Träger für die Pendelarmachsen-Drehlager, sowie eine eigene Zusatzskizze zur Darstellung der Schnittlinie A-A

Fig. 4: Eine schematische Ansicht der Kurvenscheibe mit ihrer profilierten Arbeitstakt-Lauffläche und der darauf laufenden Tastarmrolle und eines einzelnen Pendelarm, sowie ein über das Übertragungselement verbundenes Freilaufgetriebe, welches die variablen Ausschlagwinkel und das Mittelmaß aus diesen Winkeln darstellt.

In **Fig. 1** wird im schematisierten Schnitt durch einen Pendelarm 2 sowie die Pendelarmachse 1 mit deren Bohrungen 13 / 14 für die Durchführung eines Verstellzuges 10 und den Rückstell-Seilzug 18, sowie eine Ansicht eines Fahrradrahmenrohres 42 gezeigt. Dabei liegt der erfindungsgegenständliche Kern einer Lösung in der Durchführung eines hüllenlosen einfachen Seilzuges 10 durch die Pendelarmachse 1. Dadurch, dass ab dem Drehmittel 13 der Pendelarmachse sich die Bohrung trichterartig 14 eröffnet, wird das Seil 10 durch die Hin- und Herbewegung der Pendelarmachse 1 nicht verkürzt oder verlängert – es verstellt sich also nicht ungewollt die Übersetzung durch ein ungewolltes Verändern der Seilzuglänge.

Dieser hüllenlose Seilzug 10 ist am unteren Ende des Pendelarmes 2 befestigt. Die Bezeichnung „unteres Ende“ ergibt sich aus der hierorts gewählten baulichen Anordnung des Pendelarmes 2, könnte aber selbstverständlich auch verkehrt herum angeordnet sein. Dann würde dieser Begriff eben „oberes Ende“ heißen. Von Befestigungspunkt an besagtem unterem Ende führt der Seilzug 10 parallel zur Längsachse 11 des Pendelarmes 2 weiter über eine radiale Bohrung 12 in der Pendelachse bis in das Drehmittel 13 der Pendelachse hinein.

Ab diesem Punkt 13 führt er unmittelbar oder aber nach einer weiteren axiale Bohrung 14 entlang des Drehmittels 13 mit Ausrichtung auf die nächstgelegene Seilführung 15 am Fahrzeugrahmen 42 aus einer sich trichterförmig erweiternden Öffnung 14 aus der Pendelarm-



achse 1 austritt. Diese Trichter 14 sind so geformt, dass sie ihr Profil, an welchen sich der Seilzug 10 anschmiegt, in keinem der sich veränderten Drehwinkelstellungen gegenüber dem Seilzug 10 verändert. Somit verändert sich die Länge des Zugseiles 10 beim Durchgang durch die Pendelarmachse 1 durch die Hin- und Herdrehung der Pendelarmachse 1 nicht einem Moment. Jene besagte Seilführung 15 am Fahrradrahmen 42 liegt im Regelfall schräg oberhalb dieses Austrittspunktes 14 aus der Pendelarmachse 1.

Weiters zeigt die Fig. 1 die Verstellung des Seilzug 10 mittel eines Elektromotor 45, wobei dieser Motor 45 eine relativ geringe Verstellarbeit leisten muss, da er von einem Federzug 22 unterstützt wird. Auf das Verstellhubglied 21 des Elektromotors 45 wirkt eine zweite, der ersten entgegen gerichtete Federkraft eines Federzuges 21. Wenn nun die beiden Federn 20 / 21 erfindungsgemäß in etwa die gleiche Federkraft erbringen, muss der Verstellmotor 45 beim Verstellen nur noch gegen die Reibungsverluste der Seilzüge 10 arbeiten. Der Energiebedarf des Verstellmotors 45 nimmt dermaßen soweit ab, dass eine handelsübliche Batterie mit einer Gesamt-Ladepazität von ca. 20 W/h für ein Jahr eines durchschnittlichen Fahrbetriebes des Fahrrades ausreicht. Sinnvollerweise ist der Elektromotor 45 am Sattelrohr 42 montiert.

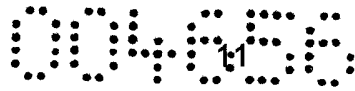
Die Fig. 2 zeigt eine schematisierte Seitenansicht eines einzelnen Pendelarmes 2 mit der Darstellung der Rückholfeder 20 und des Rückhol-Seilzuges 18, sowie des Übertragungselementes 7 und dem darin befindlichen Aufhängepunkt 44 für die Rückholfeder 20. Die Rückstellung des jeweiligen Pendelarmes 7 erfolgt mittels je eines flexiblen Seilzuges 18. Dieser ist am oberen Ende des Pendelarmes 2 befestigt. Es gilt wiederum, dass die Bezeichnung „oberes Ende“ sich aus der hierorts gewählten baulichen Anordnung des Pendelarmes 2 ergibt, könnte aber selbstverständlich auch verkehrt herum angeordnet sein. Dann würde dieser Begriff eben „unters Ende“ heißen.

Von diesem Befestigungspunkt führt der Seilzug 18 parallel zur Längsachse 11 des Pendelarmes 2 weiter über eine sich an der Pendelarmachse 1 abstützende Umlenk-Führungsnute 19 zur Rückstellfeder 20. Der Punkt an welchem der flexible Seilzug 18 in die Richtung zur Längsachse des Übertragungselementes 7 umlenkt wird liegt in der Nähe des Drehmittels 13 der Pendelarmachse 1 um zu vermeiden, dass durch die Drehbewegungen der Pendelarmachse 1 die Spannung der Rückstellfeder 20 unnötig verändert wird. Ab dieser Umlenkung 19 führt der Seilzug 18 an das eine Ende der Rückstellfeder 20. Das andere Ende der Rückstellfeder 20 führt zum Aufhängepunkt 20 am Übertragungselement 7. Das Übertragungselement 7 muss aus nicht druckelastischem Material bestehen, da durch die Rückstellfeder 20 ein stauchender Rückstelldruck gegen das Übertragungselement 7 ausgeübt wird.

Durch diese spezifische Anordnung der Rückholeinrichtung wird erreicht, dass einerseits ein relativ gleichbleibender Rückstellzug auf den Pendelarm 2 ausgeübt wird und andererseits vom selben Rückstellzug auf das Lösen des Verkantens des Pendelarmes 2 erbracht wird. Dieses Verkanten zur Pendelarmachse 1 wird durch die Arbeitslast am Übertragungselement 7 eingeleitet. Nach dem Entfall der Arbeitslast muss aber weiterhin ein Zug auf dem Übertragungselement 7 bleiben, um die Tastrolle 36 an die Lauffläche 41 der Kurvenscheibe 4 zu pressen. Ohne diese Funktion zu stören bewirkt nun die Rückstellfeder 20 die Lösung dieses Verkantens, da die Rückstellfeder 20 eine stärkere Federkraft ausübt als jene Kraft, welche für das Anpressen der Tastrollen 36 an der Kurvenscheibe 4 über die Übertragungselement 4 anliegt. Da sich der Seilzug 18 einerseits an der Pendelarmachse 1 widergelagert und andererseits am Übertragungselement 7 mündet, entsteht eine, der vorbenannten Kraft entgegengerichtete Kraft. Diese löst schlussendlich besagte Verkantung des Pendelarmes 2 zur Pendelarmachse 1.

Die **Fig. 3** zeigt den Schnitt A-A durch das Tretlagerrohr 26 des Fahrrades mit der darin eingeschraubten Tretlagerhülse 25 und dem daran befindlichen Trägerplatte 24 für die Pendelarmachsen-Drehlager 23. Diese mit dem Tretlagerrohr 26 verschraubbare Tretlagerhülse 25 bietet den Vorteil, dass jedes beliebige Rad mit dem erfindungsgemäßen Getriebe ausgerüstet werden kann, ohne dass ein Umbau am Fahrradrahmen erforderlich wäre. Der Durchmesser des besagten Tretlagerrohres 26 ist normiert und bei allen Fahrrädern gleich. Die rohrförmige Tretlagerhülse 25 weist im Durchmesser ein solches Maß auf, dass sie gerade innen durch das Fahrradrahmen-Tretlagerrohr 26 passt. In ihrer Länge ragt die Tretlagerhülse 25 an ihren freien Ende über das Fahrradrahmen-Tretlagerrohr 26 hinaus um eine Gewinde aufzunehmen, mit welchem sie zum Tretlagerrohr 26 am Rahmen kraftschlüssig mittel Mutter 27 verschraubbar ist.

An der Tretlagerhülse 25 wird erfindungsgemäß eine Trägerplatte 24 angebracht und an deren oberen Ende die beiden Drehlager 23 für die Pendelarmachsen 1 befestigt. Die quer zum Fahrzeug ausgerichteten Drehlager 23 für die beiden Pendelarmachsen 1 sind formschlüssig mit dem oberen Ende einer senkrechten Trägerplatte 24 verbunden, verschweißt. Das untere Ende dieser ausreichend formstabilen Trägerplatte 24 ist mit der rohrförmigen Tretlagerhülse 25 formschlüssig verbunden, verschweißt. An dieser Stelle weist die Trägerplatte 24 ein Loch auf, welches sich mit der lichten Öffnung der Tretlagerhülse 25 deckt. Innerhalb der lichten Weite der Tretlagerhülse 25 werden die Lager 28 für die Treterachse 29 und in die besagte Treterachse 29 selbst eingelassen.



In sehr einfacher Weise gelingt dermaßen der Anbau des erfindungsgemäßen Getriebes an jedem beliebigen Fahrrad, ohne jegliche Umbauten des Fahrradrahmes.

Die in dieser Fig. 3 gezeigte Zusatzskizze dient der Darstellung der Schnittlinie A-A durch das Tretlager 26 und die sonstigen angebauten Teile.

Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht der Kurvenscheibe 4 mit ihrer profilierten Arbeitstakt-Laufläche 41. Die Kuvenprofilierung wird nur als Teilsegment schematisiert für eine einzige Nocke 39 gezeigt. Weiters zeigt dies Ansicht eine auf der Kurvenscheibe 4 laufenden Tastarmrolle 36 und einen einzelnen Pendelarm 2, sowie das damit über das Übertragungselement 7 verbundene Freilaufgetriebe 8, welches die variablen Ausschlagwinkel 34 / 35 und das für die Ausprägung der Kurvenscheiben-Arbeitslaufläche 41 bestimmende Mittelmaß 33 aus diesen Winkeln zeigt.

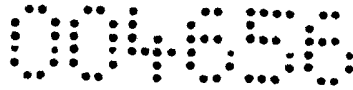
Die gelenksfreien, weitestgehend starre und kettenlose Übertragungselemente 7 sind mit einem ihrer Enden beweglich in einer Einpunktaufhängung über einen Achsstummel 30 kraftschlüssig zum jeweiligen Freilauftring 31, im erforderlichen Maß beweglich, verbunden.

Die durch die Einpunktaufhängung 30 verursachte, vom Ausschlagwinkel abhängige Ungleichförmigkeit des Umsetzens vom Arbeitshub des Übertragungselement 7 in eine Rotation der Freilauftringe 31 wird an den Arbeitskurven 41 der Kurvenscheibe 4 in einem ungefähren Mittelwert 33 zwischen kleinstmöglichen 34 und größtmöglichen Arbeitshub 35 egalisiert. Die somit minimierte Ungleichförmigkeit des Umsetzens vom Arbeitshub des Übertragungselementes 7 in eine Rotation der Freilauftringe 31 wird vom Fahrer dermaßen nicht mehr wahrgenommen.

Der Einfachheit halber wird in der Fig. 4 in der Darstellung der Kurvenscheibe 4 nur eine einzelne Nocke 39 mit ihrer profilierten Arbeitslaufläche 41 und der steilen Rückstellfläche 46 gezeigt. Diese Nocken 39 wiederholen sich in Real umfänglich auf der Kurvenscheibe 4 aneinander gereiht möglichst oft.

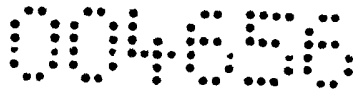
Legende:

- 1 = Pendelarmachse
- 2 = Pendelarm
- 3 = Eingangswelle
- 4 = Kurvenscheibe
- 5 = Hubbewegung des Verstellzuges
- 6 = Hubweg des Pendelarmes
- 7 = Übertragungselemente
- 8 = Drehrichtungsabhängige Kupplung
- 9 = Ausgangswelle
- 10 = Verstellseilzug
- 11 = Längsachse des Pendelarmes
- 12 = Radiale Bohrung für den Seilzug in der Pendelarmachse
- 13 = Drehmittel der Pendelarmachse
- 14 = Axiale Bohrung für den Seilzug durch das Drehmittel der Pendelarmachse
- 15 = Seilführung am Fahrradrahmen
- 16 = Trichterförmig sich aus dem Mitte der Pendelarmachse erweiternde Öffnung
- 17 = Wechselweise Hin- und Herbewegung des Pendelarm
- 18 = Rückstellseilzug für die Pendelarmverstellung
- 19 = Umlenkungs-Führungsnute für den Rückstell-Seilzug an der Pendelarmachse
- 20 = Rückstellfeder für die Pendelarmverstellung
- 21 = Verstellglied des Verstell-Elektromotor
- 22 = Federzug als Gegenkraft zur Rückstellfeder 20
- 23 = Drehlagerbuchsen für die Pendelarmachsen
- 24 = Trägerplatte für die Drehlagerbuchsen
- 25 = Tretlagerhülse
- 26 = Tretlagerrohr (Rahmen)
- 27 = Verschraubung von Tretlagerhülse mit Tretlagerrohr
- 28 = Tretlager (Kugellager)
- 29 = Treterachse
- 30 = Achsstummel als Einpunktaufhängung des Übertragungselement am Freilauftring
- 31 = Freilauftring
- 32 = Arbeitshübe des Übertragungselement
- 33 = Mittler Ausschlagwinkel des Freilauftring
- 34 = Kleinster Ausschlagwinkel des Freilauftring
- 35 = Größter Ausschlagwinkel des Freilauftring
- 36 = Tastrolle
- 37 = Freilaufkern
- 38 = Laufrad
- 39 = Kurvenscheibennocke
- 40 = Nockenhöhe
- 41 = Lauffläche des Arbeitshubes auf der Kurvenscheibe
- 42 = Sattelrohr des Fahrradrahmen
- 43 = Rückstellfeder für den Rückstelltakt des Getriebes
- 44 = Aufhängepunkt der Rückstellfeder am Übertragungselement
- 45 = Verstell-Elektromotor
- 46 = Lauffläche des Rückstellhubes auf der Kurvenscheibe



Patentansprüche:

1. Stufenlosgetriebe für Fahrräder, welches mindestens zwei um eine Achse (1) schwenkbar gelagerte Pendelarme (2) aufweist, die durch die Drehung der Eingangswelle (3) und der damit formschlüssig verbundenen Kurvenscheibe (4) in eine gleichförmige, wechselweise und sich gegenseitig in den Arbeitszyklen überlappende Hubbewegung (5) versetzt werden, welche mittels zweier Pendelarme (2), welche durch die Pendelarmachse (1) entlang des Pendelarm-Verstellweges (6) verschiebbar sind und sich unter Arbeitslast zur Pendelarmachse (1) vorübergehend verkanten, in die dermaßen längenvARIABLE Hin- und Herbewegungen (17) der beiden Übertragungselemente (7) wandelt und diese wechselweise Bewegung (17) an die beiden drehrichtungsabhängigen Kupplungen (8) übertragen wird, wo sie wiederum in eine kontinuierliche und gleichförmige Drehung einer Ausgangswelle (9) wandelt, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verstellen der verschiebbaren Pendelarme (2) in eine der Verstellrichtungen (6) mittel je eines flexiblen Seilzuges (10) erfolgt, welcher am unteren Ende des Pendelarmes (2) befestigt ist und von dort parallel zur Längsachse des Pendelarmes (11) weiter über eine radiale Bohrung in der Pendelachse (12) bis in das Drehmittel der Pendelachse (13) führt, um ab diesem Punkt (13) unmittelbar, oder aber nach einer weiteren axialen Bohrung entlang des Drehmittels (14), aus einer sich trichterförmig erweiternden Öffnung (16) mit Ausrichtung auf die nächstgelegene Seilführung am Fahrzeugrahmen (15) aus der Pendelarmachse (1) auszutreten.
2. Getriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rückstellung des verschiebbaren Pendelarmes (2) mittels je eines flexiblen Seilzuges (18) erfolgt, welcher am oberen Ende des Pendelarmes (2) befestigt ist und von dort parallel zur Längsachse des Pendelarmes (11) weiter über eine sich an der Pendelarmachse (1) abstützende Umlenkführungs-nute (19) zur Rückstellfeder (20) führt, welches mit seinem anderen Ende am nicht druckelastischen Übertragungselement (7) befestigt ist.
3. Getriebe nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass alle erforderlichen Umlenkungen der flexiblen Seilzüge (10 und 18) im oder an der Pendelarmachse (1) mittel weich gekrümmter Führungs-nuten (19) bzw. weich gekrümmter trichterförmig erweiternden Öffnung (16) erfolgt.



4. Getriebe nach Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf das Verstellhubglied des Elektromotors (21) eine zweite, der ersten entgegen gerichtete Federkraft als Federzug (22) wird und beide Federn (20 und 22) zumindest annähernd die gleiche Federkraft erbringen.
5. Getriebe nach Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die quer zum Fahrzeug ausgerichteten Drehlager für die beiden Pendelarmachsen (23) formschlüssig mit dem oberen Ende einer senkrechten Trägerplatte (24) verbunden sind, welche an deren unteren Ende mit einem Ende der rohrförmigen Tretlagerhülse (25) formschlüssig verbunden ist.
6. Getriebe nach Ansprüchen 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die rohrförmige Tretlagerhülse (25) innen durch das Fahrrad-Tretlagerrohr (26) ragt und zum Tretlagerrohr (26) kraftschlüssig mittels Mutter (27) verschraubbar ist.
7. Getriebe nach den Ansprüchen 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die rohrförmige Tretlagerhülse (25) zentriert mindestens zwei Tretlager (28) und die Treterachse (29) aufnimmt.
8. Getriebe nach Ansprüchen 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gelenksfreien Übertragungselemente (7) mit einem ihrer Enden beweglich in einer Einpunktaufhängung über einen Achsstummel (30) kraftschlüssig zum jeweiligen Freilauftring (31) verbunden sind.
9. Getriebe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die durch die Einpunktaufhängung (30) verursachte, vom Ausschlagwinkel abhängige Ungleichförmigkeit des Umsetzens vom Arbeitshub des Übertragungselementes (32) in eine Rotation der Freilauf-
ringe (31), an den Arbeitskurven der Kurvenscheibe (41) in einem ungefähren Mittelwert (33) zwischen kleinstmöglichen (34) und größtmöglichen (35) Arbeitshub egalisiert werden.

10. Verfahren zum Betreiben eines Stufenlosgetriebes für Fahrräder, welches mindestens zwei um eine Achse (1) schwenkbar gelagerte Pendelarme (2) aufweist, die durch die Drehung der Eingangswelle (3) und der damit formschlüssig verbundenen Kurvenscheibe (4) in eine gleichförmige, wechselweise und sich gegenseitig in den Arbeitszyklen überlappende Hubbewegung (5) versetzt werden, welche mittels zweier Pendelarme (2), welche durch die Pendelarmachse (1) entlang des Pendelarm-Verstellweges (6) verschiebbar sind und sich unter Arbeitslast zur Pendelarmachse (1) vorübergehend verkanten, in die dermaßen längenvariable Hin- und Herbewegungen (17) der beiden Übertragungselemente (7) wandelt und diese wechselweise Bewegung (17) an die beiden drehrichtungsabhängigen Kupplungen (8) übertragen wird, wo sie wiederum in eine kontinuierliche und gleichförmige Drehung einer Ausgangswelle (9) wandelt, **dadurch gekennzeichnet**, dass alle Bauelemente ab den Tastarmrollen (36) bis hin zum Freilaufkern (37) in ihrer relativer Baugröße und ihrem Gewicht reduziert werden, sowie weitere Getriebeglieder zur Drehzahlerhöhung des Laufrades (38) verzichtbar sind, indem eine maximale Anzahl der Tastarmhübe durch eine möglichste Vielzahl von Kurvenscheiben-nocken (39) bei größtmöglichen Nockenhöhen (40) und dem weitest machbaren Winkel der Pendelarmausschläge (35) angewandt wird.

004656

Fig. 1

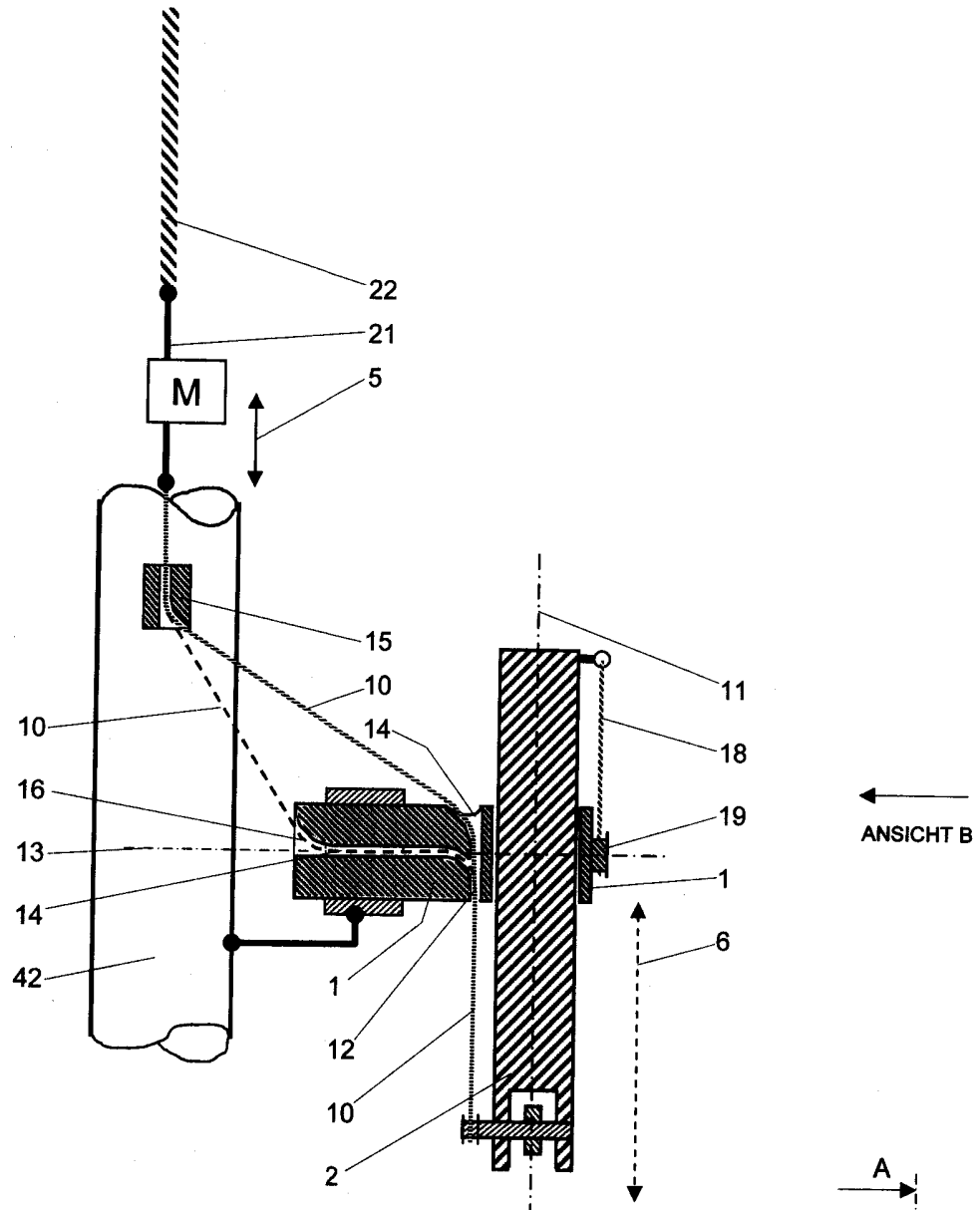


Fig. 2

