



(10) **DE 10 2018 001 253 A1** 2018.09.20

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 001 253.1**

(22) Anmeldetag: **16.02.2018**

(43) Offenlegungstag: **20.09.2018**

(51) Int Cl.: **B62M 9/125 (2010.01)**

(66) Innere Priorität:
10 2017 002 629.7 20.03.2017

(72) Erfinder:
Braedt, Henrik, 97456 Dittelbrunn, DE

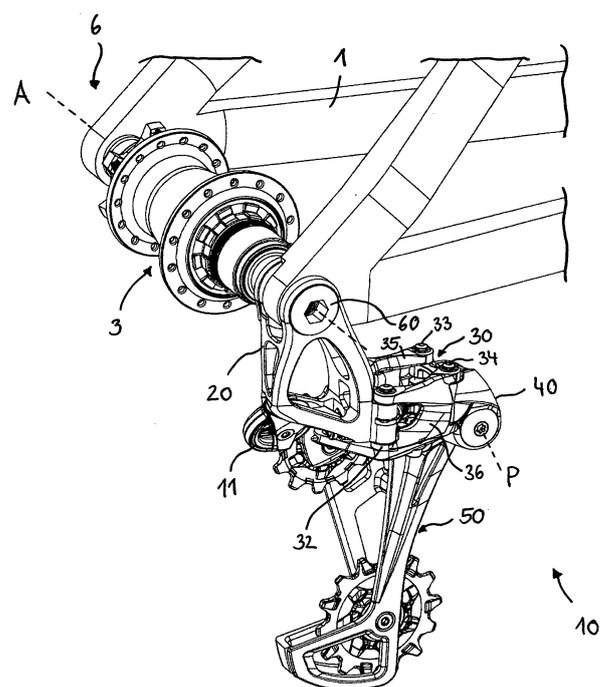
(71) Anmelder:
SRAM Deutschland GmbH, 97424 Schweinfurt, DE

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Hinteres Schaltwerk zur koaxialen Montage**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein hinteres Schaltwerk zur koaxialen Montage an einer Hinterradachse. Das Schaltwerk weist ein Basiselement, einen Schwenkmechanismus, ein bewegliches Element und eine Kettenführungsanordnung auf. Der Schwenkmechanismus verbindet das Basiselement mit dem beweglichen Element. Die Kettenführungsanordnung ist um eine Drehachse drehbar mit dem beweglichen Element verbunden. Das Basiselement umfasst ein erstes Anschlussende, welches koaxial mit der Hinterradachse montierbar ist, und ein zweites Anschlussende zur Kopplung mit dem Schwenkmechanismus.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein hinteres Schaltwerk zur koaxialen Montage an einer Hinterradachse.

[0002] Üblicherweise werden hintere Schaltwerke am rechten Ausfallende des Rahmens mit Hilfe eines Schaltauges befestigt. Das Schaltauge wird dazu an seinem einen Ende koaxial mit der Hinterradachse am Rahmen festgelegt und an seinem anderen Ende mit dem Basiselement (auch B-Knuckle) des Schaltwerks verbunden. Das Basiselement ist relativ zum Schaltauge um die B-Achse drehbar. Schaltaugen unterscheiden sich je nach Hersteller und Anbringungsart stark voneinander. Sie können einteilig mit dem Rahmen ausgebildet sein oder als separates Bauteil vorliegen. Separate Schaltaugen werden entweder über Schnellspannachsen oder über Steckachsen am Rahmen geklemmt. Sowohl die Klemmung auf der Rahmenaußenseite, als auch auf der Rahmeninnenseite ist möglich. Das führt dazu, dass das Schaltwerk je nach verwendetem Schaltauge eine andere Position relativ zur Hinterradachse und auch zum Ritzelpaket einnimmt. Diese Positionsunterschiede in axialer als auch in radialer Richtung machen die Schaltwerksauslegung und dessen Montage kompliziert. Das Schaltwerk muss je nach Schaltauge neu eingestellt werden. Durch das zusätzliche Bauteil kommen Toleranzen hinzu, die sich negativ auf die Positionierungsgenauigkeit des Schaltwerks auswirken.

[0003] Außerdem sind Schaltaugen, gerade als separate Bauteile, schadensanfällig und oftmals instabil. Bei großen Ritzelpaketen und entsprechend großen Schaltwerksdimensionen treten erhöhte Hebelkräfte auf, die von einem austauschbaren Schaltauge nur ungenügend aufgenommen werden können. Darüber hinaus wirken sich die vergrößerten Schaltwerksdimensionen mit den verlängerten Hebelverhältnissen zusätzlich negativ auf die Positionierungsgenauigkeit des Schaltwerks aus. Im Konflikt dazu steht, dass gerade eine erhöhte Anzahl von eng nebeneinander angeordneten Ritzeln eine erhöhte Positionierungsgenauigkeit verlangt.

[0004] Das Hinterrad umfasst unter anderem eine Hinterradnabe mit einer hohlen Nabenachse (auch Hohlachse genannt). Zur Befestigung des Hinterrads am Rahmen wird eine separate Steckachse oder Schnellspannerachse durch die Nabenachse der Hinterradnabe geführt und mit dem Rahmen verspannt.

[0005] Die geschilderten Probleme werden zum Teil von bereits bekannten Schaltwerken zur koaxialen Montage an der Hinterradachse gelöst. Beispielsweise beschreiben die EP 0 875 444 A1, die EP 1 342 658 A1 und die EP 1 764 297 A1 solche Schaltwerke, bei denen das separate Schaltauge ent-

fällt. Die Drehachse des Basiselements verläuft entlang der Hinterradachse, ist also mit dieser koaxial.

[0006] Üblicherweise umfassen die bekannten Schaltwerke ein Basiselement mit einem Befestigungsende mit einer Öffnung zur Aufnahme einer Achse. Das Befestigungsende wird ähnlich wie ein Schaltauge entweder außen oder innen am Rahmen befestigt. Dazu wird es am Rahmen kraftschlüssig mittels Steckachse oder Schnellspannachse geklemmt. Diese bekannten koaxialen Ausführungen weisen jedoch Mängel auf.

[0007] Zum einen die mangelnde Stabilität der Anordnung. Moderne Ritzelpakete umfassen eine immer weiter steigende Anzahl von elf oder mehr Ritzeln. Um diese mit dem Schaltwerk bedienen zu können, wird die Schaltwerksdimension erhöht. Damit einhergehend steigen auch die auf das Schaltwerk wirkenden Hebelkräfte, so dass das Schaltwerk zum Verkippen gegenüber den Rotationsebenen der Ritzel neigt. Nur ein exakt vertikal unter dem Ritzelpaket stehendes Schaltwerk lässt sich präzise schalten.

[0008] Zum anderen die Abhängigkeit von Rahmen-toleranzen. Da herkömmliche Schaltwerke direkt am Rahmen befestigt und gegenüber diesem referenziert sind, wirken sich Fertigungstoleranzen des Rahmens auch direkt auf das Schaltwerk aus. Darunter leidet die Positionierungsgenauigkeit und Einstellbarkeit des Schaltwerks.

[0009] Des Weiteren sind die bekannten koaxial montierten Schaltwerke anfällig für Fehlschaltungen. Aufgrund ihres schräggestellten Schwenkmechanismus (Schrägparallelogramm) können Schläge in vertikaler Richtung, wie sie beim Fahren im Gelände auftreten, zu einer Bewegung des Schwenkmechanismus und damit zu ungewollten Schaltvorgängen (ghost shifting) führen. Gerade für die Verwendung mit großen Kassettenspreizungen eignen sich Schrägparallelogramme nur mäßig. Um die sich in ihrer Größe stark unterscheidende Ritzel anfahren zu können, müsste das Schrägparallelogramm noch schräger gestellt werden und/oder die Schaltwerksdimensionen weiter vergrößert werden. Beides würde die Anfälligkeit für ungewollte Schaltvorgänge weiter erhöhen. Ein zusätzliches Problem von Schaltwerken mit Schrägparallelogrammen ist, dass diese nur kompliziert einzustellen sind.

[0010] Es stellt sich daher die Aufgabe, ein hinteres Schaltwerk bereitzustellen, das die Nachteile der bekannten Schaltwerke überwindet.

[0011] Ein erster Aspekt der Erfindung löst die Aufgabe mit einem hinteren Schaltwerk zur koaxialen Montage gemäß Anspruch 1.

[0012] Das erfindungsgemäße hintere Schaltwerk ist zur koaxialen Montage an einer Hinterradachse geeignet. Das Schaltwerk weist ein Basiselement (auch B-Knuckle), einen Schwenkmechanismus, ein bewegliches Element (auch P-Knuckle) und eine Kettenführungsanordnung auf. Der Schwenkmechanismus verbindet das Basiselement mit dem beweglichen Element. Die Kettenführungsanordnung ist um eine Drehachse (P-Achse) drehbar mit dem beweglichen Element verbunden. Das Basiselement umfasst ein erstes Anschlussende, welches koaxial zu der Hinterradachse am Fahrradrahmen montierbar ist, und ein zweites Anschlussende zur Kopplung mit dem Schwenkmechanismus. Wobei das erste Anschlussende einen ersten Arm und einen zweiten Arm aufweist, die in axialer Richtung voneinander beabstandet angeordnet sind.

[0013] Die beiden Arme dienen der Befestigung des Basiselements an der Hinterradachse. Vorteilhaft bei dieser Ausgestaltung ist, dass die zwei voneinander beabstandeten Arme des Basiselements in montiertem Zustand des Schaltwerks eine stabile Ausrichtung des Schaltwerks parallel zur Rotationsebene der Ritzel und damit senkrecht zur Hinterradachse gewährleisten. Ein Verkippen des Schaltwerks aus dieser Ebene wird auch bei größeren Kräften wirksam verhindert. Die zwei axial beabstandeten Befestigungspunkte des Basiselements an der Hinterradachse können die am Schaltwerk angreifenden Kräfte deutlich besser aufnehmen, als die bekannten Schaltwerke mit nur einem Befestigungsende.

[0014] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks befindet sich der erste Arm in montiertem Zustand des Schaltwerks auf einer axialen Innenseite eines Fahrradrahmens und der zweite Arm auf einer axialen Außenseite des Rahmens. Mit montiertem Zustand ist gemeint, dass das hintere Schaltwerk am Rahmen koaxial zur Hinterradachse A montiert ist. Genauer gesagt ist das Schaltwerk am rechten Ausfallende des Rahmens montiert.

[0015] Mit Innenseite des Rahmens ist die in Richtung des Ritzelpakets weisende Seite des Rahmens gemeint. Mit der axialen Außenseite ist die, der Innenseite gegenüberliegende, vom Ritzelpaket wegweisende Seite des Rahmens gemeint.

[0016] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks weist der erste Arm eine erste Zentrieröffnung und der zweite Arm eine zweite Zentrieröffnung auf.

[0017] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks weist der erste Arm auf seiner axialen Außenseite eine Adapteranschlagsfläche auf.

[0018] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks weist der erste Arm auf seiner axialen Innenseite eine Nabenanschlagsfläche auf.

[0019] Die beiden Anschlagsflächen bieten jeweils einen Axialanschlag für die in montiertem Zustand an das Basiselement angrenzenden Teile. Ausführungsgemäß liegen ein Adapter von außen, und eine Nabe, insbesondere eine Nabenendkappe, von innen an dem Basiselement an.

[0020] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks weist der erste Arm auf seiner axialen Innenseite eine Nabenführung auf.

[0021] Die Nabenführung erleichtert die Montage des Hinterrads, weil die Nabe, insbesondere die Nabenendkappe, entlang der Nabenführung, insbesondere deren aufeinander zulaufenden Führungsflächen, in ihre Endposition gleiten kann. Mit der Innenseite des Arms ist wiederum die in montiertem Zustand des Basiselements in Richtung des Ritzelpakets weisende Seite des Arms gemeint. Mit der Außenseite ist die vom Ritzelpaket wegweisende Seite des Arms gemeint.

[0022] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks weist der erste Arm eine Achsöffnung zur Durchführung einer Achse auf. Die Achse ist insbesondere eine Steckachse oder eine Schnellspannachse. Der Durchmesser der Achsöffnung muss also größer bemessen sein, als der der Achse, damit diese hindurchgeführt werden kann. In dem vorliegenden Fall bildet die Zentrieröffnung am ersten Arm gleichzeitig die Achsöffnung. Die beiden Öffnungen könnten aber auch getrennt voneinander ausgebildet sein.

[0023] Auch der auf der Außenseite des Rahmens montierte zweite Arm des Basiselements kann eine Achsöffnung aufweisen, wenn die Achse bis in den Bereich des zweiten Arms oder darüber hinaus ragt. Bei Schnellspannachsen kann dies der Fall sein. Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks weist das Basiselement eine Anschlussstelle für eine Seilumlenkung auf. Üblicherweise ist ein vom Rahmen kommendes Schaltseil über die Schaltumlenkung zum Schwenkmechanismus geführt.

[0024] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks weist das Basiselement eine erste Aufnahme für eine erste Schwenkachse des Schwenkmechanismus und eine zweite Aufnahme für eine zweite Schwenkachse des Schwenkmechanismus auf. Über die erste Schwenkachse ist der innere Schwenkarm des Schwenkmechanismus mit dem Basiselement drehbar verbunden. Über die zweite Schwenkachse ist der äußere Schwenkarm des Schwenkmechanismus mit dem Basiselement drehbar verbunden. Dazu sind die Schwenkachsen in jeweils einer Aufnahme am Basiselement gelagert. Die Achsaufnahmen sind so ausgerichtet, dass sie die orthogonal zur Hinterradachse orientierten Schwenkachsen aufnehmen können. Das heißt, die Aufnahmen bzw. deren Längsachsen sind auf die Schwenkachsen des

Schwenkmechanismus abgestimmt und genau wie die Schwenkachsen jeweils orthogonal zur Hinterradachse orientiert. Mit einer Orientierung orthogonal zur Hinterradachse ist gemeint, dass die Längsachsen der ersten und zweiten Aufnahme des Basiselements jeweils in einer Ebene liegen, die die Hinterradachse bzw. eine entlang der Hinterradachse verlaufende geometrische Achse A in einem rechten Winkel schneidet. Geringe Abweichungen aufgrund der üblichen Fertigungstoleranzen sind selbstverständlich möglich. Diese Ausrichtung der Aufnahmen am Basiselement erlaubt die Kopplung mit einem geraden Schwenkmechanismus (gerades Parallelogramm-Viergelenk). Die Anschlussstelle für die Seilumlenkung kann entweder einstückig mit dem Basiselement ausgeführt sein, oder als separates Teil mit diesem verbunden werden. Gleiches gilt für die innere und äußere Achsaufnahme.

[0025] Auch das Basiselement selbst kann einstückig oder mehrteilig ausgebildet sein. Ein einstückig aus Metall gefertigtes, insbesondere aus Aluminium gefrästes Basiselement ist besonders stabil und kann sehr genau gefertigt werden. Aber auch andere Materialien wie faserverstärkte Kunststoffe können für Teile oder das gesamte Basiselement zum Einsatz kommen.

[0026] Gemäß einer Weiterbildung weist das Schaltwerk einen Adapter auf, der eine Schraubverbindung umfasst. Die Schraubverbindung wird insbesondere von einem Bolzen mit einem Außengewinde und einer Mutter mit einem Innengewinde gebildet. Das Schaltwerk ist mit Hilfe des Adapters am Rahmen fixierbar.

[0027] Der Adapter ist in eine Rahmenöffnung einsetzbar. Mit anderen Worten durchgreift der Adapter die Rahmenöffnung. Die Rahmenöffnung kann je nach verwendeter Achse unterschiedlich ausfallen. Steckachsen werden üblicherweise in vom Rahmen umschlossene Öffnungen eingesteckt. Schnellspanachsen werden dagegen meist von unten in eine schlitzartige Öffnung eingeführt.

[0028] Der Adapter ist mittels der Schraubverbindung am Rahmen fixierbar. Dazu weist der Adapter an seinen beiden Enden Außendurchmesser auf, die größer bemessen sind, als der Durchmesser der Rahmenöffnung. Ein Ende des Adapters liegt auf der Innenseite des Rahmens und das andere Ende auf der Außenseite. Durch Anziehen der Schraubverbindung ist der Adapter gegenüber dem Rahmen sowohl in axiale Richtung, als auch rotatorisch festlegbar. Der Bolzenkopf des Bolzens und die Mutter sind größer bemessen als die Rahmenöffnung und liegen an dessen Innen- und Außenseite an. Die Mutter weist eine gerändelte Anlagefläche auf, die in fertig montiertem Zustand kraft- und formschlüssig am Rahmen anliegt.

[0029] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks weist der Bolzen einen Bolzenkörper mit einem Anlagebereich und einem Ausgleichsbereich auf. Der Anlagebereich liegt am Innendurchmesser der Rahmenöffnung an. Der Ausgleichsbereich läuft beispielsweise konisch zu und hat etwas mehr Spiel gegenüber der Rahmenöffnung. Aufgrund des erhöhten Spiels kann der Bolzen und damit der gesamte Adapter gegenüber der Rahmenöffnung ausgerichtet werden. Rahmenungenauigkeiten können so ausgeglichen werden. Der Adapter kann sich koaxial mit der Hinterradachse A ausrichten, auch wenn die Rahmenöffnungsachse toleranzbedingt von dieser abweicht.

[0030] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks weist der Adapter eine Achsöffnung auf, in der ein Innengewinde angeordnet ist. In das Innengewinde ist das Gegengewinde einer Steckachse schraubbar. Insbesondere der Bolzen weist die Achsöffnung mit dem Innengewinde auf.

[0031] Das Außengewinde des Bolzens und das Innengewinde des Bolzens sind in Bereichen entlang der Bolzenlängsachse angeordnet, die sich nicht oder nur geringfügig überschneiden. Mit dieser Anordnung können die über die Gewinde auf den Bolzen übertragenen Kräfte am besten aufgenommen werden.

[0032] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks ist ein erster Außendurchmesser des Adapters auf einen Innendurchmesser der ersten Zentrieröffnung des Basiselements abgestimmt. Und ein zweiter Außendurchmesser des Adapters ist auf einen Innendurchmesser der zweiten Zentrieröffnungen des Basiselements abgestimmt.

[0033] Insbesondere der erste Außendurchmesser eines Zentrierfußes des Bolzens ist auf die erste Zentrieröffnung abgestimmt. Ein zweiter Außendurchmesser des Bolzenkopfes ist auf die zweite Zentrieröffnung abgestimmt.

[0034] Eine Spielpassung zwischen dem Adapter und den Zentrieröffnungen des Basiselements erlaubt es, den Adapter in das Basiselement einzusetzen und damit das Basiselement gegenüber dem Adapter zu zentrieren.

[0035] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks liegt der Adapter, insbesondere die Anschlagsfläche des Bolzens, in montiertem Zustand an der Adapteranschlagsfläche des Basiselements an. Dadurch wird eine Axialbewegung des Adapters gegenüber dem Basiselement nach innen begrenzt.

[0036] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks weist das Basiselement einen Anschlag und der Adapter einen Gegenanschlag auf. Wird der Adapter im

Uhrzeigersinn (UZS) gedreht, trifft er mit seinem Gegenanschlag auf den Anschlag des Basiselements und dreht dieses mit. Die Verdrehung des Adapters gegenüber dem Basiselement wird durch die Anschläge begrenzt. Der Anschlag am Basiselement wird insbesondere von zwei Stiften am ersten Arm des Basiselements gebildet, die mit zwei Vorsprüngen an der Mutter zusammenwirken.

[0037] Ein zweiter Aspekt der Erfindung löst die Aufgabe mit einem hinteren Schaltwerk zur koaxialen Montage gemäß Anspruch 18.

[0038] Gemäß des zweiten Aspekts der Erfindung ist das erfindungsgemäße hintere Schaltwerk zur koaxialen Montage an einer Hinterradachse geeignet. Das Schaltwerk weist ein Basiselement, einen Schwenkmechanismus, ein bewegliches Element und eine Kettenführungsanordnung auf. Der Schwenkmechanismus verbindet das Basiselement mit dem beweglichen Element. Die Kettenführungsanordnung ist um eine Drehachse P drehbar mit dem beweglichen Element verbunden. Das Basiselement schlägt in fahrbereitem Zustand axial an einer Nabenendkappe an. Insbesondere stützt sich die Nabenanschlagsfläche des ersten Arms des Basiselements an der Nabenendkappe ab.

[0039] Damit ist das Schaltwerk in axialer Richtung an der Nabe referenziert.

[0040] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks ist der erste Arm des Basiselements in fahrbereitem Zustand zwischen der Nabenendkappe und dem Adapter angeordnet. Insbesondere ist der erste Arm des Basiselements kraftschlüssig und drehfest zwischen der Nabenendkappe und dem Adapter festgelegt.

[0041] Der Kraftschluss wird durch Festziehen einer Achse, insbesondere der Steckachse, erzeugt. Das Basiselement wird dabei zwischen der Nabenendkappe und dem Adapter geklemmt und gleichzeitig orthogonal zur Nabenachse ausgerichtet. Die übliche Referenzierung des Schaltwerks am Rahmen entfällt, so dass sich Fertigungstoleranzen des Rahmens nicht mehr negativ auf die Positionierung und Einstellung des Schaltwerks auswirken. Idealerweise ist das Basiselement mit Spiel zum Rahmen positioniert, so dass es diesen gerade nicht berührt.

[0042] In fahrbereitem Zustand ist das Schaltwerk und das Hinterrad eingebaut und die Steckachse festgezogen. Das Basiselement ist dann sowohl in axialer Richtung festgelegt, als auch drehfest an der Hinterradachse montiert. Außerdem umgreift das Basiselement den Adapter und ist gegenüber diesem zentriert.

[0043] Alternativ zur Nabenendkappe, kann bei anderen Nabenkonstruktionen auch eine Achsmutter

oder ein anderes vergleichbares Funktionsteil am Basiselement anschlagen. Wichtig ist, dass dieses Funktionsteil eine senkrechte Ausrichtung des Basiselements und damit des Schaltwerks zur Hinterradachse A erlaubt.

[0044] Ein dritter Aspekt der Erfindung löst die Aufgabe mit einem hinteren Schaltwerk zur koaxialen Montage gemäß Anspruch 20.

[0045] Gemäß des dritten Aspekts der Erfindung ist das erfindungsgemäße hintere Schaltwerk zur koaxialen Montage an einer Hinterradachse geeignet. Das Schaltwerk weist ein Basiselement, einen Schwenkmechanismus, ein bewegliches Element und eine Kettenführungsanordnung auf. Der Schwenkmechanismus verbindet das Basiselement mit dem beweglichen Element. Die Kettenführungsanordnung ist um eine Drehachse P drehbar mit dem beweglichen Element verbunden. Der Schwenkmechanismus umfasst zumindest eine Schwenkachse, die orthogonal zur Hinterradachse A orientiert ist. Die orthogonale Ausrichtung der Schwenkachsen ist dabei unabhängig von der gewählten Relativstellung des Schaltwerks.

[0046] Das heißt, die Schwenkachse liegt in einer Ebene, die die Hinterradachse bzw. eine entlang der Hinterradachse verlaufende geometrische Achse A in einem rechten Winkel schneidet. Aufgrund von Fertigungstoleranzen und Montageungenauigkeiten kann dieser Winkel auch ein wenig abweichen. Die Hinterradachse, die Nabenachse, die Drehachse der Ritzel und das montierte Basiselement erstrecken sich auf derselben Achse A.

[0047] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks ist der Schwenkmechanismus als Parallelogramm-Viergelenk mit vier Schwenkachsen ausgebildet. Alle vier Schwenkachsen sind orthogonal zur Hinterradachse orientiert.

[0048] Aufgrund der orthogonal zur Hinterradachse orientierten Schwenkachsen bewegt sich der Schwenkmechanismus nur in die axiale Richtung. Schläge auf das Schaltwerk, wie sie beim Fahren in unebenem Terrain auftreten, können vom Schwenkmechanismus aufgenommen werden, ohne diesen zu bewegen. Ein ungewolltes Schalten wird verhindert.

[0049] Darüber hinaus lässt sich ein Schaltwerk mit einem geraden Parallelogramm-Viergelenk besonders leicht montieren und einstellen. Das Montieren und Einstellen wird weiter unten ausführlich beschrieben.

[0050] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks verbindet eine erste Schwenkachse einen inneren Schwenkarm des Schwenkmechanismus drehbar

mit einer inneren Aufnahme am Basiselement. Eine zweite Schwenkachse verbindet einen äußeren Schwenkarm des Schwenkmechanismus drehbar mit einer äußeren Aufnahme am Basiselement. Die Aufnahmen sind axial mit den Schwenkachsen ausgerichtet. Die Längsachsen der Aufnahmen verlaufen also genau wie die aufgenommenen Schwenkachsen orthogonal zur Hinterradachse. Die Aufnahmen sind am zweiten Anschlussende des Basiselements angeordnet, welches in Richtung des Schwenkmechanismus weist.

[0051] Gemäß einer Weiterbildung des Schaltwerks umfasst die Kettenführungsanordnung ein oberes Kettenführungsrollchen. Das obere Kettenführungsrollchen ist in einem konstanten oberen Abstand von der Drehachse P der Kettenführungsanordnung mit dem beweglichen Element drehbar angeordnet. Das Schaltwerk umfasst weiter ein unteres Kettenführungsrollchen, das in einem konstanten unteren Abstand von der Drehachse P der Kettenführungsanordnung mit dem beweglichen Element drehbar angeordnet ist.

[0052] Der obere Abstand zwischen dem oberen Kettenführungsrollchen und der Drehachse P ist kürzer bemessen, als der untere Abstand zwischen dem unteren Kettenführungsrollchen und der Drehachse P.

[0053] Die drei Aspekte der Erfindung können sowohl separat voneinander betrachtet und umgesetzt werden, als auch in Kombination von zwei oder drei Aspekten. Die gezeigten Ausführungsformen zeigen eine Kombination aller drei Aspekte. Es wären aber auch Ausführungen denkbar, die nur einen oder zwei der genannten drei Aspekte verwirklichen. Beispielsweise ein Schaltwerk, das nur die ersten beiden Aspekte, nicht aber den dritten Aspekt verwirklicht und statt des geraden einen schrägen Parallelogramm-Mechanismus verwendet. Oder ein Schaltwerk, das nur den zweiten und/oder dritten Aspekt, nicht aber den ersten Aspekt verwirklicht und ein Basiselement mit nur einem anstelle von zwei Armen umfasst.

[0054] Ein Schrägparallelogramm wäre grundsätzlich denkbar, müsste aber entsprechend angepasst werden. Gerade bei Rennrädern, die weniger starken Stößen ausgesetzt sind und meist Ritzelpakete mit einer geringeren Spreizung umfassen, wäre es eine Möglichkeit.

[0055] Dank der verbesserten Positionierungsgenauigkeit des erfindungsgemäßen Schaltwerks relativ zum Ritzelpaket, ist es denkbar, auf die herkömmlichen Begrenzungsschrauben für den inneren und äußeren Anschlag des Schaltwerks (limit screws) zu verzichten. Mit diesen Begrenzungsschrauben wurde bisher die Maximalbewegung des Schaltwerks in axialer Richtung eingestellt und verhindert, dass das

die Kettenführungsanordnung axial über die Ritzelebenen des größten Ritzels (innen) und des kleinsten Ritzels (außen) hinaus bewegt wird. Das Justieren und Nachjustieren der Begrenzungsschrauben ist fehleranfällig. Feste Begrenzungsanschlüsse an der Kettenführungsanordnung wären eine Möglichkeit, die Schrauben zu ersetzen. Ein erster Begrenzungsanschlag könnte mit dem größten Ritzel zusammenwirken, um die Axialbewegung nach innen zu begrenzen. Ein zweiter Begrenzungsanschlag könnte mit dem Basiselement zusammenwirken, um die Axialbewegung nach außen zu begrenzen (vgl. **Fig. 11** und **Fig. 12**).

[0056] Gemäß einer Ausführungsform des hinteren Schaltwerks weist das Schaltwerk, insbesondere das bewegliche Element ein Arretierungselement auf. Das Arretierungselement erlaubt es, die vorgespannte Kettenführungsanordnung zum Einstellen des Schaltwerks gegenüber dem beweglichen Element festzulegen. Das Einstellverfahren wird im Zusammenhang mit den Figuren erklärt.

[0057] Gemäß einer Ausführungsform des hinteren Schaltwerks weist das erste Anschlussende des Basiselements eine erste Zentrieröffnung auf, welche im fahrbereiten Zustand mit einer Zentrieroberfläche der Steckachse zusammenwirkt. Das direkte Zusammenwirken der ersten Zentrieröffnung des Basiselements und der Zentrieroberfläche der Steckachse führt zur direkten Zentrierung des Basiselements auf der Steckachse. Mit anderen Worten ist das Basiselement auf der Steckachse referenziert, so dass sich Fertigungstoleranzen des Rahmens nicht auf die Zentrierung des Schaltwerks auswirken.

[0058] Gemäß einer Ausführungsform des hinteren Schaltwerks ist an dem beweglichen Element oder an der Kettenführungsanordnung ein erster Begrenzungsanschlag angeordnet. Der erste bzw. innere Begrenzungsanschlag ist in einer inneren Maximalposition des Schaltwerks zum Zusammenwirken mit einem Ritzelpaket ausgebildet. Der innere Begrenzungsanschlag des Schaltwerks begrenzt eine Axialbewegung des Schaltwerks nach innen. In der inneren Maximalposition des Schaltwerks befindet sich eine Kette auf dem innersten, also größten Ritzel des Ritzelpakets. Der erste Begrenzungsanschlag verhindert, dass das Schaltwerk über die vorgesehene innere Maximalposition hinweg weiter in axialer Richtung bewegt werden kann. Eine Kollision des Schaltwerks mit den Fahrradspeichen ist ausgeschlossen.

[0059] Gemäß einer Ausführungsform des hinteren Schaltwerks ist an der Kettenführungsanordnung ein äußerer Begrenzungsanschlag angeordnet. Der zweite bzw. äußere Begrenzungsanschlag ist in einer äußeren Maximalposition des Schaltwerks zum Zusammenwirken mit dem Basiselement ausgebildet. Der äußere Begrenzungsanschlag des Schaltwerks

begrenzt eine Axialbewegung des Schaltwerks nach außen. In der äußeren Maximalposition des Schaltwerks befindet sich eine Kette auf dem äußersten, also kleinsten Ritzel des Ritzelpakets. Der zweite Begrenzungsanschlag verhindert, dass das Schaltwerk über die vorgesehene, äußere Maximalposition hinweg weiter in axialer Richtung bewegt werden kann.

[0060] Die Begrenzungsanschlüge erlauben es, auf herkömmliche wartungsintensive Begrenzungsschrauben (limit screws) zu verzichten.

[0061] Die beschriebenen Schaltwerksausführungen erlauben sowohl eine radiale Zentrierung des Basiselements auf dem Adapter, genauer gesagt auf dem Bolzenfuß des Adapters, als auch eine radiale Zentrierung des Basiselements direkt auf einer Zentrieroberfläche der Steckachse. Dies hat den Vorteil, dass dasselbe Basiselement mit Steckachsen unterschiedlicher Durchmesser verwendet werden kann. Das Schaltwerk kann größtenteils unverändert bleiben. Lediglich der Adapter, insbesondere der Bolzen, zur Befestigung des Schaltwerks am Rahmen muss auf die Außenmaße der jeweils verwendeten Steckachse angepasst werden. Übliche Außendurchmesser für Steckachsen sind 12 mm und 15 mm. Diese Ausführung erlaubt es auch, dieselbe Nabenanordnung lediglich durch den Austausch der Steckachse schnell und kostengünstig auf unterschiedliche Bedingungen anzupassen. So kann beispielsweise zur Erhöhung der Steifigkeit der Hinterradachsordnung eine 12 mm Steckachse durch eine 15 mm Steckachse ersetzt werden. Unterschiedliche Wandstärkenausführungen der 15 mm Steckachse erlauben darüber hinaus die Anpassung auf besonders leichte oder besonders steife Hinterradachsordnungen.

[0062] Ein vierter Aspekt der Erfindung stellt eine alternative Lösung für eine von Rahmentoleranzen unabhängige Referenzierung des Schaltwerks zur Verfügung. Gemäß einer Ausführungsform ist das hintere Schaltwerk zur koaxialen Montage an einer Hinterradachse geeignet. Das Schaltwerk weist ein Basiselement, einen Schwenkmechanismus, ein bewegliches Element und eine Kettenführungsanordnung auf. Der Schwenkmechanismus verbindet das Basiselement mit dem beweglichen Element. Die Kettenführungsanordnung ist um eine Drehachse P drehbar mit dem beweglichen Element verbunden. Das Basiselement umfasst ein erstes Anschlussende zur koaxialen Montage an der Hinterradachse und ein zweites Anschlussende zur Kopplung mit dem Schwenkmechanismus. Das erste Anschlussende des Basiselements weist eine erste Zentrieröffnung zur direkten Zentrierung des Basiselements auf einer Steckachse auf.

[0063] Gemäß einer Ausführungsform des hinteren Schaltwerks ist die erste Zentrieröffnung in einem ersten Arm des Basiselements ausgebildet.

[0064] Im fahrbereiten Zustand wirkt die erste Zentrieröffnung des Basiselements direkt mit der eingeschraubten Steckachse, insbesondere einer Zentrieroberfläche der Steckachse, zusammen. Das direkte Zusammenwirken der ersten Zentrieröffnung des Basiselements und der Zentrieroberfläche der Steckachse führt zur Zentrierung des Basiselements direkt auf der Steckachse. Mit anderen Worten ist das Basiselement auf der Steckachse referenziert, so dass sich Fertigungstoleranzen des Rahmens nicht auf die Zentrierung des Schaltwerks auswirken.

[0065] Gemäß einer Ausführungsform weist das Basiselement einen zweiten Arm auf, der in axialer Richtung vom ersten Arm beabstandet angeordnet ist. Der zweite Arm weist eine zweite Zentrieröffnung auf. Im fahrbereiten Zustand wirkt die erste Zentrieröffnung des ersten Arms mit der Zentrieroberfläche der Steckachse zusammen und die zweite Zentrieröffnung des zweiten Arms wirkt mit dem Adapter, insbesondere dem Außendurchmesser des Bolzenkopfes des Adapters zusammen. Diese Anordnung erlaubt eine präzise Ausrichtung des hinteren Schaltwerks senkrecht zur Hinterradachse.

[0066] Gemäß einer Ausführungsform des hinteren Schaltwerks ist das Basiselement derart ausgebildet, dass es im fahrbereiten Zustand axial an einer Nabenendkappe anschlägt. Insbesondere ist eine axiale Nabenanschlagsfläche des ersten Arms des Basiselements dazu ausgebildet, an der Nabenendkappe anzuschlagen.

[0067] Gemäß einer Ausführungsform des hinteren Schaltwerks umfasst der Schwenkmechanismus zumindest eine Schwenkachse, die orthogonal zur Hinterradachse orientiert ist. Die Vorteile von orthogonal ausgerichteten Schaltwerken wurden bereits in Zusammenhang mit den vorhergehenden Ausführungsformen erläutert.

[0068] Ein fünfter Aspekt der Erfindung betrifft eine Steckachse zum Einschrauben in ein hinteres Schaltwerk, insbesondere in ein Schaltwerk zur koaxialen Montage wie es im Vorhergehenden beschrieben wurde. Gemäß des fünften Aspekts ist die Steckachse zum Einschrauben in ein hinteres Schaltwerk geeignet. Die Steckachse weist ein erstes Steckachsenende und ein zweites Steckachsenende auf. Die Steckachse weist an einer äußeren Umfangsfläche im Bereich des zweiten Endes ein Außengewinde und eine Zentrieroberfläche auf. Die Zentrieroberfläche dient der Zentrierung des Basiselements direkt auf der Steckachse. Im eingeschraubten Zustand wirkt die Zentrieroberfläche der Steckachse mit einer ersten Zentrieröffnung des Basiselements zur direk-

ten Zentrierung des Basiselements auf der Steckachse zusammen.

[0069] Gemäß einer Ausführungsform ist die Steckachse hohl ausgebildet. Die Steckachse weist im Bereich des Außengewindes und/oder der Zentrieroberfläche eine größere Wandstärke als in anderen Bereichen auf.

[0070] Ein sechster Aspekt der Erfindung stellt eine ausreichend steife und dennoch leichtgewichtige Hinterradachsordnung für ein Fahrrad bereit (stiffness to weight ratio). Diese Ausführung ist gerade für MTBs und E-MTBs von Bedeutung. Aus dem Stand der Technik bekannte Hinterradachsordnungen neigen zum Brechen der Nabenachse (Hohlachse). Das liegt unter anderem daran, dass die Nabenachse im Vergleich zur Steckachse hohen maximalen Biegespannungen unterliegt. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die auftretenden Spannungen und Kräfte möglichst gleichmäßig auf die Nabenachse und die Steckachse zu verteilen und damit ein Brechen eines der beiden Bauteile zu verhindern. Sowohl die Nabenachse, als auch die Steckachse werden gleichmäßiger belastet und nicht mehr einseitig überlastet. Eine gleichmäßige Verteilung wird insbesondere dann erreicht, wenn das Verhältnis des Flächenträgheitsmoments der Nabenachse zum Flächenträgheitsmoment der Steckachse relativ ausgeglichen ist. Das Flächenträgheitsmomentverhältnis von Nabenachse zu Steckachse liegt im Bereich von etwa 0,8 bis 1,5, insbesondere bei etwa 1,1. Unter anderem wirkt sich positiv aus, dass die Nabenachse auf Druck und die Steckachse auf Zug belastet wird. Die Druck- und Zugspannungen überlagern sich mit den Biegespannungen und gleichen einander zum Teil aus.

[0071] Gemäß dem sechsten Aspekt umfasst eine Hinterradachsordnung für ein Fahrrad eine Nabenanordnung und eine Steckachse. Die Nabenanordnung umfasst eine um die Hinterradachse drehbare Hinterradnabe (auch als Nabenhülse bezeichnet), eine hohle Nabenachse (auch Hohlachse genannt) und eine Nabenlagerung. Die Nabenlagerung ermöglicht die drehbare Lagerung der Hinterradnabe relativ zu der Nabenachse um die Hinterradachse. Die hohle Steckachse ist zur Fixierung der Nabenanordnung an einem Fahrradrahmen in die hohle Nabenachse einsteckbar und in ein hinteres Schaltwerk schraubbar ausgebildet. Die hohle Steckachse weist zumindest im Bereich der Nabenlager eine Wandstärke auf, die mindestens so groß wie eine Wandstärke der Nabenachse bemessen ist.

[0072] Aufgrund des deutlich erhöhten Flächenträgheitsmoments haben Steckachsen mit einem erhöhten Außendurchmesser von 15 mm einen positiven Effekt auf die Steifigkeit der gesamten Hinterradachsordnung. Die Steckachse ist ebenfalls ein tra-

gendes Bauteil. Der vergrößerte Durchmesser der Steckachse trägt zu einem ausgeglichenen Flächenträgheitsmoment von Nabenachse und Steckachse bei. Insbesondere haben sich Hinterradachsordnungen bewährt, welche eine Nabenachse mit einem Außendurchmesser von etwa 17 mm und einen Innendurchmesser von etwa 15 mm kombiniert mit einer Steckachse mit einem Außendurchmesser von etwa 15 mm umfassen. Die Durchmesser der Steckachse und der Nabenachse sind so aufeinander abgestimmt, dass die Steckachse mit einer Spielpassung in die Nabenachse eingeschoben werden kann. Die Steckachse kann je nach Einsatzgebiet beispielsweise eine Wandstärke von 1,5 mm (Standard), 1 mm (Leichtbau) und 2 mm (E-Bike) aufweisen. Diese Auslegungen führen zu einer ausgeglichenen Belastung von Nabenachse und Steckachse. Die verschiedenen Steckachsen können je nach Einsatzgebiet mit derselben Nabenachse verwendet werden. Mit anderen Worten kann dieselbe Nabenanordnung durch Austausch der Steckachse kostengünstig und schnell angepasst werden (Baukastenprinzip).

[0073] Die sechs Aspekte der Erfindung können sowohl separat voneinander betrachtet umgesetzt werden, als auch in Kombination von mehreren Aspekten.

[0074] Die Erfindung betrifft weiterhin einen Fahrrad Antrieb, der ein erfindungsgemäßes Schaltwerk, eine Mehrfach-Ritzelanordnung mit elf, zwölf oder mehr Ritzeln, eine Fahrradkette und eine Kettenringanordnung mit insbesondere genau einem Kettenring umfasst. Das erfindungsgemäße Schaltwerk kann elektrisch gesteuert sein. Genauso kann bei mehreren Kettenringen auch der Umwerfer elektrisch gesteuert sein. Vorteilhaft ist insbesondere eine kabellose Steuerung des Schaltwerks und/oder des Umwerfers. Elektrisch gesteuerte Schaltwerke umfassen üblicherweise eine Getriebeeinheit und eine Batterie. Die Getriebeeinheit und/oder Batterie könnte platzsparend in einem Hohlraum des Basiselements, z. B. zwischen den beiden Armen des Basiselements angeordnet sein. An dieser Position wäre sie von der Struktur des Basiselements vor äußeren Einwirkungen geschützt und gegenüber dem Rahmen unbeweglich.

[0075] Es kann zumindest ein Ritzel der Ritzelanordnung eine Abfolge von einem dünnen Zahn, einem dicken Zahn und einem weiteren dünnen Zahn aufweisen. Dabei ist ein dicker Zahn in axialer Richtung so dick ausgebildet, dass er in ein Außenlaschenpaar der Kette eingreifen kann, nicht aber in ein Innenlaschenpaar. Dies wirkt sich positiv auf die Kettenführung aus. Die Abfolge kann sich entlang des Umfangs eines Ritzels mehrfach wiederholen. Bei Ritzeln mit gerader Zähnezahl können auch alle Zähne im Wechsel dünn und dick ausgebildet sein. Die axiale Verdickung kann entweder auf beiden Seiten des Rit-

zels ausgeprägt sein, oder nur an einer. Vorzugsweise ist die Verdickung nur an der Rückseite des Ritzels angeordnet. Gerade an den beiden größten Ritzeln ist sie von besonderer Bedeutung, weil dort der Kettenschräglauf am stärksten ausgebildet ist (vgl. **Fig. 11** mit dicken und dünnen Zähnen am größten Ritzel 12). Durch die verbesserte Führung der Kette werden die Negativfolgen des Kettenschräglaufs minimiert. Auch der Kettenring kann alternierende dicke und dünne Zähne aufweisen, die der verbesserten Kettenführung dienen.

Figurenliste

Fig. 1 Perspektivische Außenansicht eines erfindungsgemäßen Schaltwerks

Fig. 2 Schnittdarstellung von **Fig. 1** entlang der Achse A ohne Nabenanordnung

Fig. 3 Seitenansicht des erfindungsgemäßen Schaltwerks

Fig. 4 Perspektivische Innenansicht des Basiselements am Rahmen montiert

Fig. 5 Perspektivischer Teilschnitt des Basiselements aus **Fig. 4** mit Adapter

Fig. 6 Vergrößerte Ansicht von **Fig. 5** ohne Nabenanordnung

Fig. 7 Vollschnittdarstellung der Anordnung aus **Fig. 6**

Fig. 8 Explosionsdarstellung des Basiselements und des Adapters

Fig. 9a Perspektivische Außenansicht des Basiselements

Fig. 9b Perspektivische Innenansicht des Basiselements

Fig. 10 Teilschnitt durch eine zweite Ausführungsform mit Einstellhilfe

Fig. 11 Innenansicht einer dritten Ausführungsform in der inneren Anschlagposition

Fig. 12 Rückansicht der dritten Ausführungsform in der äußeren Anschlagposition

Fig. 13 Fahrrad mit einem herkömmlichen Schaltwerk - Stand der Technik

Fig. 14 Schnittdarstellung einer vierten Ausführungsform

Fig. 15a Schnittdarstellung einer fünften Ausführungsform

Fig. 15b Perspektivische Außenansicht aus **Fig. 15a**

Fig. 16 Vergrößerte Detailansicht aus **Fig. 15b**

Fig. 17 Ausgewählte Teile aus **Fig. 16**

Fig. 18 Ausgewählte Teile aus **Fig. 16**

Fig. 19 Vergrößerte Explosionsdarstellung des Adapters der fünften Ausführungsform

Fig. 20a Steckachse gemäß der fünften Ausführungsform

Fig. 20b Schnittdarstellung der Steckachse aus **Fig. 20a**

Fig. 21 Schnittdarstellung der gesamten Hinterradachsanordnung mit Steckachse gemäß der fünften Ausführungsform

Fig. 22 Schnittdarstellung ausgewählter Teile der Hinterradachsanordnung aus **Fig. 21**

Fig. 23 Schnittdarstellung ausgewählter Teilen aus **Fig. 22**

Fig. 24a Teilschnittdarstellung ausgewählter Teile einer Hinterradachsanordnung mit einer Steckachse gemäß einer sechsten Ausführungsform

Fig. 24b Perspektivische Außenansicht von **Fig. 24a**

Fig. 25a Steckachse gemäß der sechsten Ausführungsform

Fig. 25b Schnittdarstellung der Steckachse aus **Fig. 25a**

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0076] **Fig. 13** zeigt exemplarisch ein Fahrrad mit einem aus dem Stand der Technik bekannten Fahrradtrieb. Der Fahrradtrieb umfasst ein vorderes Kettenrad CR, ein hinteres Ritzelpaket R und eine Kette K, die mittels des hinteren Schaltwerks RD von einem Ritzel zum nächsten bewegt werden kann. Die im Folgenden verwendeten Richtungsangaben rechts/links und vorne/hinten beziehen sich auf ein Fahrrad in Fahrtrichtung. Der Fahrradrahmen 1 hat ein linkes und ein rechtes hinteres Ausfallende, zwischen denen das Hinterrad montiert ist. Das Hinterrad dreht sich zusammen mit dem Ritzelpaket R um die Hinterradachse A. Axial bezieht sich auf die Hinterradachse A bzw. die Drehachse A der Mehrfach-Ritzelanordnung R. Das größte Ritzel liegt axial weiter innen als die kleineren Ritzel. Die Zähne sind radial außen an den Ritzeln angeordnet. Der Außendurchmesser eines Ritzels ist das radial äußere Ende, der Innendurchmesser das radial innere Ende des Ritzels. Das hier gezeigte Schaltwerk RD ist auf herkömmliche Weise mit einem Schaltauge am rechten Ausfallende des Rahmens befestigt. Damit ist das bekannte Schaltwerk RD von der Hinterradachse A beabstandet und nicht koaxial mit dieser montiert. Das Schaltwerk RD dreht sich um die B-Achse, welche von der Achse A beabstandet ist. Der Schwenkmechanismus des Schaltwerks ist als Schrägparallelogramm ausgeführt.

[0077] Für ein besseres Verständnis der Erfindung zeigen die Figuren verschiedene Montagestadien des Schaltwerks und der Hinterradachsordnung in unterschiedlich großen Maßstäben.

[0078] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht des koaxial an der Hinterradachse 6 montierten, erfindungsgemäßen hinteren Schaltwerks 10. Zur besseren Übersichtlichkeit sind das Hinterrad und das Ritzelpaket nicht dargestellt. Zu sehen ist die zwischen den beiden Ausfallenden des Rahmens 1 angeordnete Hinterradnabe 3 und das, das rechte Ausfallende umgreifende Schaltwerk 10. Das Basiselement 20 ist mittels des Adapters 60 koaxial mit der Achse A am Rahmen 1 montiert.

[0079] Fig. 2 zeigt einen Schnitt entlang der Achse A des in Fig. 1 dargestellten Schaltwerks 10 in der Rückansicht. Die geometrische Achse A erstreckt sich entlang der Hinterradachse 6. Einfachheit halber ist in dieser Darstellung nur die Steckachse 7 und nicht die übrigen Teile der Achs- und Nabenanordnung gezeigt. Das Basiselement 20 ist mittels des Adapters 60 am rechten Ausfallende befestigt. Dazu durchgreift der Adapter 60 die rechte Rahmenöffnung 2b. Die Steckachse 7 ist in die linke Rahmenöffnung 2a eingesteckt und mit dem Adapter 60 verschraubt. Der Adapter 60 dient gleichzeitig als Konter für die Steckachse 7. Wenn die Steckachse 7 angezogen wird, schraubt sie sich weiter in den Adapter 60 und klemmt gegenüber dem Rahmen 1.

[0080] Fig. 3 zeigt eine Seitenansicht des erfindungsgemäßen am Rahmen 1 montierten Schaltwerks 10 aus Fig. 2. Die Fig. 1 bis Fig. 3 zeigen jeweils das gesamte Schaltwerk 10 mit dem Basiselement 20, dem Schwenkmechanismus 30, dem beweglichen Element 40 und der Kettenführungsanordnung 50. An dem Basiselement 20 ist eine Seilumlenkung 11, hier in Form einer an der Anschlussstelle 29c drehbar gelagerten Seilumlenkungsrolle angeordnet. Das Basiselement 20 ist an seinem ersten, oberen Anschlussende koaxial mit der Hinterradachse A am Rahmen 1 montiert. Dazu umgreifen zwei in axialer Richtung voneinander beabstandete Arme des Basiselements 20 das Ausfallende des Rahmens 1, so dass ein Arm auf der Innenseite des Rahmens 1 und der andere Arm auf der Außenseite des Rahmens 1 angeordnet ist. Das Basiselement 20 wird mit dem Adapter 60 am Rahmen 1 vormontiert. Weiter ist das Basiselement 20 an seinem zweiten, unteren Anschlussende mit dem Schwenkmechanismus 30 gekoppelt. Der Schwenkmechanismus 30 ist als Parallelogramm-Viergelenk mit einem inneren Schwenkarm 35, einem äußeren Schwenkarm 36 und vier Schwenkachsen 31, 32, 33, 34 ausgebildet. Die vier Schwenkachsen 31, 32, 33, 34 verlaufen jeweils in Ebenen, die die Achse A im rechten Winkel schneiden. Mit anderen Worten liegen die Schwenkachsen 31, 32, 33, 34 in Ebenen, die sich parallel zu den hier

nicht gezeigten Ritzelebenen erstrecken (vgl. Fig. 11 bis Fig. 13). Die erste und zweite Schwenkachse 31, 32 verbindet den Schwenkmechanismus 30 mit dem Basiselement 20. Die dritte und vierte Schwenkachse 33, 34 verbindet den Schwenkmechanismus 30 mit dem beweglichen Element 40. Sowohl das Basiselement 20, als auch das bewegliche Element 40 weisen jeweils zwei Aufnahmen für die Schwenkachsen auf. Die Längsachsen L1, L2 der Aufnahmen am Basiselement 20 und die Längsachsen der Aufnahmen am beweglichen Element 40 sind wie die Schwenkachsen 31, 32, 33, 34 selbst orthogonal zur Hinterradachse 6 bzw. der Achse A ausgerichtet (vgl. Fig. 4 bis Fig. 9). Die Kettenführungsanordnung 50 ist um die Achse P drehbar mit dem beweglichen Element 40 verbunden und im UZS (nach hinten) vorgespannt, so dass eine hier nicht gezeigte, die Kettenführung 50 s-förmig durchlaufende Kette gespannt wird. Die Kettenführungsanordnung 50 umfasst ein oberes und ein unteres Kettenführungsrollchen 51, 52, die jeweils zwischen zwei Käfighälften 57a, 57b drehbar gelagert sind. Das obere Kettenführungsrollchen 51 ist in einem oberen Abstand von der Achse P um die obere Drehachse 55 drehbar angeordnet. Das untere Kettenführungsrollchen 52 ist in einem unteren Abstand von der P-Achse um die untere Drehachse 56 drehbar angeordnet, wobei das obere Kettenführungsrollchen 51 in einem kleineren Abstand von der P-Achse als das untere Kettenführungsrollchen 52 angeordnet ist. Das bewegliche Element 40 weist ein Arretierungselement 42 auf, das es erlaubt, die vorgespannte Kettenführungsanordnung 50 gegenüber dem beweglichen Element 40 festzulegen. So kann das Schaltwerk 20 montiert werden, ohne dass die Kettenführungsanordnung 50 aufgrund der Vorspannung nach hinten schnappt.

[0081] Beim Schalten auf ein kleineres Ritzel dreht sich die Kettenführungsanordnung 50 um die Drehachse P des beweglichen Elements 40 im UZS nach hinten. Umgekehrt dreht sich die Kettenführungsanordnung 50 beim Schalten auf ein nächstgrößeres Ritzel um die Drehachse P gegen den UZS nach vorne. Durch die Drehbewegung um die Achse P, wird das obere Kettenführungsrollchen 51 radial auf die Ritzel zu- oder wegbewegt. In axialer Richtung wird die Kettenführungsanordnung 50 bewegt, indem die Schwenkarme 35, 36 um die Schwenkachsen 31, 32, 33, 34 verschwenkt werden. Je nach Schaltrichtung bewegt sich das obere Kettenführungsrollchen 51 zusammen mit der gesamten Kettenführungsanordnung 50 in axialer Richtung nach innen oder außen.

[0082] Fig. 4 und Fig. 5 zeigen jeweils perspektivische Teilschnitte des mit Hilfe des Adapters 60 am Rahmen 1 montierten Basiselements 20 und Teile der Nabenanordnung. Der erste Arm 22a und der zweite Arm 22b sind jeweils auf einer Seite des Rahmens 1 positioniert. Zur Montage des hier nicht ge-

zeigten Hinterrads wird dieses zusammen mit der Nabenanordnung (hier ist nur die Hohlachse **5** gezeigt) und die Nabenendkappe **4** entlang der Nabenführung **27** auf der Innenseite des Basiselements **20** geführt. Die Nabenführung **27** ist als Bund mit aufeinander zulaufenden Führungsflächen ausgebildet. Die Nabenendkappe **4** liegt in ihrer Endposition radial an der Nabenführung **27** an. In axialer Richtung stößt die Nabenendkappe **4** gegen die axiale Nabenanschlagsfläche **26** auf der Innenseite des Basiselements **20**. Die Nabenendkappe **4** ist geschnitten dargestellt.

[0083] Fig. **5** zeigt einen Schnitt durch das Basiselement **20** mit den zwei den Adapter **60** umgreifenden Armen **22a**, **22b**. Der Adapter **60** besteht aus dem Bolzen **61** und der Mutter **66**. Der Bolzen **61** wird in die Mutter **66** eingeschraubt, so dass der Bolzenkopf **62** und die Mutter **66** am Rahmen **1** geklemmt werden. Der Adapter **60** ist so gegenüber dem Rahmen **1** festlegbar. Das Basiselement **20** ist auf dem Adapter **60** zentriert. In fahrbereitem Zustand, bei festgezogener Steckachse **7**, ist das Basiselement **20** zwischen der Nabenendkappe **4** und dem Adapter **60** drehfest geklemmt. Das Basiselement **20** liegt in fertig montiertem Zustand in axialer Richtung nur an der Nabenendkappe **4** und am Adapter **60** an. Das Basiselement **20** ist indirekt über den Adapter **60** am Rahmen **1** montiert. Das Basiselement **20** und damit das gesamte Schaltwerk **10** ist an der Nabe **4** referenziert - und nicht wie üblich am Rahmen **1**.

[0084] Fig. **6** zeigt den vergrößerten Teilschnitt des mit dem Adapter **60** am Rahmen **1** montierten Basiselements **20** aus Fig. **5**. Der Bolzenkopf **62** und die Mutter **66** sind größer als die Rahmenöffnung **2b** bemessen. Wenn der Adapter **60** festgezogen ist, liegen der Bolzenkopf **62** und die Mutter **66** reibschlüssig am Rahmen **1** an. Die Mutter **66** weist eine Rändelfläche **69** auf, um zusätzlich eine formschlüssige Verbindung zum Rahmen **1** herzustellen und einem Verdrehen des Schaltwerks **10** nach vorne (gegen den UZS) entgegenzuwirken. Der Bolzenkörper **63** hat einen Anlagebereich **63a**, der an der Rahmenöffnung **2b** mit wenig Spiel anliegt und einen Ausgleichsbereich **63b**, der gegenüber der Rahmenöffnung **2b** mehr Spiel hat. Der Ausgleichsbereich **63b** ermöglicht, dass sich der Adapter **60** in der Rahmenöffnung **2b** entlang der Achse **A** ausrichtet. Der Bolzen **61** hat in der Rahmenöffnung **2b** Spiel und kann darin etwas verkippen, falls die Rahmenöffnung nicht genau mit der Achse **A** fluchtet.

[0085] Fig. **7** zeigt die Anordnung aus Fig. **6** mit geschnittenem Adapter **60**. Der Adapter **60** hat zwei Aufgaben: 1) Die Klemmung am Rahmen **1** wird durch die Schraubverbindung zwischen Bolzen **61** und Mutter **66** hergestellt. Alternativ könnte auch die Mutter außen und der Bolzen innen angeordnet sein. Wichtig ist, dass der Adapter **60** gegenüber dem Rahmen **1** festlegbar ist und auf diesen in axialer Rich-

tung anpassbar ist. Bei einem dünneren Rahmen wird die Schraubverbindung weiter angezogen als bei einem dickeren Rahmen. 2) Der Adapter **60** ist gegenüber dem Basiselement **20** im UZS nur begrenzt verdrehbar und stellt damit eine Verdrehsicherung dar. Dazu sind an der Mutter **66** zwei Anschläge **68a**, **68b** angeordnet, die mit zwei Stiften **24a**, **24b** am Basiselement **20** zusammenwirken. Eine Verdrehung des Schaltwerks **10** nach vorne (gegen UZS) ist aufgrund der Verdrehsicherung zwischen Adapter **60** und Basiselement **20** nur begrenzt möglich. Die Verdrehsicherung ersetzt die übliche B-Schraube und schützt vor einem ungewollten Verdrehen des Schaltwerks nach vorne.

[0086] Das Außengewinde **64** und das Innengewinde **65** des Bolzens **61** sind in verschiedenen Bereichen entlang des Bolzens **61** angeordnet, um so Kräfte besser aufnehmen zu können. Die Steckachse **7** wird in das Innengewinde **65** eingeschraubt und zieht den Adapter **60**, insbesondere den Bolzenkopf **62**, gegen die Außenseite des Rahmens **1**. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist eine Unterlegscheibe zwischen dem Bolzenkopf **62** und dem Rahmen **1** angeordnet.

[0087] Vergleiche hierzu auch Fig. **8**, eine Explosionsdarstellung des nicht montierten Basiselements **20** und des Adapters **60** aus Fig. **7**. In dieser Ansicht ist das Innengewinde **67** der Mutter **66** und das Außengewinde **64** des Bolzens **61**, die zusammen die Schraubverbindung des Adapters **60** bilden, gut zu erkennen. Alternativ könnte der Bolzen auch direkt in ein Gewinde der Rahmenöffnung eingeschraubt werden. Dann würden sich Rahmentoleranzen aber direkt auf das Schaltwerk auswirken, was es zu vermeiden gilt. Weiterhin ist der auf die erste Zentrieröffnung **23a** abgestimmte Bolzenfuß **63c** und der auf die zweite Zentrieröffnung **23b** abgestimmte Bolzenkopf **62** zu sehen. Die Anschlagfläche **63d** des Bolzens **61** wirkt mit der hier abgewendeten Außenseite des ersten Arms **22a** des Basiselements **20** zusammen (vgl. Fig. **9a**).

[0088] Fig. **9a** und Fig. **9b** zeigen eine perspektivische Außen- und Innenansicht des Basiselements **20** mit der ersten und zweiten Zentrieröffnung **23a**, **23b**. Die erste Zentrieröffnung **23a** ist auf den Außendurchmesser des Bolzenfußes **63c** des Bolzens **61** abgestimmt. Die zweite Zentrieröffnung **23b** ist auf den Außendurchmesser des Bolzenkopfes **61** abgestimmt. Auf der Außenseite des ersten Arms **22a** ist die Adapteranschlagsfläche **25** zu sehen, die mit der Anschlagfläche **63d** des Bolzens **61** zusammenwirkt. Auf der gegenüberliegenden Innenseite des ersten Arms **22a** ist die Nabenanschlagsfläche **26** angeordnet. In fahrbereitem Zustand wird der Bolzen **61** mit der Bolzenanschlagsfläche **63d** gegen die Außenseite und die Nabenendkappe **4** gegen die Innenseite des Basiselements **20** geklemmt. Am un-

teren Anschlussende des Basiselements **20** befindet sich die Anschlussstelle **29c** für eine Seilumlenkung **11**. Des Weiteren befinden sich am unteren Anschlussende des Basiselements **20** die erste Aufnahme **29a** für die erste Schwenkachse **31** und die zweite Aufnahme **29b** für die zweite Schwenkachse **32** des hier nicht gezeigten Schwenkmechanismus **30**. Die Längsachsen L1, L2 der ersten und zweiten Aufnahmen **29a**, **29b** verlaufen in Ebenen, die die Hinterradachse A jeweils im rechten Winkel schneiden. Die vier Schwenkachsen **31**, **32**, **33**, **34** des Parallelogramm-Viergelenks **30** sind also unabhängig von der gewählten Relativstellung des Schaltwerks **10** orthogonal zur gemeinsamen Ritzelachse A ausgerichtet.

[0089] Fig. **10** zeigt einen Teilschnitt durch die zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schaltwerks **10** mit einer Einstellhilfe. Der Schnitt verläuft durch das bewegliche Element **40** und die Kettenführungsanordnung **50**. Die Einstellhilfe ist in Form des Arretierungselements **42** ausgebildet, das in die Arretierungsöffnung **58** in der äußeren Käfighälfte **57b** eingreift. Mittels der Einstellhilfe wird die im UZS vorgespannte Kettenführungsanordnung **50** gegenüber dem beweglichen Element **40** in einer vorbestimmten Drehposition festgelegt. Die vorbestimmte Dreh- oder Winkelposition legt das obere Kettenführungsrollchen **51** in einem idealen Abstand zu einem Referenzritzel des hier nicht gezeigten Ritzelpakets fest. Zum Einstellen des Schaltwerks **10** wird dieses mittels der Einstellhilfe arretiert. Nach dem Einstellen wird die Arretierung gelöst, so dass sich die Kettenführungsanordnung **50** relativ zum beweglichen Element **40** drehen kann.

[0090] Im Folgenden werden die Montageschritte und die Einstellung des erfindungsgemäßen Schaltwerks **10** mit Bezugnahme auf die Fig. **1** bis Fig. **10** beschrieben.

i) Das Schaltwerk **10** wird mittels des Basiselements **20** und dem Adapter **60** am Rahmen **1** vormontiert. Dazu umgreift das Basiselement **20** das rechte Ausfallende des Rahmens **1** und der Adapter **60** wird in die Rahmenöffnung **2b** und die Zentrieröffnungen **23a**, **23b** in das Basiselement **20** eingesetzt und verschraubt. Der Adapter **60** wird soweit verschraubt, dass er zusammen mit dem Basiselement **20** noch drehbar am Rahmen **1** gehalten wird (vgl. Fig. **6** und Fig. **7**). Nach dem ersten Montageschritt sind der Adapter **60** und das Basiselement **20** in axialer und radialer Richtung gegenüber dem Rahmen **1** positioniert aber noch nicht festgezogen. Adapter **60** und Basiselement **20** sind gegenüber dem Rahmen **1** um die Achse A drehbar.

ii) Das Hinterrad mit der gesamten Nabenanordnung wird eingesetzt und die Steckachse **7** eingeschraubt aber noch nicht ganz festgezogen (vgl. Fig. **1** bis Fig. **3**, ohne Darstellung des Hin-

terrads). Im noch nicht festgezogenen Zustand lässt sich das Schaltwerk **10** noch um die Hinterradachse A drehen.

iii) Der Adapter **60** wird angezogen. Dabei wird der Bolzen **61** solange mit der Mutter **66** im UZS gegenüber dem Basiselement **20** gedreht, bis die Anschläge **68a**, **68b** der Mutter **66** auf die Gegenanschläge **24a**, **24b** des Basiselements **20** treffen. Aufgrund der Anschläge wird das Basiselement **20** und das gesamte Schaltwerk **10** beim Weiterdrehen solange mitgenommen, bis die Kette gespannt ist. In der gespannten Position ist sowohl das Basiselement **20**, als auch die Mutter **66** festgelegt, so dass sich der Bolzen **61** solange in das Innengewinde **67** der Mutter **66** schraubt, bis sich der Adapter **60** am Rahmen **1** festgezogen hat. Optional kann eine Einstellhilfe zum Einsatz kommen. Denkbar wäre eine Einstellarretierung, wie sie in Fig. **10** gezeigt ist. Die Arretierung **42/58** legt die um die Achse P drehbare Kettenführungsanordnung **50** in einer bestimmten Winkelposition fest und gibt damit den gewünschten Abstand zwischen dem oberen Kettenrollchen **51** und einem Referenzritzel vor. Dazu wird das Schaltwerk **10** in einen Referenzgang bzw. auf ein Referenzritzel geschaltet, die Kettenführung **50** arretiert und das Basiselement **20** zusammen mit dem gesamten Schaltwerk **10** soweit um die Hinterradachse A nach hinten verdreht, bis die ideale Kettenspannung erreicht ist.

iv) In der eingestellten Position wird die Steckachse **7** festgezogen und die Arretierung gelöst. Durch das Festziehen der Steckachse **7** wird der innere Arm **22a** zwischen der Nabenendkappe **4** und dem Adapter **60** verklemmt. Dadurch richtet sich der Arm **22a** zusammen mit dem gesamten Basiselement **20** und dem Schaltwerk **10** orthogonal zur Nabenendkappe **4** bzw. zur Hinterradachse A aus. Eventuelle Rahmentoleranzen spielen für diese Ausrichtung keine Rolle mehr. Diese einfache Einstellung ist nur aufgrund der koaxialen Montage des Schaltwerks **10** mit der Drehachse A und des daraus resultierenden, gleich-bleibenden Abstands zwischen einem Referenzritzel und der arretierten, oberen Kettenrolle **51** möglich. Bei einem nicht koaxial montierten Schaltwerk RD würde sich der Abstand zwischen der oberen Kettenrolle und einem Referenzritzel bei einer Drehung um die von der Hinterradachse A beabstandete B-Achse des Basiselements verändern (vgl. Fig. **13**). Bei festgezogener Steckachse **7** ist das Basiselement **20** gegenüber dem Rahmen **1** auch rotatorisch fixiert. Lediglich der Schwenkmechanismus **30**, das bewegliche Element **40** und die Kettenführungsanordnung **50** des Schaltwerks **10** bewegen sich beim Schalten noch relativ zum

Rahmen **1**. Bei der Demontage wird die Steckachse **7** gelöst, so dass sich das Schaltwerk **10** wieder nach hinten drehen lässt und das Hinterrad entnommen werden kann.

[0091] Fig. **11** und Fig. **12** zeigen dritte Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Schaltwerks **10** mit Begrenzungsanschlügen **59a** und **59b**, die es ermöglichen, auf die üblichen Begrenzungsschrauben **70** (limit screws) zu verzichten. Zur Verdeutlichung sind die Begrenzungsschrauben **70** in Fig. **12** noch dargestellt.

[0092] Das Schaltwerk **10** in Fig. **11** ist mit dem größten Ritzel R12 des Ritzelpakets R ausgerichtet. Diese Position stellt die innere Maximalposition dar. Das Schaltwerk **10** soll sich in axialer Richtung nicht weiter nach innen bewegen. Dafür ist der erste Begrenzungsanschlag **59a** auf der Kettenführungsanordnung **50**, insbesondere auf der Innenseite der äußeren Käfighälfte **57b** angeordnet. Der erste Begrenzungsanschlag **59a** ist so ausgebildet, dass er mit dem größten Ritzel R12 zusammenwirkt. Dazu ragt der innere Begrenzungsanschlag **59a** im Bereich der P-Achse über den Käfig **57b** hinaus und stößt in der inneren Maximalstellung gegen die Außenseite des Ritzels R12. Die Kettenführungsanordnung **50** kann dann gegenüber dem größten Ritzel R12 in axialer Richtung nicht weiter nach innen bewegt werden.

[0093] Mit anderen Worten erstreckt sich die äußere Käfighälfte **57b** der Kettenführungsanordnung **50** in der inneren Maximalposition des Schaltwerks **10** in radialer Richtung in einen Bereich des größten Ritzels R12, welcher sich innerhalb des radialen Außendurchmessers des größten Ritzels R12 befindet. In axialer Richtung erstreckt sich die äußere Käfighälfte **57b** in der inneren Maximalposition des Schaltwerks **10** zwischen dem größten Ritzel R12 und seinem benachbarten nächstkleineren Ritzel R11. In der inneren Maximalposition des Schaltwerks **10** befindet sich eine hier nicht gezeigte Kette in Eingriff mit dem größten Ritzel R12. Wird das Schaltwerk **10** über die innere Maximalposition hinweg weiter in axialer Richtung nach innen bewegt, stößt die äußere Käfighälfte **57b** bzw. der innere Begrenzungsanschlag **59a** gegen das größte Ritzel R12 und begrenzt damit die Bewegung des Schaltwerks **10**. Der innere Begrenzungsanschlag **59a** ist hier einstückig mit der äußeren Käfighälfte **57b** ausgebildet. Mehrteilige Ausführungen von Käfig und Begrenzungsanschlag sind ebenfalls denkbar.

[0094] Alternativ kann anstelle der Käfiganordnung auch das bewegliche Element (P-Knuckle) derart ausgebildet sein, dass es in der vorgesehenen, inneren Maximalposition des Schaltwerks als innerer Begrenzungsanschlag wirkt. Der innere Begrenzungsanschlag wirkt mit dem Ritzelpaket, insbesondere einem Ritzel oder einem anderen dem Ritzelpaket zu-

geordneten geeigneten Element, zum Beispiel einer Kettenschutzscheibe zusammen.

[0095] In Fig. **12** ist das Schaltwerk **10** mit dem kleinsten Ritzel R1 des Ritzelpakets R ausgerichtet. Im Vergleich zu Fig. **11** ist die Kettenführungsanordnung **50** viel weiter nach hinten (im UZS) gedreht. Das obere Kettenführungsrollchen **51** ist in radialer Richtung etwa gleich weit vom Ritzel R1 entfernt, wie in Fig. **12** vom Ritzel R12. Die gezeigte Position stellt die äußere Maximalposition des Schaltwerks **10** dar. Das Schaltwerk **10** soll sich in axialer Richtung nicht weiter nach außen bewegen. Dafür ist der zweite Begrenzungsanschlag **59b** auf der Kettenführungsanordnung **50**, insbesondere der Außenseite der äußeren Käfighälfte **57b** angeordnet. Der zweite Begrenzungsanschlag **59a** ist so ausgebildet, dass er mit dem Basiselement **20** zusammenwirkt. Genauer gesagt wirkt die Außenseite der äußeren Käfighälfte **57b** im Bereich der oberen Kettenführungsrolle **51** als zweiter Begrenzungsanschlag **59b**. Der zweite Begrenzungsanschlag **59b** stößt in der äußeren Maximalposition gegen die Innenseite des Basiselements **20**. Die Innenseite des Basiselements **20** ist gleichzeitig die Innenseite des ersten Arms **22a**. Die Kettenführungsanordnung **50** kann dann gegenüber dem Basiselement **20** in axialer Richtung nicht weiter nach außen bewegt werden.

[0096] Vorteilhaft an den Begrenzungsanschlügen **59a**, **59b** ist, dass diese festen Anschläge nicht mehr eingestellt werden müssen, sondern bereits auf das Ritzelpaket R abgestimmt sind. Die Begrenzungsschrauben **70** zum Einstellen der Anschläge sind nicht mehr nötig.

[0097] Gerade in Verbindung mit dem in Fig. **11** und Fig. **12** dargestellten Ritzelpaket R mit einer hohen Anzahl von zwölf Ritzeln R1-R12 und einer großen Spreizung von hier zehn Zähnen auf dem kleinsten Ritzel R1 und 50 Zähnen auf dem größten Ritzel R12, sind die Vorteile des erfindungsgemäßen Schaltwerks **10** besonders groß. Fig. **14** zeigt eine Schnittdarstellung eines vierten Ausführungsbeispiels entlang der Achse A in der Rückansicht. Aus Gründen der besseren Übersicht sind in dieser Darstellung nur der Rahmen **1**, die Steckachse **70**, die rechte Nabendekappe **4** und ausgewählte Teile des Schaltwerks gezeigt. Alle zu sehenden Teile sind geschnitten dargestellt.

[0098] Das Basiselement **20** ist mittels des Adapters **60** am rechten Ausfallende befestigt. Dazu durchgreift der Bolzen **61** die rechte Rahmenöffnung **2b** und wird mit der Mutter **66** verschraubt. Die Steckachse **70** ist mit ihrem ersten Ende **71** in die linke Rahmenöffnung **2a** eingesteckt und mit ihrem zweiten Ende **72** in den Bolzen **61** des Adapters **60** eingeschraubt. Der Adapter **60** bzw. der Bolzen **61** dient gleichzeitig als Konter für die Steckachse **70**. Wenn

die Steckachse **70** angezogen wird, schraubt sie sich weiter in den Bolzen **61** und klemmt diesen gegenüber dem Rahmen **1**. Der Außendurchmesser **74** der Steckachse **70** ist kleiner bemessen als die Rahmenöffnung **2a**. Der Zwischenraum wird mit einer Buchse **71a** ausgeglichen. Das erste Steckachsenende **71** weist einen Kopf mit einem größeren Durchmesser als die Rahmenöffnung **2a** auf, und kann nicht durch die Rahmenöffnung **2a** rutschen. Der Kopfdurchmesser verringert sich kontinuierlich vom ersten Ende **71** zum Körper oder Schaft der Steckachse **70** hin bis auf den Außendurchmesser **74**. Der Übergang verläuft in einem 45 Grad Winkel. Andere Winkelmaße, insbesondere 90 Grad, sind ebenfalls denkbar. Wie in den vorhergehenden Ausführungsbeispielen, ist der innere Arm **22a** des Basiselements **20** in axialer Richtung zwischen der rechten Nabenendkappe **4** und dem Bolzen **61** festgelegt. Außerdem wird der innere Arm **22a** des Basiselements **20** in radialer Richtung auf dem Zentrierbereich des Bolzens **61** (vgl. Details in **Fig. 7** und **Fig. 8**) und der äußere Arm **22b** auf dem Bolzenkopf **62** zentriert. Die gezeigte Steckachse **70** weist einen Außendurchmesser **74** von 12 mm und einen Innendurchmesser **75** von 7 mm auf. Daraus ergibt sich eine Steckachsenwandstärke von 2,5 mm. Das Ausführungsbeispiel der Steckachse **70** in **Fig. 14** entspricht im Wesentlichen den vorherigen Figuren, wird hier aber noch einmal direkt einer Steckachse **80** gemäß **Fig. 15a** mit einem vergrößerten Außendurchmesser **84** und einer sich unterscheidenden Zentrierung gegenübergestellt.

[0099] **Fig. 15a** zeigt eine Schnittdarstellung eines fünften Ausführungsbeispiels, welches sich aufgrund der Steckachse **80** mit einem vergrößerten Außendurchmesser **84** in mehreren Punkten von der vorherigen Ausführungsform unterscheidet. Die gezeigte Steckachse **80** weist einen Außendurchmesser **84** von 15 mm und einen ersten Innendurchmesser **85** von 12 mm auf. Dies führt zu einer ersten Wandstärke **W85** von 1,5 mm. Alle gezeigten Teile sind geschnitten dargestellt.

[0100] Der Rahmen **1** mit seinen Rahmenöffnungen **2a** und **2b**, die hier nur teils gezeigte Nabennordung mit der Nabenendkappe **4** und das Basiselement **20** des Schaltwerks sind unverändert. Nur der Adapter **60'** muss auf den vergrößerten Außendurchmesser **84** der Steckachse **80** angepasst werden. Um die Steckachse **80** aufnehmen zu können, wird der Durchmesser des Innengewindes **65'** des Bolzens **61'** auf deren Außendurchmesser **84** angepasst. Außerdem fällt der Zentrierbereich (vgl. Zentrierbereich **63c** der vorhergehenden Ausführungsformen) am Bolzen **61'** weg. Dies führt dazu, dass das Basiselement **20** die äußere Umfangsfläche der Steckachse **80** direkt kontaktiert. Das heißt, der innere Arm **22a** des Basiselements **20** zentriert sich direkt auf der Steckachse **80**, und nicht wie in den vorherigen Beispielen auf dem Adapter **60**. Der äußere Arm

22b des Basiselements zentriert sich unverändert auf dem Außenumfang des Bolzenkopfes **62'**. Die Referenzierung des Basiselements **20** in axialer Richtung und in radialer Richtung erfolgt unabhängig vom Rahmen **1**. In axialer Richtung ist das Basiselement **20** zwischen Nabenendkappe **4** und dem Adapter **60'**, insbesondere der Anschlagfläche **63d'** des Bolzens **61'** (siehe **Fig. 19**), festgelegt. In radialer Richtung wird der innere Arm **22a** des Basiselements **20** direkt auf der Steckachse **80** und der äußere Arm **22b** auf dem Adapter **60'**, insbesondere auf dem Bolzenkopf **62'**, zentriert. Die weitgehende Unabhängigkeit von Rahmentoleranzen erlaubt eine präzise Ausrichtung des Schaltwerks selbst dann, wenn die beiden Rahmenöffnungen **2a** und **2b** nicht genau fluchten. Der Übergang zwischen dem Kopf am ersten Ende **81** der Steckachse **80** zum Steckachsenkörper mit dem Außendurchmesser **84** ist hier rechtwinklig. Der Außendurchmesser **84** der Steckachse **80** entspricht in etwa der Rahmenöffnung **2a**. Die Steckachse **80** ist mit weniger Spiel durch die Öffnung **2a** geführt. Die Buchse **91a** weist einen 45 Grad Winkel auf und dient der Zentrierung der Steckachse **80** in der Rahmenöffnung **2a**. Auch diese Buchse könnte in einem anderen Winkel ausgebildet sein.

[0101] Zur Verdeutlichung zeigt **Fig. 15b** eine perspektivische Außenansicht der Schnittdarstellung aus **Fig. 15a**. Die Nabenendkappe **4** liegt axial an der Nabenanschlagsfläche **26** des Basiselements **20** an.

[0102] In der **Fig. 16** ist eine vergrößerte Detailansicht des rechten Ausfallendes des Rahmens **1** aus **Fig. 15b** dargestellt. Das zweite Ende **82** der Steckachse **80** ist in das Innengewinde **65'** des Bolzens **61'** des Adapters **60'** eingeschraubt. Hier wird der direkte Kontakt zwischen Basiselement **20** und Steckachse **80** besonders deutlich. Der innere Arm **22a** des Basiselements **20** liegt mit seiner ersten Zentrieröffnung **23a** in radialer Richtung direkt auf dem Außenumfang der Steckachse **80** an. In axialer Richtung ist der innere Arm **22a** zwischen der Nabenendkappe **4** und der Anschlagfläche **63d'** des Bolzens **61'** festgelegt. Die Mutter **66'** entspricht im Wesentlichen den vorherigen Ausführungsbeispielen.

[0103] **Fig. 17** entspricht der Ansicht aus **Fig. 16**, wobei zur besseren Übersichtlichkeit die Nabenendkappe und die Adaptermutter ausgeblendet wurden. Der Bolzen **61'** schlägt in axialer Richtung mit seiner Anschlagfläche **63d'** an der Gegenanschlagsfläche **25** des inneren Arms **22a** an. Der äußere Arm **22b** des Basiselements **20** zentriert sich unverändert mit seiner zweiten Zentrieröffnung **23b** auf dem Außenumfang des Bolzenkopfes **62'**.

[0104] **Fig. 18** zeigt die Anordnung aus **Fig. 17** ohne den Bolzen. Hier wird die Zentrierung des Basiselements **20** auf der Steckachse **80** besonders deutlich. Das zweite Ende **82** der Steckachse **20** durchgreift

den inneren Arm **22a** des Basiselements **20**. Das Außengewinde **83** der Steckachse **80** liegt in montiertem Zustand zwischen dem ersten und dem zweiten Arm **22a**, **22b** des Basiselements **20**. Um eine möglichst präzise Zentrierung des Basiselements **20** auf der Steckachse **80** zu erreichen, ist die Oberfläche **87** der Steckachse **80** zumindest im Kontaktbereich zwischen Basiselement **20** und Steckachse **80** bearbeitet. Diese Zentrieroberfläche **87** wird beispielsweise feingedreht, geschliffen und/oder beschichtet. Aufgrund der aufwendigen Bearbeitung wird die Zentrieroberfläche **87** möglichst schmal gehalten. Die Zentrieroberfläche **87** muss jedoch mindestens so breit, wie die erste Zentrieröffnung **23a** des ersten Arms **22a** des Basiselements **20** sein.

[0105] Insbesondere reicht die Zentrieroberfläche **87** der Steckachse **80** in montiertem Zustand zumindest bis in den Bereich des Bolzens **61'** hinein, so dass der Bolzenfuß auf der Zentrieroberfläche **87** zum Liegen kommt. Diese Ausführung erlaubt eine genaue Zentrierung des Bolzens **61'** auf der Steckachse **80**. Die Zentrierung durch das Einschrauben des Außengewindes **83** der Steckachse **80** in das Innengewinde **65'** des Bolzens **61'** alleine ist aufgrund des Gewindespiels nicht präzise genug. Die Zentrieroberfläche **87** nimmt das Spiel zwischen Bolzen **61'** und Steckachse **80** heraus. So ist eine besonders steife Verbindung zwischen der Steckachse **80** und dem Bolzen **61'** möglich. Die Zentrieroberfläche **87** sollte eine Mindestbreite aufweisen, damit Toleranzen je nach Einschraubtiefe, abhängig von der Nabenanordnung und Rahmenbreite, ausgeglichen werden können und das Basiselement **20** immer auf der Oberfläche **87** zum Liegen kommt. Eine axiale Breite der Zentrieroberfläche **87** von etwa 2,5 mm (oder mehr) ist ausreichend breit und kann relativ schnell und kostengünstig gefertigt werden.

[0106] Eine weitere Zentrieroberfläche könnte am äußersten zweiten Ende der Steckachse angebracht werden, welche ebenfalls mit dem Bolzen zusammenwirkt und zu einer noch steiferen Verbindung führt. Die äußere Oberfläche von besonders hochwertigen Steckachsen könnte auch vollständig nachbearbeitet sein.

[0107] Fig. 19 zeigt eine vergrößerte Explosionsdarstellung in der ungeschnittenen Rückansicht des Adapters **60'**, bestehend aus dem Bolzen **61'** und der Mutter **66'**. Der Adapter **60'** entspricht im Wesentlichen dem Adapter **60** des vorhergehenden Ausführungsbeispiels in den Fig. 1 bis Fig. 12, weshalb hier nur noch auf die Unterschiede eingegangen wird. Das in seinem Durchmesser vergrößerte und auf die 15 mm Steckachse **80** angepasste Innengewinde ist in der Rückansicht nicht sichtbar. Der Anschlag **63d'** bildet das innere axiale Ende des Bolzens **61'**. Die übrigen Außenmaße des Bolzens **61'** sind unverändert und auf das Basiselement **20** abgestimmt.

[0108] Eine Steckachse **80** gemäß des fünften Ausführungsbeispiels ist in einer ungeschnittenen Rückansicht in Figur **20a** und in einer Schnittansicht entlang der Achse A in Fig. **20b** gezeigt. Die Steckachse **80** weist einen Außendurchmesser **84** von 15 mm auf. Die axiale Gesamtbreite vom ersten Ende **81** bis zum zweiten Ende **82** variiert je nach verwendetem Nabenstandard und den Rahmenbedingungen. Typische Nabenbreiten von linker bis rechter Nabenendkappe liegen bei 142 bis 148 mm. Das Außengewinde **83** und die Zentrieroberfläche **87** sind im Bereich des zweiten Steckachsenendes **82** angeordnet. Die Zentrieroberfläche **87** liegt axial weiter innen als das Außengewinde **83**. Die Zentrieroberfläche **87** beginnt in einem Abstand **88** von etwa 13,5 mm und endet in einem Abstand **88** von etwa 16 mm vom zweiten Steckachsenende **82**. Die Zentrieroberfläche **87** hat eine axiale Breite **B87** von etwa 2,5 mm. Die axiale Breite **B83** des Außengewindes **83** misst etwa 10 mm.

[0109] Die Steckachse **80** weist einen Außendurchmesser **84** von 15 mm auf. Lediglich das erste Ende **81** hat einen größeren Kopfdurchmesser. Ein erster Innendurchmesser **85** der Steckachse **80** beträgt 12 mm. Daraus ergibt sich eine erste Wandstärke **W85** von etwa 1,5 mm. Die erste Wandstärke **W85** erstreckt sich über einen Großteil der axialen Breite der Steckachse **80**. Im Bereich des zweiten Steckachsenendes **82** weist sie einen zweiten Innendurchmesser **86** auf, der etwa 10 mm beträgt. Der zweite Innendurchmesser **86** ist kleiner als der erste Innendurchmesser **85**. Aus dem zweiten Innendurchmesser **86** ergibt sich eine zweite Wandstärke **W86**, die größer als die erste Wandstärke **W85** ist. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die zweite Wandstärke **W86** mit etwa 2,4 mm bemessen. Der zweite Innendurchmesser **86** beziehungsweise die vergrößerte zweite Wandstärke **W86** ist gerade in den Bereichen der Steckachse **80** angeordnet, die stark belastet werden. Insbesondere im Bereich des Außengewindes **83**. Auch der Bereich der Zentrieroberfläche **87** weist eine vergrößerte Wandstärke **W86** auf, weil hier das Basiselement **20** auf der Steckachse **80** aufliegt und entsprechend größere Kräfte wirken. Der Übergang zwischen dem ersten und zweiten Innendurchmesser **W85**, **W86** ist kontinuierlich. Der zweite Innendurchmesser **86** erstreckt sich vom äußersten zweiten Steckachsenende **82** in axialer Richtung über eine Breite **B86** von etwa 18 mm.

[0110] Vom ersten Ende **81** bis zum zweiten Ende **82** der Steckachse **80** reihen sich folgende Bereiche aneinander: erstes Ende **81** mit vergrößertem Kopfdurchmesser, rechtwinkliger Übergang zum Außendurchmesser **84**, erster Innendurchmesser **85** mit der sich daraus ergebenden Wandstärke **W85**, Übergang vom ersten Innendurchmesser **85** zum zweiten Innendurchmesser **86** mit der sich daraus ergebenden

Wandstärke W86, Zentrieroberfläche **87**, Außengewinde **86** und zweites Steckachsenende **82**.

[0111] Die **Fig. 21** zeigt eine Schnittdarstellung einer Hinterradachsordnung mit einer Steckachse **80** gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel. Alle Teile sind geschnitten dargestellt. Die Steckachse **80** durchgreift in montiertem Zustand die Rahmenöffnung **2a**, die Nabenanordnung und den Antrieber **100** und ist in das Schaltwerk, insbesondere den Adapter **60'** eingeschraubt. Das Schaltwerk (hier nur teilweise gezeigt) wird über das Basiselement **20** und den Adapter **60'** am rechten Ausfallende des Rahmens **1** befestigt. Mit der Steckachse **80** wird die Nabenanordnung am Rahmen **1** befestigt. Durch das Eindrehen der Steckachse **80** in das Gewinde des Adapters **60'** wird das Basiselement **20** gegen die Nabenanordnung, insbesondere die rechte Nabenendkappe **4** in axialer Richtung verspannt. Wird die Steckachse **80** entfernt, verbleibt das Schaltwerk samt Adapter **60'** und Basiselement **20** am Rahmen **1**. Die Nabenanordnung umfasst unter anderem die linke Nabenendkappe **8**, die Nabenlagerung **9**, die Nabenhülse **3**, die Nabenachse **5** und die rechte Nabenendkappe **4**.

[0112] **Fig. 22** zeigt ausgewählte Teile der Hinterradachsordnung aus **Fig. 21**. Zur besseren Übersichtlichkeit wurden hier der Antrieber und die meisten Teile der Nabenanordnung entfernt. Lediglich die Nabenachse **5** und die Nabenlagerung **9**, bestehend aus den als Wälzlager ausgebildeten Nabenlagern **9a, 9b** der Nabenanordnung sind dargestellt. Die Steckachse **80** ist mit wenig Spiel in die Nabenachse **5** eingesteckt. Die Nabenlager **9a, 9b** und die Antrieberlager **109a, 109b** sind auf die Nabenachse **5** gesteckt. Alle Teile sind geschnitten dargestellt.

[0113] **Fig. 23** zeigt die Schnittdarstellung der Hinterradachsordnung aus **Fig. 22** ohne die Lager. Die Steckachse **80** mit einem Außendurchmesser **84** von 15 mm ist in die Nabenachse **5** mit wenig Spiel eingesteckt. Der Innendurchmesser d_5 der Nabenachse **5** beträgt etwas mehr als 15 mm. Der Außendurchmesser D_5 der Nabenachse **5** beträgt etwa 17 mm. Daraus ergibt sich eine Wandstärke W_5 der Nabenachse **5** von etwa 1 mm. Die Wandstärke W_{85} der Steckachse **80** ist größer als die Wandstärke W_5 der Nabenachse **5**. Insbesondere beträgt die Wandstärke W_{85} der Steckachse **80** etwa 1,5 mm und damit das 1,5-fache der Nabenachse **5**. Dies führt zu einem relativ ausgewogenen Verhältnis der Flächenträgheitsmomente.

[0114] **Fig. 24a** zeigt einen Teilschnitt durch ausgewählte Teile einer Hinterradachsordnung mit einer Steckachse **90** gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel. Ausgenommen der Steckachse **90** sind alle Teile geschnitten dargestellt. **Fig. 24b** zeigt den Teilschnitt aus **Fig. 24a** in einer perspektivischen Außenansicht. Die Steckachse **90** durchgreift die linke

Rahmenöffnung **2a**, die Nabenendkappen **8, 4** und die Nabenachse **5** mit geringem Spiel. Das zweite Steckachsenende **92** ist mit dem Außengewinde **93** in den Adapter **60'** des Schaltwerks eingeschraubt. Der erste Außendurchmesser $94a$ der Steckachse **90** ist etwas kleiner als der Innendurchmesser der Nabenachse **5**. Die Steckachse **90** weist in den Bereichen mit erhöhter Belastung den ersten Außendurchmesser **94a** auf. Dies sind insbesondere die Steckachsenenden **91, 92** und die Bereiche der Lager **9a, 9b, 109a, 109b**. Die übrigen Bereiche der Steckachse **90** weisen einen zweiten, reduzierten Außendurchmesser $94b$ auf.

[0115] Die Steckachse **90** gemäß der sechsten Ausführungsform ist in einer ungeschnittenen Rückansicht in **Figur 25a** und in einer Schnittansicht entlang der Achse **A** in **Fig. 25b** gezeigt.

[0116] Die Steckachse **90** unterscheidet sich von der Steckachse **80** in erster Linie dadurch, dass sie zur Gewichtseinsparung in großen Bereichen eine reduzierte Wandstärke W_{94b} aufweist. Die Steckachse **90** weist einen ersten Außendurchmesser **94a** von 15 mm und einen ersten Innendurchmesser **95** von 12 mm auf. Der erste Außendurchmesser $94a$ von 15 mm wurde auf einen zweiten Außendurchmesser **94b** von 14 mm reduziert. Der erste Innendurchmesser **95** bleibt unverändert. Daraus ergibt sich im Bereich des ersten Außendurchmessers **94a** eine erste Wandstärke W_{94a} von 1,5 mm und im Bereich des reduzierten Außendurchmessers **94b** eine zweite, reduzierte Wandstärke W_{94b} von 1 mm. Die Steckachse **90** weist nur in den axialen Bereichen, die einer größeren Belastung unterliegen, den größeren Außendurchmesser $94a$ und die größere Wandstärke W_{94a} auf.

[0117] Wie bei der vorhergehenden Ausführungsform weist die Steckachse **90** im Bereich des zweiten Endes **92** einen zweiten kleineren Innendurchmesser **96** auf, der etwa 10 mm beträgt. Aus dem zweiten Innendurchmesser **96** ergibt sich eine dritte Wandstärke W_{96} , die größer als die erste und die zweite Wandstärke W_{94a}, W_{94b} ist. Der zweite Innendurchmesser **96** bzw. die vergrößerte zweite Wandstärke W_{96} ist in dem stark belasteten Bereich des Außengewindes **93** und der Zentrieroberfläche **97** angeordnet.

[0118] Vom ersten Ende **91** bis zum zweiten Ende **92** der Steckachse **90** reihen sich folgende Bereiche aneinander: erstes Ende **91** mit vergrößertem Kopfdurchmesser, rechtwinkliger Übergang zum ersten Außendurchmesser **94a**, erster Innendurchmesser **95** mit der sich daraus ergebenden Wandstärke W_{94a} in den stärker belasteten Bereichen, dazwischen der reduzierte Außendurchmesser **94b** mit der sich daraus ergebenden reduzierten Wandstärke W_{94b} , Übergang vom reduzierten Außendurchmesser $94b$ zum zweiten Innendurchmesser **96** mit der

sich daraus ergebenden Wandstärke W96, Zentrieroberfläche **97**, Außengewinde **96** und zweites Steckachsenende **92**.

[0119] Der reduzierte Außendurchmesser **94b** kann besonders einfach durch Abdrehen des überschüssigen Materials an der Außenseite der Steckachse **90** hergestellt werden. Alternativ könnte eine reduzierte Wandstärke auch durch einen dritten, vergrößerten Innendurchmesser verwirklicht werden. Dabei wird Material an der Innenseite der Steckachse und nicht an der Außenseite entfernt bzw. eingespart. Der Effekt der Gewichtseinsparung wäre derselbe.

[0120] Grundsätzlich ist anzumerken, dass die Steckachsen **80**, **90** mit einem vergrößerten Außendurchmesser von 15 mm trotz einer geringeren Wandstärken von 1 mm bis 2 mm ein stark erhöhtes Flächenträgheitsmoments im Vergleich zu der Steckachsen **70** mit einem 12 mm Außendurchmesser aufweisen. Die Steifigkeit wird erhöht und/oder das Gewicht verringert.

[0121] Im Vergleich zu herkömmlichen Hinterradachsenanordnungen kann mit der Steckachse **80** gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel ein etwa 30 % höheres Flächenträgheitsmoment des Gesamtsystems und gleichzeitig ein etwas 21 % geringeres Gewicht erzielt werden.

[0122] Ein weiteres hier nicht gezeigtes Ausführungsbeispiel, wie es speziell für E-Bikes zum Einsatz kommen könnte, ist eine Steckachse mit einem Außendurchmesser von 15 mm und einem Innendurchmesser von 11 mm. Im Vergleich zu herkömmlichen Hinterradachsenanordnungen für E-Bikes mit einer deutlich größeren Wandstärke wird das Flächenträgheitsmoment zwar etwas verringert, aber deutlich an Gewicht gespart. Zusätzlich führt die gleichmäßigere Verteilung des Flächenträgheitsmoments auf die Steckachse und Nabenachse zu einer insgesamt stabileren Achsanordnung, weil die Maximalspannungen an der Außenhaut der Nabenachse geringer sind.

[0123] Ein weiterer Faktor ist die Verteilung von Zug- und Druckspannungen, welche sich mit den Biegespannungen überlagern. Die Zug- und Druckspannungen sind auch abhängig von der Gewindesteigung des Außengewindes der Steckachse. Eine Gewindesteigung von 1 mm Axialbewegung pro Umdrehung hat sich bei einem üblichen Anzugsmoment als vorteilhaft erwiesen. Eine Gewindesteigung 1,5 mm wäre schlechter, weil bei gleichem Anzugsmoment eine geringere Zugspannung in der Steckachse aufgebaut wird. Die Zugspannung in der Steckachse gleicht sich mit der Druckspannung in der Nabenachse aus. Es besteht eine hohe Druckspannung auf der Nabenachse, weil diese eine dünnere Wandstärke bzw. einen kleineren Querschnitt aufweist.

[0124] Durch die Auswahl des Materials können sowohl die Steifigkeit, als auch das Gewicht weiter beeinflusst werden. Bevorzugte Materialien für die Steckachse sind Aluminium, Titan oder Stahl.

[0125] Das modulare System erlaubt einen einfachen und kostengünstigen Wechsel der Steckachse **70**, **80**, **90**. Je nach Fahrradtyp und Belastung kann entweder eine steifere oder leichtere Steckachse gewählt werden. Lediglich der Adapter **60**, **60'** muss auf die gewählte Steckachse **70**, **80**, **90** angepasst werden, Die Nabenanordnung, der Antreiber **100**, das Basiselement **20** und die restlichen Teile des Schaltwerks können unverändert genutzt werden und werden vom Wechsel der Steckachse nicht beeinflusst.

[0126] Die in den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen genannten Wandstärken der Naben- und Steckachsen sind auf eine Fertigung aus Aluminium ausgelegt. Die gemachten Aussagen zum Flächenträgheitsmoment bestehen materialunabhängig fort. Solange für die Steckachse und die Nabenachse dasselbe Material verwendet wird, können die genannten Wandstärkenverhältnisse beibehalten werden.

[0127] Werden unterschiedliche Materialien für die Nabenachse und die Steckachse verwendet, können die Wandstärken entsprechend der maximalen Spannungen angepasst werden. Beispielsweise könnte eine Steckachse aus Titan und eine Nabenachse aus Aluminium gefertigt werden. Dann könnte die Steckachse entsprechend der zulässigen Streckgrenzen dünnwandiger ausgebildet werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 0875444 A1 [0005]
- EP 1342658 A1 [0005]
- EP 1764297 A1 [0005]

Patentansprüche

1. Hinteres Schaltwerk (10) zur koaxialen Montage an einer Hinterradachse (A) aufweisend:

- ein Basiselement (20),
- einen Schwenkmechanismus (30),
- ein bewegliches Element (40), und
- eine Kettenführungsanordnung (50), wobei der Schwenkmechanismus (30) das Basiselement (20) mit dem beweglichen Element (40) verbindet, und die Kettenführungsanordnung (50) um eine Drehachse (P) drehbar mit dem beweglichen Element (40) verbunden ist, und wobei das Basiselement (20) ein erstes Anschlusselement (21) zur koaxialen Montage an der Hinterradachse (A) und ein zweites Anschlusselement (29) zur Kopplung mit dem Schwenkmechanismus (30) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Anschlusselement (21) einen ersten Arm (22a) und einen zweiten Arm (22b) aufweist, die in axialer Richtung voneinander beabstandet angeordnet sind.

2. Hinteres Schaltwerk (10) nach Anspruch 1, wobei sich in montiertem Zustand der erste Arm (22a) auf einer axialen Innenseite eines Rahmens (1) und der zweite Arm (22b) auf einer axialen Außenseite des Rahmens (1) befindet.

3. Hinteres Schaltwerk (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der erste Arm (22a) eine erste Zentrieröffnung (23a) und der zweite Arm (22b) eine zweite Zentrieröffnung (23b) aufweist.

4. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Arm (22a) auf seiner axialen Außenseite eine Adapteranschlagsfläche (25) aufweist.

5. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Arm (22a) auf seiner axialen Innenseite eine Nabenanschlagsfläche (26) aufweist.

6. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Arm (22a) auf seiner axialen Innenseite eine Nabenführung (27) aufweist.

7. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Arm (22a) eine Achsöffnung (28) zur Durchführung einer Achse, insbesondere einer Steckachse (7, 70, 80, 90), aufweist.

8. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Basiselement (20) eine Anschlussstelle (29c) für eine Seilumlenkung (11) aufweist.

9. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Basiselement (20)

eine erste Aufnahme (29a) für eine erste Schwenkachse (31) des Schwenkmechanismus (30) und eine zweite Aufnahme (29b) für eine zweite Schwenkachse (32) des Schwenkmechanismus aufweist, und wobei die erste und zweite Aufnahme (29a, 29b) jeweils orthogonal zur Hinterradachse (A) orientiert sind.

10. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend einen Adapter (60), der eine Schraubverbindung, insbesondere einen Bolzen (61) mit einem Außengewinde (64) und eine Mutter (66) mit einem Innengewinde (67) umfasst.

11. Hinteres Schaltwerk (10) nach Anspruch 10, wobei der Adapter (60) in eine Rahmenöffnung (2b) einsetzbar und am Rahmen (1) mittels der Schraubverbindung fixierbar ist.

12. Hinteres Schaltwerk (10) nach Anspruch 10 oder 11, wobei der Bolzen (61) einen Bolzenkörper (63) mit einem Anlagebereich (63a) und einem Ausgleichsbereich (63b) aufweist.

13. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei der Adapter (60), insbesondere der Bolzen (61), eine Achsöffnung aufweist, in der ein Innengewinde (65) angeordnet ist, in welches ein Gegengewinde (73, 83, 93), der Steckachse (7, 70, 80, 90) schraubbar ist.

14. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei ein erster Außendurchmesser des Adapters (60) auf einen Innendurchmesser der ersten Zentrieröffnung (23a) des Basiselements (20) und ein zweiter Außendurchmesser des Adapters (60) auf einen Innendurchmesser der zweiten Zentrieröffnung (23b) des Basiselements (20) abgestimmt ist.

15. Hinteres Schaltwerk (10) nach Anspruch 14, wobei ein Außendurchmesser eines Bolzenfußes (63c) auf die erste Zentrieröffnung (23a) und ein Außendurchmesser des Bolzenkopfes (62) auf die zweite Zentrieröffnung (23b) abgestimmt ist.

16. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der Ansprüche 10 bis 15, wobei der Adapter (60), insbesondere eine axiale Anschlagfläche (63d, 63d') des Bolzens (61), an der axialen Adapteranschlagsfläche (25) des Basiselements (20) anliegt.

17. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der Ansprüche 10 bis 16, wobei das Basiselement (20) einen Anschlag (24) und der Adapter (60) einen Gegenanschlag (68) aufweist.

18. Hinteres Schaltwerk (10) nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 oder nach einem der vorherge-

henden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Basiselement (20), insbesondere die Nabenanschlagsfläche (26) des ersten Arms (22a), in fahrbereitem Zustand axial an einer Nabenendkappe (4) anschlägt.

19. Hinteres Schaltwerk (10) nach Anspruch 18, wobei der erste Arm (22a) zwischen der Nabenendkappe (4) und dem Adapter (60) angeordnet ist, insbesondere zwischen der Nabenendkappe (4) und dem Adapter (60) kraftschlüssig festgelegt ist.

20. Hinteres Schaltwerk (10) nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schwenkmechanismus (30) zumindest eine Schwenkachse (31, 32, 33, 34) umfasst, die orthogonal zur Hinterradachse (A) orientiert ist.

21. Hinteres Schaltwerk (10) nach Anspruch 20, wobei der Schwenkmechanismus (30) als Parallelogramm-Viergelenk mit vier Schwenkachsen (31, 32, 33, 34) ausgebildet ist, und alle vier Schwenkachsen (31, 32, 33, 34) orthogonal zur Hinterradachse (A) orientiert sind.

22. Hinteres Schaltwerk (10) nach Anspruch 21, wobei eine erste Schwenkachse (31) einen inneren Schwenkarm (35) des Schwenkmechanismus (30) mit einer inneren Aufnahme (29a) am Basiselement (20) und eine zweite Schwenkachse (32) einen äußeren Schwenkarm (36) des Schwenkmechanismus (30) mit einer äußeren Aufnahme (29b) am Basiselement (20) drehbar verbindet, und die Aufnahmen (29a, 29b) axial mit den Schwenkachsen (31, 32) ausgerichtet sind.

23. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der Ansprüche 20 bis 22, wobei die Kettenführungsanordnung (50) ein oberes Kettenführungsrollchen (51) umfasst, das drehbar in einem konstanten oberen Abstand von der Drehachse (P) angeordnet ist, und ein unteres Kettenführungsrollchen (52) umfasst, das drehbar in einem konstanten unteren Abstand von der Drehachse (P) angeordnet ist.

24. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Schaltwerk (10), insbesondere das bewegliche Element (40), ein Arretierungselement (42) aufweist, welches erlaubt, die vorgespannte Kettenführungsanordnung (50) zum Einstellen des Schaltwerks (10) gegenüber dem beweglichen Element (40) festzulegen.

25. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 13 oder 15 bis 24, wobei das erste Anschlussende (21) des Basiselements (20) eine erste Zentrieröffnung (23a) aufweist, welche dazu ausgebildet ist, im fahrbereiten Zustand mit einer Zentrieroberfläche (87, 97) der Steckachse (80,

90) zur Zentrierung des Basiselements (20) auf der Steckachse (80, 90) zusammenzuwirken.

26. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei an dem beweglichen Element (40) oder an der Kettenführungsanordnung (50) ein innerer Begrenzungsanschlag (59a) angeordnet ist, der in einer inneren Maximalposition des Schaltwerks (10) zum Zusammenwirken mit einem Ritzelpaket (R) ausgebildet ist, um eine Axialbewegung des Schaltwerks (10) nach innen zu begrenzen.

27. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei an der Kettenführungsanordnung (50) ein äußerer Begrenzungsanschlag (59b) angeordnet ist, der in einer äußeren Maximalposition des Schaltwerks (10) zum Zusammenwirken mit dem Basiselement (20) ausgebildet ist, um eine Axialbewegung des Schaltwerks (10) nach außen zu begrenzen.

28. Hinteres Schaltwerk (10) zur koaxialen Montage an einer Hinterradachse (A) aufweisend:

- ein Basiselement (20),
- einen Schwenkmechanismus (30),
- ein bewegliches Element (40) und
- eine Kettenführungsanordnung (50), wobei der Schwenkmechanismus (30) das Basiselement (20) mit dem beweglichen Element (40) verbindet, und die Kettenführungsanordnung (50) um eine Drehachse (P) drehbar mit dem beweglichen Element (40) verbunden ist, und wobei das Basiselement (20) ein erstes Anschlussende (21) zur koaxialen Montage an der Hinterradachse (A) und ein zweites Anschlussende (29) zur Kopplung mit dem Schwenkmechanismus (30) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Anschlussende (21) des Basiselements (20) eine erste Zentrieröffnung (23a) zur direkten Zentrierung des Basiselements (20) auf einer Steckachse (80, 90) aufweist.

29. Hinteres Schaltwerk (10) nach Anspruch 28, wobei die erste Zentrieröffnung (23a) in einem ersten Arm (22a) des Basiselements (20) ausgebildet ist.

30. Hinteres Schaltwerk (10) nach Anspruch 29, wobei das Basiselement (20) einen zweiten Arm (22b) aufweist, der in axialer Richtung vom ersten Arm (22a) beabstandet angeordnet ist.

31. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der Ansprüche 29 oder 30, wobei das Basiselement (20), insbesondere eine axiale Nabenanschlagsfläche (26) des ersten Arms (22a), dazu ausgebildet ist, im fahrbereiten Zustand axial an einer Nabenendkappe (4) anzuschlagen

32. Hinteres Schaltwerk (10) nach einem der Ansprüche 28 bis 31, wobei der Schwenkmechanismus (30) zumindest eine Schwenkachse (31, 32, 33, 34)

umfasst, die orthogonal zur Hinterradachse (A) orientiert ist.

33. Steckachse (80, 90) zum Einschrauben in ein hinteres Schaltwerk (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem ersten Steckachsenende (81, 91) und einem zweiten Steckachsenende (82, 92), wobei die Steckachse (80, 90) im Bereich des zweiten Endes (82, 92) ein Außengewinde (83, 93) und eine Zentrieroberfläche (87, 97) zur direkten Zentrierung des Basiselements (20) auf der Steckachse (80, 90) aufweist.

34. Steckachse (80, 90) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei im eingeschraubten Zustand die Zentrieroberfläche (87, 97) der Steckachse (80, 90) mit einer ersten Zentrieröffnung (23a) des Basiselements (20) zur direkten Zentrierung des Basiselements (20) auf der Steckachse (80, 90) zusammenwirkt.

35. Steckachse (80, 90) nach Anspruch 33 oder 34, wobei die Steckachse (80, 90) hohl ausgebildet ist, und im Bereich des Außengewindes (83, 93) und/oder der Zentrieroberfläche (87, 97) eine größere Wandstärke (W86, W96) als in einem anderen Bereich der Steckachse (80, 90) aufweist.

36. Hinterradachsordnung für ein Fahrrad umfassend:

- eine Nabenanordnung mit einer um eine Hinterradachse (A) drehbare Hinterradnabe (3), einer hohlen Nabenachse (5) und einer Nabenlagerung (9) zur drehbaren Lagerung der Hinterradnabe (3) relativ zur Nabenachse (5),
- eine hohle Steckachse (80, 90), die zur Fixierung der Nabenanordnung an einem Fahrradrahmen (1) in die hohle Nabenachse (5) einsteckbar und in ein hinteres Schaltwerk (10) schraubbar ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die hohle Steckachse (80, 90) zumindest im Bereich der Nabenlager (9) eine Wandstärke (W85, W94a) aufweist, die mindestens so groß wie eine Wandstärke (W5) der Nabenachse (5) bemessen ist.

Es folgen 24 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

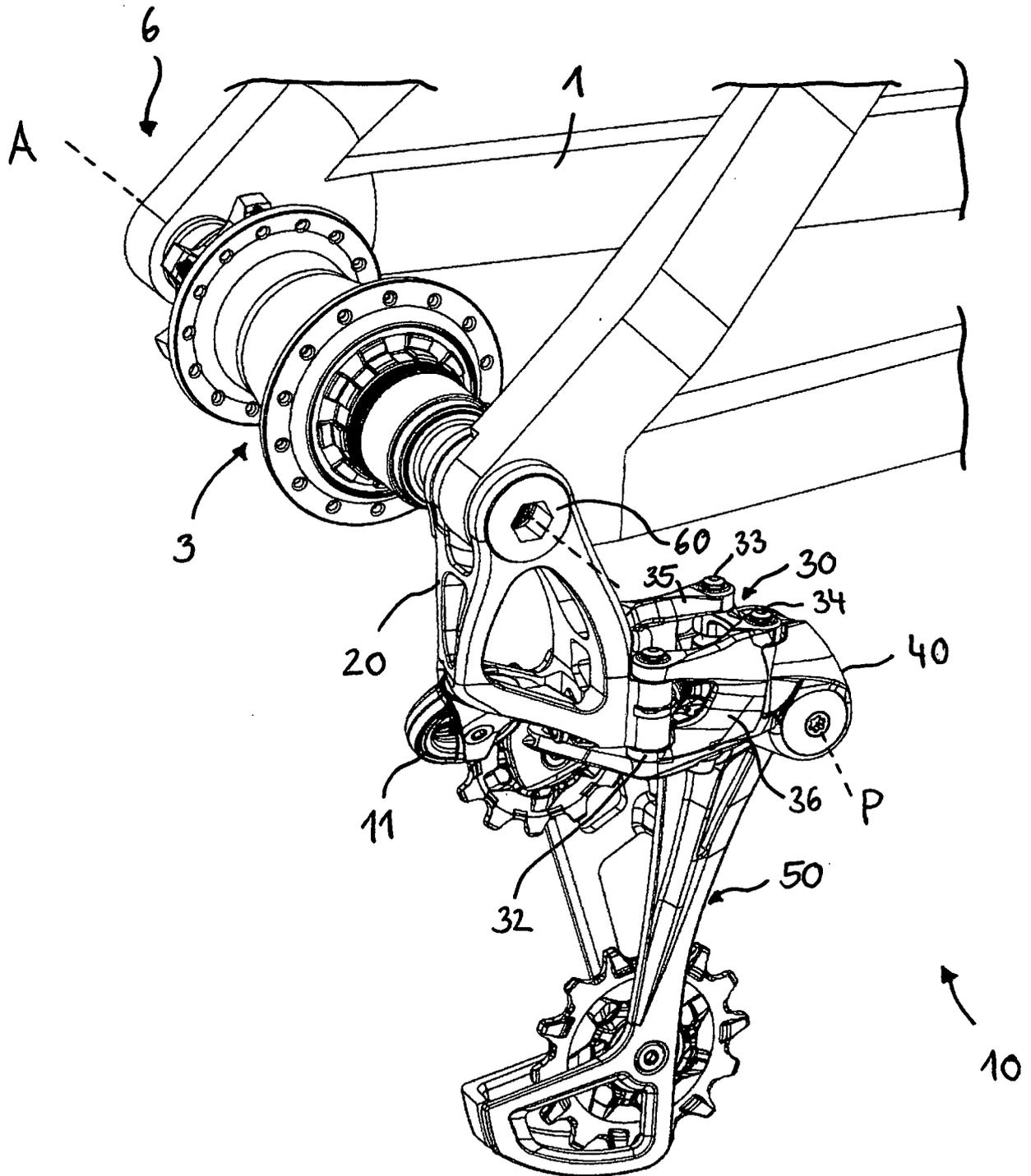


Fig. 1

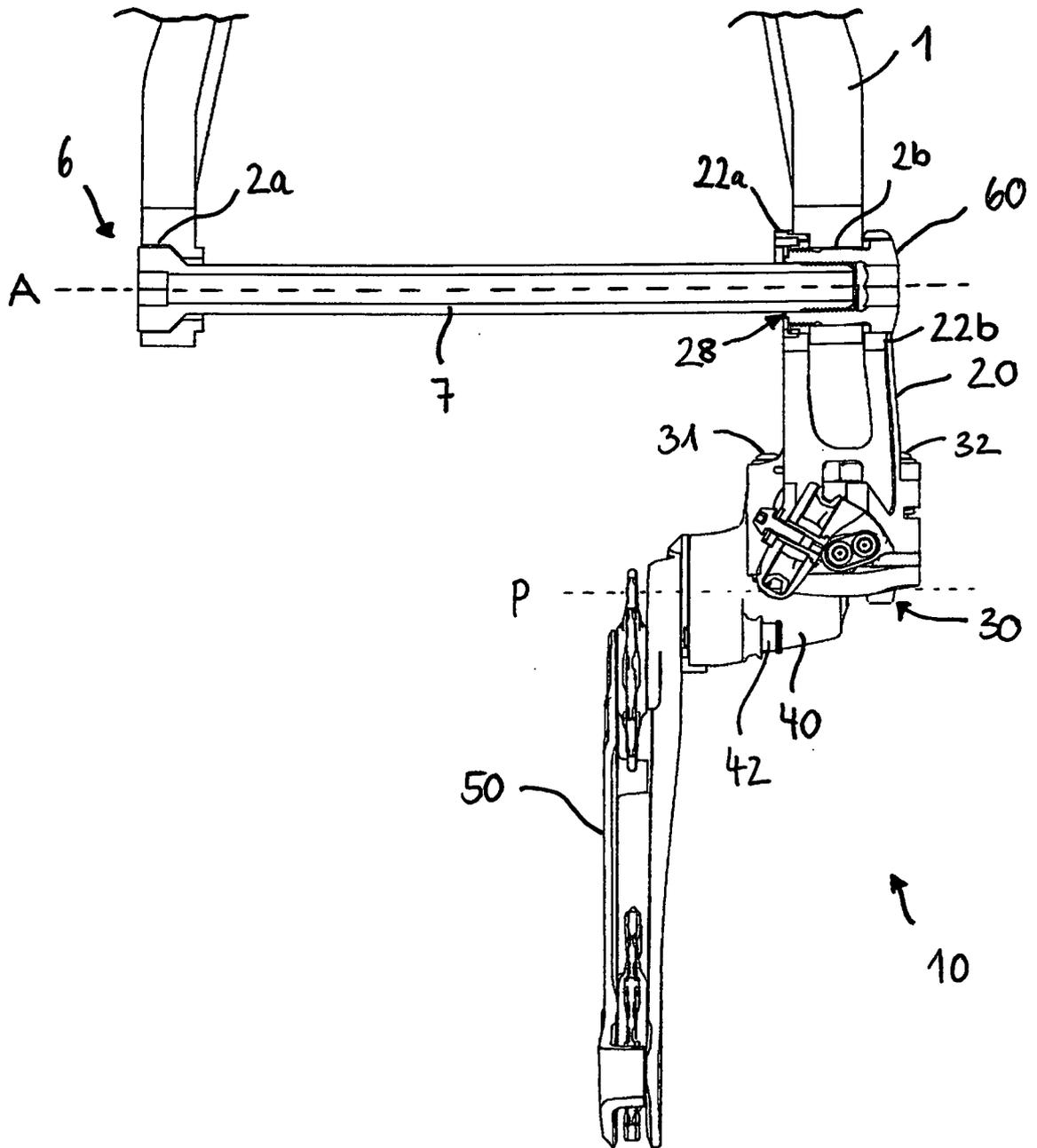


Fig. 2

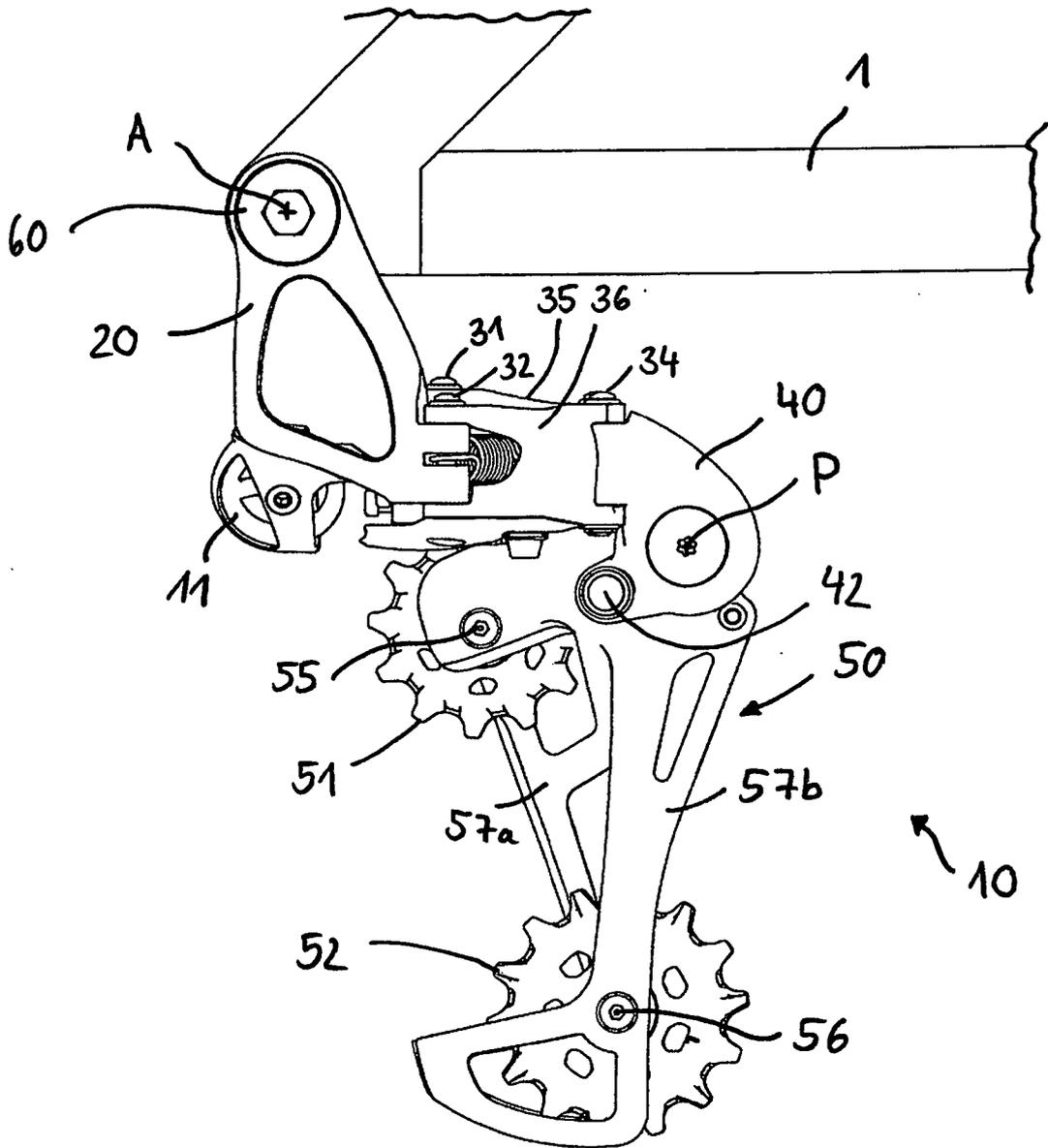


Fig. 3

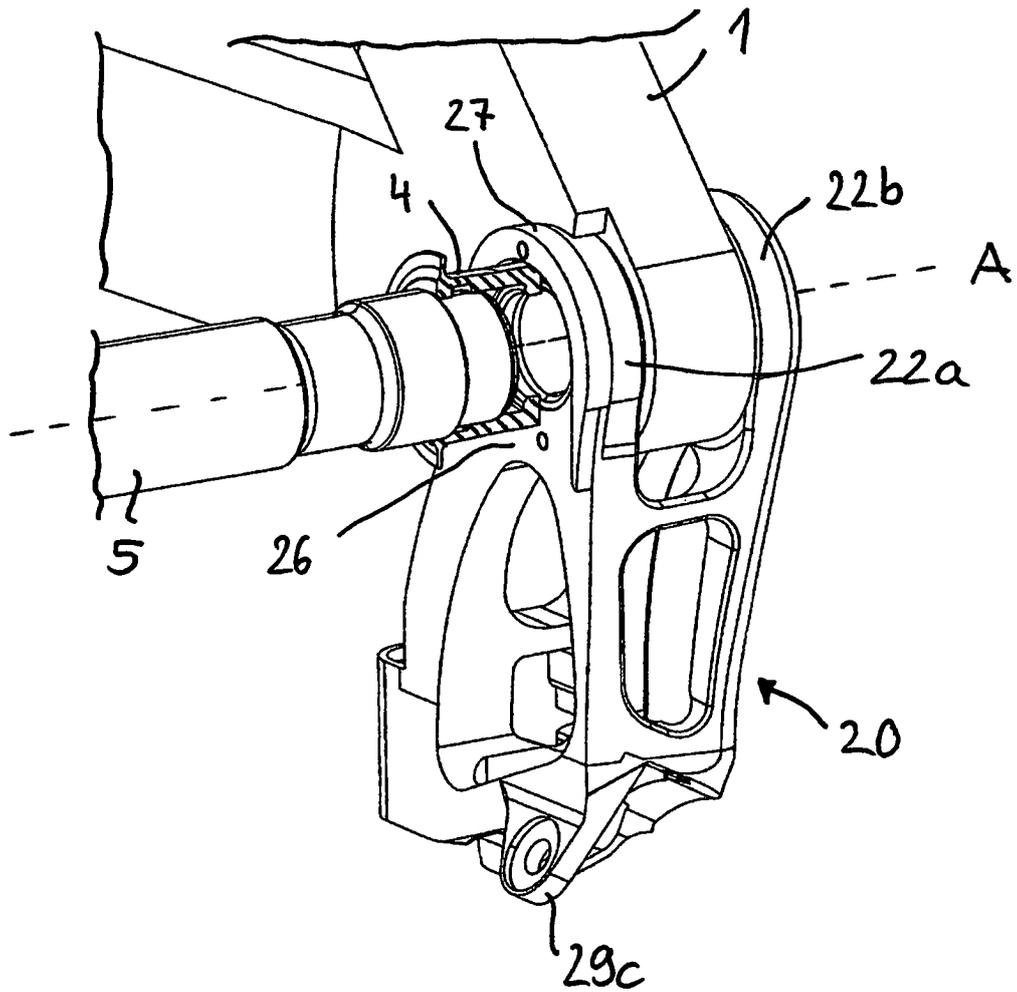


Fig. 4

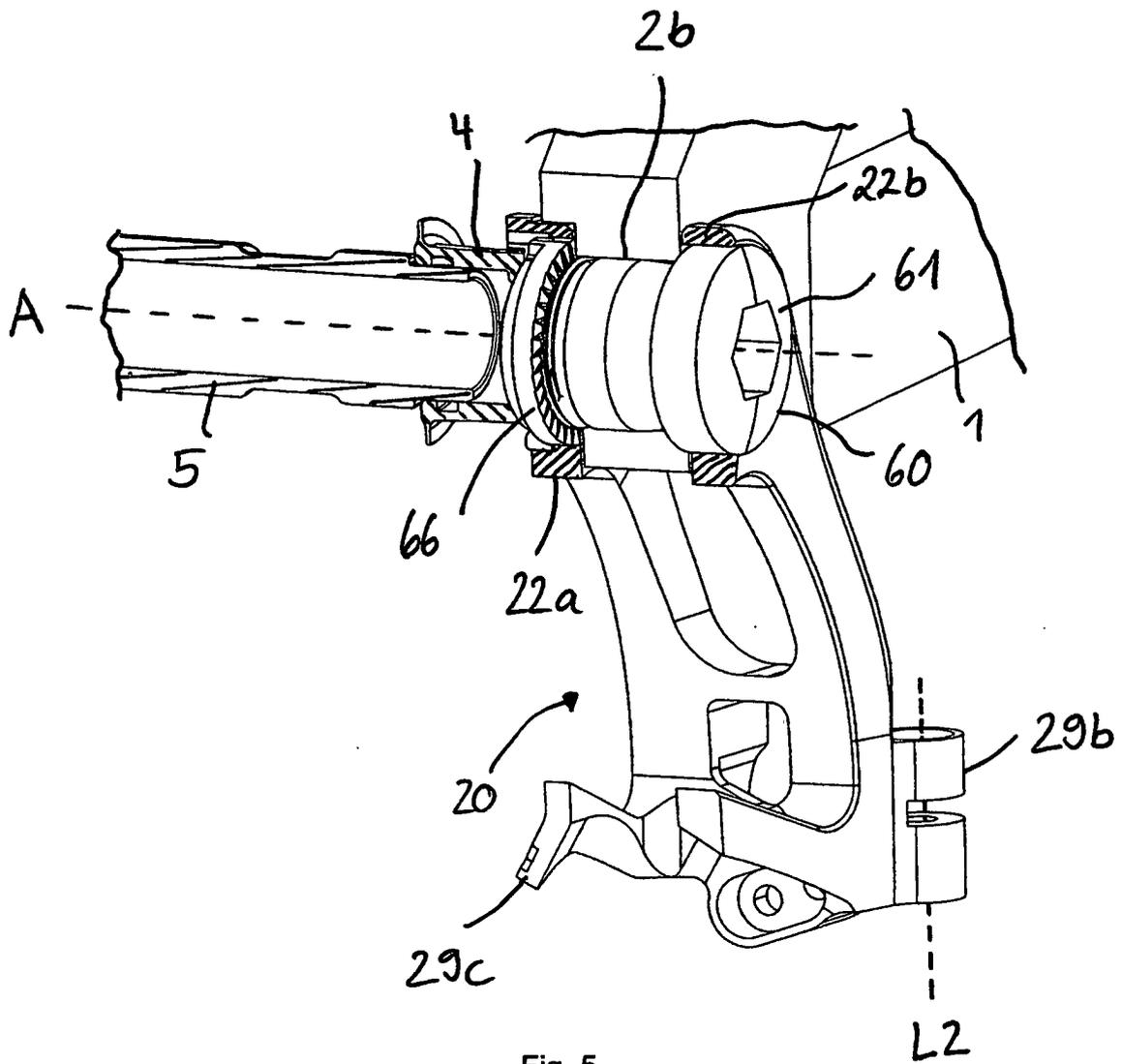


Fig. 5

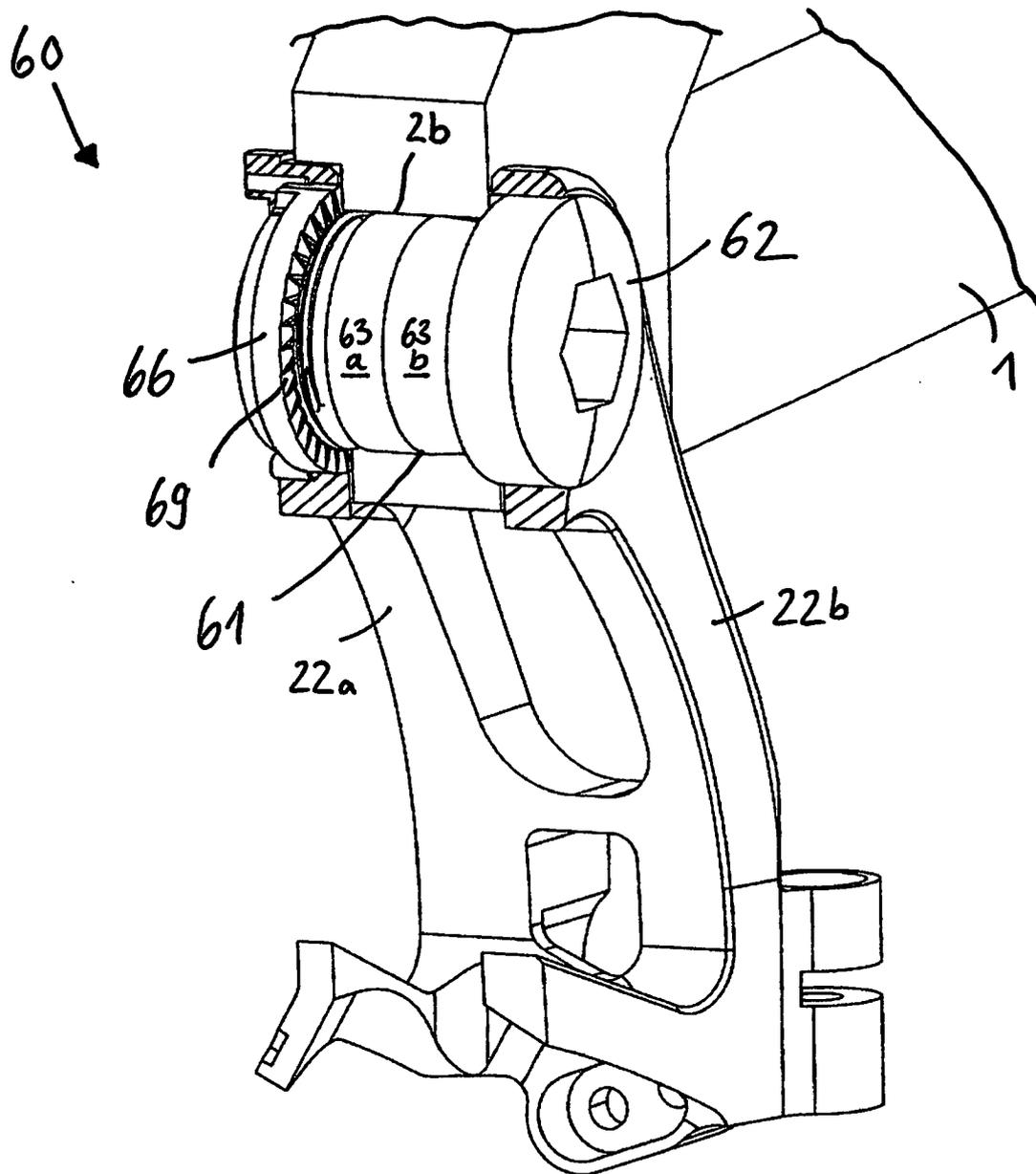


Fig. 6

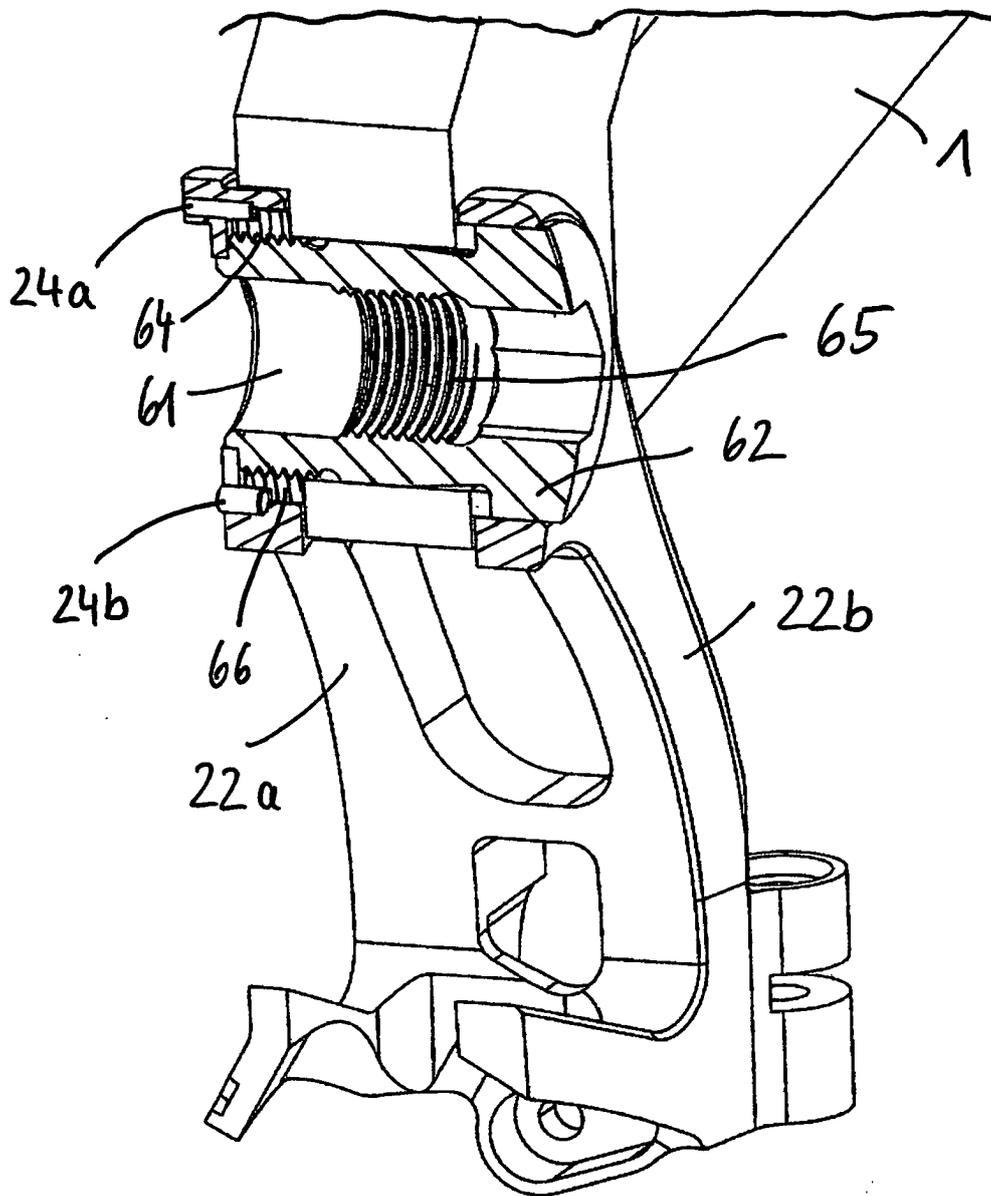


Fig. 7

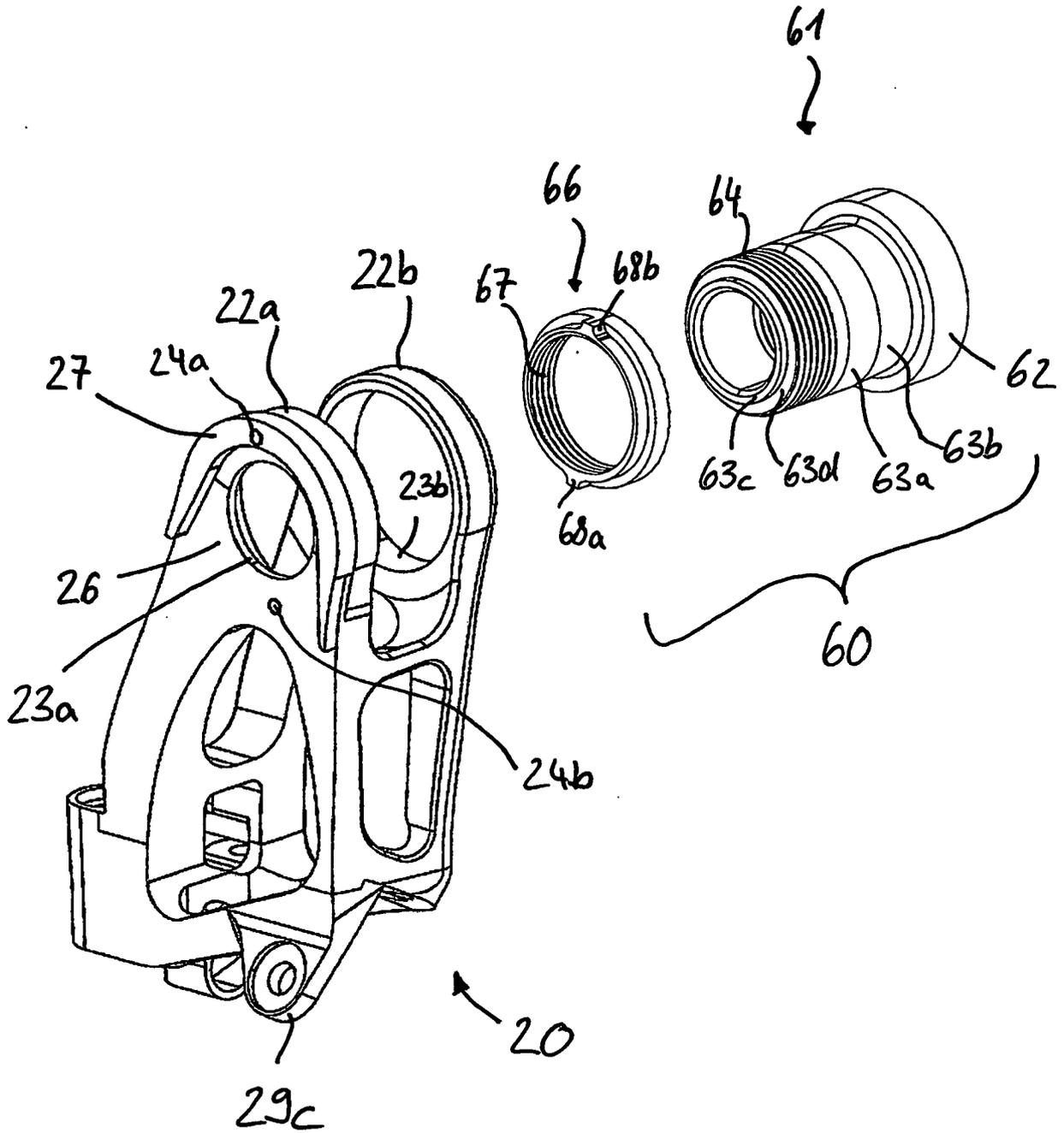


Fig. 8

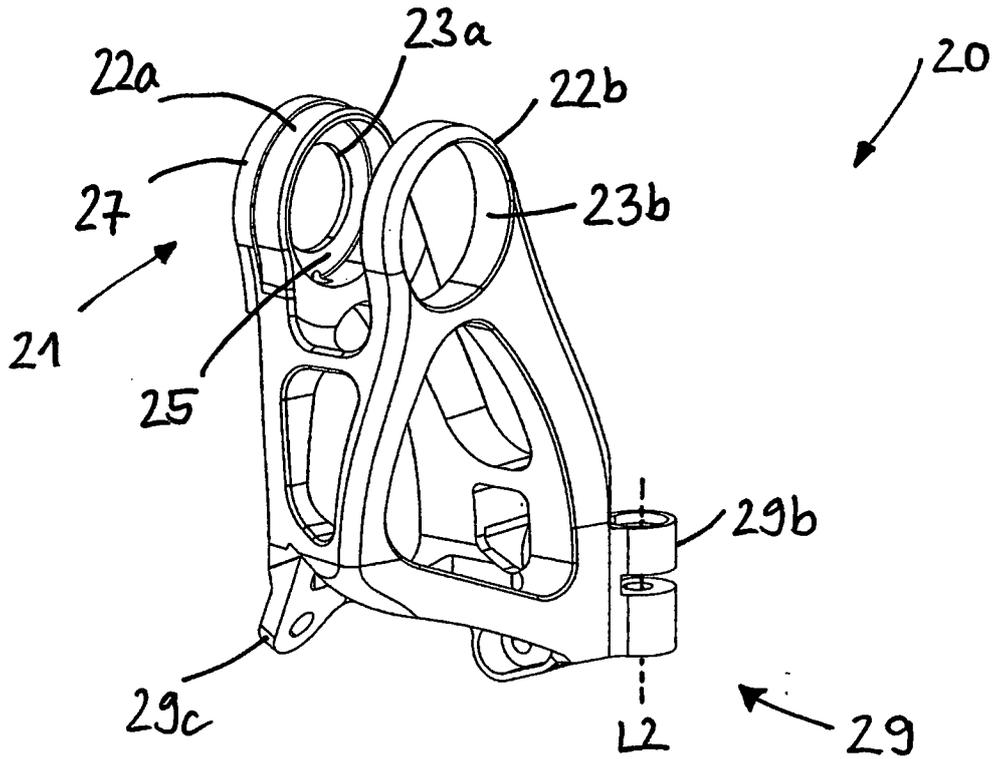


Fig. 9a

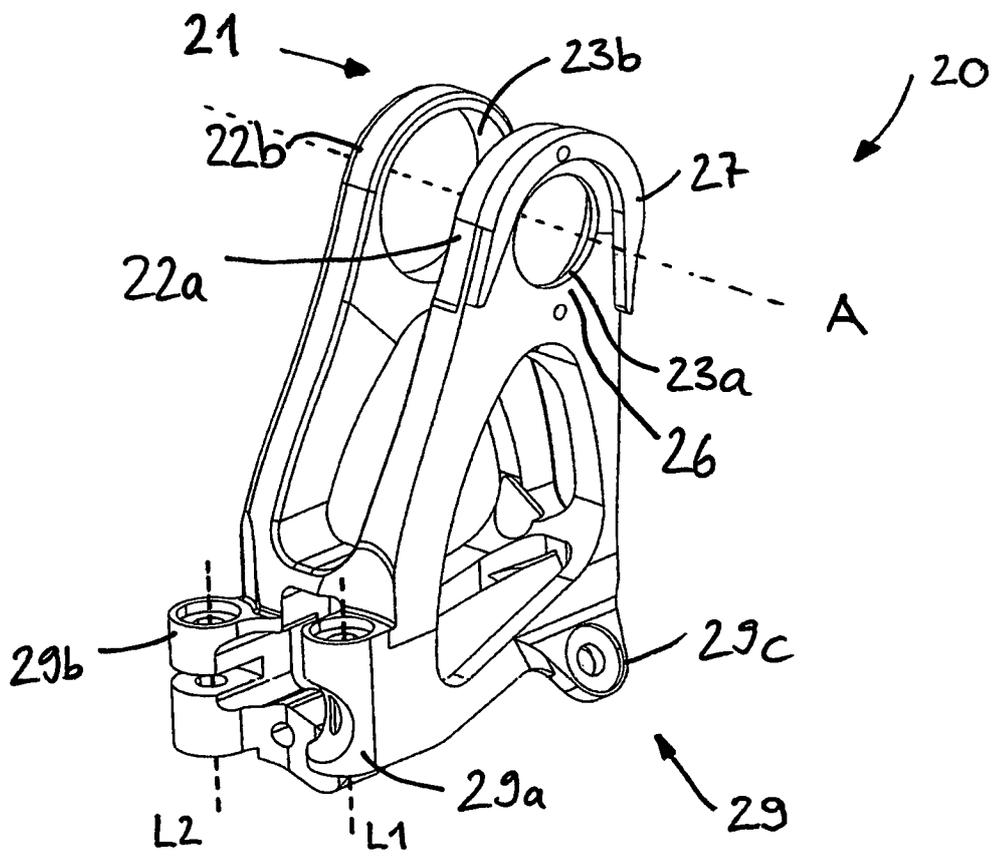


Fig. 9b

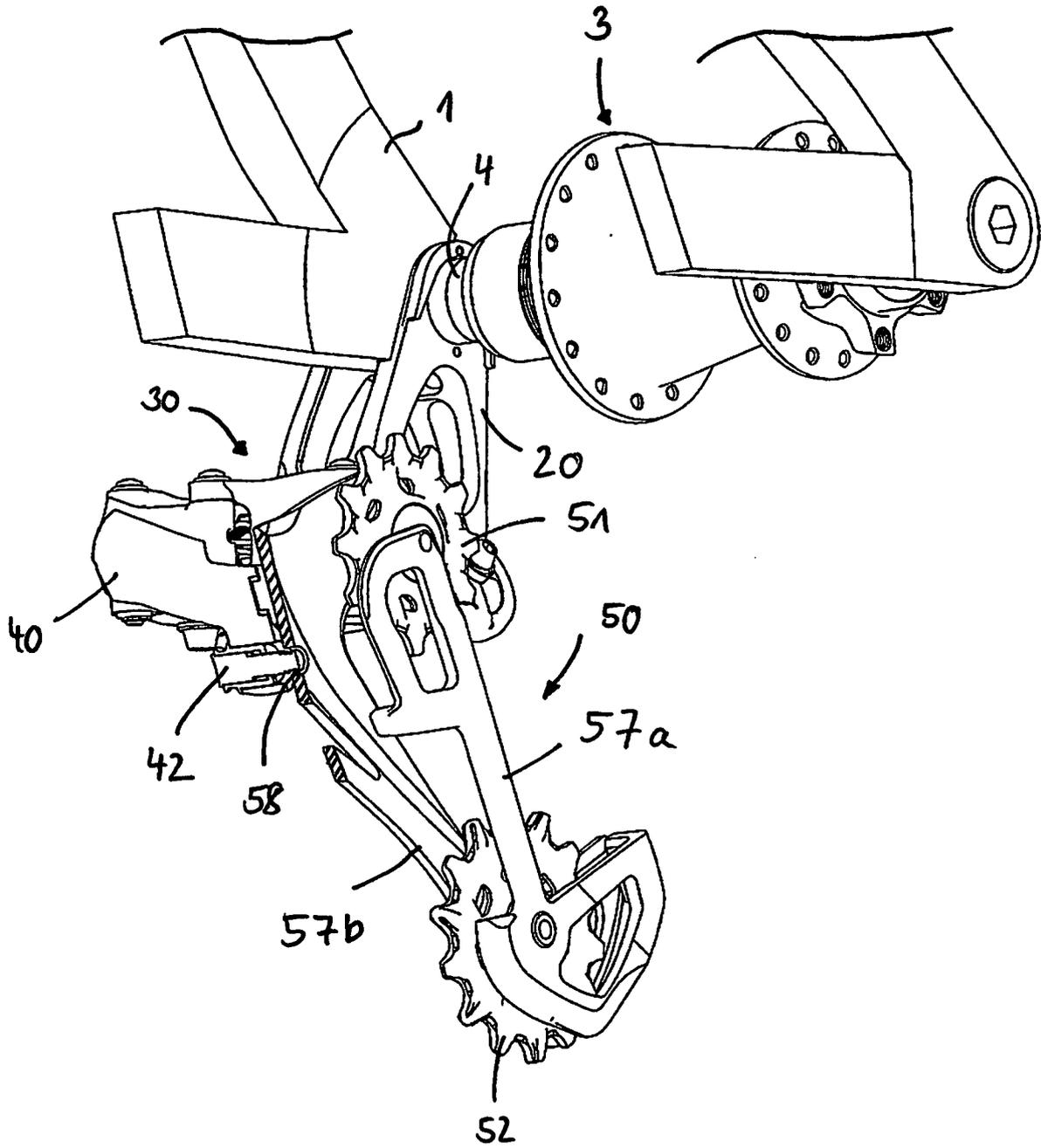


Fig. 10

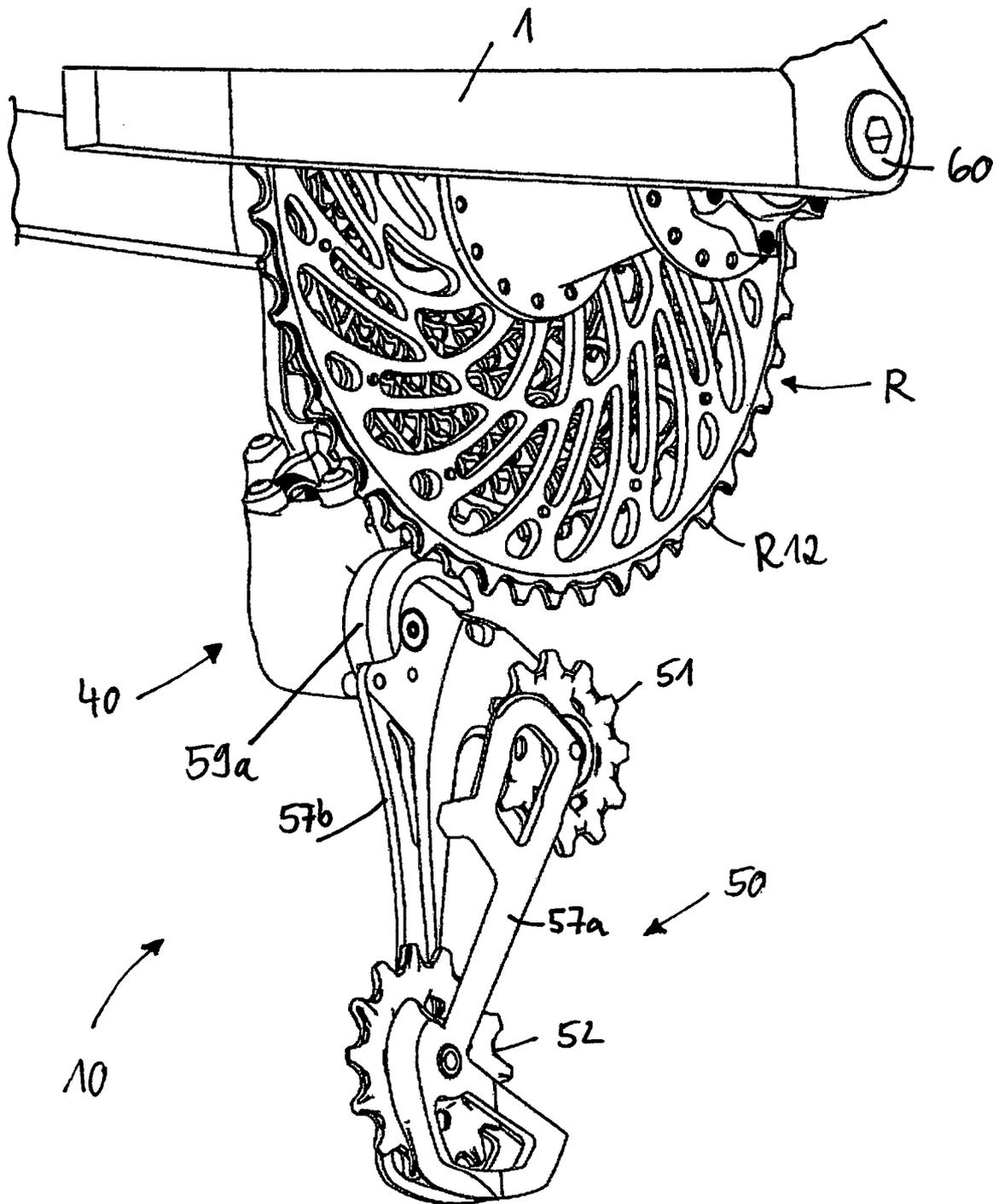


Fig. 11

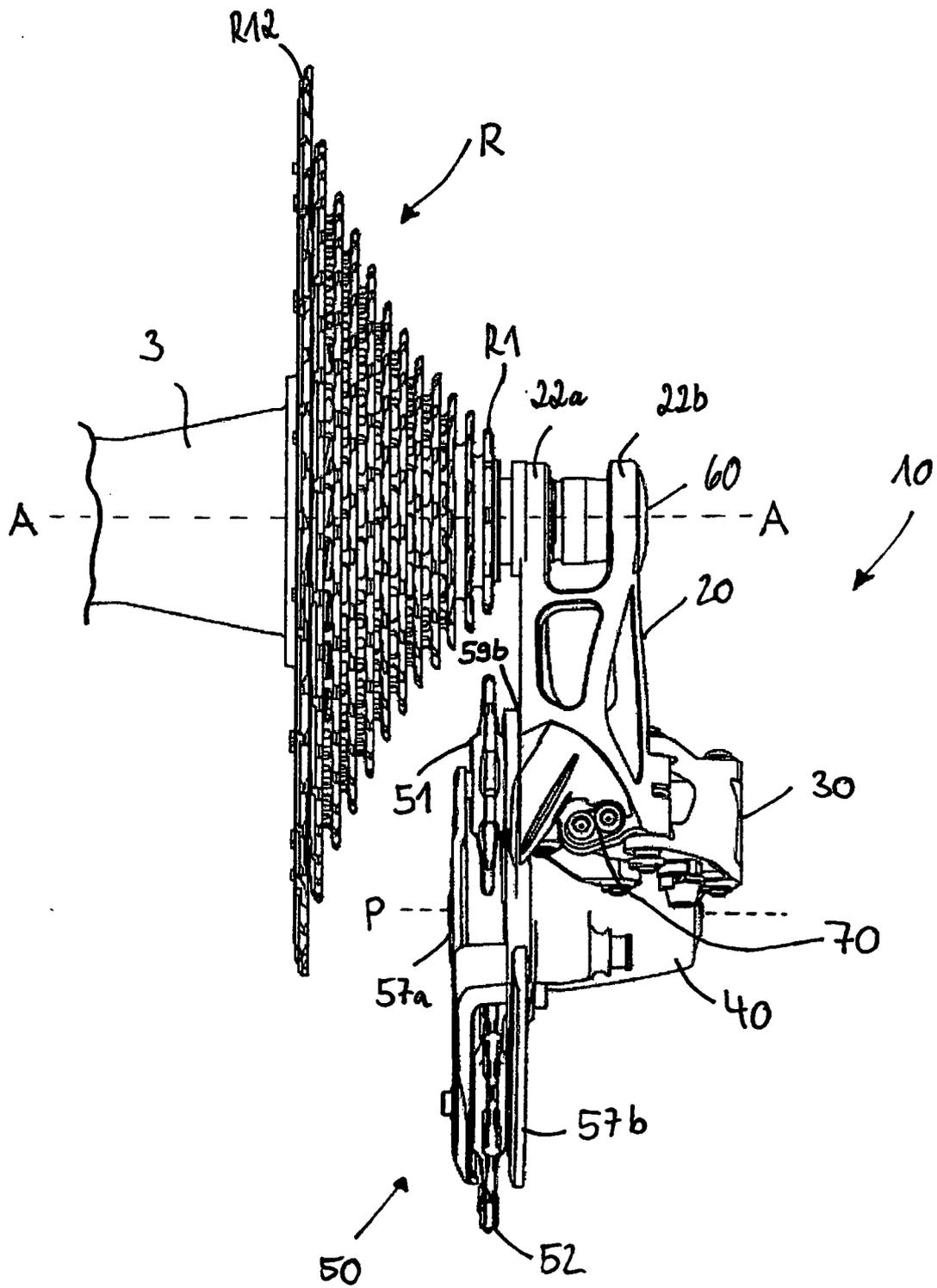
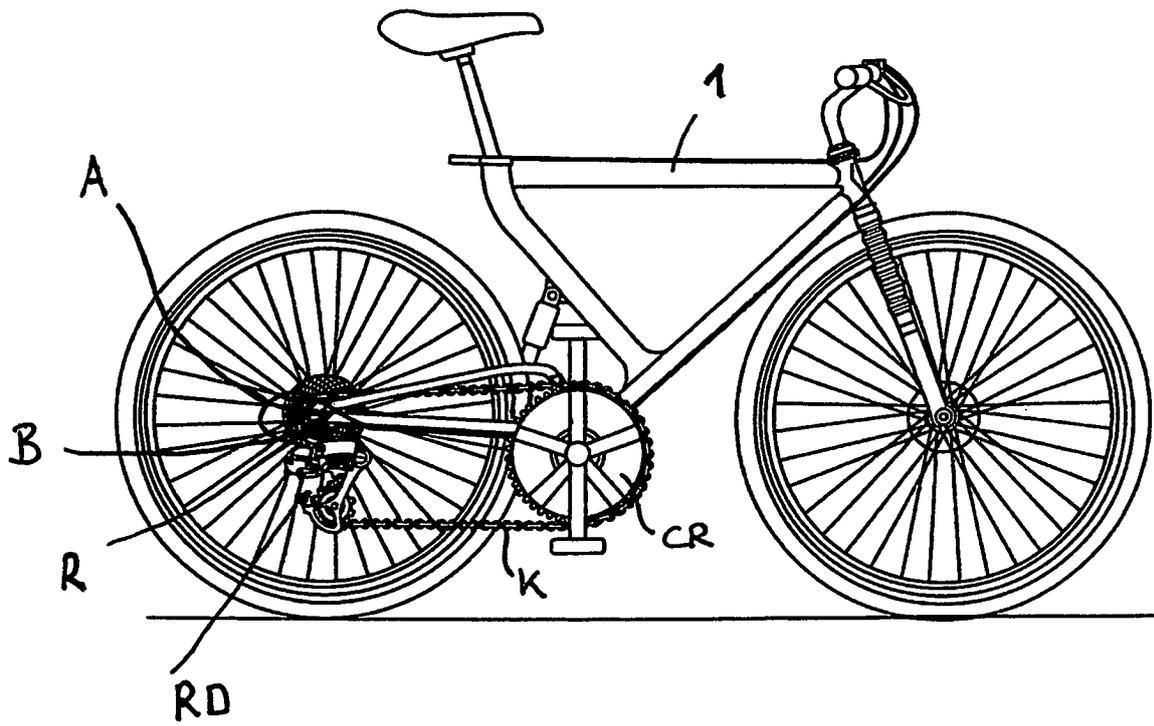


Fig. 12



Stand der Technik

Fig. 13

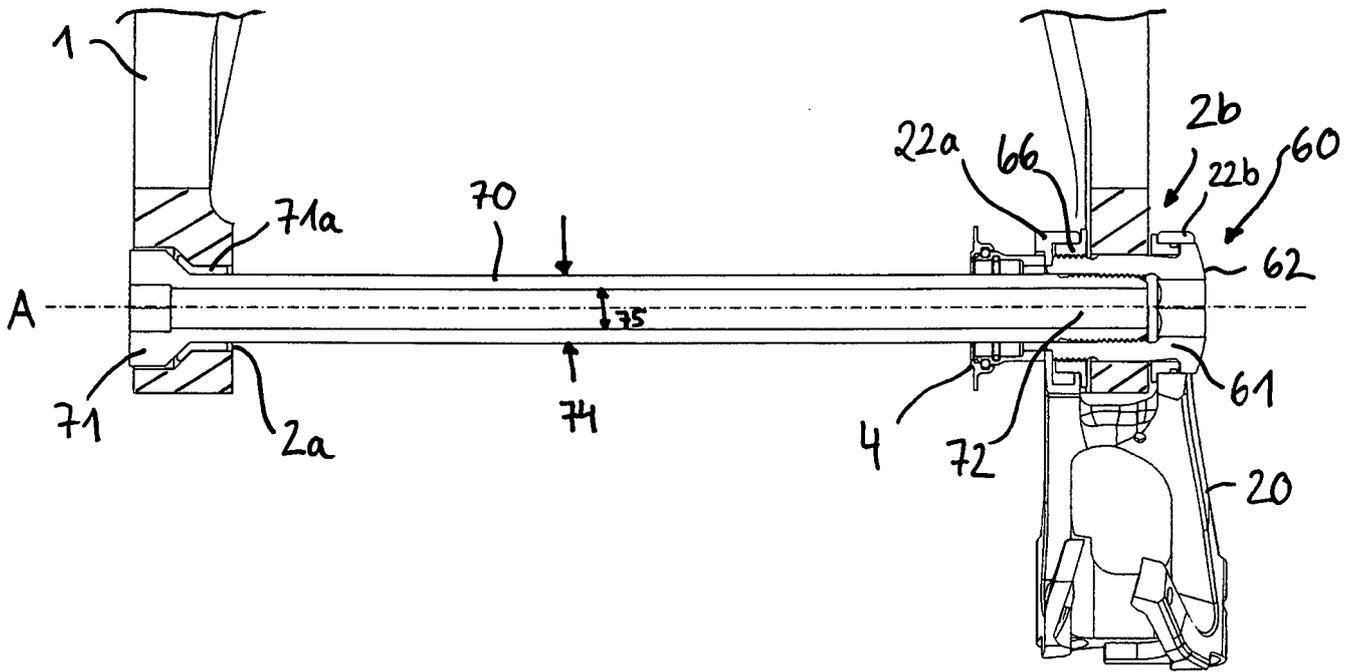


Fig. 14

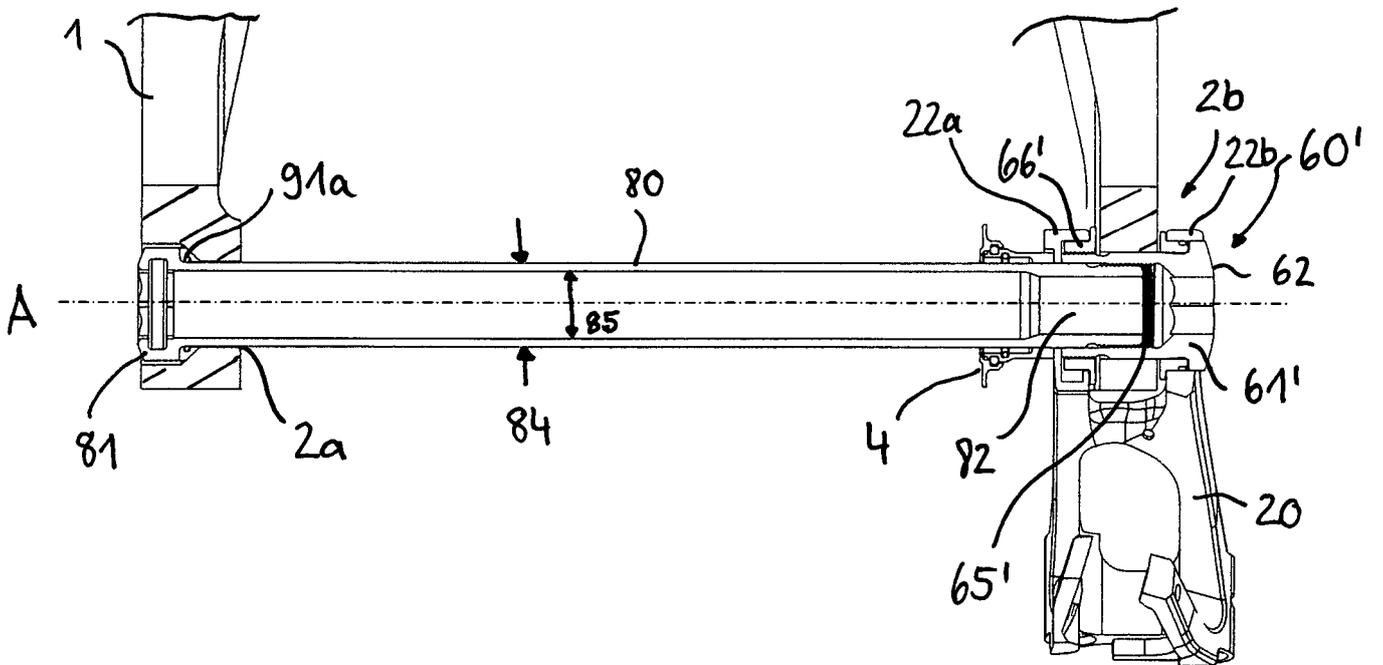


Fig. 15a

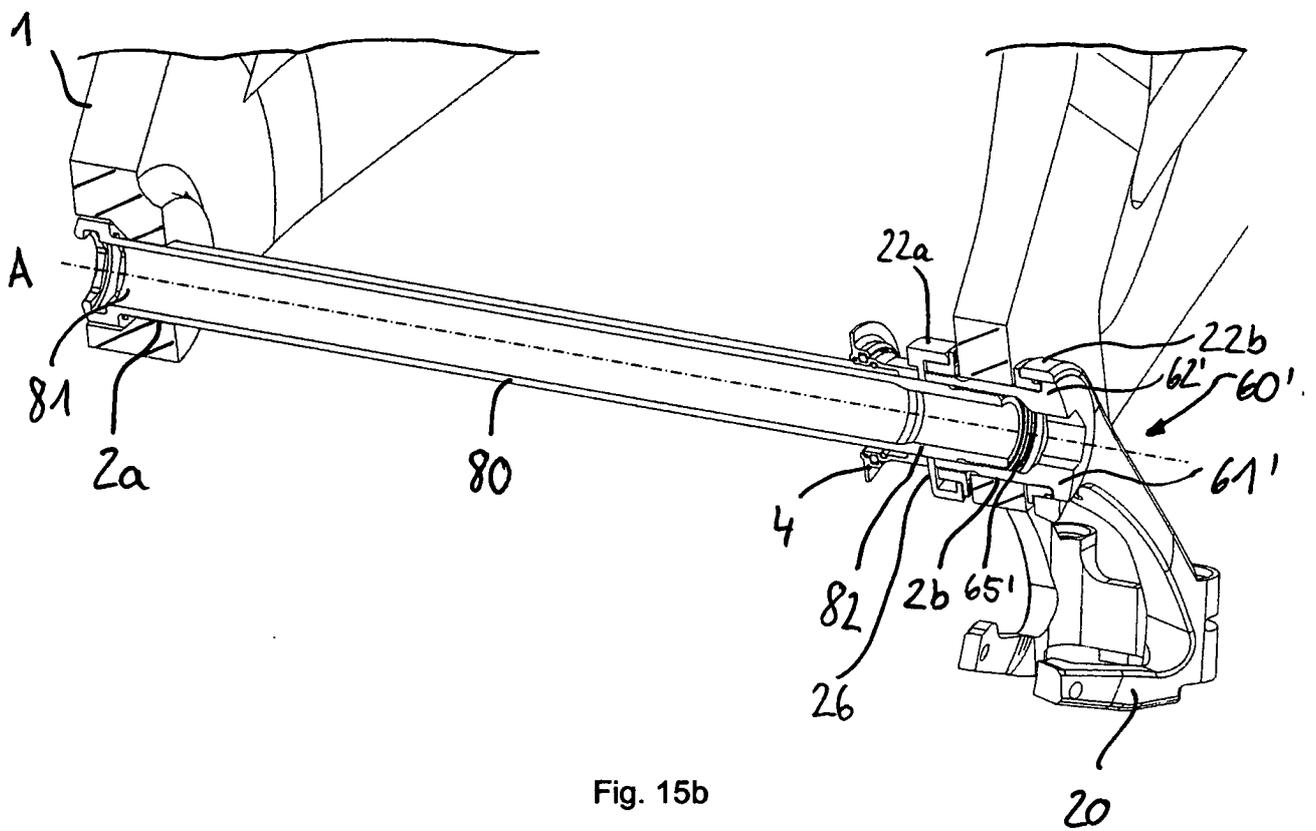


Fig. 15b

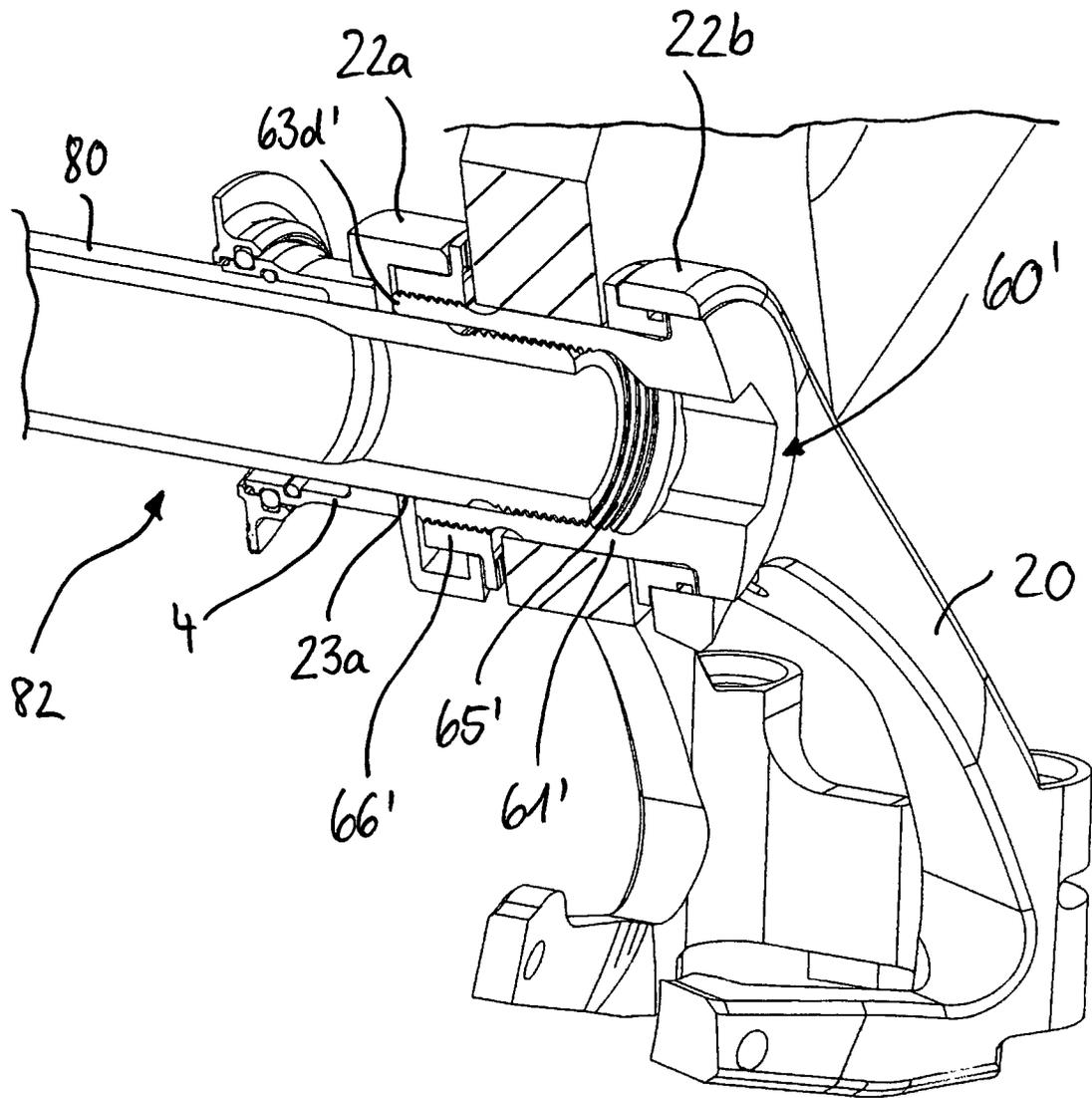


Fig. 16

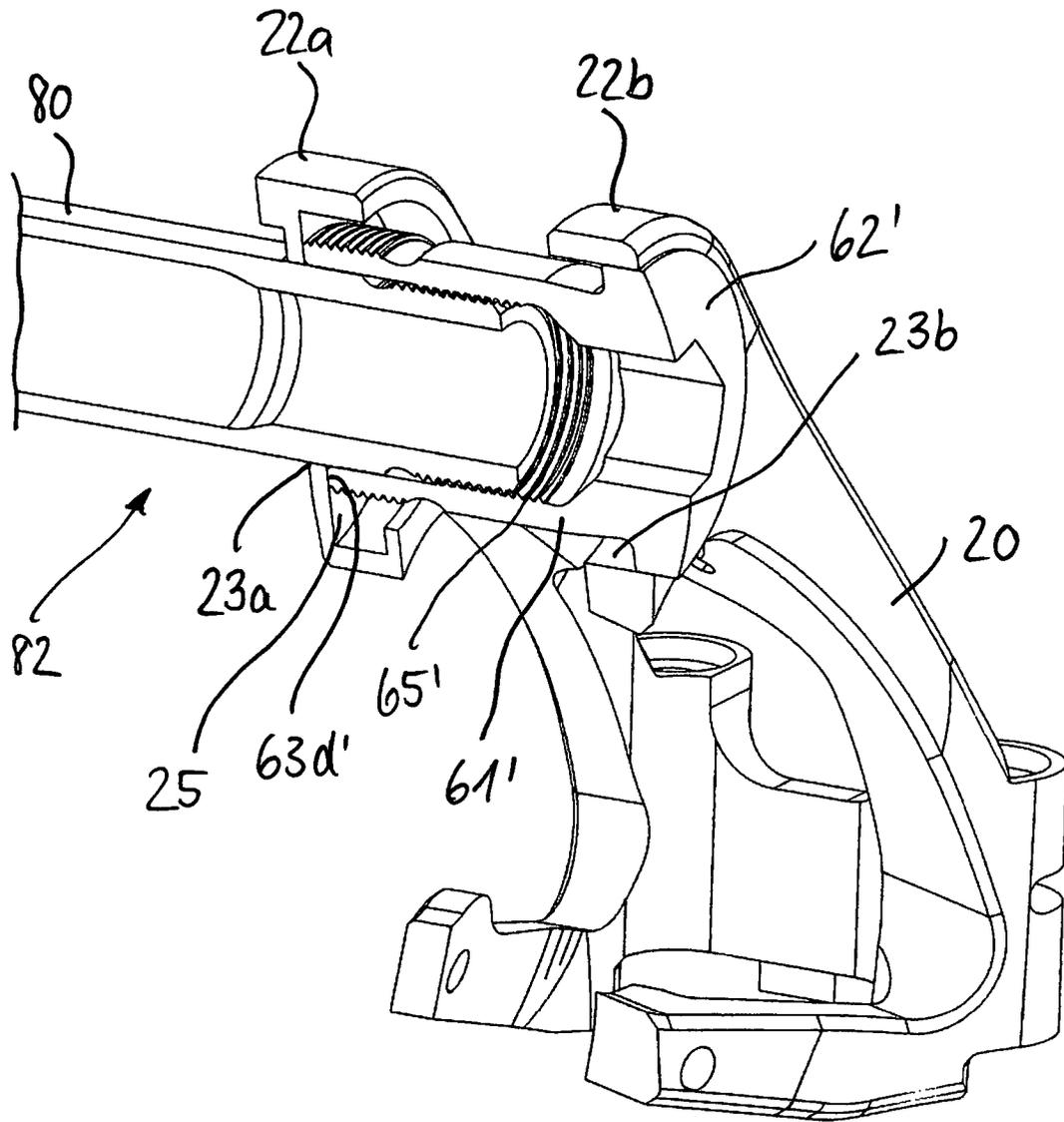


Fig. 17

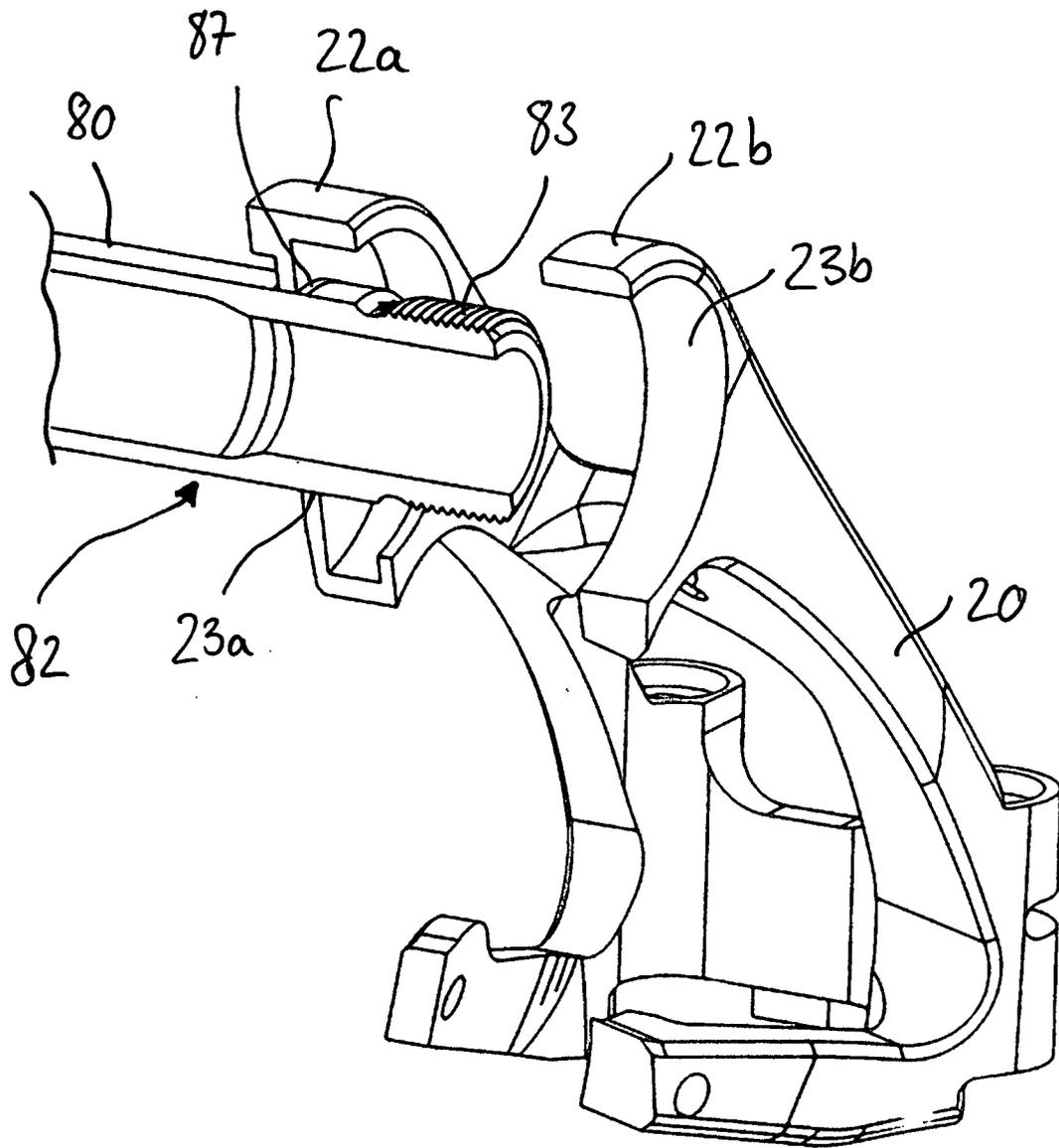


Fig. 18

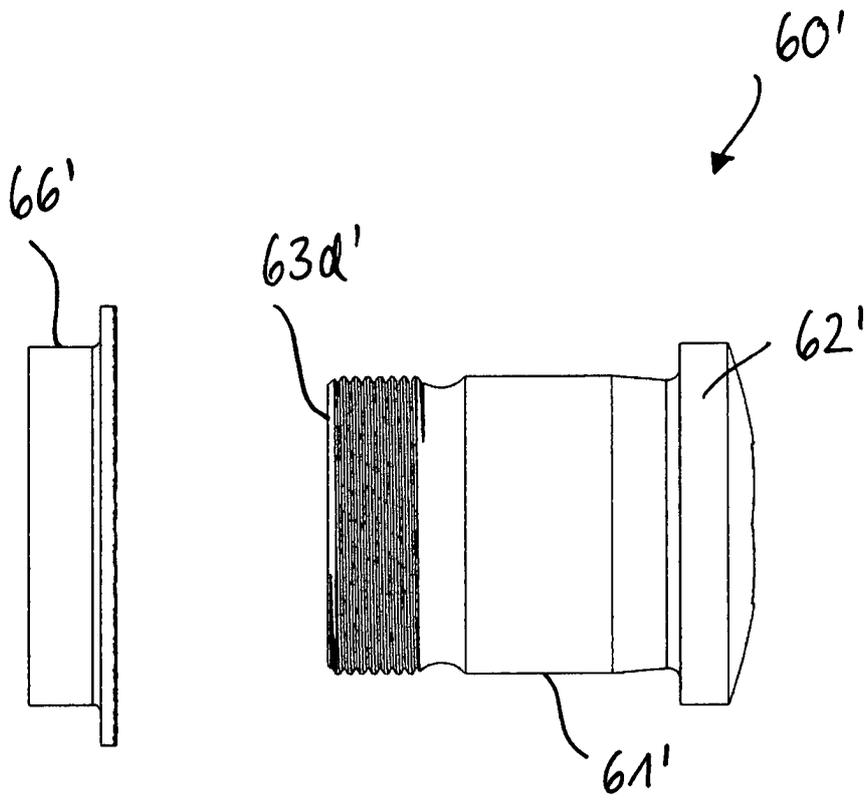


Fig. 19

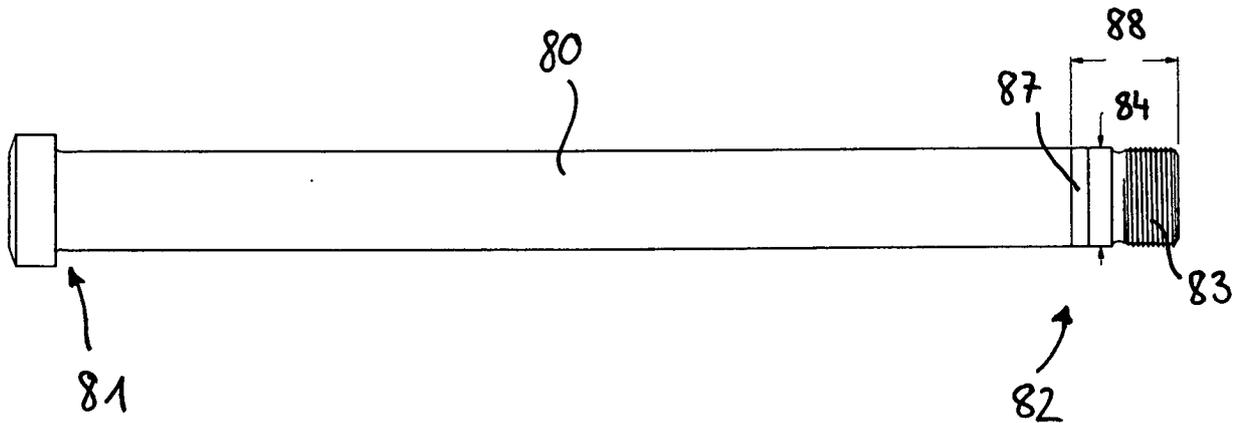


Fig. 20a

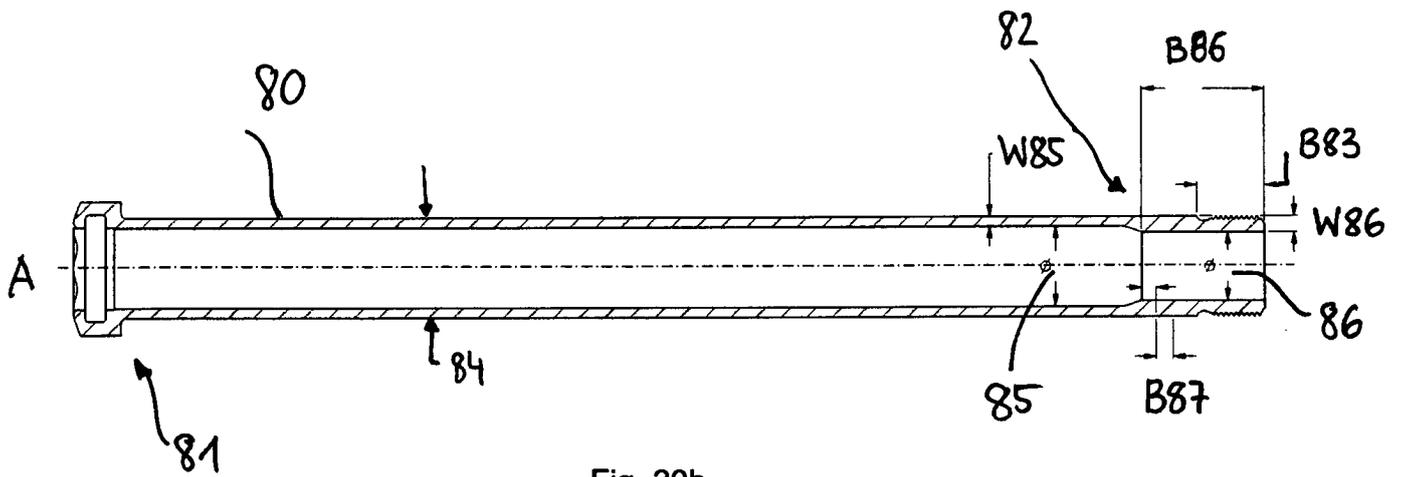


Fig. 20b

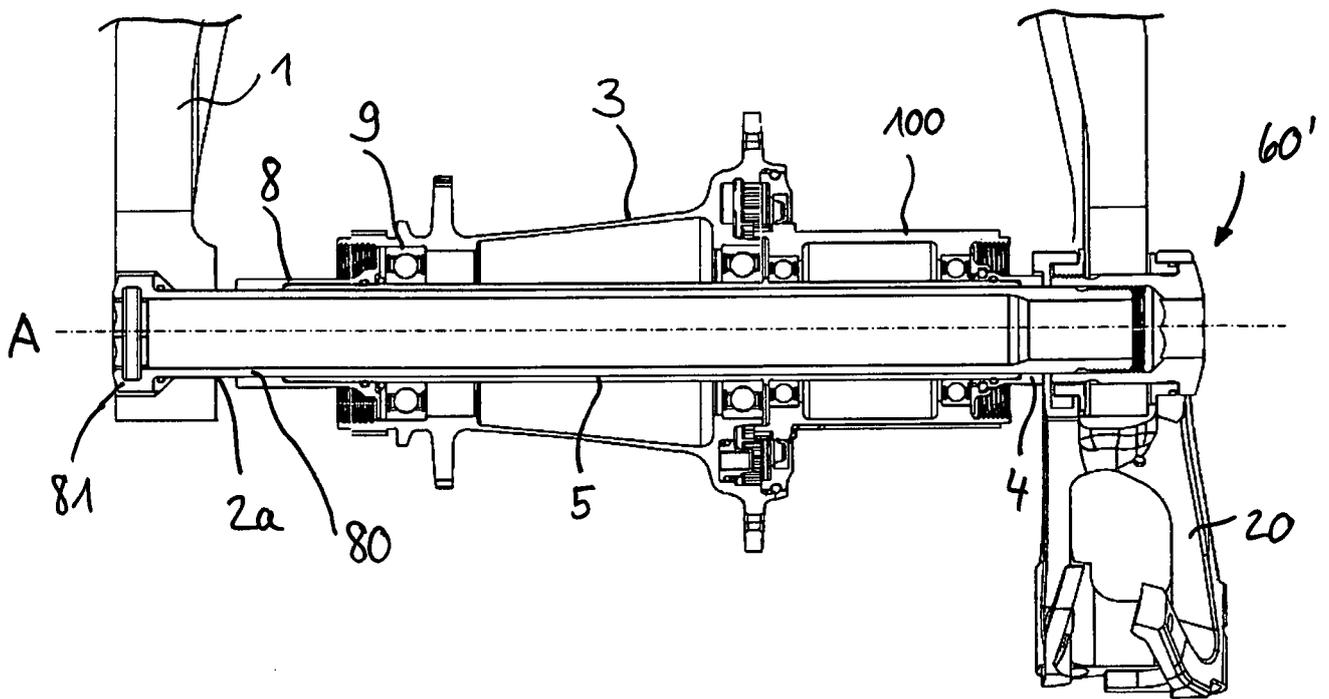


Fig. 21

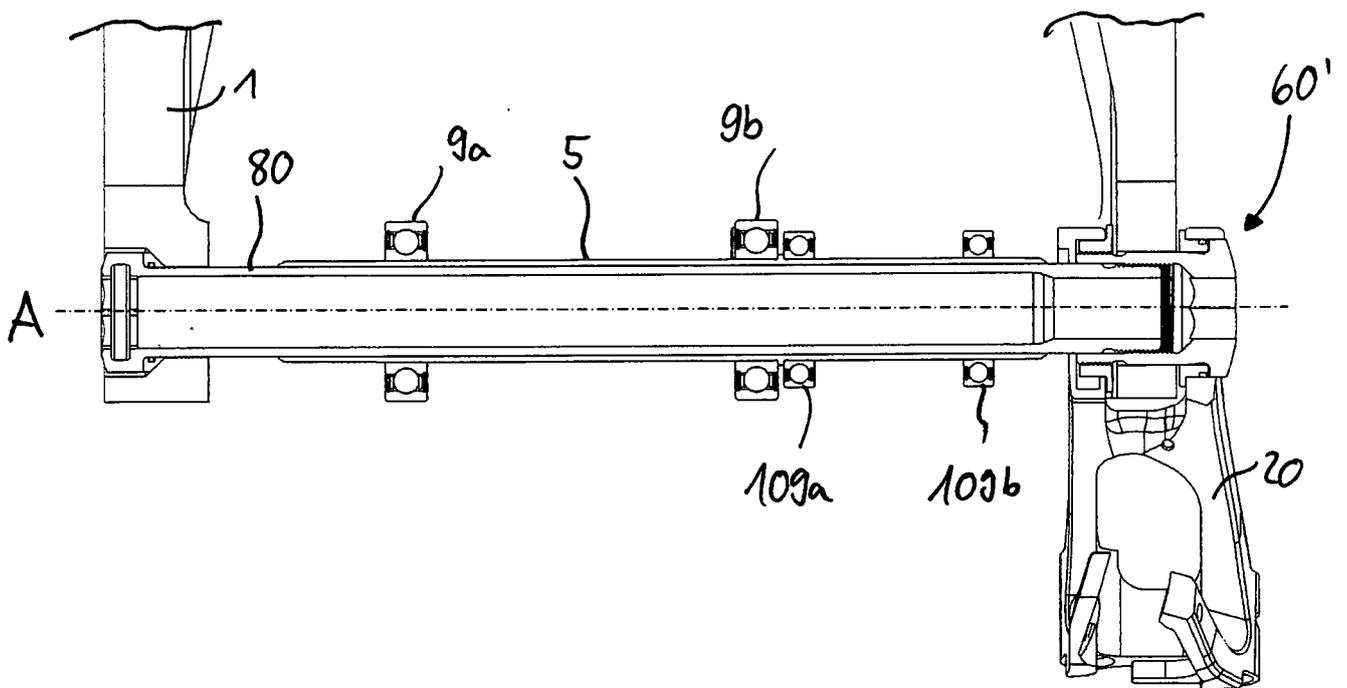
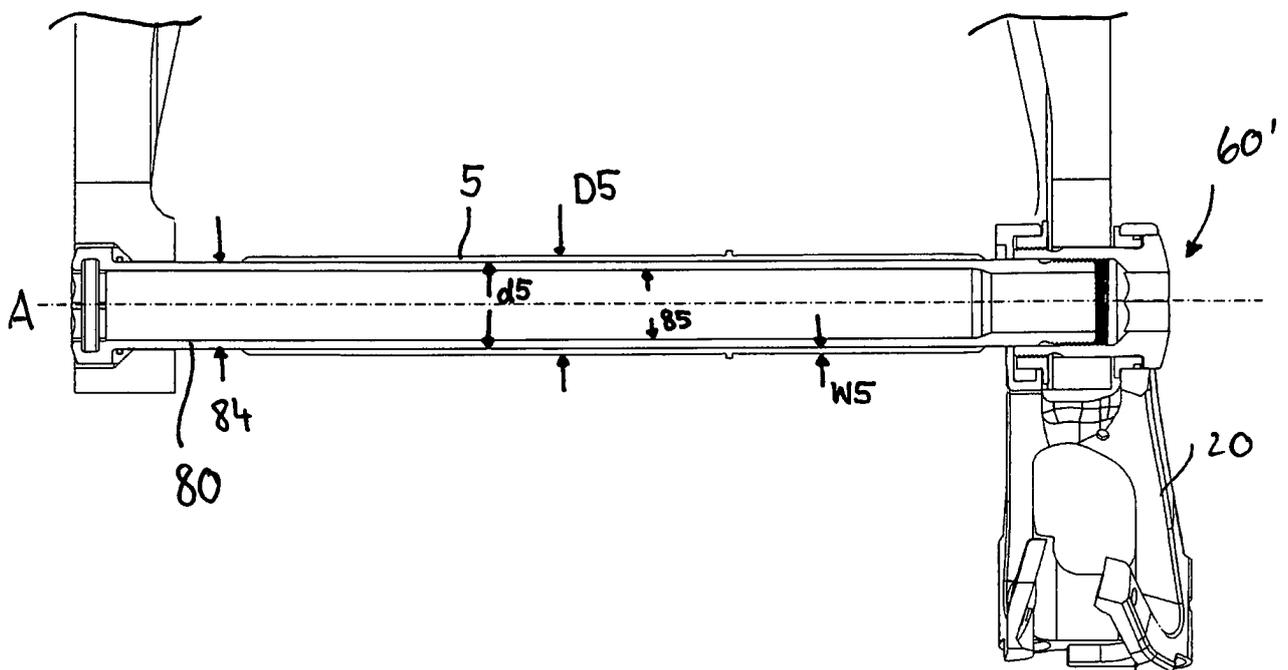


Fig. 22



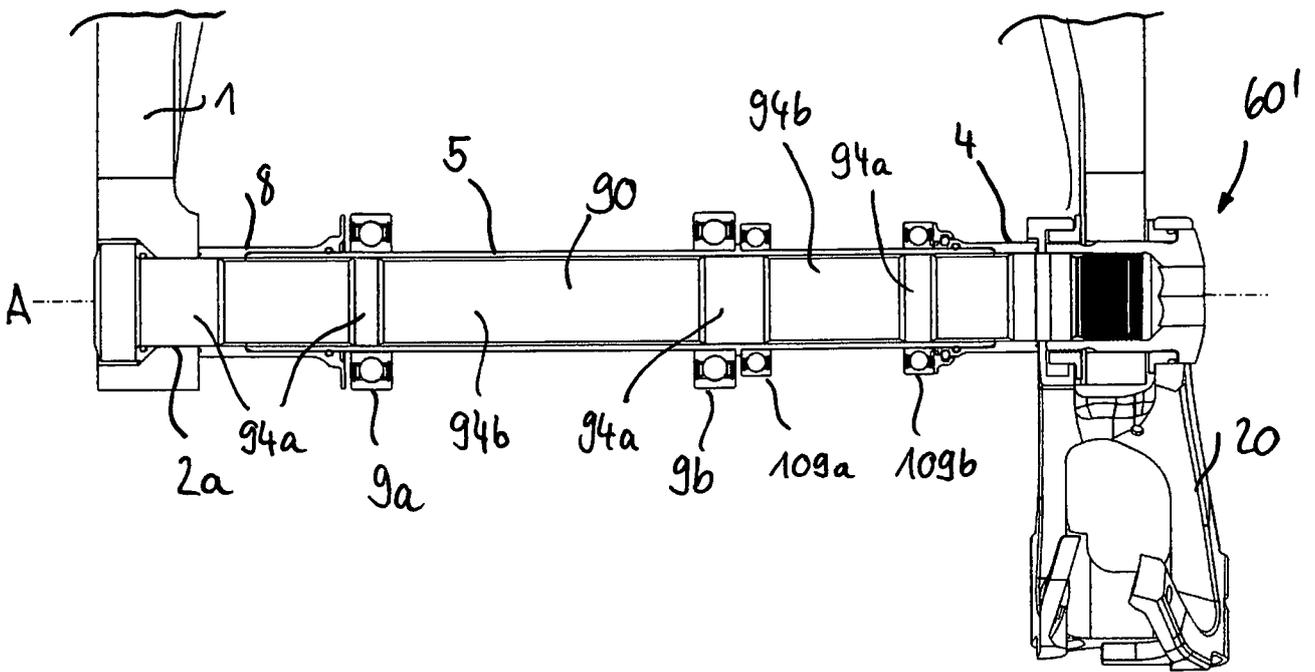


Fig. 24a

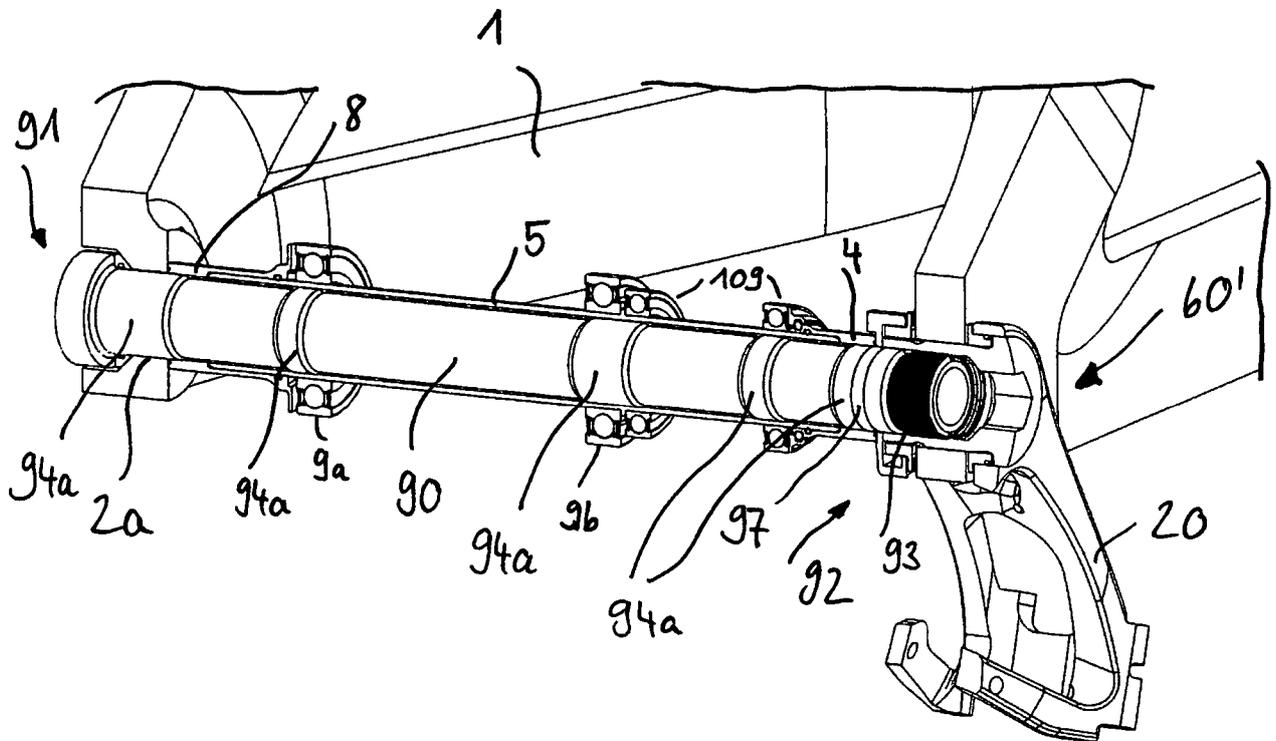


Fig. 24b

