



AUSGEBEN AM
29. JUNI 1938

REICHSPATENTAMT
PATENTSCHRIFT

№ 661 783

KLASSE 20 b GRUPPE 5 02

F 72680 II/20 b

Tag der Bekanntmachung über die Erteilung des Patents: 2. Juni 1938

Dr.-Ing. Hermann Föttinger in Berlin-Charlottenburg,
Dipl.-Ing. Franz Kruckenberg und Dipl.-Ing. Curt Stedefeld in Köln-Deutz

Mehrstufige Antriebsübertragung für Landfahrzeuge, insbesondere Schienenfahrzeuge

Patentiert im Deutschen Reiche vom 2. Februar 1932 ab

Bei Landfahrzeugen, wie Kraftwagen, Triebwagen, Lokomotiven u. Ä., die durch Maschinen von mäßig oder gar nicht steigerebarem Drehmoment angetrieben werden, ist es bekannt, die zur Anfahrt, Steigungsfahrt usw. nötige erhöhte Triebkraft mittels Schaltgetriebe von verschiedener Übersetzung zwischen Motor und Treibachse zu erzielen. Zahnradstufengetriebe sind günstig wegen ihrer geringen Verluste und ihres erträglichen Preises und Gewichts, aber ungünstig wegen unbequemer und mit Zugkraftlücken behafteter Schaltung. Genau umgekehrt zeigt die elektrische Antriebsübertragung merkliche Verluste, hohen Preis und hohes Gewicht, aber sehr bequeme Schaltung ohne große Absätze in der Zugkraftentwicklung. In der Mitte zwischen beiden stehen die hydraulischen Getriebe, die in Form der Kolben- und Kapselgetriebe zwar versagt haben, aber in Gestalt der Turbogetriebe (sog. Föttinger-Getriebe) weitreichende Parallelen zur elektrischen Übertragung eröffneten. Indes hat man solche Getriebe für Landfahrzeuge nur in enger Anlehnung an die in Schiffen bewährten Formen anzuwenden versucht, so als zweiteilige Turbokupplung an Stelle der gewöhnlichen Motorreibkupplung mit nachfolgendem Zahnradstufenschaltgetriebe, aber auch an Stelle aller Kupplungen und Schalt-

stufen in Gestalt eines stufenlos über den ganzen Bereich selbstregelnden Föttinger-Übersetzungsgetriebes (Drehmomentwandler). Wo eine einzige Stufe für den ganzen Geschwindigkeitsbereich von unzulänglichem Wirkungsgrad erschien, hat man auch mehrere Föttinger-Getriebe (Drehmomentwandler) von verschiedener Übersetzung an den Motor gesetzt, von denen immer nur eines in Betrieb genommen wird.

Unterschiedlich von diesen einseitigen Lösungen sind in der Erfindung die besten Eigenschaften des Zahnradstufenvorgeleges mit den besten Eigenschaften des Föttinger-Getriebes zu einem Verbundgetriebe vereinigt, welches alle guten Eigenschaften der elektrischen Übertragung besitzt, aber leichter und billiger und in seinen Fehlerquellen weit weniger verwickelt ist. Zu diesem Zweck sind ein- oder mehrstufige Föttinger-Getriebe mit Leitrad (Drehmomentwandler), die über einen großen Bereich sich selbsttätig anpassende Übersetzung bei gutem Wirkungsgrad haben, mit Zahnradvorgelegen in Reihe so angeordnet, daß die Triebkraft immer beide hintereinander durchläuft. Durch Verwendung von Getrieben mit festem Leitapparat (Drehmomentwandlern), insbesondere mit der Strömungsfolge Primärrad, Sekundärrad, Leitapparat, kann dabei trotz weniger

(meist zwei) Übersetzungsstufen praktisch eine Schaltung ohne Absätze in der Zugkraftentwicklung verwirklicht werden.

Fig. 1 zeigt eine solche mehrstufige Antriebsübertragung im Schnitt. Die an den Motor angeschlossene Welle 21 treibt vom Zahnrad 22 aus die Zahnräder 23 und 24 auf den Wellen 25 und 26 und die darauf sitzenden Primärräder 27 und 28 zweier Föttinger-Getriebe an. Durch eine nicht eingezeichnete, dauernd laufende kleine Füllpumpe kann in bekannter Weise mittels Rohrleitungsschaltern, die vom Führerstand aus betätigt werden, wahlweise Arbeitsflüssigkeit (z. B. Wasser oder Öl) in einen der beiden Transformatorkreisläufe gegeben werden. Nach der Darstellung wird zur Anfahrt der Kreislauf 27/29/31 gefüllt. Infolgedessen treibt der vom Primärrad 27 umgepumpte Flüssigkeitsstrom das Sekundärrad 29 als Turbine an, während der feste Leitkranz 31 die Flüssigkeit ständig wieder zum Pumpeneinlauf 27 zurückleitet. Das Sekundärrad 29 arbeitet über Welle 33 und das stark untersetzte Räderpaar 35/36 auf die zum Laufwerk führende Welle 39. Als zweite Stufe bei höherer Fahrgeschwindigkeit wird unter Entleerung des ersten Transformators 27/29/31 der zweite Transformator 28/30/32 gefüllt, dessen durch Welle 34 angeschlossene Zahnraduntersetzung 37/38 die Welle 39 schneller treibt, als es bei gleicher Motordrehzahl über die erste Stufe geschah. Von Welle 39 aus ist in einer der bekannten Anordnungen, z. B. mittels Kegelradtriebs, die Antriebsübertragung auf die Treibachsen vorgesehen. Dabei läßt sich auch, z. B. in der bekannten Art der Kegelradwendegetriebe, die Umschaltung der Fahrtrichtung vorsehen.

Man sieht, daß die Zahntriebe beider Stufen ständig im vollen Eingriff mitlaufen. Von den beiden Transformatoren ist jeweils der eine gefüllt, während der andere leer mitläuft. Der Leerlauf erfordert praktisch so gut wie keine Leistung, weil zunächst hier Primärteil und Sekundärteil des leeren Transformators in gleicher Richtung nur mit der Stufenunterschiedsgeschwindigkeit aneinander vorbeilaufen. Dann aber gibt die Verbindung von Transformator mit Zahnradstufe auch die Möglichkeit, den Transformator ohne Rücksicht auf die gewünschte Endübersetzung für alle anderen Gesichtspunkte wie hier für geringen Ventilationsverlust günstig zu bauen, insbesondere natürlich für guten Wirkungsgrad, für Raum-, Gewichts- und Kostenersparnis und nicht zuletzt auch für starke Drehmomentsteigerung im Sekundärteil bei starkem Schlupf. Mit anderen Worten: in den Transformator wird nur eine solche Untersetzung hineingelegt, wie sie für

alle diese Gesichtspunkte günstig liegt, in das Zahnradvorgelege mit seinem sehr hohen Wirkungsgrad die für die Stufe noch nötige Untersetzung. Da die absolute Höhe der Untersetzung auf diese Weise gar keine Schwierigkeiten macht, kann man sogar zunächst vom Motor zu den Transformatoren ins Schnelle übersetzen, um die Transformatoren klein, leicht und billig zu bekommen. Dies ist auch in Fig. 1 durch das Zahnradvorgelege 22/23/24 dargestellt.

Ein ganz wesentlicher Fortschritt liegt bei dieser Anordnung darin, daß durch einen Transformatortyp mit gutbleibendem Wirkungsgrad über großem Übersetzungsbereich schon mit ganz wenigen Stufen, meist genügen zwei, ein fast vollständig absatz- und lückenloser Drehmoment- bzw. Zugkraftverlauf über den ganzen Bereich vom Stillstand bis zu voller Fahrgeschwindigkeit zu verwirklichen ist. Dies sei an dem Zugkraftdiagramm (Fig. 2) verdeutlicht. Waagrecht ist in Richtung 40 die Fahrgeschwindigkeit, senkrecht in Richtung 41 die Antriebszugkraft aufgetragen. Ein ideal gestuftes Getriebe mit gleichbleibend höchstem Wirkungsgrad würde unter Volleistung des Motors so arbeiten, daß bei jeder Fahrgeschwindigkeit Zugkraft \times Fahrgeschwindigkeit = Motorleistung \times Wirkungsgrad = konstant ist, also durch die höchste Zugkrafthyperbel 42 dargestellt wäre. Hat man aber ein zweistufiges Zahnradgetriebe von diesem höchsten Wirkungsgrad an einen Motor angeschlossen, dessen Drehmoment einfachheitshalber bei allen Drehzahlen unverändert sei, so erhält man lediglich ein Zugkraftbild nach der Stufenlinie 43. Nur in zwei Punkten berührt sie die höchste Zugkrafthyperbel 42, sonst liegt sie mehr oder weniger tief darunter. Schaltet man erfindungsgemäß in solche zwei Zahnradstufen Föttinger-Transformatoren mit Leitrad ein, so drückt man zwar wegen der Transformatorverluste den stellenweise erreichbaren Höchstwirkungsgrad von der Hyperbel 42 auf die Hyperbel 44 hinunter. Aber man kann im Stillstand den Motor auf volle Drehzahl und Leistung bringen und dabei durch die Stoßströmung auf den Sekundärteil eine mehrfache Zugkraftsteigerung, Punkt 45, erreichen. Bei steigender Fahrgeschwindigkeit verläuft dann die Zugkraft nach Linie 46 absatzlos über den Punkt 47 des Bestwirkungsgrades der ersten Stufe, den Umschaltunkt 48 auf die zweite Stufe und den Punkt 49 des Bestwirkungsgrades. Die großen schräg schraffierten Flächen kennzeichnen den Zugkraftgewinn gegenüber dem ebenfalls zweistufigen, reinen Zahnradgetriebe, wovon lediglich die kleinen senkrecht schraffierten Verlustflächen abzusetzen sind. Man

erkennt die viel größere Zugkraft sowohl für Anfahrbeschleunigung wie für Manövrierbeschleunigung bei Vollgeschwindigkeit, die beide für Erreichung hoher Reisegeschwindigkeit ausschlaggebend sind.

Im Gegensatz zu Fig. 1 sind in Fig. 3 (Mittelschnitt) die beiden Transformatoren 27/29/31 und 28/30/32 eines ebenfalls zwei-stufigen Getriebes auf eine und dieselbe Welle 50 gesetzt, die hier wieder über ein ins Schnelle übersetzendes Zahnradvorgelege 22/23 durch die Welle 21 vom Motor angetrieben wird. Diese gemeinsame Anordnung auf einer gemeinsamen Primärwelle 50 ist dadurch ermöglicht, daß jeweils der zu jedem Transformator gehörige Zahntrieb an seinen Sekundärteil angeschlossen ist. In der ersten Stufe sitzt das Zahnrad 35 am Sekundärteil 29 und treibt das Zahnrad 36 auf der zum Laufwerk führenden Welle 39. In der zweiten Stufe sitzt das Zahnrad 37 am Sekundärteil 30 und treibt Zahnrad 38 auf Welle 39.

In Fig. 4 (Mittelschnitt) ist ein dreistufiges Getriebe nach demselben Grundsatz dargestellt, nur treibt hier bei einer Stufe die an den Motor angeschlossene Welle 21 über den Transformator 51/52/53 die zum Laufwerk führende Welle 39 ohne Vermittlung eines Zahnradvorgeleges an. Diese Vereinfachung wird sich für die letzte Stufe in vielen Fällen durch geeignete Wahl der Endübersetzung von der Welle 39 auf die Treibachsen ermöglichen lassen. Die übrigen beiden Stufen arbeiten wiederum nach dem Grundschema der Fig. 3. Bei der ersten Stufe treibt der Transformator 27/29/31 durch das danebensitzende Ritzel 35 eine Zwischenwelle 54 mit den Zahnrädern 55 und 56, deren letztes mit Zahnrad 36 auf Welle 39 zusammenarbeitet. Bei der zweiten Stufe treibt Transformator 28/30/32 durch Zahnrad 37 über die Zwischenwelle 57 mit den Zahnrädern 58 und 59 ebenfalls das Zahnrad 36 auf der Welle 39 an.

In Fig. 5 (Mittelschnitt) ist gezeigt, wie man eine zahnradlose Stufe mit Transformator 51/52/53 von motortriebener Welle 21 nach Welle 39 vereinigen kann mit Zahnrad- und Transformatorstufen von besonders kleiner, leichter und billiger Bauart, indem man diese letztgenannten Transformatoren wiederum durch Vorgelegezahnrad 22/23 ins Schnelle antreibt. Die Anfahrstufe ist hier durch den Transformator 27/29/31 und die Zahnräder 35 und 36 gebildet, die mittlere Stufe durch den Transformator 28/30/32 und die Zahnräder 37 und 38.

Wenn einmal erfindungsgemäß Föttinger-Transformatoren mit Zahnradervorgelegen zu solchen Stufengetrieben vereinigt sind, kann man für besondere Verhältnisse noch weitere

mechanisch schaltbare Unterstufungen anordnen, wie dies in Fig. 6 (Mittelschnitt) beispielsweise für ein Fahrzeug dargestellt ist, welches wahlweise sowohl ohne wie mit schwerem Anhänger verkehren soll. Im letzten Falle braucht man wesentlich mehr Anfahr- und Manövrierzugkraft als beim anhängenlosen Fahrzeug. Daher besteht gemäß Fig. 6 die Anfahrstufe aus einem Föttinger-Transformator 27/29/31, vom Motor angetrieben durch die Welle 21, hinter welchem ein Zahnradvorgelege mit zwei verschiedenen wählbaren Übersetzungen vorgesehen ist. Der Sekundärteil 29 treibt durch die Zahnräder 35 und 55 die Zwischenwelle 54, welche durch zwei verschiedene Zahnradpaare, einerseits 59 und 60, andererseits 61 und 62, auf die zu den Treibachsen führende Welle 39 arbeiten kann. Mittels der durch das Gestänge 63 zu bedienenden mechanischen Kupplung 64 kann in bekannter Weise entweder Zahnrad 59 oder Zahnrad 61 mit der Zwischenwelle 54 verbunden sein. Für die Fahrt ohne Anhänger würde die Kupplung 64 auf das Räderpaar 59/60 geschaltet sein, für die Fahrt mit Anhänger auf 61/62. Die Vollfahrstufe besteht auch hier wieder aus einem Transformator 51/52/53, welcher unmittelbar von der Welle 21 auf Welle 39 arbeitet.

Man kann den Grundgedanken der Erfindung auch so verwirklichen, daß nur ein einziger drehmomentsteigernder Föttinger-Transformator mit Leitrad vor alle Stufen gesetzt ist und der wahlweise Anschluß der einzelnen Stufen an ihn durch eine Kupplung irgendwelcher bekannter Bauart in jeder Stufe bewirkt wird. Ein Beispiel dafür in dreistufiger Ausführung mit leitradlosen Föttinger-Kupplungen gibt Fig. 7 (Mittelschnitt). Hier arbeitet die motorangetriebene Welle 21 auf einem drehmomentsteigernden Föttinger-Transformator 27/29/31. Dessen Sekundärteil 29 ist an drei verschiedene leitradlose Föttinger-Kupplungen angeschlossen: erstens durch Zahnräder 65/66 an die Kupplungshälfte 67, welche mittels der anderen Hälfte 68 über Stufenräder 69/70 die Welle 39 antreibt; zweitens durch Zahnräder 65/71 an Kupplung 72/73, welche über Räder 74/75 auf Welle 39 arbeitet, und drittens unmittelbar an Kupplungshälfte 76, deren Gegenhälfte 77 unmittelbar auf Welle 39 sitzt. Der drehmomentsteigernde Leitradtransformator 27/29/31 bleibt dauernd gefüllt. Von den drei Föttinger-Kupplungen wird für die Anfahr Kupplung 67/68, danach 72/73, schließlich 76/77 gefüllt, so daß der Drehmomentsteigerungstransformator ständig mit einer der drei Kupplungen in Reihe arbeitet.

Will man zwar den vorgeschalteten drehmomentsteigernden Leitradtransformator zur

Stufenüberbrückung benutzen, aber ihn für die Fahrt in der Nähe der Stufengeschwindigkeit durch eine Föttinger-Kupplung von besserem Wirkungsgrad ersetzen, so kann dies mit einer Getriebeanordnung nach Fig. 8 (Mittelschnitt) geschehen. Auf der motorangetriebenen Welle 21 sind hier das Pumpenrad 27 des Drehmomentsteigernden Leitradtransformators 27/29/31 und das Primärrad 77 der Transformatorkupplung 76/77 fest aufgesetzt. Das Turbinenrad 29 ist wie bei Fig. 7 fest verbunden mit dem Sekundärteil 76 der Transformatorkupplung. Zum Unterschied gegen die frühere Ausführung trägt aber jetzt die mit dem Sekundärrad 76 verbundene Hohlwelle 78 außer dem Vorgelege 65 noch die Kupplungshälfte 79, die mit der anderen auf der Welle 39 sitzenden Hälfte 80 eine weitere Kupplung bildet. Unwesentlich ist es, daß in Fig. 8 nur eine einzige Zahnradstufe gezeichnet ist. Die Welle 39 kann jetzt, wie früher bei Fig. 7, entweder über das Vorgelege 65/71/74/75 oder im direkten Gange von der Welle 21 aus angetrieben werden, je nachdem die Kupplung 72/73 oder diejenige 79/80 gefüllt wird. Hierbei kann dem Getriebe aber entweder der Transformator 27/29/31 oder die Kupplung 76/77 vorgeschaltet werden, und zwar wird man den Transformator 27/29/31 zum Anfahren und zum Manövrieren einschalten, die Kupplung 76/77 hingegen, wenn man längere Strecken gleichmäßigen Fahrwiderstandes zurückzulegen hat. In diesem Falle wird der Wirkungsgrad der Antriebsübertragung gegenüber der alleinigen Vorschaltung eines Drehmomentsteigernden Leitradtransformators nach Fig. 7 wesentlich erhöht.

Man kann natürlich auch in bekannter Föttinger-Anordnung statt der gesonderten Kupplung 76/77 den einen einzigen Leitradtransformatorkreislauf 27/29/31 mit einem axial verschiebbaren Leitschaukelkranz versehen, der sich für Kupplungsfahrt aus dem Flüssigkeitskreislauf herauschieben läßt, so daß ein leitradloser Kupplungskreislauf entsteht.

Eine andere Abwandlung des Getriebschemas der Fig. 7 zeigt Fig. 9 (Mittelschnitt). Mit Ausnahme der ersten Stufenkupplung 67/68 in Fig. 7 stimmt das vorliegende Getriebe mit dem genannten überein. Die Föttinger-Kupplung der ersten Anfahrstufe ist hier durch eine der bekannten Freilaufkupplungen 81/82 ersetzt. Bei der Anfahr ist nur der Drehmomentsteigernde Transformator 27/29/31 gefüllt. Er treibt über die Zahnräder 65/66 die Freilaufkupplungshälfte 81 an, welche jetzt die andere Hälfte 82 mitnimmt und dadurch über die Räder 69/70 auf Welle 39 arbeitet. Wird jetzt durch Füllung der Föttinger-Kupplung

72/73 die nächste Zahnradstufe 74/75 eingeschaltet, so läuft Zahnrad 69 mit Freilaufhälfte 82 schneller als Zahnrad 66 mit Freilaufhälfte 81, d. h. die Freilaufkupplung 81/82 ist getrennt. Noch mehr überholt die Hälfte 82 die Hälfte 81, wenn in der dritten Stufe die Transformatorkupplung 76/77 gefüllt ist.

Den bestmöglichen Wirkungsgrad der Antriebsübertragung nach dem Erfindungsgedanken erhält man durch Vereinigung eines Föttinger-Leitradtransformators mit einem rein mechanisch geschalteten Zahnradstufengetriebe. Bei leichten Fahrzeugen kann die Gangschaltung einfach durch axiale Verschiebung von Zahnrädern geschehen, wie es bei Kraftwagengetrieben üblich ist. Die durch den Föttinger-Transformator gegebene nachgiebige Verbindung zwischen Motor und Getriebe erleichtert dabei die Handhabung, da das Auskuppeln fortfällt. Für Fahrzeuge mit größerer Antriebsleistung müssen Getriebe mit dauernd im Eingriff befindlichen Zahnrädern gewählt werden, bei denen die Gangschaltung bekanntlich durch Bedienen von Reibungskupplungen oder Klauenkupplungen mit oder ohne synchronisierende Reibvorkupplungen geschieht. In Fig. 10 (Mittelschnitt) ist beispielsweise ein derartiges mechanisch betriebenes Zahnradgetriebe mit einem vorgeschalteten Föttinger-Leitradtransformator dargestellt. Wie bei den früheren Ausführungen trägt die motorangetriebene Welle 21 das Primärrad 27 des Föttinger-Leitradtransformators 27/29/31, dessen Turbinenrad 29 auf der Zwischenwelle 83 befestigt ist, desgleichen die verzahnte Scheibe 85 der doppelten Freilaufkupplung 84/85/86. Die Freilaufhälfen 84 und 86, auf denen die längs verschieblichen Kupplungsmuffen 87 und 88 sitzen, sind ebenso wie die Stirnräder 89 und 90 auf der Zwischenwelle 83 drehbar gelagert, während die Kupplungsmuffe 91 auf der Zwischenwelle 83 nur axial verschoben werden kann. Der Transformator 27/29/31 kann stets gefüllt sein, da bei Ausrückung aller Kupplungen 87/88/91 Leerlauf herrscht. Beim Einrücken der Kupplung 87 wird das Zahnrad 89 durch die Freilaufkupplung 84/85 mitgenommen, und man erhält für die anzutreibende Welle 39 über das Vorgelege 92/93/94 den ersten Gang. Zur Erzielung einer höheren Fahrgeschwindigkeit wird nun die Kupplung 88 eingerückt, wobei das Zahnrad 90 durch die Freilaufkupplung 85/86 mitgenommen und über das Vorgelege 95/93/94 der zweite Gang erhalten wird. Die Kupplung 87 bleibt dabei eingerückt und wie leicht ersichtlich ist, beginnt das Zahnrad 89 beim Einrücken der Kupplung 88 die Welle 83 zu überholen, wodurch sich die Freilaufkupplung 84/85 löst. Das gleiche wiederholt sich für die Freilauf-

kupplung 85/86 beim Einrücken der Kupplung 91, die den direkten Gang herstellt. Die Gangschaltung erfolgt bei diesem Getriebe also in sehr einfacher Weise und ohne Zugkraftunterbrechung im Augenblick des Umschaltens. Es kann natürlich auch hier entsprechend Fig. 8 eine Einrichtung vorgesehen werden, die es gestattet, Motor und Zahnradstufengetriebe sowohl durch einen Leitradtransformator als auch durch eine leitradlose Flüssigkeitskupplung zu verbinden.

Die fahrtechnisch sehr unerwünschte, fast allen Zahnradstufengetrieben anhaftende Eigenschaft der Zugkraftunterbrechung im Augenblick des Umschaltens, bringt bei deren Zusammensetzung mit einem Föttinger-Leitradtransformator noch einen Nachteil mit sich: Das Turbinenrad und die mit ihm verbundenen Massen erfahren bei der durch Zugkraftunterbrechung hervorgerufenen zeitweiligen Entlastung eine unerwünschte Drehzahl-erhöhung. Diese Erscheinung kann gemildert werden durch rasches Umschalten, was aber bei vielen Getriebebauarten schlecht ausführbar ist. Ferner kann vor Beginn des Umschaltens die Drehzahl des Antriebsmotors durch Drosselung der Brennstoffzufuhr vermindert werden, so daß also während des Umschaltens das Pumpenrad des Transformators mit geringerer Drehzahl läuft. Das Schalten wird dadurch natürlich wesentlich umständlicher. Am sichersten ist es in solchen Fällen, die Drehzahl des Sekundärrades und der mit ihm verbundenen Getriebeteile durch eine an sich bekannte selbsttätige Vorrichtung nach oben zu begrenzen, z. B. durch eine Fliehkraftbremse.

Die in Fig. 11 dargestellte Ausführungsform des Erfindungsgedankens enthält eine derartige Vorrichtung in der Form, daß an geeigneter Stelle zwischen Primär- und Sekundärwelle der Föttinger-Transformatoren Freilaufkupplungen angebracht sind, die eine Überholung des Primärteiles durch den Sekundärteil unmöglich macht, so daß die Drehzahl der Sekundärwelle bei der durch das Umschalten erfolgenden Entlastung nicht diejenige der Primärwelle übersteigen kann. Im übrigen gestattet die Bauform unmittelbar einen Wechsel der Fahrtrichtung. Die motorangetriebene Welle 21 trägt ein Kegelrad 96, das im Eingriff steht mit zwei Kegelrädern 97 und 98, die also beide in verschiedener Richtung umlaufen. Sie hängen zusammen mit den hohlen Wellen 99 und 100, auf denen die Pumpen- oder Primärräder 101 und 102 befestigt sind und die auf der die Sekundäräder 103 und 104 tragenden Welle 107 drehbar gelagert sind. Die festen Leitschaukelteile 105 und 106 sind mit dem Gehäuse 130 fest verbunden. Auf der Sekundärwelle 107 sitzen

ferner die beiden Ritzel 108 und 109, die mit großen Zahnrädern 110 und 111 im Eingriff stehen. Diese sind mit ihren Hohlwellen 112 und 113 und den daran befindlichen Kupplungshälften 114 und 115 auf der Blindwelle 119 drehbar gelagert. Die die anderen Kupplungshälften 116 und 117 tragende Muffe 118 ist auf der Blindwelle 119 längs verschiebbar und kann entweder das Zahnrad 110 oder 111 mit der Blindwelle 119 kuppeln. Das auf die Blindwelle ausgeübte Drehmoment wird von hier aus auf die Fahrzeugachsen in bekannter Weise durch Kuppelstangen 120 und 121 übertragen.

Die Wirkungsweise der dargestellten Antriebsübertragung ist nun folgende: Die in entgegengesetztem Drehsinn umlaufenden Leitradtransformatoren 101/103/105 und 102/104/106, deren Drehzahl man vorteilhaft recht hoch wählt, um günstige Abmessungen und Gewichte zu erhalten, gestatten, je nachdem, ob der eine oder der andere gefüllt wird, einen Antrieb der Sekundärwelle 107 und damit der Blindwelle 119 in beiden Drehrichtungen. Der Fahrtrichtungswechsel geht hier also vollkommen stoßfrei vor sich wie beim Dampfantrieb, elektrischen, dieselektrischen Antrieb o. dgl., was nicht in diesem Maße erreicht werden kann bei Verwendung von Zahnradwendegetrieben, wie sie zu allen bisher dargestellten Antriebsübertragungen entweder zwischen Föttinger-Transformator und Zahnstufengetriebe oder hinter dem Zahnstufengetriebe hinzugefügt gedacht werden müssen. Durch Einrücken der Kupplung 115/117 oder 114/116 erhält man über die Stirnräder 109/111 die zum Anfahren und für Steigungsfahrt bzw. über die Stirnräder 108, 110 die für Marschfahrt nötige Übersetzung zwischen Sekundärwelle 107 und Blindwelle 119. Tritt beim Umschalten eine Entlastung der Sekundärwelle 107 dadurch ein, daß augenblicksweise weder die Kupplung 115/117 noch 114/116 eingerückt ist, so verhindert eine zwischen dem Kegelrad 97 bzw. 98 und der Welle 107 angebrachte, schematisch angedeutete Freilaufkupplung 122 bzw. 123 ein Voreilen der Welle 107 gegenüber der Welle 99 bzw. 100. Die im Ausführungsbeispiel (Fig. 11) dargestellte einfache Blindwelle 119 könnte natürlich auch als Hohlwelle ausgebildet sein, die eine der Fahrzeugachsen umschließt und mit ihr in bekannter Weise durch eine nachgiebige Kupplung verbunden ist.

Ebenso könnte die Welle 119 gleich als Fahrzeugachse ausgebildet werden, wobei sich dann für die Sekundärwelle 107 eine Tatzlagerbauart ergeben würde.

Eine solche Tatzlagerbauart ist mit einigen weiteren Abwandlungen in Fig. 12 (senk-

rechter Mittelschnitt und Schnitt XIII-XIII) und 13 (waagerechter Mittelschnitt) dargestellt. Die vom Motor über Kardangelenke angetriebene Welle 21 arbeitet über die (vor-
 5 teilhaft ins Schnelle übersetzenden) Zahnräder 22 und 23 auf eine Zwischenwelle 124.

Um zu zeigen, wie vollkommene Gesamtantriebe man nach dem Grundschema der Erfindung entwickeln kann, sind hier beide
 10 Laufachsen eines Drehgestelles mit Stufengetrieben versehen: das zweistufige Getriebe an Laufachse 125 diene für Vorwärts-, dasjenige an Laufachse 126 für Rückwärtsfahrt. Solcherart arbeitet jeweils nur einer der vier
 15 Föttinger-Transformatoren, wobei indes beide Achsen 125 und 126 zugleich als Treibachsen arbeiten können, wenn man sie in bekannter Weise durch zwei versetzte Kurbeltriebe durch Kuppelstangen 120 und 121 miteinander
 20 verbindet. Im einzelnen sind Anordnung und Arbeitsweise folgende:

Für Vorwärtsfahrt wird von der motorgetriebenen Welle 124 mittels des Kegelräderpaars 127/128 die Vorgelegewelle 129 ge-
 25 trieben. Diese ist im Gehäuse 130 gelagert, welches in an sich bekannter Tatzlagerung 131 mit einer Seite auf der Achse 125 abgestützt ist, während es auf der anderen Seite an den Pratzen 132 mittels der Federgehänge
 30 133 am gefederten Drehgestellrahmen 134 aufgehängt ist. Die in bekannter Weise gegen das Drehgestell 134 abgefedernte Achse 125 kann sich somit frei in allen Richtungen außer der Fahrtrichtung bewegen, ohne daß
 35 Parallelität und Abstand zwischen Welle 129 und Achse 125 sich ändern. Daher werden die beiden Stufenräderpaare 135/136 und 137/138 auch hier einwandfrei zusammenarbeiten. In der Anfahrstufe wird der Föttinger-Trans-
 40 formator 139/140/141 gefüllt, so daß sein Sekundärteil 140 über Zahnräder 135/136 die Achse 125 antreibt, welche durch die Kuppelstangen 120/121 auch die Achse 126 mitnimmt. In der zweiten Gangstufe ist der
 45 Transformator 142/143/144 gefüllt, so daß dessen Sekundärteil 143 über die Stufenräder 137/138 die Achse 125 antreibt.

Für Rückwärtsfahrt sind die beiden bisher genannten Transformatoren an Achse 125
 50 entleert. Zur Rückwärtsanfahrt dient Transformator 145/146/147 mit Stufenrädern 148/149, zur Rückwärtsvollfahrt Transformator 150/151/152 mit Stufenrädern 153/154. Die Primäräder 145 und 150 der Rückwärts- sowie
 55 139 und 142 der Vorwärtstransformatoren sitzen auf Hohlwellen 155 bzw. 156, an denen die Kegelräder 157 bzw. 128 angreifen. Das antreibende Kegelrad 158 des Rückwärtsgetriebes sitzt auf der Welle 159, welche mittels der Gelenkwelle 160 ihren Antrieb von
 60 der motorangetriebenen Welle 124 erhält.

Die Transformatoren können auch bei dieser Anordnung hohe Drehzahl erhalten und daher klein, leicht und billig ausfallen. Die Manövrierfähigkeit einer solchen Anlage ist
 65 sowohl beim Gang wie beim Fahrtrichtungswechsel ersichtlich vollkommen, da nur die Föttinger-Transformatoren abwechselnd zu füllen und zu entleeren sind.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Mehrstufige Antriebsübertragung für Landfahrzeuge, insbesondere Schienenfahrzeuge, bestehend aus Zahnradvorgelegenen und hydraulischen Föttinger-Getrieben, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Gangstufe als Stufungsüberbrücker ein drehmomentsteigerndes Föttinger-Getriebe (Drehmomentwandler) (27 bis 32
 75 bzw. 101 bis 106 bzw. 139 bis 147, 150 bis 152) mit einer Zahnradübersetzung (35 bis 38 bzw. 54 bis 62 bzw. 65 bis 75 bzw. 89 bis 95 bzw. 108 bis 111 bzw. 135 bis 138, 148, 149, 153, 154) in Reihe angeordnet ist (Fig. 1 bis 13).

2. Mehrstufige Antriebsübertragung für Landfahrzeuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Zahnradübersetzungsstufe (35 bis 38 bzw. 54 bis 59)
 90 ein besonderes Föttinger-Getriebe (27 bis 32) zugeordnet ist (Fig. 1, 3 bis 5).

3. Mehrstufige Antriebsübertragung für Landfahrzeuge nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß von den
 95 Gangstufen nur diejenige geringster Übersetzung allein durch ein vom Motor angetriebenes gleichachsiges Föttinger-Getriebe (51 bis 53 bzw. 27, 29, 31, 76, 77), die übrigen durch Föttinger-Getriebe (27 bis
 100 32) und Zahnradstufengetriebe (35 bis 38 bzw. 54 bis 62 bzw. 65 bis 75) gebildet werden (Fig. 4 bis 9).

4. Mehrstufige Antriebsübertragung für Landfahrzeuge nach Anspruch 1, dadurch
 105 gekennzeichnet, daß ein Getriebe (27 bis 55 bzw. 101 bis 106) mit hydraulischer Stufenschaltung in Reihe mit einem Getriebe (59 bis 64 bzw. 108 bis 119) angeordnet ist, dessen Stufen in bekannter
 110 Weise mechanisch geschaltet werden (Fig. 6 und 11).

5. Mehrstufige Antriebsübertragung für Landfahrzeuge nach Anspruch 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Sekun-
 115 därteil (29) eines vom Motor angetriebenen Föttinger-Getriebes (27, 29, 31) durch je eine füll- und entleerbare leitradlose Föttinger-Kupplung (67, 68 bzw. 72, 73 bzw. 76, 77 bzw. 79, 80) sowohl
 120 unmittelbar mit der anzutreibenden Welle (39) als auch mit den Zahnradüberset-

zungen (65, 66, 69, 70, 71, 74, 75) verbunden ist (Fig. 7 und 8).

5 6. Mehrstufige Antriebsübertragung für Landfahrzeuge nach Anspruch 1, 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Föttinger-Kupplungen (67, 68 bzw. 72, 73) der Zahnradvorgelege (69, 70, 74, 75) durch eine Zahnradübersetzung (65, 66, 71) ins Schnelle vom Sekundärteil (29) des Föttinger-Getriebes (27, 29, 31) aus angetrieben werden (Fig. 7 bis 9).

10 7. Mehrstufige Antriebsübertragung für Landfahrzeuge nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß den einzelnen Übersetzungsstufen sowohl ein Drehmomentsteigerndes Föttinger-Getriebe (27, 29, 31) als auch eine Föttinger-Kupplung (76, 77) vorgeschaltet werden kann (Fig. 8).

15 8. Mehrstufige Antriebsübertragung für Landfahrzeuge nach Anspruch 1, 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Sekundärwelle (39) des Föttinger-Getriebes (27, 29, 31) für die schnellste Übersetzungsstufe eine Schaltkupplung (76, 77) in Fig. 9 bzw. 91 in Fig. 10, für die lang-

samste Übersetzung eine selbsttätige Freilaufkupplung (81, 82 in Fig. 9) und für die übrigen Stufen vereinigte Schalt- und Freilaufkupplungen (84 bis 88 in Fig. 10) angeordnet sind.

30 9. Mehrstufige Antriebsübertragung für Landfahrzeuge nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das vereinigte Zahnrad- und Föttinger-Stufengetriebe (135 bis 160) mit einer Treibachse (125 bzw. 126) in Tatzlageranordnung (129 bis 134) verbunden ist und über Stirnradstufenvorgelege (135 bis 138, 148, 149, 153, 154) die Treibachse (125 bzw. 126) antreibt (Fig. 12 und 13).

35 40 10. Mehrstufige Antriebsübertragung für Landfahrzeuge nach Anspruch 1 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem mehrachsigen Laufwerk eine Achsgruppe (125) mit mehrstufigem Föttinger- und Zahnradantrieb (129 bis 144) für die eine Fahrtrichtung, eine zweite Achsgruppe (126) mit solchen (145 bis 155) für die andere Fahrtrichtung versehen ist (Fig. 12 und 13).

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

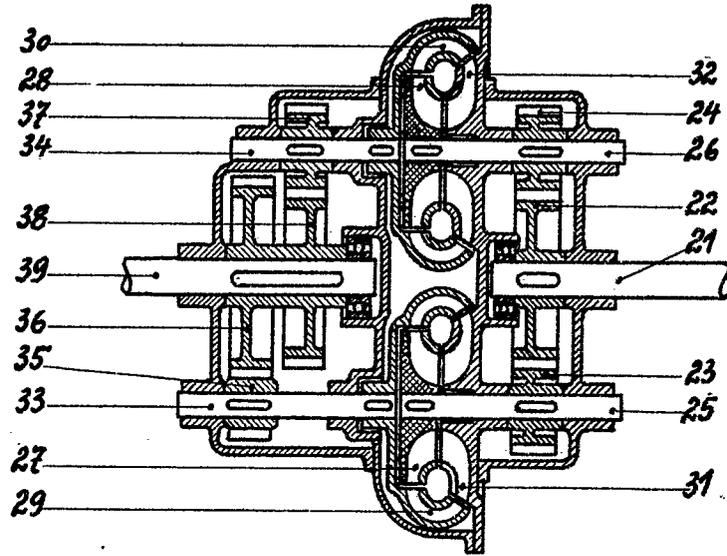


Fig. 2

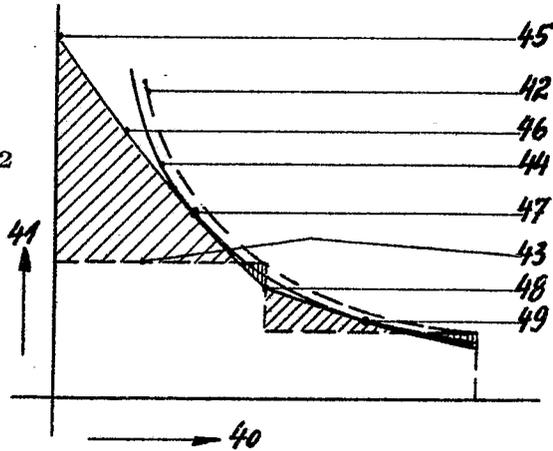


Fig. 3

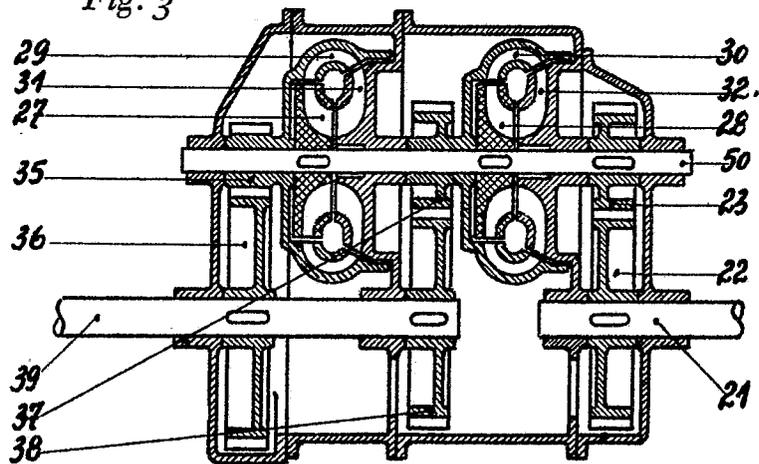


Fig. 4

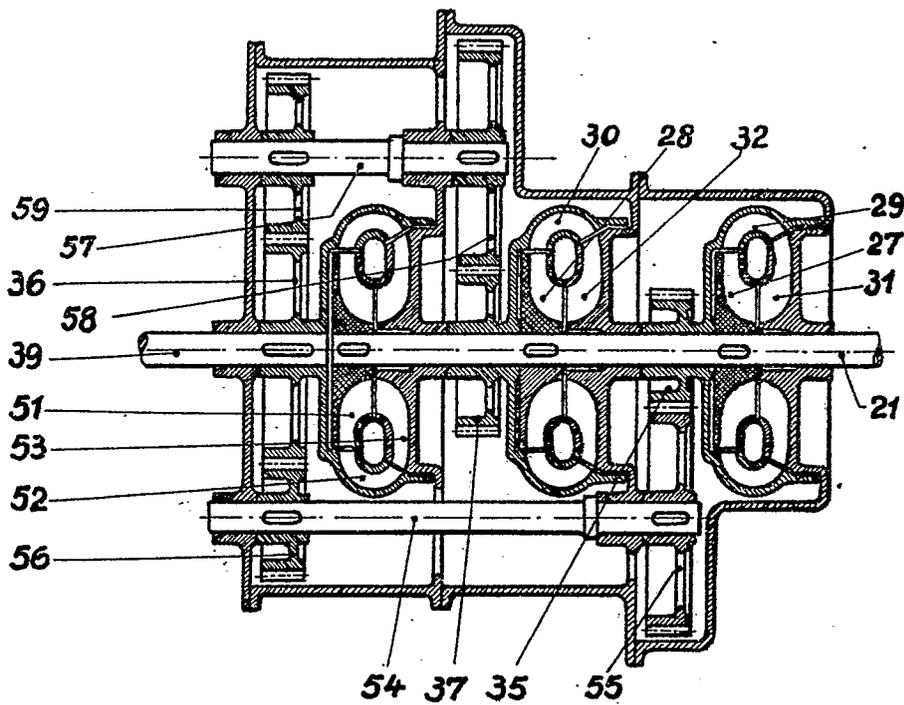


Fig. 5

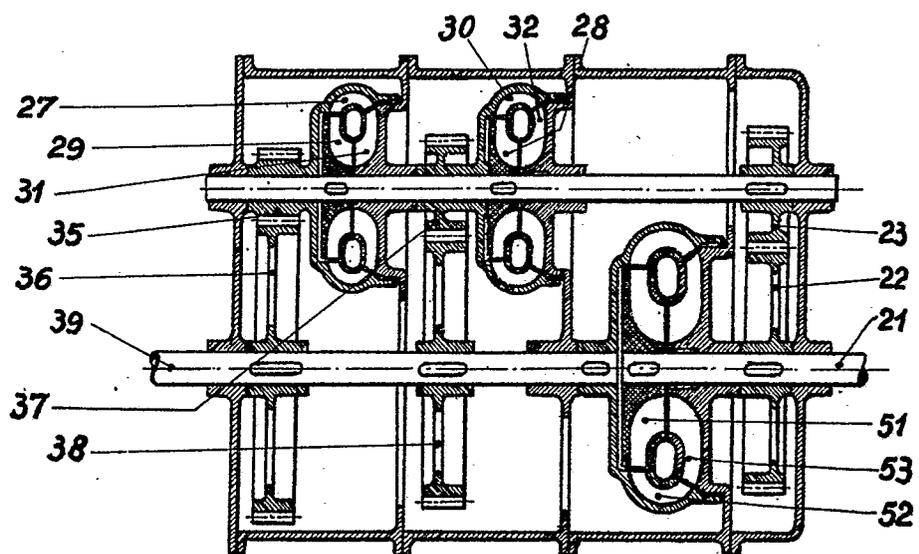


Fig. 6

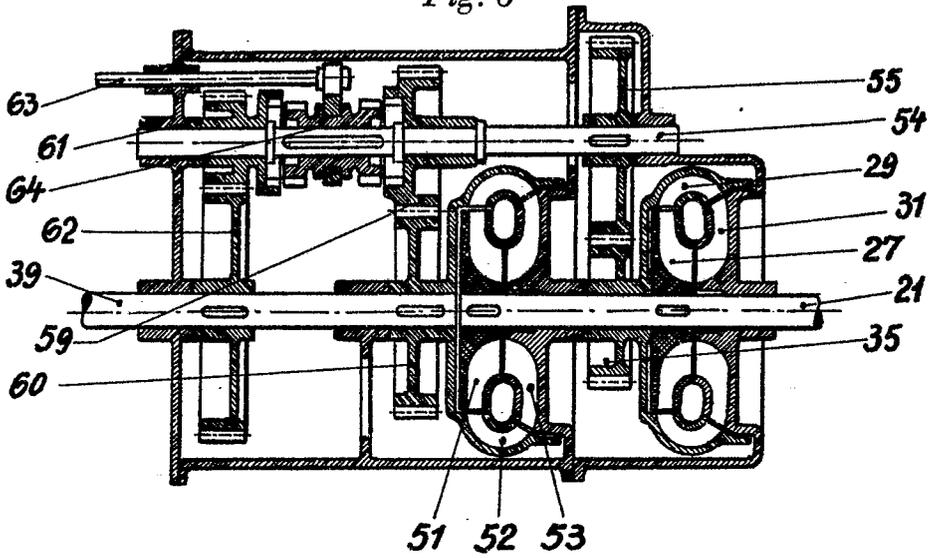


Fig. 7

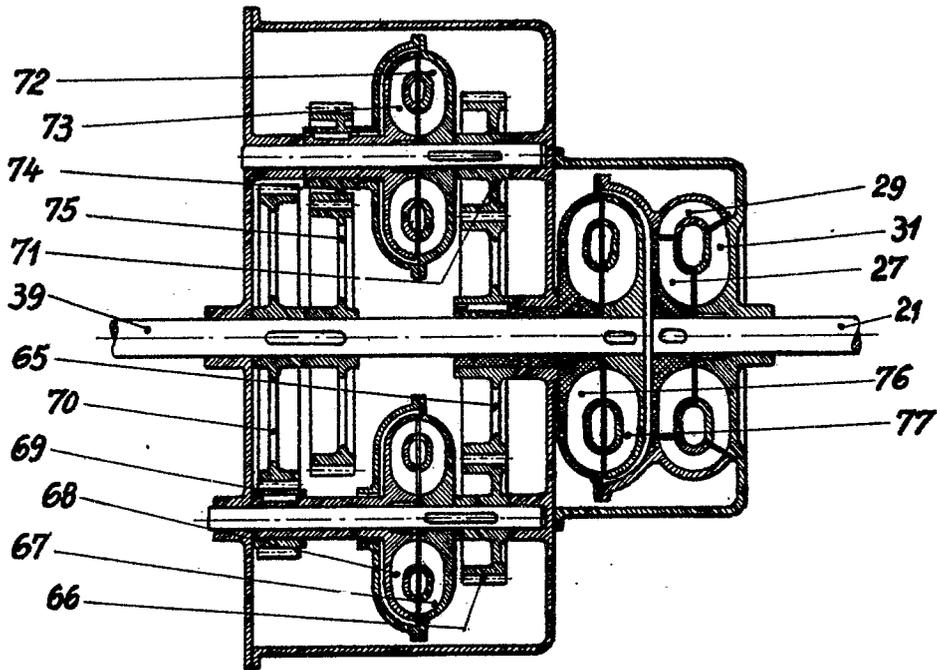


Fig. 8

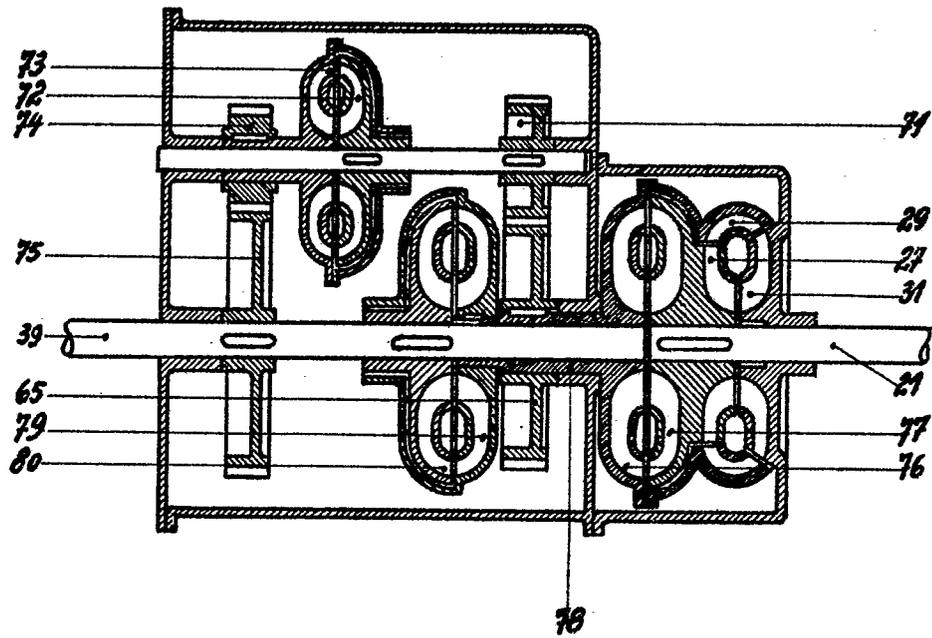


Fig. 9

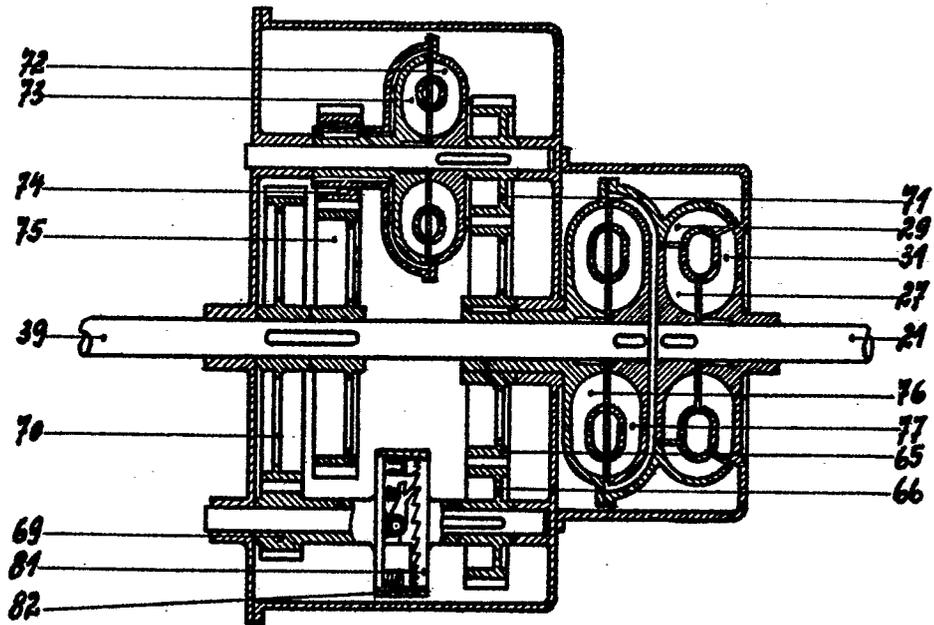


Fig. 10

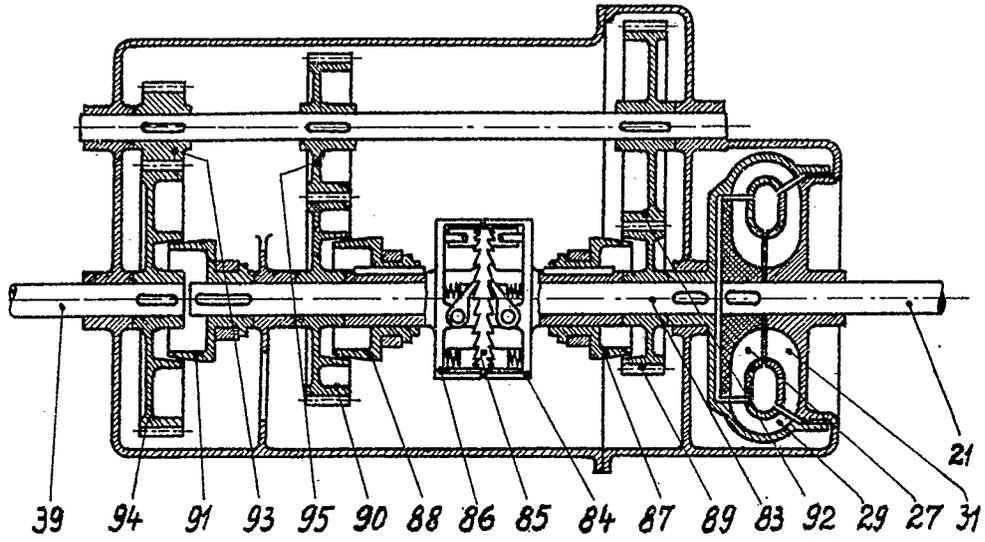


Fig. 11

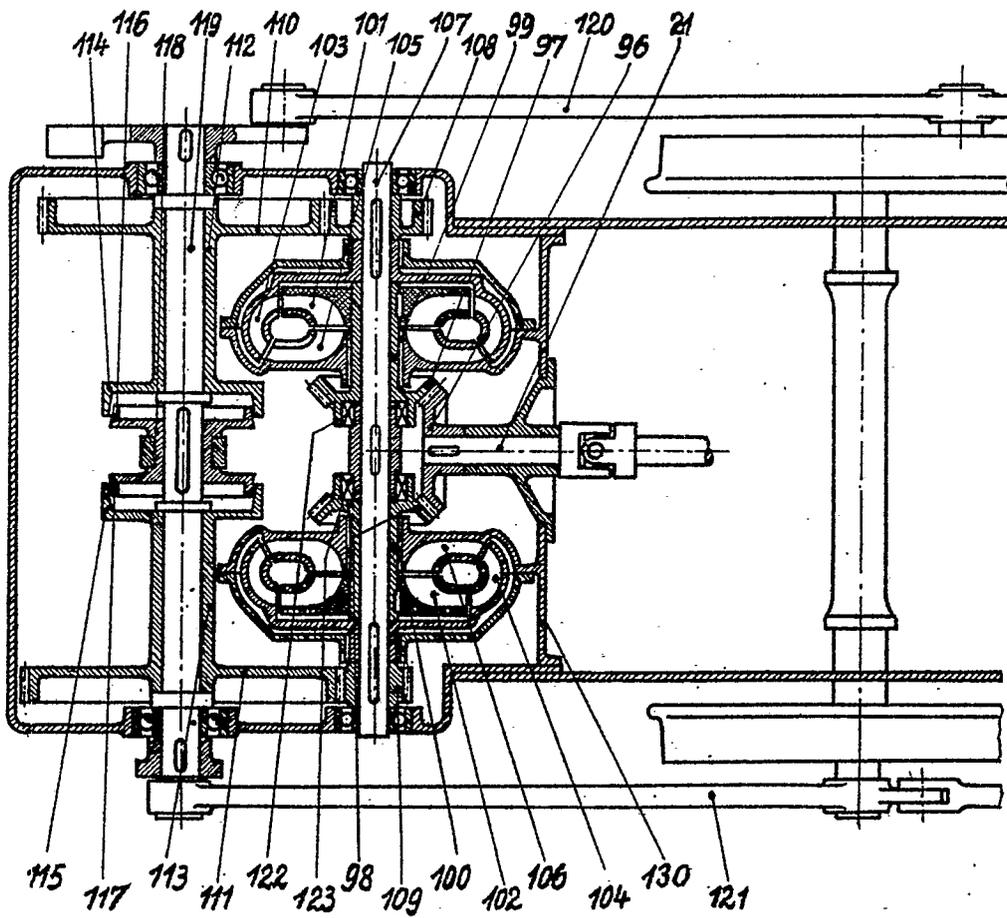


Fig. 12

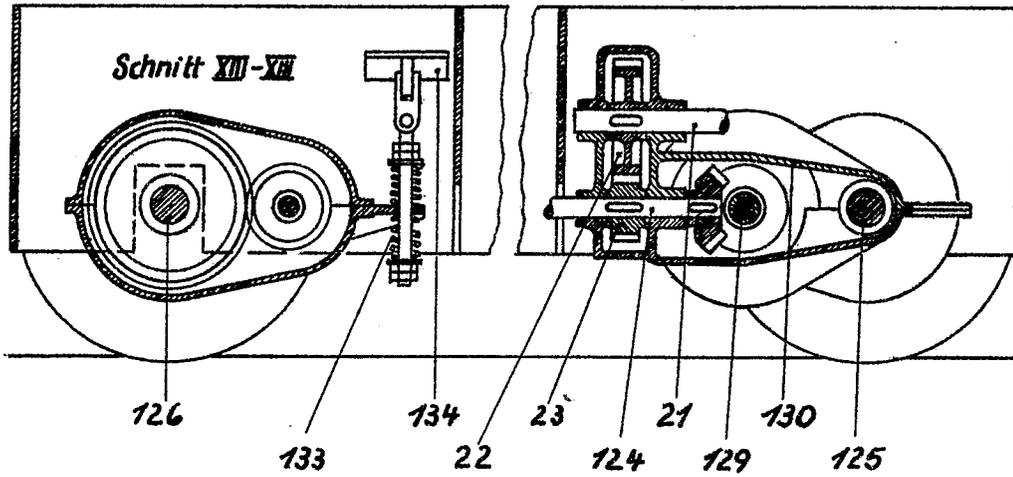


Fig. 13

