



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 700 301 A2

(51) Int. Cl.: F16H 61/47 (2010.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

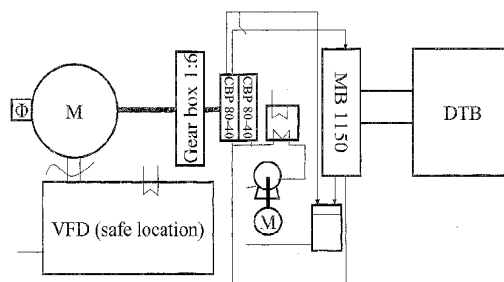
(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00085/09	(71) Anmelder: List Holding AG, Berstelstrasse 24 4422 Arisdorf (CH)
(22) Anmeldedatum: 20.01.2009	(72) Erfinder: Dr. Daniel Witte, 79639 Grenzach-Wyhlen (DE) Helmut Schildknecht, Charlotte, NC 28226 (US)
(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.07.2010	(74) Vertreter: Arie Wubben, Kreuzbühlweg 4 8942 Oberrieden (CH)

(54) **Hydraulische Methode der drehzahlgesteuerten Kraftübertragung auf drehende Wellen.**

(57) Dieses neuartige hydraulische Antriebskonzept sieht einen frequenzgesteuerten Antrieb vor (elektrisch, Diesel oder andere), die über eine Getriebe Hydraulikpumpen mit konstanten Hub antreiben, wobei der resultierende Ölstrom einen oder mehrere Hydromotoren antreiben, an denen die Abtriebswelle anliegt, wobei die Drehzahl der Abtriebswellen überwacht wird und Schwankungen über den frequenzgesteuerten Antrieb ausgeglichen werden können.

Bild 4: Vorgeschlagenes Antriebskonzept (elektrohydraulisch)



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Hydraulische Antriebe dienen der Kraftübertragung von elektrischen oder Dieselantrieben. auf langsamlaufenden Wellen mit hohem Drehmoment. Konventionelle Hydraulikantriebe bestehen aus a) einen Antriebsmotor für elektrische Antriebe mit konstanter Drehzahl b) einer Pumpe, die Hydrauliköl zum c) Hydraulikmotor pumpt verbunden mit d) Hydraulikleitungen, die die Pumpe mit dem Motoren verbindet und e) diversen Zusatzequipment, wie ein Ölreservoir, der den Leckstrom auffängt und eine Pumpe, die das Lecköl zurück in den Hauptkreislauf pumpt. Der Hydraulikmotor ist mit flexiblen Schläuchen mit den Hydraulikleitungen verbunden. Ein grosser Vorteil dieses Antriebssystems ist es daher, dass der Hydromotor flexibel auf der Abtriebsachse montiert ist. Dies ist besonders von Vorteil, weil sich die Abtriebsachse z.B. durch thermische Ausdehnung des Verbrauchers während des Betriebes verschiebt. Der Hydromotor ist relativ leichtgewichtig und kann in der Regel ohne zusätzliche Abstützung auf die Abtriebsachse montiert werden. Ein weiterer Vorteil dieses Antriebskonzepts ist, dass sehr kurze und extreme Lastschwankungen (Vibrationen) im Hydrauliköl gedämpft werden und somit Schaden der Lagerung und der Abtriebsachse verhindern. Das Pumpenaggregat kann auch in 'einiger Entfernung von der Abtriebswelle installiert werden, was vor allem bei explosionsgefährdeten Verbrauchern von Vorteil ist.

[0002] Der Hydromotor hat ein konstantes Schluckvolumen pro Umdrehung. Da die Hydraulikdrücke in der Zuleitung bei Nominal- wie Maximalbedingungen üblicherweise genormt sind, um Komponenten standardisieren zu können, ergibt sich automatisch ein spezifisches Drehmoment für jeden Hydromotor, das bei der Auslegung berücksichtigt werden muss. Die maximal übertragbare Leistung entspricht dem hydraulischen Druckgefälle mal dem Volumenstrom an Hydrauliköl. Da die Drehzahl bei konstanten Schluckvolumen des Motors proportional dem Volumenstrom an Hydrauliköl ist (das Öl ist annähernd inkompressibel), und der Hydraulikdruck auf des Motorablaufs annähernd konstant ist, ist der Hydraulikdruck im Motorzulauf eine repräsentativ Grösse, um das Drehmoment zu beschreiben. Da sich dieser Hydraulikdruck mit Hilfe eines Druckablassventils beschränken lässt kann man mit einfachen Mitteln die Abtriebsachse vor einer zu hohen Drehmomentbelastung bewahren.

[0003] Ein weiterer Vorteil des Hydroantriebs ist, dass man das Drehmoment auf mehrere Hydromotoren verteilen kann. So lässt sich die Abtriebswelle von beiden Seiten mit einfachen Mitteln antreiben. Das Antriebsmoment ist bei 2 identischen Hydromotoren jeweils die Hälfte in Vergleich zu einem doppelt so starken Motor auf einer Antriebsseite. Häufig ist es auch so, dass der Verbrauch des Drehmoments auf der Abtriebsachse über einen Grossteil der Länge gleichmässig stattfindet. Dann wird die Welle zusätzlich bei Hydromotoren, die beidseitig montiert werden, entlastet und die Wellendurchbiegung durch die Belastung nimmt ab. Ein ähnliches' Prinzip wird benutzt, wenn die Abtriebswelle wegen gesteigerter Anforderungen nachgerüstet werden soll. Dann lässt sich der Antrieb mit einfachen 'Mitteln nachrüsten, da ein zusätzlicher Hydromotor «Huckepack» auf den bestehenden Motor montiert werden kann.

[0004] Um den Ölverbrauch dem Bedarf anzupassen zu können, wird in konventionellen Systemen das Hubvolumen der Pumpe variiert. Es gibt 2 meistgebräuchliche Regelkonzepte. Bei der «volumenkompensierten» Steuerung wird der Hydraulikdruck in der Zuleitung vom verbrauchenden Hydromotor konstant gehalten. Nimmt der Verbrauch an Öl in der Leitung zu, wird das Hubvolumen der Pumpe automatisch angepasst, so dass der Druck nicht abfällt und umgekehrt. Der Vorteil dieses Regelkonzepts ist, dass man beliebig viele Hydromotoren für ein Pumpstationssystem, das eine Zu- und eine Abölsammelleitung für alle Hydromotoren besitzt, installieren kann. Das Drehmoment für alle Hydromotoren ist dann allerdings konstant. Bei der «druckkompensierten» Steuerung wird der Hub der Pumpe konstant gehalten, wobei der Hydraulikdruck der Motorzuleitung variieren darf. Bei diesem Steuerungskonzept besitzt jede Abtriebsachse ihr eigenes Pumpsystem, weil es sonst zu Interferenzen zwischen den Drehmomenten der verschiedenen Abtriebsachsen kommen würde. Diese Erfindung betrachtet im Besonderen dieses Antriebssystem. Da der Hub der Pumpe konstant gehalten wird, bleibt auch die Drehzahl der Abtriebswelle konstant.

[0005] Sind die Hydromotoren sehr gross, ist eine Pumpe zum betreiben nicht mehr möglich. Die grössten Axialkolbenpumpen, die es auf 'den Markt zur Zeit gibt haben einen Hub von 1000 ccm. Bis 500 ccm können die Pumpen mit 1800 Upm betrieben werden, darüberhinaus müssen, diese Pumpen mit niedrigerer Drehzahl betrieben werden. Daher ist das erreichbare Pumpvolumen einer Pumpe mit 1000 ccm nicht doppelt so gross, wie einer Pumpe mit 500 ccm. Die maximale Dauerdrehzahl einer Pumpe mit 1000 ccm ist z.B. 1200 Upm, was auch nicht mit der elektrischen Netzfrequenz übereinstimmt. Man braucht für diese Pumpe daher ein Getriebe, um von der Netzdrehzahl 50 Hz (1500 Upm) oder 60 Hz (1800 Upm) auf 1200 Upm zu kommen oder man muss einen niedrigpoligeren Elektromotor benutzen.

[0006] Die einzige Möglichkeit hohe Leistungen mit Pumpen zu realisieren ist die Anzahl der Pumpen zu multiplizieren. Es lassen sich mehrere Pumpen auf eine Antriebsachse 'installieren, bei grossen Antrieben aber typischerweise nicht mehr als 2. Damit sind für einen Antrieb von z.B. 3 MW 8 Pumpen mit 500 ccm Hub erforderlich (1500 Upm) und 4 Elektromotoren. Ein Nachteil dieses Antriebssystems ist daher die Anzahl der erforderlichen (Verschleiss-) Teile und damit des erforderlichen Wartungsaufwandes. Ein weiterer Nachteil dieses Pumpensystems ist, dass der hydraulische Wirkungsgrad der Axialkolbenpumpen bei Teillast stark abnimmt. Der Wirkungsgrad der Hydromotoren ist immer erheblich besser als der der Pumpen. Es wird daher nicht nur elektrische Energie verschwendet, sondern es muss auch der Ölkreislauf stark. gekühlt werden. Diese Kühlleistung wird häufig unterschätzt, womit die Flexibilität des Antriebssystems eingeschränkt wird.

[0007] Die Pumpstationen müssen mit Sammelleitungen miteinander und dann dem Motor verbunden werden. Der Verrohrungsaufwand gerade bei Antrieben mit hoher Leistung ist sehr hoch. Die Leitungslänge nimmt bei mehreren Pumpstationen für einen Antrieb zu, damit auch die Verlustleistung durch Reibungsdissipation in den Leitungen. Es ist daher auch nicht sinnvoll die Pumpstationen zu weit weg vom Hydromotor zu installieren. Da die Pumpstationen sehr gross sind und viel Platz weg nehmen, ist das ein Nachteil. Ein weiterer Nachteil ist, dass mit langen Zuleitungen das Ölvolumen zunimmt. Kommt es zu Drehmomentschwankungen auf der Abtriebswelle, wird diese Ölmenge elastisch komprimiert und der Ölvolumenstrom am Motor nimmt ab oder zu. Dies führt zu Drehzahlschwankungen an der Abtriebswelle. Die Abweichung b von der mittleren Drehzahl ist dabei proportional der Druckänderung, nicht des Druckniveaus in der Zuleitung. Damit besteht kein direkter Zusammenhang der Drehzahl der Abtriebswelle mit dem Drehmomentniveau. Eine Entlastung der Drehmomentbelastung durch Abbremsen der Welle findet daher nicht statt. Durch die Entschleunigung der Abtriebswelle wird zudem zusätzliches Drehmoment frei, welches sich zum Drehmoment des Antriebs addiert. Dieses Drehmoment ist das Inertiemoment der Welle und des Hydromotors. Wenn auch die Inertie des Hydromotors klein und sich damit wenig Inertie zur Abtriebswelle addiert im Vergleich zum Direktantrieb mit Getriebe, ist die Entschleunigung beim Hydroantrieb sehr hoch und entsprechend das Inertiemoment nicht vernachlässigbar. Dieses Inertiemoment ist gemäss der oben erwähnten Beschreibung proportional der Krümmung der Hydraulikdruckkurve. Die stärkste Krümmung fällt mit den Drehmomentspitzen überein. Damit wird die Wellenverbindung des Hydromotors zur Abtriebsachse durch diesen Effekt entlastet, aber werden die Drehmomentspitzen nicht wirklich 100 % durch den Hydraulikdruck wiedergegeben. Dies schwächt die Effizienz der Hydraulikdruckbegrenzung, um Schäden der Abtriebswelle im Eingriff des Verbrauchers abzuwenden. Die beschriebenen Nachteile des Hydroantriebs bei hohen Leistungen werden erfindungsgemäss so verbessert, dass die Pumpstationen durch Hydromotoren ersetzt werden, die als Pumpen agieren. Diese Pumphydromotoren werden auf Antriebsachse montiert und über ein Übersetzungsgetriebe mit einem elektrischen Motor oder Dieselmotor verbunden. Der Elektro- oder Dieselantrieb ist variabler Drehzahl z.B. mit Frequenzumformer. Bei einem Dieselantrieb macht dann ein dieselektrischer Antrieb mit Frequenzumformer Sinn. Die Pumphydromotoren haben ein sehr viel grösseres Schluckvolumen pro Umdrehung als Axialkolbenpumpen. Die Nominaldrehzahl dieser Pumphydromotoren ist erfindungsgemäss am vorteilhaftesten um die 300 Upm, bei einer üblichen Drehzahl der Abtriebswelle von 30 Upm. Damit ist das Drehmoment der Antriebswelle des Pumphydromotors um den Faktor um die 10 kleiner als die der Abtriebswelle. Diese Übersetzung entspricht einem Getriebe, das den hohen mechanisch stark belastenden Drehmomentbereich des Antriebs abdeckt. Dies ein weiterer Vorteil dieses Antriebskonzepts gemäss dieser Erfindung. Die Anzahl der notwendigen Pumphydromotoren ist 1 bis 2 pro Hydromotor auf der Abtriebsachse und damit um den Faktor 2 bis 3 geringer. Es wird nur ein Elektromotor pro Abtriebswelle benötigt, da die Pumpenhydromotoren auf einer Antriebswelle montiert werden können. Die Distanz zwischen diesen Pumpenhydromotoren ist geringer und der Verrohrungsaufwand erheblich reduziert. Ebenfalls reduziert ist der Geräuschpegel des Hydroantriebs. Hydromotoren verursachen vergleichsweise wenig Lärm, während Axialdrehkolbenpumpen erheblichen Lärm produzieren. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemässen Methode ist, dass der Frequenzumformer sehr schnell auf Lastschwankungen reagieren kann. Somit ist es möglich die Ölvolumenstromschwankungen am Eintritt des Hydromotors auf der Abtriebswelle durch die Lastanpassungen des Elektromotors auszugleichen. Dies ist nur bedingt bei Axialkolbenpumpen möglich, da die Steuerung hier hydraulisch, und damit relativ träge ist. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemässen Antriebskonzepts ist, dass die Drehzahlregelung des Antriebs durch einen Frequenzumformer der dem Elektromotor speist realisiert wird, und dieser Frequenzumformer relativ weit weg vom Elektromotor installiert werden kann ohne dass die Effizienz des Antriebes wesentlich verschlechtert würde. Damit nimmt der Platzbedarf an Antriebsequipment in der Nähe der Abtriebswelle ab und Probleme des Explosionsschutzes werden umgangen. Sind weitere Vorteile des erfindungsgemässen Antriebskonzeptes ist, dass die hydraulische Effizienz des Antriebs sehr viel höher als beim konventionellen Hydroantrieb ist. Somit ist die erforderliche Kühlleistung des Hydrokreislaufes kleiner und es wird weniger elektrische Energie verbraucht.

Patente/Recherche/Hintergrund der Erfindung.

Ziel der Erfindung

[0008] Ziel der Erfindung ist es eine Methode zu finden grosse Hydraulikantriebe für drehende Wellen die grosse Mengen an umlaufenden Hydrauliköl benötigen mit geringeren Aufwand an hydraulischen Pumpaggregaten zu verwirklichen, als es gemäss Stand der Technik möglich ist, wobei dieser Antrieb eine Drehzahlsteuerung mit minimierten Drehzahlschwankungen der Abtriebswelle vorsieht.

Patentansprüche

1. Ein hydraulisches Antriebskonzept, das aus einer Ölpumpe, die mit Hilfe eines Motors angetrieben wird, und einem Hydromotor besteht, der eine Abtriebswelle besteht, wobei die Ölpumpe ein konstantes Hubvolumen pro Umdrehung hat und die Drehzahlsteuerung der Abtriebswelle über die Drehzahlsteuerung der Antriebswelle realisiert wird.
2. Ein hydraulisches Antriebskonzept gemäss Anspruch 1, das ein Ölpumporgan verwendet, das aus einem oder mehreren Hydromotoren besteht
3. Ein hydraulisches Antriebskonzept gemäss Anspruch 1 und 2, wobei die Hydromotoren auf einer Antriebsachse liegen und damit nur einen drehzahlgesteuerten Antriebsmotor benötigen

CH 700 301 A2

4. Ein hydraulisches Antriebskonzept gemäss Anspruch 1, wobei die Drehzahlschwankungen der Abtriebsachse, die durch Lastwechsel der Abtriebsachse induziert werden, durch Anpassen der induzierten Leistung der Antriebsachse ausgeglichen werden, so dass die Drehzahl der Abtriebsachse annähernd konstant bleibt.

Bild 1: Hydraulischer Antrieb gemäß Stand der Technik

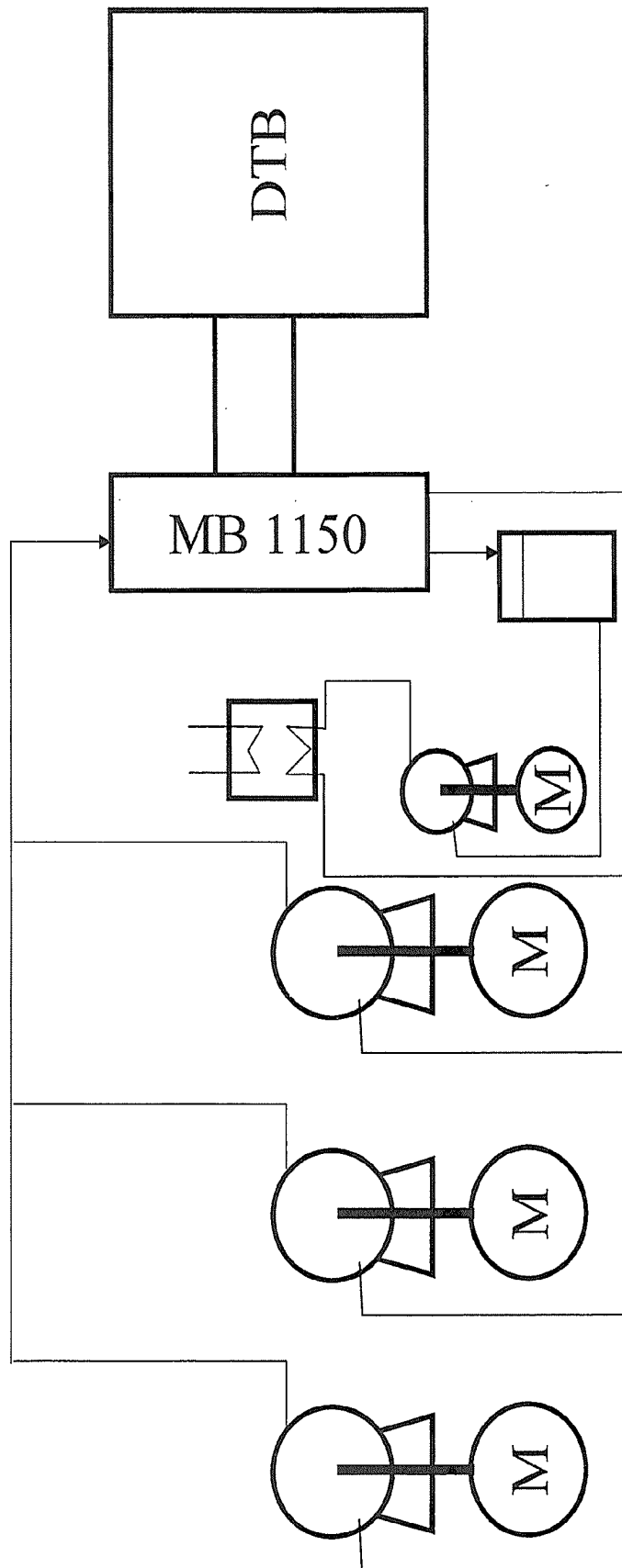


Bild 2: Elektrischer Antrieb

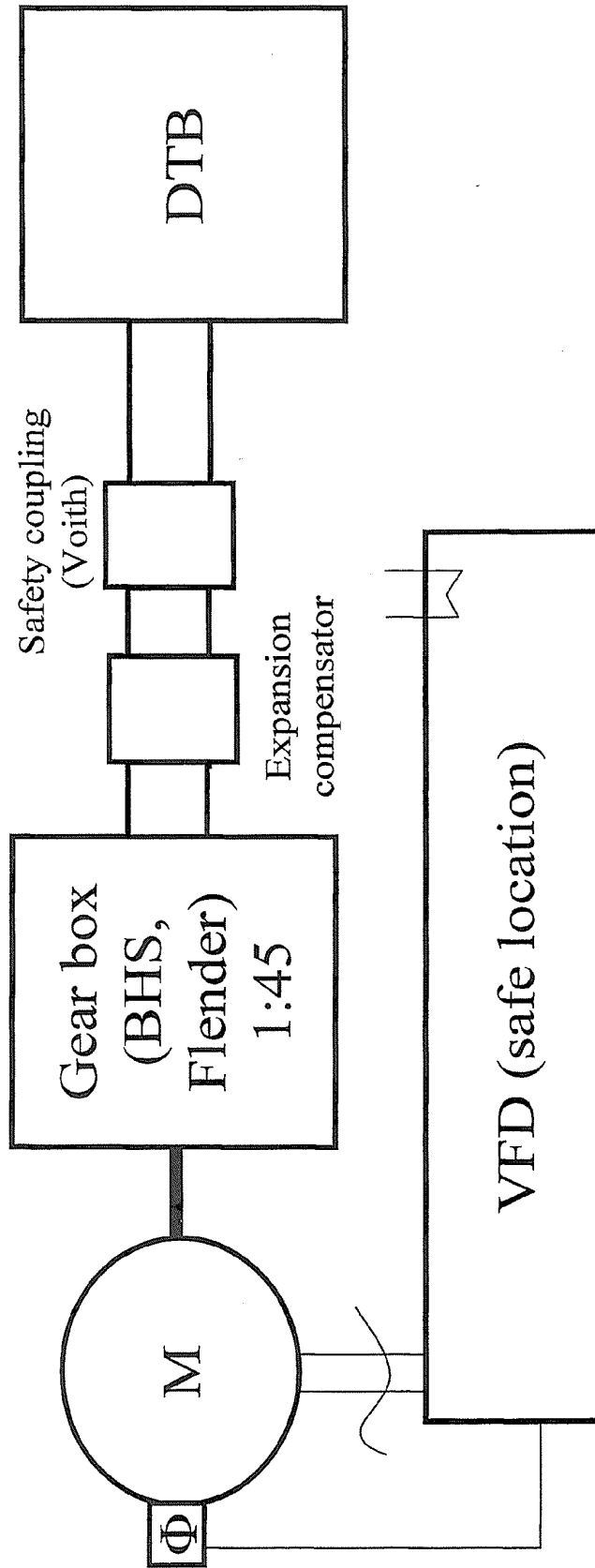


Bild 3: Antrieb mit hydraulischer Drehzahlregelung

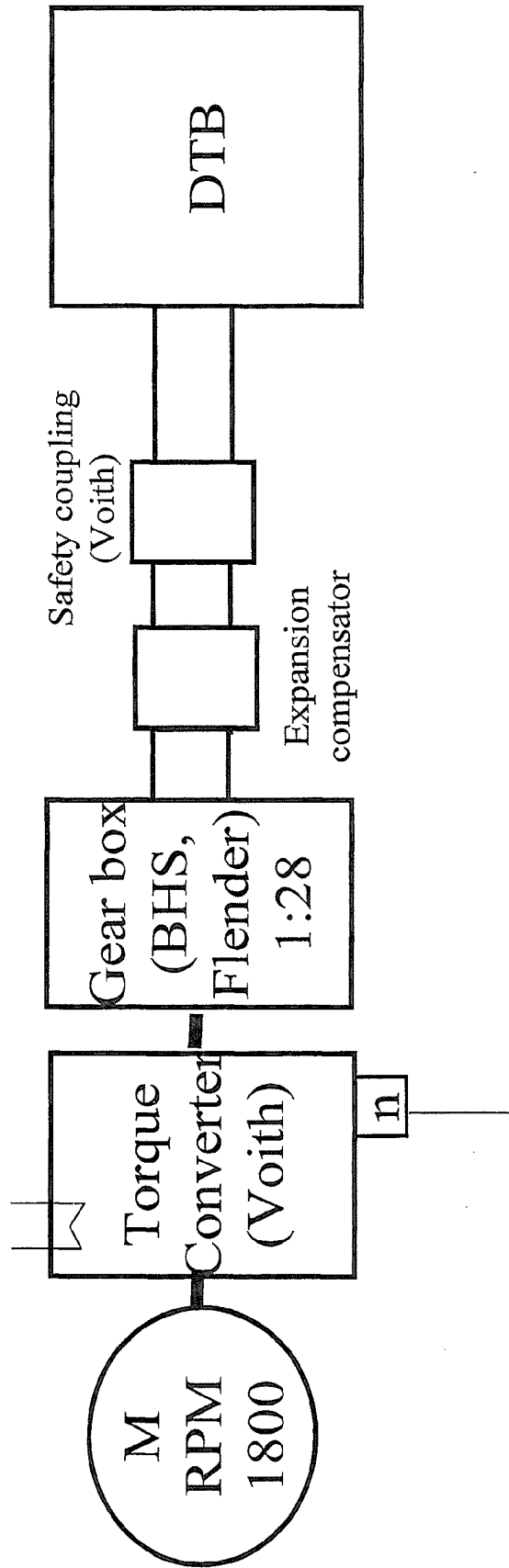


Bild 4: Vorgeschlagenes Antriebskonzept (elektrohydraulisch)

