



(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2010 051 663.5

(22) Anmeldetag: 17.11.2010

(43) Offenlegungstag: 24.05.2012

(51) Int Cl.: **E02F 9/20 (2006.01)**

**E02F 9/22 (2006.01)**

**F15B 21/14 (2006.01)**

(71) Anmelder:

Liebherr-Hydraulikbagger GmbH, 88457,  
Kirchdorf, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 10 2008 034 582 A1

DE 20 2006 009 223 U1

US 5 331 884 A

WO 97/ 17 546 A1

WO 00/ 37 800 A1

WO 02/ 095 243 A1

(74) Vertreter:

Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler  
Gossel, 80538, München, DE

(72) Erfinder:

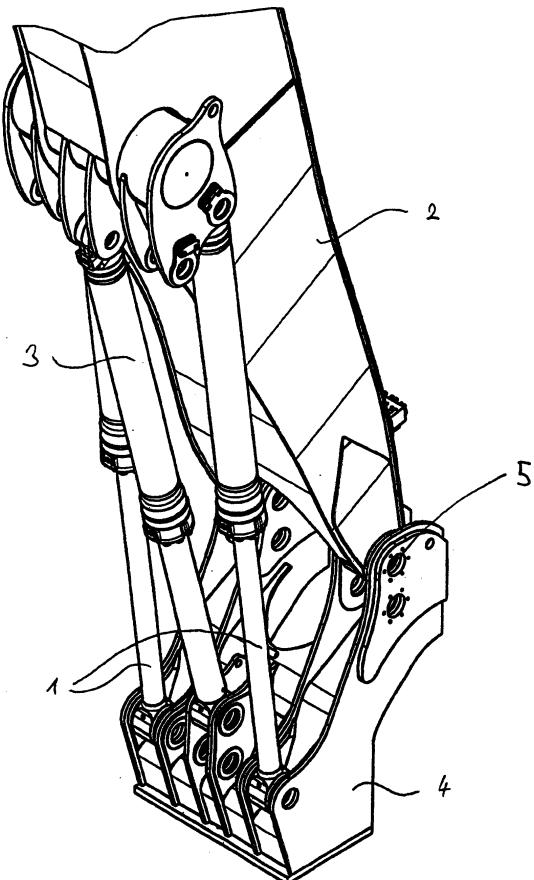
Lavergne, Hans-Peter, 87779, Trunkelsberg,  
DE; Egenrieder, Philipp, Dipl.-Ing., 89075, Ulm,  
DE; Asam, Dirk, Dipl.-Ing. (FH), 89081, Ulm, DE;  
Fehse, Jochen, Dipl.-Ing., 71272, Renningen, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Arbeitsgerät**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung zeigt ein Arbeitsgerät, insbesondere einen Bagger oder eine Maschine zum Materialumschlag, mit einem über mindestens einem Arbeits-Antrieb bewegbaren Element, wobei mindestens ein Energierückgewinnungszylinder zur Energierückgewinnung aus der Bewegung des bewegbaren Elementes vorgesehen ist, welcher eine mit Gas gefüllte Kammer aufweist. Erfindungsgemäß ist dabei eine Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszylinders vorgesehen.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Arbeitsgerät mit einem über mindestens einen Arbeits-Antrieb bewegbaren Element, wobei mindestens ein Energierückgewinnungszyylinder zur Energierückgewinnung aus der Bewegung des bewegbaren Elementes vorgesehen ist, welcher eine mit Gas befüllte Kammer aufweist. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung dabei ein verfahrbare Arbeitsgerät, insbesondere einen Bagger oder eine Maschine zum Materialumschlag. Insbesondere umfaßt der Arbeits-Antrieb dabei einen Arbeits-Hydraulikzylinder.

**[0002]** Die mit Gas befüllte Kammer des Energierückgewinnungszyinders wird bei solchen Arbeitsgeräten beim Absenken des bewegbaren Elementes komprimiert und speichert so die potentielle Energie, um diese bei einer Aufwärtsbewegung des bewegbaren Elementes zur Unterstützung des Arbeits-Antriebs wieder abzugeben.

**[0003]** Aus der DE 10 2008 034 582 A1 ist dabei ein Arbeitsgerät bekannt, bei welchem die mit Gas befüllte Kammer des Energierückgewinnungszyinders durch die mit Gas befüllte Bodenseite des Energierückgewinnungszyinders sowie die hohle Kolbenstange des Energierückgewinnungszyinders gebildet wird.

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Funktion eines Arbeitsgerätes mit einem Energierückgewinnungszyylinder mit einer mit Gas gefüllten Kammer weiter zu verbessern.

**[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Arbeitsgerät gemäß Anspruch 1 gelöst. Die vorliegende Erfindung zeigt dabei ein Arbeitsgerät, insbesondere ein verfahrbare Arbeitsgerät, insbesondere einen Bagger oder eine Maschine zum Materialumschlag, mit einem über mindestens einen Arbeits-Antrieb bewegbaren Element, wobei mindestens ein Energierückgewinnungszyylinder zur Energierückgewinnung aus der Bewegung des bewegbaren Elementes vorgesehen ist, welcher eine mit Gas befüllte Kammer aufweist, wobei erfindungsgemäß eine Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders vorgesehen ist. Dies trägt der Erkenntnis Rechnung, daß die Temperatur des Energierückgewinnungszyinders bzw. des darin befindlichen Gases entscheidend für den Betrieb des Arbeitsgerätes ist. Erfindungsgemäß kann daher die Temperatur des Energierückgewinnungszyinders eingestellt werden. Hierdurch können ungünstige Temperatursituationen vermieden bzw. verbessert werden.

**[0006]** Dabei kann vorgesehen sein, daß die Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders eine Erwärmung des

Energierückgewinnungszyinders ermöglicht. Insbesondere kann so der Energierückgewinnungszyylinder zum Beispiel bei kalten Umgebungstemperaturen auf eine gewisse Betriebstemperatur gebracht werden. Die Erwärmung des Energierückgewinnungszyinders kann dabei auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen.

**[0007]** Insbesondere kann dabei ein Heizelement vorgesehen sein, durch welches der Energierückgewinnungszyylinder erwärmt wird. Dabei kann das Heizelement am Energierückgewinnungszyylinder, insbesondere am Zylindermantel angeordnet sein. Vorteilhafterweise ist das Heizelement dabei ein elektrisch betriebenes Heizelement.

**[0008]** Weiterhin kann die Erwärmung über einen Wärmetauscher erfolgen. Insbesondere handelt es sich dabei vorteilhafterweise um einen Wärmetauscher, wie dieser unten noch näher beschrieben wird. Vorteilhafterweise ist der Wärmetauscher dabei an einen Wärmekreislauf angeschlossen. Insbesondere ist dabei in dem Wärmekreislauf ein Heizelement zur Erwärmung des Fluids im Wärmekreislauf vorgesehen, insbesondere ein elektrisches Heizelement.

**[0009]** Die Erwärmung kann auch über ein Reibungselement erfolgen. Insbesondere erhöht das Reibungselement dabei erfindungsgemäß die Reibung bei einer Bewegung des Energierückgewinnungszyinders. Insbesondere erzeugt das Reibungselement dabei Reibungswärme zwischen dem Reibungselement und der Zylinderstange des Energierückgewinnungszyinders, wenn die Zylinderstange gegenüber dem Zylindermantel bewegt wird. Vorteilhaft Weise ist dabei das Reibungselement mit einem Aktor versehen, und kann so angesteuert werden. Insbesondere kann vorteilhafterweise über den Aktor der Anpreßdruck des Reibungselementes gesteuert werden.

**[0010]** Weiterhin kann vorgesehen sein, daß die Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders die Kühlung des Energierückgewinnungszyinders ermöglicht. Insbesondere kann hierdurch einem unkontrollierten Aufheizen des Energierückgewinnungszyinders während des Betriebes entgegengewirkt werden.

**[0011]** Vorteilhafterweise erfolgt die Kühlung dabei über einen Wärmetauscher. Vorteilhafterweise ist dieser Wärmetauscher dabei so ausgeführt, wie dies oben beschrieben wurde.

**[0012]** Vorteilhafterweise erfolgt die Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders in der vorliegenden Erfindung durch eine gezielte Ansteuerung der Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur durch eine Steuerung. Besonders bevorzugt wird dabei die Vorrichtung zur Einstellung

der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders auf Grundlage mindestens eines Betriebspa-rameters des Arbeitsgerätes angesteuert.

**[0013]** In weiterhin vorteilhafter Weise ist erfindungsgemäß ein Temperatursensor vorgesehen, wobei die Ansteuerung der Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders auf Grundlage eines Signals des Temperatursensors erfolgt. Insbesondere ermöglicht ein solcher Temperatursensor vorteilhafterweise eine Regelung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders.

**[0014]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung mißt dabei der Temperatursensor die Temperatur des Energierückgewinnungszyinders und/oder die Temperatur des Gases in der mit Gas befüllten Kammer und/oder die Temperatur eines Kühlfluids. Dies ermöglicht eine Steuerung bzw. Regelung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders bzw. der Temperatur des Gases in der mit Gas befüllten Kammer des Energierückgewinnungszyinders. Alternativ oder zusätzlich kann der Temperatursensor auch die Außentemperatur messen. Auch dies ermöglicht eine effektive Ansteuerung der Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders.

**[0015]** Das Arbeitsgerät kann dabei eine Steuerung aufweisen, durch welche die Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders so angesteuert wird, daß der Energierückgewinnungszyylinder unterhalb einer ersten Schwellentemperatur erwärmt wird. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, daß die Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders über die Steuerung so angesteuert wird, daß der Energierückgewinnungszyylinder oberhalb einer zweiten Schwellentemperatur gekühlt wird.

**[0016]** Weiterhin kann zusätzlich oder alternativ vorgesehen sein, daß der Energierückgewinnungszyylinder innerhalb eines Temperaturfensters keine Kühlung und/oder Erwärmung erfährt. Durch das Abschalten der Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur innerhalb eines gewissen Temperaturfensters kann der Energieverbrauch für die Einstellung der Temperatur so gering wie möglich gehalten werden.

**[0017]** Erfindungsgemäß kann der Energierückgewinnungszyylinder einen Wärmetauscher umfassen, welcher an einen Kühlkreislauf angeschlossen ist, welcher von einem Kühlfluid durchströmt wird. Der Kühlkreislauf kann dabei je nach Ausführung zum Kühlen und/oder zum Erwärmen des Energierückgewinnungszyinders eingesetzt werden.

**[0018]** Vorteilhaftweise weist der Kühlkreislauf dabei eine Kühleinheit zum Kühlen des Kühlfluids auf.

Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, daß der Kühlkreislauf eine Heizeinheit zum Erwärmen des Kühlfluids aufweist. Weiterhin kann vorgesehen sein, daß der Kühlkreislauf eine Pumpe zum Umwälzen des Kühlfluids aufweist. Durch Ansteuerung der Pumpe, der Kühleinheit und/oder der Heizeinheit kann so erfindungsgemäß die Kühlung und/oder Erwärmung des Energierückgewinnungszyinders angesteuert werden.

**[0019]** Die Ansteuerung der Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders muß dabei nicht notwendig nur zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders dienen, sondern kann auch zur Einstellung der Temperatur weiterer Komponenten des Arbeitsgerätes dienen.

**[0020]** Dabei ist vorteilhaftweise der Kühlkreislauf des Energierückgewinnungszyinders an den Kühlkreislauf einer weiteren Komponente des Arbeitsgerätes angeschlossen. Insbesondere handelt es sich dabei um den Kühlkreislauf eines Verbrennungsmotors und/oder einer Hydraulik des Arbeitsgerätes. Verbrennungsmotoren und/oder Hydraulik weisen dabei üblicherweise bereits einen Kühlkreislauf auf. Dieser arbeitet üblicherweise auf Grundlage einer Kühlflüssigkeit.

**[0021]** Durch den Anschluß des Energierückgewinnungszyinders an den Kühlkreislauf einer weiteren Komponente des Arbeitsgerätes können gleich zwei Probleme äußerst kostengünstig und einfach gelöst werden. Der Kühlkreislauf der Komponente hat üblicherweise immer eine gleichbleibende Temperatur. Hierdurch kann der Energierückgewinnungszyylinder zu Beginn des Betriebs auf eine gewisse Betriebstemperatur erwärmt werden.

**[0022]** Der zweite Punkt ist die Kühlung des Energierückgewinnungszyinders durch den Kühlkreislauf. Hierdurch kann verhindert werden, daß die Temperatur übermäßig ansteigen kann und somit die vorhandenen Überdruckventile, welche als Berstsicherung ausgeführt sind aktiviert werden. Alternativ kann zur Kühlung des Energierückgewinnungszyinders jedoch auch eine separate Kühlanordnung gewählt werden und der Kühlkreislauf des weiteren Elements des Arbeitsgerätes nur zur Erwärmung herangezogen werden.

**[0023]** Insbesondere wird gewährleistet, daß im Zylinder immer der gleiche Betriebsdruck herrscht bzw. daß der Betriebsdruck im Zylinder nur innerhalb eines vorgegebenen Fensters schwankt. Hierdurch wird immer eine gleichbleibende oder ähnliche Kraft/Hub-Kurve im Energierückgewinnungszyylinder gewährleistet, unabhängig von der Außentemperatur oder der Betriebsweise.

**[0024]** Beide Probleme können natürlich nicht nur durch Anschluß eines Wärmetauschers des Energie-rückgewinnungszylinders an den Kühlkreislauf einer bereits vorhandenen Komponente eines Arbeitsgerätes gelöst werden, sondern auch durch eine eigenständige Ansteuerung der Temperatur des Energie-rückgewinnungszylinders und/oder eine nur zeitweilige Verbindung mit einem solchen Kühlkreislauf.

**[0025]** Insbesondere kann eine Schaltungsanordnung vorgesehen sein, durch welche der Wärmetauscher des Energierückgewinnungszylinders mit dem Kühlkreislauf der bereits vorhandenen Komponente des Arbeitsgerätes auf Grundlage eines Betriebspfameters, insbesondere auf Grundlage eines Temperatursignals, verbunden und getrennt wird. Insbesondere kann die Schaltungsanordnung dabei mit Schwellentemperaturen arbeiten, wie dies oben näher dargestellt wurde.

**[0026]** Neben dem erfindungsgemäßen Arbeitsgerät umfaßt die vorliegende Erfindung weiterhin ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Arbeitsgerätes. Insbesondere wird dabei die Temperatur des Energierückgewinnungszylinders erhöht und/oder vermindert. Dabei kann je nach Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens auch nur eine Erhöhung oder nur eine Verminderung der Temperatur des Energierückgewinnungszylinders erfolgen. Vorteilhafterweise erfolgt die Erhöhung und/oder Verminderung der Temperatur des Energierückgewinnungszylinders dabei in Abhängigkeit von mindestens einem Betriebspfameter.

**[0027]** Vorteilhafterweise erfolgt das Verfahren dabei so, wie dies oben hinsichtlich des Arbeitsgerätes bereits beschrieben wurde.

**[0028]** Neben dem Arbeitsgerät und dem Verfahren umfaßt die vorliegende Erfindung weiterhin einen entsprechenden Energierückgewinnungszylinder. Vorteilhafterweise weist dieser Energierückgewinnungszylinder dabei eine Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur auf oder ist an eine solche Vorrichtung anschließbar.

**[0029]** Weiterhin umfaßt die vorliegende Erfindung eine entsprechende Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur eines Energierückgewinnungszylinders.

**[0030]** Weiterhin umfaßt die vorliegende Erfindung ein Set aus einem Energierückgewinnungszylinder und einer Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszylinders.

**[0031]** Unabhängig von dem oben beschriebenen Arbeitgerät bzw. Energierückgewinnungszylinder mit einer Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur umfaßt die vorliegende Erfindung weiterhin ein Arbeitsgerät, insbesondere ein verfahrbare Arbeitsgerät,

insbesondere einen Bagger oder eine Maschine zum Materialumschlag, mit einem über mindestens einen Arbeits-Antrieb bewegbaren Element, wobei mindestens ein Energierückgewinnungszylinder zur Energierückgewinnung aus der Bewegung des bewegbaren Elementes vorgesehen ist, welche eine mit Gas befüllte Kammer aufweist. Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, daß der Energierückgewinnungszylinder einen Wärmetauscher aufweist.

**[0032]** Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben dabei festgestellt, daß die Temperatur des Gases in der mit Gas befüllten Kammer des Energierückgewinnungszylinders einen großen Einfluß auf die Funktion des Energierückgewinnungszylinders und damit des Arbeitsgerätes hat. Insbesondere verändert sich die Kraft-Weg-Kennlinie des Energierückgewinnungszylinders mit der Temperatur des Gases. Durch den Wärmetauscher können Temperaturschwankungen des Gases und/oder zu hohe und/oder zu niedrige Temperaturen des Gases in dem Energierückgewinnungszylinder verringert oder verhindert werden.

**[0033]** Insbesondere wurde festgestellt, daß sich das Gas in der mit Gas befüllten Kammer durch den Betrieb aufheizen kann. Hierdurch können ungewünscht hohe Temperaturen entstehen. In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist daher der erfindungsgemäße Energierückgewinnungszylinder mit einem Wärmetauscher ausgestattet, durch welchen der Energierückgewinnungszylinder bzw. das Gas in der mit Gas befüllten Kammer gekühlt werden kann oder gekühlt wird.

**[0034]** Weiterhin kann sich auch bei zu geringen Temperaturen des Gases (z. B. bei geringen Außentemperaturen) eine ungünstige Kennlinie oder eine zu geringe Zylinderkraft des Energierückgewinnungszylinders ergeben. In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist daher der erfindungsgemäße Energierückgewinnungszylinder mit einem Wärmetauscher ausgestattet, durch welchen der Energierückgewinnungszylinder bzw. das Gas in der mit Gas befüllten Kammer erwärmt werden kann.

**[0035]** Hierdurch können für den Betrieb des Arbeitsgerätes ungünstige Temperatursituationen behoben oder doch zumindest verbessert werden.

**[0036]** Vorteilhafterweise ist dabei vorgesehen, daß der Wärmetauscher den Zylindermantel des Energierückgewinnungszylinders umgibt. Hierdurch ergibt sich eine große Fläche zum Wärmeaustausch. Zudem muß nicht in den internen Aufbau des Energierückgewinnungszylinders eingegriffen werden.

**[0037]** Vorteilhafterweise kommt die vorliegende Erfindung bei einem Energierückgewinnungszylinder

zum Einsatz, welcher bodenseitig mit Gas gefüllt ist. Das Gas in der mit Gas befüllten Kammer steht damit in direktem Kontakt mit dem Zylindermantel, so daß die Anordnung des Wärmetauschers am Zylindermantel von besonderem Vorteil ist.

**[0038]** Vorteilhafterweise umgibt dabei der Wärmetauscher mehr als 50% der Außenfläche des Zylindermantels. In weiterhin vorteilhafter Weise umgibt der Wärmetauscher mehr als 70%, und in weiterhin vorteilhafter Weise mehr als 90% der Außenfläche des Zylindermantels. Hierdurch wird eine besonders gute Wärmeübertragung gewährleistet.

**[0039]** Wärmetauschelemente des Wärmetauschers können dabei direkt auf den Zylindermantel des Wärmetauschers angeordnet werden. In einer alternativen Ausführungsform umfaßt der Wärmetauscher dagegen ein Zylinderrohr, welches wärmeleitend auf der Außenfläche des Zylindermantels des Energierückgewinnungszylinders angeordnet ist. Dies vereinfacht die Herstellung des Wärmetauschers, welcher als autarke Einheit auf den Energierückgewinnungszylinder aufgeschoben werden kann.

**[0040]** Der erfindungsgemäße Wärmetauscher kann dabei je nach Ausführung zu einer aktiven oder auch nur zu einer passiven Kühlung bzw. Erwärmung des Energierückgewinnungszylinders eingesetzt werden.

**[0041]** In einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Arbeitsgerätes weist der Wärmetauscher dabei Kühlrippen auf, welche von der Außenluft umströmt werden können. Hierdurch ist eine effiziente Kühlung des Energierückgewinnungszylinders durch die Außenluft gewährleistet. Insbesondere vergrößern die Kühlrippen die Oberfläche des Energierückgewinnungszylinders.

**[0042]** Vorteilhafterweise erstrecken sich die Kühlrippen dabei von dem Zylindermantel des Energierückgewinnungszylinders oder einem Zylinderrohr des Wärmetauschers nach außen. Die Kühlrippen können dabei zum Beispiel in radialer Richtung, in Längsrichtung oder spiralförmig verlaufen.

**[0043]** In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann der Wärmetauscher dagegen einen Strömungsraum aufweisen, welcher von einem Kühlfluid durchströmt wird. Insbesondere weist der Strömungsraum dabei einen Eingang und einen Ausgang auf, mit welchen der Wärmetauscher an einen Kühlkreislauf bzw. an einen Wärmekreislauf angeschlossen werden kann. Insbesondere weist der Strömungsraum hierfür Anschlußelemente auf, über welche Schläuche zur Führung des Kühlfluids angeschlossen werden können.

**[0044]** Dabei kann vorgesehen sein, daß der Wärmetauscher ein Außenrohr aufweist, welches eine Außenwand des Strömungsraumes bildet. Insbesondere kann dabei der Strömungsraum zwischen der Außenfläche des Zylindermantels des Energierückgewinnungszylinders und dem Außenrohr angeordnet sein. In einer alternativen Ausführungsform, bei welcher der Wärmetauscher ein Zylinderrohr umfaßt, welches wärmeleitend auf der Außenfläche des -Zylindermantels angeordnet ist, kann der Strömungsraum auch zwischen diesem Zylinderrohr und dem Außenrohr angeordnet sein.

**[0045]** Weiterhin kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß der Strömungsraum den Zylindermantel spiralförmig umgibt. Hierdurch kann ein besonders gleichmäßiger Fluß des Kühlfluids durch den Strömungsraum gewährleistet werden. Der spiralförmige Strömungsraum kann dabei durch eine Rohrleitung zur Verfügung gestellt werden, welche spiralförmig um den Zylindermantel bzw. das Zylinderrohr geführt ist. Alternativ kann auch zwischen dem Außenrohr und dem Zylindermantel bzw. dem Zylinderrohr eine wendelförmige Verbindungsanordnung vorgesehen sein, durch welche der Strömungsraum spiralförmig unterteilt wird. Die wendelförmige Verbindungsanordnung kann dabei auf dem Zylindermantel bzw. auf dem Zylinderrohr angeordnet sein. Insbesondere kann die Verbindungsanordnung dabei in das Material des Zylindermantels bzw. Zylinderrohrs eingearbeitet sein. Alternativ oder zusätzlich kann die wendelförmige Verbindungsanordnung auch an dem Außenrohr angeordnet sein, insbesondere in das Material des Außenrohres eingearbeitet.

**[0046]** Der erfindungsgemäße Wärmetauscher kann dabei der Kühlung des Energierückgewinnungszylinders bzw. des in diesem vorhandenen Gases dienen. Vorteilhafterweise ist der Wärmetauscher hierfür an einen Kühlkreislauf des Arbeitsgerätes angeschlossen.

**[0047]** Weiterhin kann der Wärmetauscher der Erwärmung des Energierückgewinnungszylinders dienen. Vorteilhafterweise ist der Wärmetauscher hierfür an einen Heizkreislauf des Arbeitsgerätes angeschlossen. Insbesondere erfolgt dies so, wie es oben hinsichtlich der Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszylinders näher beschrieben ist.

**[0048]** Insbesondere kann der Wärmetauscher dabei an einen kombinierten Kühl- und Heizkreislauf des Arbeitsgerätes angeschlossen sein.

**[0049]** Neben dem Arbeitsgerät umfaßt die vorliegende Erfindung weiterhin einen Energierückgewinnungszylinder für ein Arbeitsgerät, wie es oben beschrieben wurde. Der erfindungsgemäße Energierückgewinnungszylinder umfaßt dabei insbesondere

einen Wärmetauscher. In vorteilhafter Weise ist der Energierückgewinnungszylinder dabei so aufgebaut, wie dies oben beschrieben wurde.

**[0050]** Besonders bevorzugte Einsatzmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung sollen nun noch einmal kurz beschrieben werden:

Bei dem erfindungsgemäßen Arbeitsgerät handelt es sich insbesondere um ein verfahrbare Arbeitsgerät, insbesondere ein Bagger oder eine Maschine zum Materialumschlag.

**[0051]** Dieses weist ein über mindestens einen Arbeits-Antrieb bewegbares Element auf, wobei mindestens ein Energierückgewinnungszylinder zur Energierückgewinnung aus der Bewegung des bewegbaren Elements vorgesehen ist. Als Arbeits-Antrieb kann dabei insbesondere ein Arbeits-Hydraulikzylinder zum Einsatz kommen.

**[0052]** Dabei dient der Energierückgewinnungszylinder mit der mit Gas befüllten Kammer selbst als Energiespeicher für die Energierückgewinnung aus der Bewegung des bewegbaren Elements. Der von der Bodenseite des Energierückgewinnungszylinders gebildete Raum ist dabei vorteilhafterweise mit unter Druck stehendem Gas gefüllt, welches bei einer Bewegung der Kolbenstange gegen den Boden komprimiert wird. Die dabei gespeicherte Energie steht dann bei einer Aufwärtsbewegung der Kolbenstange zur Unterstützung des Arbeits-Antriebs, insbesondere des Arbeits-Hydraulikzylinders wieder zur Verfügung. In weiterhin vorteilhafter Weise ist die Kolbenstange des Energierückgewinnungszylinders hohl und zur Bodenseite hin offen, so daß das Innere der Kolbenstange einen Teil der mit Gas befüllten Kammer bildet.

**[0053]** Das bewegbare Element des erfindungsgemäßen Arbeitsgerätes ist vorteilhafterweise am Arbeitsgerät um eine vertikale Drehachse schwenkbar angelenkt und über den oder die Arbeits-Antriebe in einer vertikalen Schwenkebene verschwenkbar. Insbesondere handelt es sich bei dem bewegbaren Element dabei um den Stiel eines Baggers oder den Ausleger einer Maschine zum Materialumschlag. Weiterhin vorteilhafterweise weist das verfahrbare Arbeitsgerät dabei einen Unterwagen mit Fahrwerk und einen darauf um eine vertikale Drehachse drehbar angeordneten Oberwagen auf, an welchem das bewegliche Element angelenkt ist.

**[0054]** Am bewegbaren Element kann dabei ein Arbeitswerkzeug, zum Beispiel eine Schaufel oder ein Greifer, angeordnet sein. Beim Absenken des bewegbaren Elementes wird die potentielle Energie des bewegbaren Elementes und des Arbeitswerkzeugs über den Energierückgewinnungszylinder gespeichert, um bei der Aufwärtsbewegung des bewegbaren Elements das Ausrüstungsgewicht zumindest

teilweise wieder zu kompensieren. Hierdurch muß über die Arbeits-Antrieb weniger Energie aufgewendet werden, um das bewegbare Element nach oben zu bewegen.

**[0055]** Hierdurch verbessert sich die Energiebilanz des Arbeitsgerätes, da weniger installierte Motorleistung benötigt wird und der Kraftstoffverbrauch gesenkt wird.

**[0056]** Der erfindungsgemäße Energierückgewinnungszylinder ist dabei vorteilhafterweise wie der oder die Arbeits-Hydraulikzylinder zwischen einem Oberwagen des Arbeitsgerätes und dem bewegbaren Element angeordnet. Der Energierückgewinnungszylinder bewegt sich damit bei einer Bewegung des bewegbaren Elementes gleichzeitig zum Arbeits-Hydraulikzylinder.

**[0057]** Die vorliegende Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen sowie Zeichnungen näher beschrieben.

**[0058]** Dabei zeigen

**[0059]** [Fig. 1](#) ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Arbeitsgerätes mit zwei Arbeits-Hydraulikzylindern und einem Energierückgewinnungszylinder,

**[0060]** [Fig. 2a](#) eine Prinzipdarstellung einer ersten Variante des erfindungsgemäßen Energierückgewinnungszylinders,

**[0061]** [Fig. 2b](#) eine Prinzipdarstellung eines zweiten Variante des erfindungsgemäßer Energierückgewinnungszylinders,

**[0062]** [Fig. 3](#) ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Energierückgewinnungszylinders mit einem Wärmetauscher, welcher einen mit einem Kühlfluid durchströmmbaren Strömungsraum aufweist,

**[0063]** [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4d](#) vier Varianten eines Wärmetauschers, wie er in [Fig. 3](#) gezeigt ist, in Schnittansichten, wobei der Wärmetauscher direkt auf dem Zylindermantel des Energierückgewinnungszylinders angeordnet ist,

**[0064]** [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5d](#) vier Varianten eines Energierückgewinnungszylinders mit einem Wärmetauscher, wie er in [Fig. 3](#) gezeigt ist, in einer Schnittansicht, wobei der Wärmetauscher ein auf dem Zylindermantel des Energierückgewinnungszylinders angeordnetes Zylinderrohr umfaßt,

**[0065]** [Fig. 6a](#) bis [Fig. 6c](#) drei Varianten eines Ausführungsbeispiels eines Energierückgewinnungszylinders mit Kühlrippen,

[0066] **Fig. 7** ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur eines Energierückgewinnungszylinders, wobei nur eine Kühlung vorgesehen ist,

[0067] **Fig. 8a** bis **Fig. 8c** drei Varianten eines Ausführungsbeispiels zur Einstellung der Temperatur eines Energierückgewinnungszylinders, wobei unterschiedliche Varianten einer Heizanordnung dargestellt sind,

[0068] **Fig. 9** ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur eines Energierückgewinnungszylinders in zwei Varianten.

[0069] Anhand der **Fig. 1** und **Fig. 2** soll nun zunächst allgemein ein Ausführungsbeispiel eines Arbeitsgerätes mit einem Energierückgewinnungszylinder gezeigt werden, bei welchem die vorliegende Erfindung zum Einsatz kommen kann.

[0070] Das Arbeitgerät umfaßt dabei ein bewegbares Element **2**, welches über eine horizontal verlaufende Schwenkachse **5** an einer Schweißkonstruktion **4** des Arbeitsgerätes angelenkt ist. Bei dem Arbeitsgerät handelt es sich dabei um einen Hydraulikbagger, bei dem bewegbarem Element **2** um den Baggersiel, welcher am Oberwagen des Baggers angelenkt ist. Der Oberwagen selbst ist dabei um eine vertikale Drehachse auf einem Unterwagen mit Fahrgestell drehbar angelenkt.

[0071] Zum Bewegen des bewegbaren Elementes **2** sind dabei zwei Arbeits-Hydraulikzylinder **1** vorgesehen, welche über entsprechende Anlenkpunkte am bewegbaren Element **2** sowie an der Schweißkonstruktion **4** des Oberwagens angelenkt sind. Weiterhin ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Energierückgewinnungszylinders **3** vorgesehen, welcher wie die Arbeits-Hydraulikzylinder **1** zwischen dem bewegbaren Element **2** und dem Oberwagen des Arbeitsgerätes **4** angeordnet ist und der Energierückgewinnung aus der Bewegung des bewegbaren Elements dient. Der Energierückgewinnungszylinder **3** ist dabei zwischen den beiden Arbeits-Hydraulikzylindern **1** angeordnet.

[0072] An dem bewegbaren Element **2**, in diesem Fall dem Baggerausleger, ist dabei üblicherweise eine Arbeitsausrüstung, zum Beispiel eine Baggerschaufel angeordnet. Beim Absenken des bewegbaren Elementes **2** soll nun die potentielle Energie des bewegbaren Elementes sowie der Arbeitsausrüstung rückgewonnen und gespeichert werden, um bei der Aufwärtsbewegung des bewegbaren Elements die statischen Kräfte, welche durch das Gewicht des bewegbaren Elements und der Arbeitsausrüstung sonst auf den Arbeits-Hydraulikzylindern lasten würden, zumindest teilweise zu kompensie-

ren und so weniger Energie mittels der Arbeits-Hydraulikzylinder **1** zuführen zu müssen. Hierfür weist der erfindungsgemäße Hydraulikzylinder vorteilhaftweise eine mit Gas gefüllte Kammer auf. Bei einem Absenken des bewegbaren Elementes wird das Gas in der mit Gas gefüllten Kammer des Energierückgewinnungszylinders komprimiert, während es sich beim Anheben des bewegbaren Elementes ausdehnt und dabei die Arbeits-Hydraulikzylinder **1** unterstützt. Hierfür ist der erfindungsgemäße Energierückgewinnungszylinder vorteilhaftweise bodenseitig mit Gas gefüllt und weist weiterhin vorteilhaftweise eine hohle, zur Bodenseite hin offene Kolbenstange auf.

[0073] In **Fig. 2a** und **Fig. 2b** sind nun Prinzipzeichnungen zweier Varianten eines Energierückgewinnungszylinders **3** gezeigt. Beide Ausführungsbeispiele weisen dabei einen Zylinder **10** auf, in welchem eine Kolbenstange **11** axial verschieblich gelagert ist. Die Kolbenstange **11** hat dabei die Form eines Hohlzylinders, so daß sich im Inneren der Kolbenstange **11** ein Hohlraum **13** ergibt, welcher zur Bodenseite **12** des Zylinders hin offen ist. Die Bodenseite **12** des Energierückgewinnungszylinders **3** und der Hohlraum **13** im Inneren der Kolbenstange **11** bilden dabei eine zusammenhängende Kammer, welche mit unter Druck stehendem Gas gefüllt ist. Bei einer Bewegung der Kolbenstange **11** im Zylinder **10** verändert sich dabei die Größe der Bodenseite **12**, so daß das mit Gas gefüllte Volumen bei voll eingeschobener Kolbenstange **11** im Wesentlichen dem Hohlraum **13** im Inneren der hohen Kolbenstange entspricht, bei voll ausgeschobener Kolbenstange dagegen dem Volumen dieses Hohlraums **13** plus dem Volumen des Zylinders **10**.

[0074] Der Energierückgewinnungszylinder weist dabei ein bodenseitiges Lagerstelle **15** und ein kolbenstangenseitiges Lagerstelle **16** auf, mit welchen er am Arbeitsgerät und beweglichen Element angelenkt ist. Der Energierückgewinnungszylinder ist dabei zwischen bewegbarem Element und Arbeitsgerät so angelenkt, daß die Kolbenstange **11** durch das Gewicht des bewegbaren Elementes und der Arbeitsausrüstung nach unten gegen den Boden des Energierückgewinnungszylinders bewegt wird, so daß das Gasvolumen komprimiert wird. Durch die erfindungsgemäße Ausführung des Energierückgewinnungszylinders mit einer hohen Kolbenstange **11** ist dabei auch bei eingefahrenem Zylinder ausreichend Gasvolumen vorhanden, um einen flachen Druckanstieg beim Senken der Arbeitsausrüstung zu ermöglichen. Umgekehrt ruht bei einer Aufwärtsbewegung des bewegbaren Elementes ein Teil des Gewichts auf dem Gasvolumen im Energierückgewinnungszylinder, so daß die Arbeits-Hydraulikzylinder nicht mehr die komplette statische Last aufbringen müssen.

[0075] Der Energierückgewinnungszylinder weist ein Befüllventil **17** zum Befüllen der Kammer mit Gas

und ein Druckbegrenzungsventil **18** zur Begrenzung des Gasdrucks auf. Im ersten Ausführungsbeispiel in [Fig. 2a](#) sind dabei das Befüllventil **17** und das Druckbegrenzungsventil **18** bodenseitig angeordnet. In dem in [Fig. 2b](#) gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel sind das Befüllventil **17** und das Druckbegrenzungsventil **18** dagegen kolbenstangenseitig angeordnet.

**[0076]** Bei den in [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) gezeigten Energierückgewinnungszylindern handelt es sich um einen zweiseitige Hydraulikzylinder, so daß ein Ringraum **14** vorgesehen ist, welcher über einen Anschluß **12** an ein Hydrauliksystem des Arbeitsgerätes anschließbar ist. Auch die Bodenseite kann einen Anschluß aufweisen, über welche sie an ein Hydrauliksystem des Arbeitsgerätes anschließbar ist.

**[0077]** Wie in [Fig. 2b](#) gezeigt, kann das Gasvolumen im Energierückgewinnungszylinder dabei durch Zuführen oder Abführen von Öl zum Energierückgewinnungszylinder verändert werden. Hierfür ist im zweiten Ausführungsbeispiel in [Fig. 2b](#) ein Anschluß **20** zu Versorgung mit Öl vorgesehen, über welchen der Bodenraum des Energierückgewinnungszylinders an ein Hydrauliksystem des Arbeitsgerätes anschließbar ist.

**[0078]** Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben festgestellt, daß beim Betrieb eines Energierückgewinnungszylinders durch die Kompression des Gases Wärme erzeugt wird, durch welche sich der Energierückgewinnungszylinder unkontrolliert aufheizen kann. Zudem ändert sich die Kennlinie des Energierückgewinnungszylinders in Abhängigkeit von der Temperatur des Gases in der mit Gas gefüllten Kammer.

**[0079]** In einem ersten Aspekt stellt die vorliegende Erfindung daher einen Energierückgewinnungszylinder mit einem Wärmetauscher zur Verfügung. Vorteilhafterweise ermöglicht dieser zumindest eine Kühlung des Energierückgewinnungszylinders. Die Kühlung kann dabei aktiv oder passiv erfolgen. Alternativ oder zusätzlich kann der Wärmetauscher jedoch auch der Erwärmung des Energierückgewinnungszylinders dienen.

**[0080]** Ein erstes Ausführungsbeispiel eines solchen Energierückgewinnungszylinders ist dabei in [Fig. 3](#) gezeigt. Der Energierückgewinnungszylinder weist einen Wärmetauscher **30** mit einem Strömungsraum auf, welcher an einen Kühlkreislauf anschließbar ist und von einem Kühlfluid durchströmt werden kann. Hierfür weist der Wärmetauscher **30** Anschlüsse **31** und **32** auf, über welche er an den Kühlkreislauf anschließbar ist, insbesondere über Schlauchleitungen.

**[0081]** Der Wärmetauscher **30** ist dabei auf dem Zylindermantel **10** des Energierückgewinnungszylin-

ders angeordnet und erstreckt sich im Ausführungsbeispiel im wesentlichen über die gesamte Länge des Zylindermantels, um so einen möglichst guten Wärmeübergang zwischen dem Gas im Inneren des Energierückgewinnungszylinders und dem Kühlfluid zu ermöglichen.

**[0082]** In [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4d](#) sind nun vier Varianten eines solchen Wärmetauschers gezeigt, wobei der Wärmetauscher direkt auf dem Zylindermantel **10** angeordnet ist. In [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4c](#) bildet dabei der Zylindermantel **10** des Energierückgewinnungszylinders eine Begrenzungswand des Strömungsraumes des Wärmetauschers. Dabei ist ein Außenrohr **35** vorgesehen, welches über den Zylindermantel **10** geschoben ist und eine Außenwand des Strömungsraumes des Energierückgewinnungszylinders bildet.

**[0083]** Bei dem in [Fig. 4a](#) gezeigten Ausführungsbeispiel ist dabei als Außenrohr eine einfache zylindrische Hülle **35** vorgesehen, welche direkt auf dem Zylindermantel **10** angeordnet ist, so daß der Strömungsraum einen hohlzylindrischen Raum zwischen dem Zylindermantel **10** und dem Außenrohr **35** einnimmt.

**[0084]** Bei den in [Fig. 4b](#) und [Fig. 4c](#) gezeigten Ausführungsbeispielen verläuft der Strömungsraum **41** dagegen spiralförmig um den Energierückgewinnungszylinder. Hierdurch wird eine gleichmäßige Wärmeverteilung im Strömungsraum erreicht. Hierfür kann ein spiralförmiger Wendel in dem Strömungsraum vorgesehen sein, welcher diesen in einen spiralförmigen Verlauf unterteilt.

**[0085]** In [Fig. 4b](#) wird der spiralförmige Strömungsraum **41** dabei dadurch erzeugt, daß der Zylindermantel **10** einen spiralförmigen Wendel **36** aufweist, welcher den spiralförmigen Strömungsraum **41** erzeugt. Bei dem in [Fig. 4c](#) gezeigten Ausführungsbeispiel erfolgt die Umsetzung dagegen auf dem Außenrohr **35**, welches den spiralförmigen Wendel **37** aufweist.

**[0086]** Der Strömungsraum **41** wird damit durch den spiralförmigen Wendel bzw. die entsprechenden spiralförmigen Aussparungen im Zylindermantel **10** bzw. im Außenrohr **35** zur Verfügung gestellt, welche zwischen den Wendeln **36** bzw. **37** angeordnet sind. Diese Aussparungen können dabei ins Material des Zylindermantels **10** bzw. des Außenrohrs **35** eingearbeitet sein. Alternativ könnte auch ein spiralförmiger Wendel als separates Element zwischen Zylindermantel **10** und Außenrohr **35** angeordnet werden.

**[0087]** In [Fig. 4d](#) weist der Wärmetauscher dagegen ein Rohrelement **38** auf, welches spiralförmig um den Energierückgewinnungszylinder gewickelt ist und so den Strömungsraum zur Verfügung stellt.

**[0088]** Bei den in [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4d](#) gezeigten Ausführungsbeispielen ist das Außenrohr **35** bzw. das Rohrelement **38** direkt auf dem Zylindermantel **10** angeordnet. Bei den in [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5d](#) gezeigten Ausführungsbeispielen ist dagegen ein Zylinderrohr **45** vorgesehen, welches wärmeleitend direkt auf dem Zylindermantel **10** angeordnet ist. Dieses Zylinderrohr **45** erfüllt dabei in den [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5d](#) die gleiche Funktion, welche dem Zylindermantel **10** in den Ausführungsbeispielen der [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4d](#) zukommen. Durch das Zylinderrohr bildet der Wärmetauscher eine separate Funktionseinheit, welche als ganzes auf den Energierückgewinnungszylinder aufgeschoben werden kann. Ansonsten entspricht die Ausführung der Wärmetauscher in [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5d](#) der Ausführung in [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4d](#).

**[0089]** In [Fig. 6a](#) bis [Fig. 6c](#) sind drei Varianten eines Wärmetauschers gezeigt, welcher auf dem Prinzip der Luftkühlung basiert. Der Wärmetauscher weist hierfür Kühlrippen **50**, **51** bzw. **52** auf, welche von der Außenluft umströmt werden und so Wärme von dem Energierückgewinnungszylinder abziehen. Die Kühlrippen sind dabei auf dem Zylindermantel **10** angeordnet. Auch hier könnte jedoch wie vorher schon beschrieben ein zusätzliches Zylinderrohr auf dem Zylindermantel **10** angeordnet werden, auf welchem die Kühlrippen angeordnet sind.

**[0090]** Die Kühlrippen können dabei je nach Ausführung unterschiedlich geformt sein. Ziel ist es dabei, eine große Oberfläche und eine gute Umströmung der Kühlrippen zu gewährleisten.

**[0091]** Bei dem in [Fig. 6a](#) gezeigten Ausführungsbeispiel sind dabei radiale Kühlrippen **50** vorgesehen, welche wie aus der Schnittansicht entlang der Längsachse des Energierückgewinnungszylinders ersichtlich in Ebenen senkrecht zu der Längsachse des Energierückgewinnungszylinders und um den Energierückgewinnungszylinder verlaufen.

**[0092]** Bei dem in [Fig. 6b](#) gezeigten Ausführungsbeispiel sind dagegen Kühlrippen **51** vorgesehen, welche in Längsrichtung des Energierückgewinnungszylinders verlaufen. Dies wird besonders deutlich aus der rechts gezeigten Schnittansicht senkrecht zur Längsachse des Energierückgewinnungszylinders.

**[0093]** Bei dem in [Fig. 6c](#) gezeigten Ausführungsbeispiel sind dagegen spiralförmige Kühlrippen gezeigt, welche spiralförmig um den Energierückgewinnungszylinder herum verlaufen.

**[0094]** In einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur eines Energierückgewinnungszylinders vorgesehen. Die Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszylinders kann dabei der Kühlung des Energierückgewinnungszylinders dienen. Alternativ oder zusätzlich kann die Vorrichtung auch der Erwärmung des Energierückgewinnungszylinders dienen.

**[0095]** Vorteilhafterweise dient die Vorrichtung dabei der Einstellung der Betriebstemperatur des Energierückgewinnungszylinders bzw. des in diesem angeordneten Gases. Vorteilhafterweise erfolgt die Einstellung der Temperatur dabei auf Grundlage mindestens eines Betriebsparameters des Arbeitsgerätes, welcher als Eingangsgröße in eine Steuerung zur Ansteuerung der Vorrichtung der Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszylinders eingeht.

**[0096]** Weiterhin vorteilhafterweise ist dabei ein Temperatursensor vorgesehen, wobei die Ansteuerung der Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszylinders auf Grundlage eines Signals des Temperatursensors erfolgt.

**[0097]** Vorteilhafterweise umfaßt die Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszylinders dabei einen Wärmetauscher mit einem Strömungsraum, wie dies oben beschrieben wurde. Insbesondere wenn die Vorrichtung zum Kühlen des Energierückgewinnungszylinders eingesetzt wird, ermöglicht ein solcher Wärmetauscher den Anschluß des Energierückgewinnungszylinders an einen Kühlkreislauf.

**[0098]** In [Fig. 7](#) ist nun ein solches Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszylinders **3** gezeigt. Der Energierückgewinnungszylinder **3** weist dabei einen Wärmetauscher **30** mit einem Strömungsraum auf, welcher über die Ein- und Ausgänge **31** bzw. **32** an einen Kühlkreislauf **65** angeschlossen ist. Durch den Kühlkreislauf **65** wird dabei mittels einer Pumpe **66** Kühlfluid gepumpt. In dem Kühlkreislauf **65** ist eine Kühleinheit **60** angeordnet, über welche das Kühlfluid gekühlt werden kann. Die Kühleinheit **60** umfaßt dabei einen weiteren Wärmetauscher **61** sowie einen Lüfter **62**, über welcher der Wärmetauscher **61** gekühlt wird.

**[0099]** In diesem Ausführungsbeispiel fließt das Kühlfluid daher mit Hilfe einer Umwälzpumpe **66** durch den externen Wärmetauscher **61**. In diesem Wärmetauscher **61** wird über den in Reihe geschalteten Lüfter **62** das Fluid heruntergekühlt und wieder in den Kühlkreislauf gepumpt. Hierdurch kann überschüssige Wärme, welche beim Betrieb des Energierückgewinnungszylinders **3** entsteht, abgeführt werden. Vorteilhafterweise erfolgt die Ansteuerung des Kühlkreislaufes bzw. seiner Komponenten dabei durch eine Steuerung. Vorteilhafterweise erfolgt die Ansteuerung dabei aufgrund eines Betriebsparamete-

ters, insbesondere aufgrund des Signals eines Temperatursensors.

**[0100]** Bei dem in [Fig. 7](#) gezeigten Ausführungsbeispiel ist dabei keine aktive Erwärmung des Energierückgewinnungszylinders möglich. Der Energierückgewinnungszylinder erwärmt sich jedoch ohnehin während des Betriebs durch die Kompression des Gases.

**[0101]** In [Fig. 8a](#) bis [Fig. 8c](#) sind dagegen drei Varianten einer Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszylinders gezeigt, welche eine aktive Erwärmung des Energierückgewinnungszylinders ermöglichen. In den Ausführungsbeispielen sind diese Vorrichtungen zum Erwärmen des Energierückgewinnungszylinders dabei in Kombination mit einer Vorrichtung zur Kühlung des Energierückgewinnungszylinders gezeigt. Die Vorrichtungen zur Erwärmung des Energierückgewinnungszylinders könnten aber ebenso allein und ohne eine Vorrichtung zur Kühlung vorgesehen sein. Eine Vorrichtung zum Erwärmen des Energierückgewinnungszylinders kann dabei insbesondere in kühlen Regionen eingesetzt werden, oder wenn das Gerät elektrisch betrieben wird.

**[0102]** In [Fig. 8a](#) erfolgt die Erwärmung des Energierückgewinnungszylinders dabei dadurch, daß in den in [Fig. 7](#) gezeigten Kühlkreislauf ein Heizelement **70** zum Erwärmen des Kühlfluides integriert ist. Der Kühlkreislauf dient damit als Heizkreislauf für den Energierückgewinnungszylinder. Damit funktioniert die Erwärmung des Energierückgewinnungszylinders nach dem Prinzip einer Standheizung. Dabei wird das Kühlfluid im Kühlkreislauf durch eine elektrische Heizspirale in dem Heizelement **70** aufgewärmt und über die Umwälzpumpe **66** durch den Wärmetauscher **30** gepumpt. Dieses Konzept kann auch ohne eine aktive Kühlung umgesetzt werden, indem auf die Kühlanordnung **60** verzichtet wird.

**[0103]** Bei dem in [Fig. 8b](#) gezeigten Ausführungsbeispiel ist dagegen ein direkt am Energierückgewinnungszylinder **3** angeordnetes Heizelement vorgesehen. Insbesondere kann dabei eine elektrische Heidecke vorgesehen sein, welche um den Energierückgewinnungszylinder herum angeordnet ist.

**[0104]** Bei dem in [Fig. 8c](#) gezeigten Ausführungsbeispiel erfolgt die Erwärmung des Energierückgewinnungszylinders dagegen über Reibungselemente **72**, welche über einen Aktor **75** gesteuert an die Zylinderstange **11** angelegt werden können und so gezielt Reibung zum Erwärmen des Energierückgewinnungszylinders erzeugen. Auch die in [Fig. 8b](#) und [Fig. 8c](#) gezeigten Heizvorrichtungen können dabei entweder in Kombination mit einer Kühlanordnung oder eigenständig eingesetzt werden.

**[0105]** Der Energierückgewinnungszylinder muß dabei nicht über einen separaten Kühlkreislauf versorgt werden. Vielmehr wird in einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Energierückgewinnungszylinder an den Kühlkreislauf einer weiteren Komponente des Arbeitsgerätes angeschlossen, insbesondere an den Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors oder der Hydraulik des Arbeitsgerätes.

**[0106]** Dabei kann der Wärmetauscher ständig mit dem Kühlfluid aus dem Kühlkreislauf des Arbeitsgerätes durchströmt werden, oder gesteuert durch eine Schaltanordnung an diesen angeschlossen werden. Das Kühlfluid aus dem Kühlkreislauf des Arbeitsgerätes hat immer eine gleichbleibende Temperatur. Hierdurch werden zwei Probleme auf einmal gelöst: Der Kühlkreislauf kann zu Beginn eines Arbeitsspiels den Energierückgewinnungszylinder auf eine konstante Betriebstemperatur bringen. Hierdurch wird gewährleistet, daß immer derselbe Betriebsdruck im Zylinder herrscht. Hierdurch wird immer eine gleichbleibende Kraft/Hub-Kurve im Gaszylinder gewährleistet, unabhängig von der Außentemperatur. Der zweite Punkt ist die Kühlung des Energierückgewinnungszylinders. Hierdurch kann verhindert werden, daß die Temperatur des Energierückgewinnungszylinders übermäßig ansteigt und die Berstsicherungen aktiviert werden.

**[0107]** Die Temperatur des Energierückgewinnungszylinders wird bevorzugt über eine Steuerung angesteuert und weiterhin in vorteilhafter Weise über das Signal eines Temperatursensors geregelt. In [Fig. 9](#) ist nun ein Ausführungsbeispiel eines solchen Systems dargestellt. Dabei ist ein Temperatursensor **95** an dem Energierückgewinnungszylinder vorgesehen, welcher die Temperatur des Gases in der mit Gas gefüllten Kammer mißt. Alternativ könnte der Temperatursensor auch die Temperatur des Energierückgewinnungszylinders, oder des Kühlfluids messen.

**[0108]** In Abhängigkeit von der Temperatur des Temperatursensors **95** wird nun durch eine Steuerung die Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszylinders angesteuert. Insbesondere werden dabei je nach Temperatur eine Vorrichtung zur Erwärmung und/oder eine Vorrichtung zur Kühlung des Energierückgewinnungszylinders ein- bzw. ausgeschaltet.

**[0109]** In einer vorteilhaften Variante wird die Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur dabei so betrieben, daß der Gaszylinder in einem festgelegten Gas-Temperaturfenster zwischen einer minimalen und einer maximalen Betriebstemperatur betrieben wird. Das heißt bei Temperaturen unterhalb der minimalen Betriebstemperatur wird mit Hilfe des Motorkreislaufs **80** oder einer externen Quelle das Gas auf die minimale Betriebstemperatur gebracht. Ist die

minimale Betriebstemperatur erreicht, wird der Heizkreislauf weggeschaltet und der Gaszylinder arbeitet nun autark. Wird die maximale Betriebstemperatur überschritten, wird der Kühlkreislauf aktiviert. Dabei kann zum Beispiel Kühlflüssigkeit nur im Kreislauf ohne einen Kühler durch den Wärmetauscher gepumpt werden. Alternativ kann ein zusätzlicher Gebläsekühler vorgesehen sein, durch welchen die Kühlflüssigkeit abgekühlt wird.

**[0110]** Vorteilhafterweise wird dabei das Betriebstemperaturfenster so gewählt, daß der Heiz- bzw. Kühlregelkreis nur in geringem Maße benötigt wird. Primäres Ziel ist hier, den Energieaufwand zur Temperaturreinstellung so gering wie möglich zu halten. Als Temperaturfenster kann hier zum Beispiel ein Arbeitsbereich zwischen 25°C und 40°C gewählt werden.

**[0111]** In dem in [Fig. 9](#) gezeigten Ausführungsbeispiel ist zur Ansteuerung ein Umschaltventil **85** im Kühlkreislauf vorgesehen, durch welches der Wärmetauscher **30** abwechselnd mit einer Vorrichtung zur Erwärmung **80** und einer Vorrichtung zur Kühlung **60** verbunden werden kann. Im Ausführungsbeispiel handelt es sich dabei bei der Vorrichtung **80** um den Kühlkreislauf eines weiteren Elementes des Arbeitsgerätes, insbesondere des Baggers, welcher hier die Funktion der Erwärmung des Energierückgewinnungszylinders übernimmt. Alternativ könnte eine separate Wärmequelle zum Einsatz kommen. Zur Kühlung ist ein separater Kühlkreislauf mit einem Kühelement **60** und einer Umwälzpumpe **66** vorgesehen, wobei der Kühlkreislauf vorteilhafterweise eine Leistung von mehr als einem Kilowatt, vorteilhaft von mehr als drei Kilowatt und in weiterhin vorteilhafter Weise von ca. 5 Kilowatt aufweist.

**[0112]** Die oben erläuterte Ansteuerung erfolgt nun dadurch, daß unterhalb der minimalen Betriebstemperatur der Wärmetauscher mit der Wärmequelle **80** verbunden wird, und oberhalb der maximalen Betriebstemperatur mit dem Kühlkreislauf. Zwischen der minimalen und der maximalen Betriebstemperatur kann dabei der Kühlkreislauf an die Külanordnung **60** angeschlossen sein, ohne daß diese betrieben wird.

**[0113]** Alternativ kann als Variante die [Fig. 9](#) mit Bezugszeichen **90** bezeichnete Schaltanordnung gewählt werden, durch welche der Wärmetauscher des Energierückgewinnungszylinders sowohl von der Heizanordnung **80**, also auch von der Külanordnung **60** getrennt werden kann.

**[0114]** Eine entsprechende Ansteuerung kann selbstverständlich auch bei den in [Fig. 8](#) gezeigten Ausführungsbeispielen durch ein entsprechendes Ein- bzw. Ausschalten der Wärme- bzw. Küleinheit erfolgen.

**[0115]** Die vorliegende Erfindung ermöglicht in unterschiedlichen Aspekten, den Energierückgewinnungszylinder mit einer möglichst konstanten Betriebstemperatur betreiben zu können. Zum einen kann damit erfindungsgemäß verhindert werden, daß sich der Gaszylinder undefiniert aufheizt. Weiterhin kann das Gas wenn notwendig erwärmt werden, so daß das Arbeitsgerät mit einer möglichst gleichbleibenden Kraft/Weg-Kennlinie des Energierückgewinnungszylinders betrieben werden kann.

**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**

- DE 102008034582 A1 [[0003](#)]

**Patentansprüche**

1. Arbeitsgerät, insbesondere Bagger oder Maschine zum Materialumschlag, mit einem über mindestens einen Arbeits-Antrieb bewegbaren Element, wobei mindestens ein Energierückgewinnungszyylinder zur Energierückgewinnung aus der Bewegung des bewegbaren Elements vorgesehen ist, welcher eine mit Gas gefüllte Kammer aufweist, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders.

2. Arbeitsgerät nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung die Erwärmung des Energierückgewinnungszyinders ermöglicht, wobei die Erwärmung vorteilhafterweise über ein Heizelement und/oder ein Reibungselement und/oder einen Wärmetauscher erfolgt, welcher weiterhin vorteilhafterweise an dem Energierückgewinnungszyylinder angeordnet ist.

3. Arbeitsgerät nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung die Kühlung des Energierückgewinnungszyinders ermöglicht, wobei die Kühlung vorteilhafterweise über einen Wärmetauscher erfolgt, welcher weiterhin vorteilhafterweise an dem Energierückgewinnungszyylinder angeordnet ist.

4. Arbeitsgerät nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders auf Grundlage mindestens eines Betriebsparameters des Arbeitsgerätes angesteuert wird.

5. Arbeitsgerät nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei ein Temperatursensor vorgesehen ist, wobei die Ansteuerung der Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders auf Grundlage eines Signals des Temperatursensors erfolgt, wobei der Temperatursensor vorteilhafterweise die Außentemperatur und/oder die Temperatur des Energierückgewinnungszyinder und/oder die Temperatur des Gases in der mit Gas gefüllten Kammer und/oder die Temperatur eines Kühlfluids bestimmt.

6. Arbeitsgerät nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders über eine Steuerung so angesteuert wird, daß der Energierückgewinnungszyylinder unterhalb einer ersten Schwellentemperatur erwärmt und/oder oberhalb einer zweiten Schwellentemperatur gekühlt wird und/oder innerhalb eines Temperaturfensters keine Kühlung und/oder Erwärmung erfolgt.

7. Arbeitsgerät nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Energierückgewinnungszyylinder einen Wärmetauscher umfaßt, welcher an einen Kühlkreislauf angeschlossen ist und von einem Kühlfluid durchströmt wird, wobei vorteilhafterweise der

Kühlkreislauf eine Kühleinheit zum Kühlen des Kühlfluids und/oder eine Heizeinheit zum Erwärmen des Kühlfluids aufweist.

8. Arbeitsgerät nach Anspruch 7, wobei der Kühlkreislauf an den Kühlkreislauf einer Komponente des Arbeitsgerätes angeschlossen ist, insbesondere an einen an den Kühlkreislauf eines Verbrennungsmotors und/oder einer Hydraulik des Arbeitsgerätes.

9. Verfahren zum Betrieb eines Arbeitsgerätes nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Temperatur des Energierückgewinnungszyinders erhöht und/oder vermindert wird, insbesondere in Abhängigkeit von mindestens einem Betriebspараметer.

10. Energierückgewinnungszyylinder und/oder Vorrichtung zur Einstellung der Temperatur des Energierückgewinnungszyinders für ein Arbeitsgerät nach einem der vorangegangenen Ansprüche.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

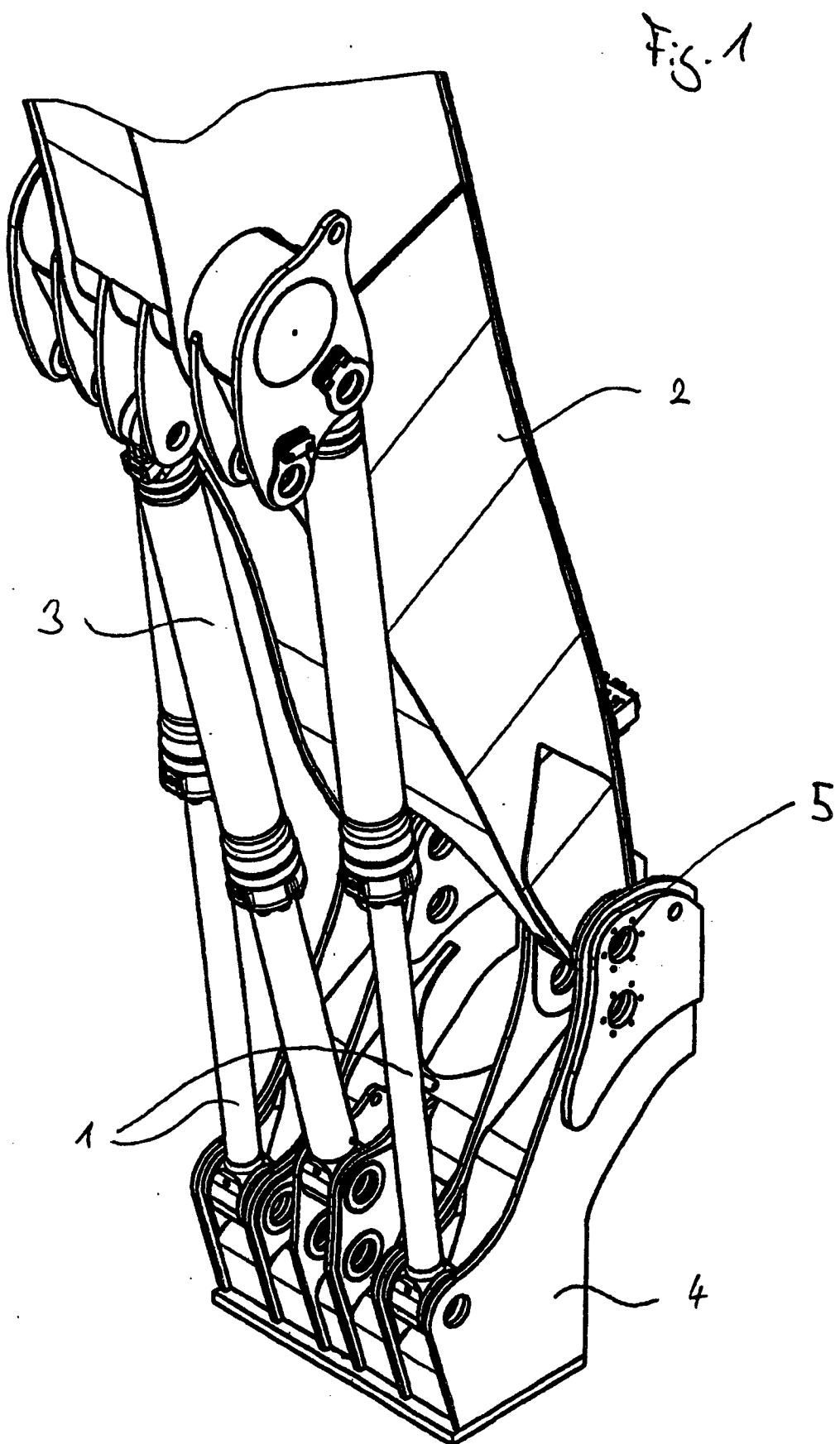


Fig. 24

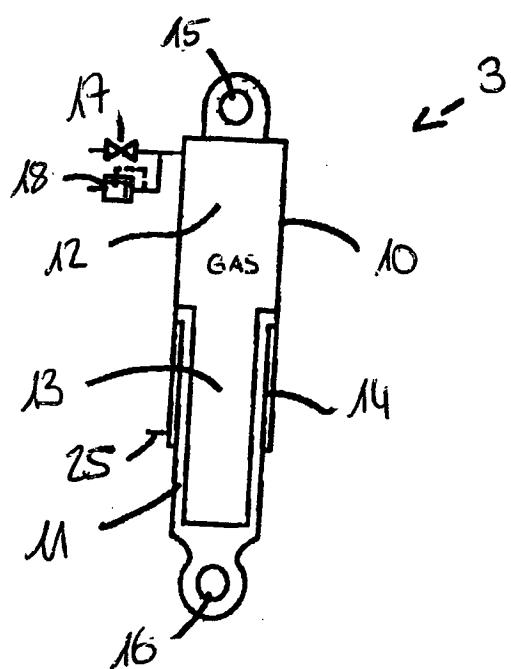


Fig. 25

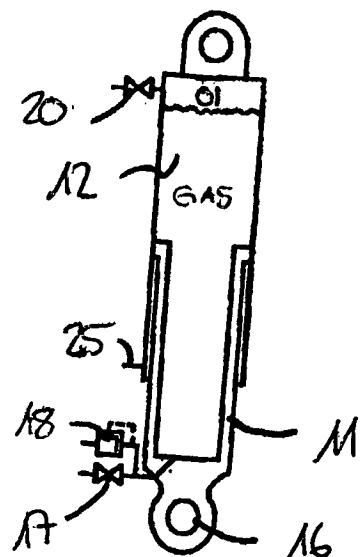


Fig. 3

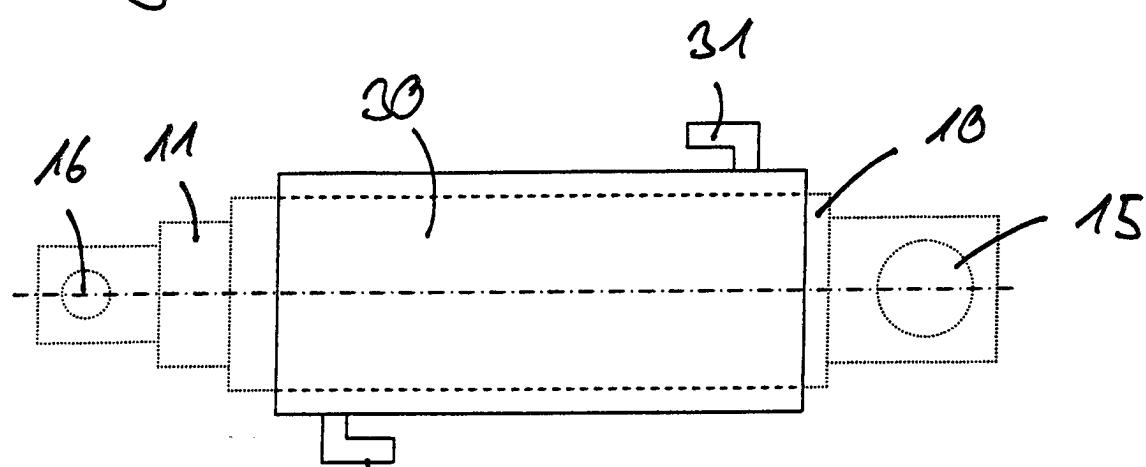


Fig. 4a

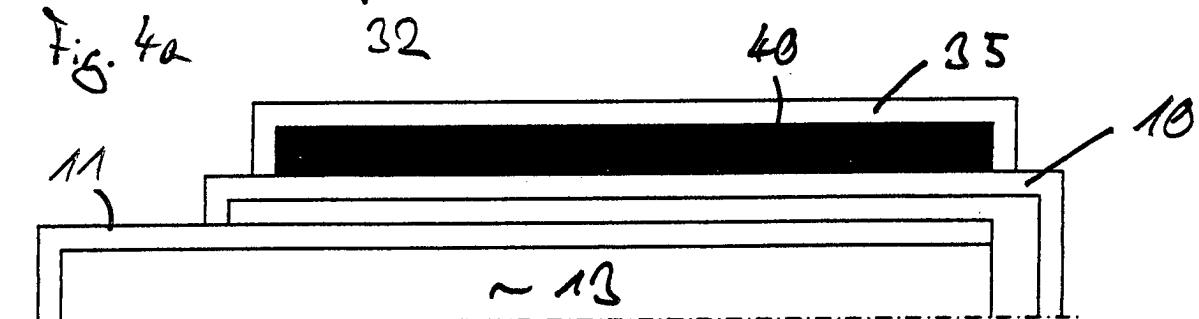


Fig. 4b

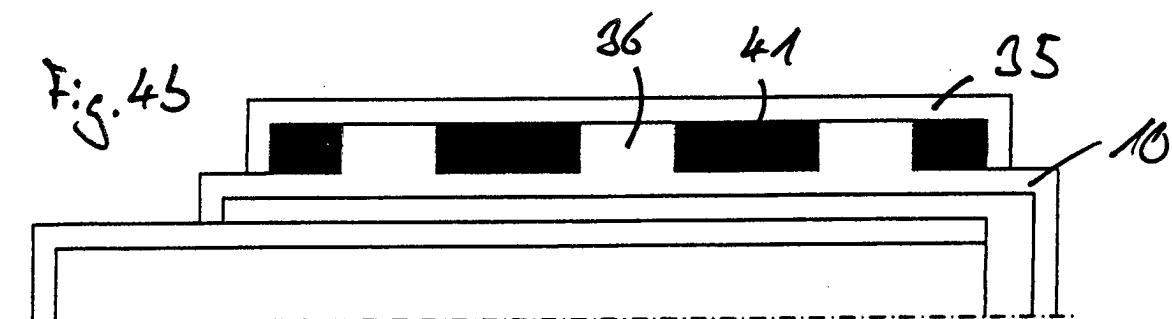
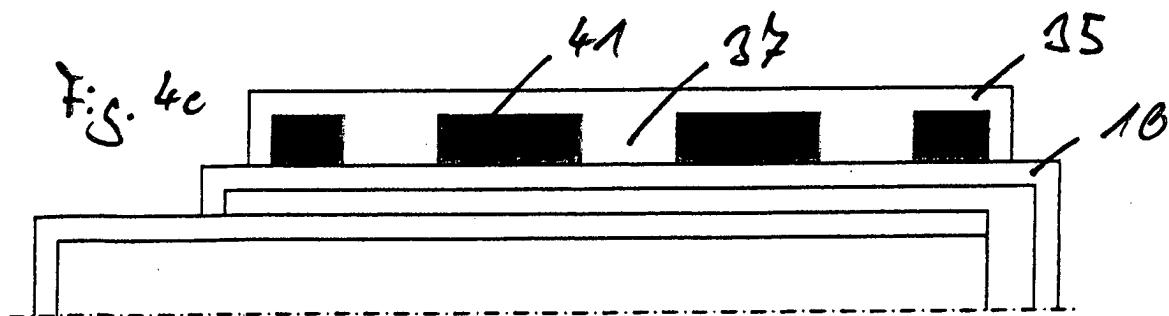


Fig. 4c



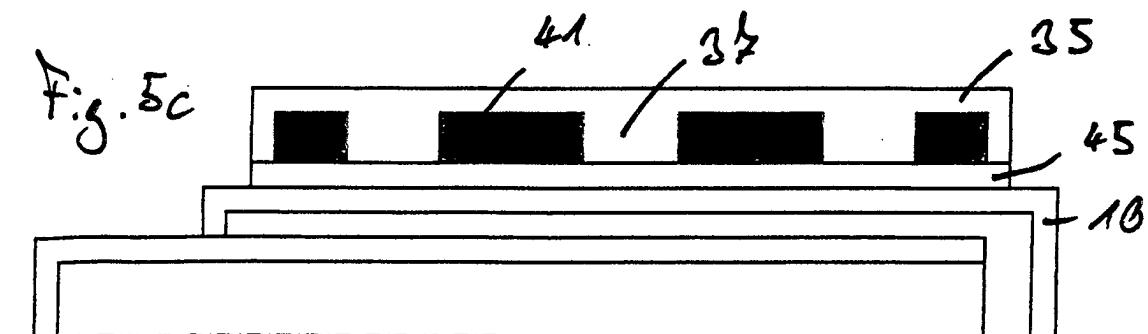
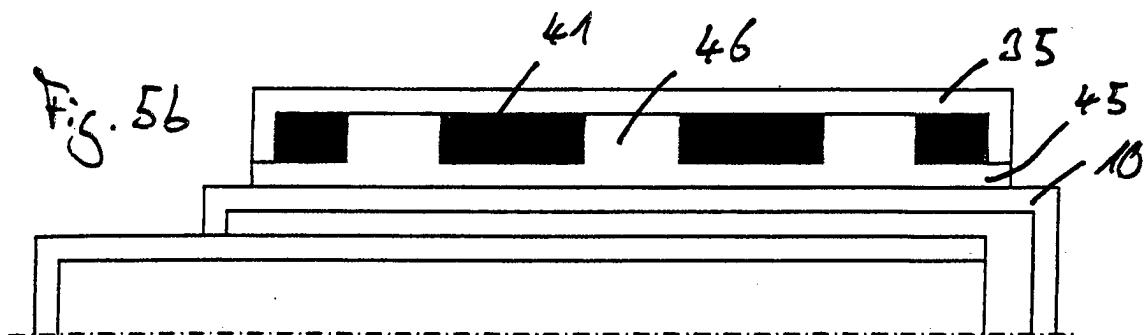
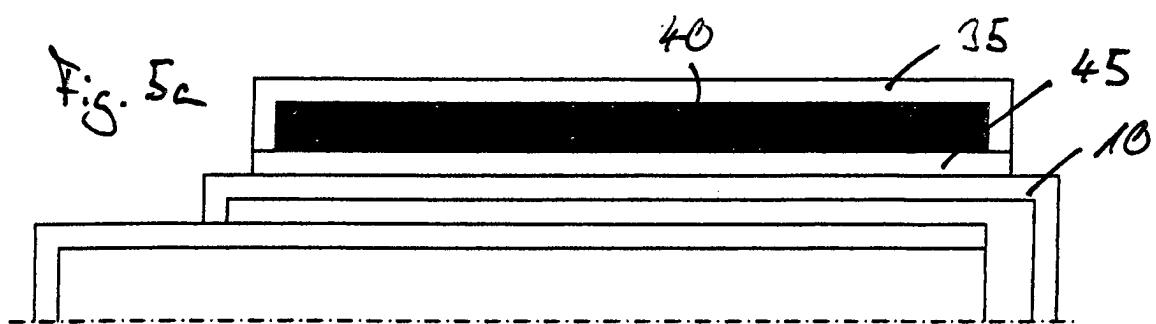
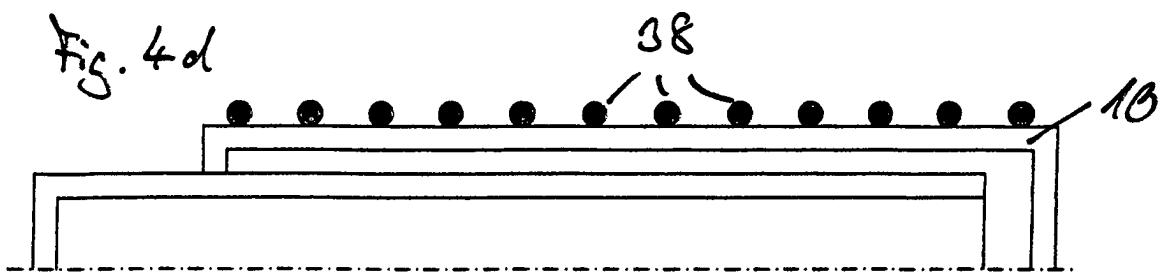


Fig. 5d

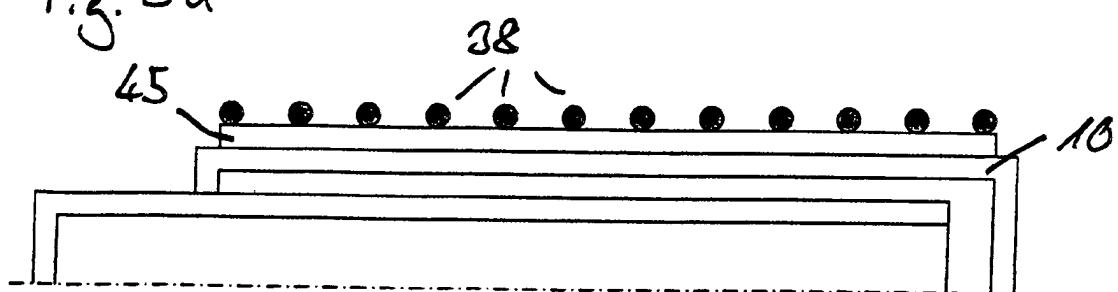


Fig. 6c

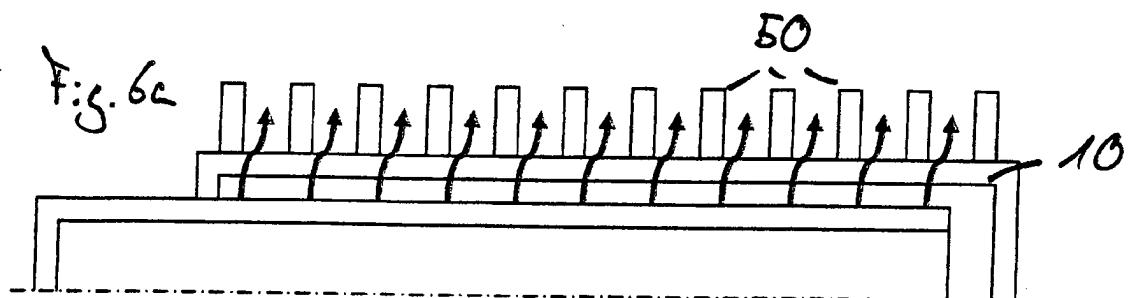


Fig. 6b

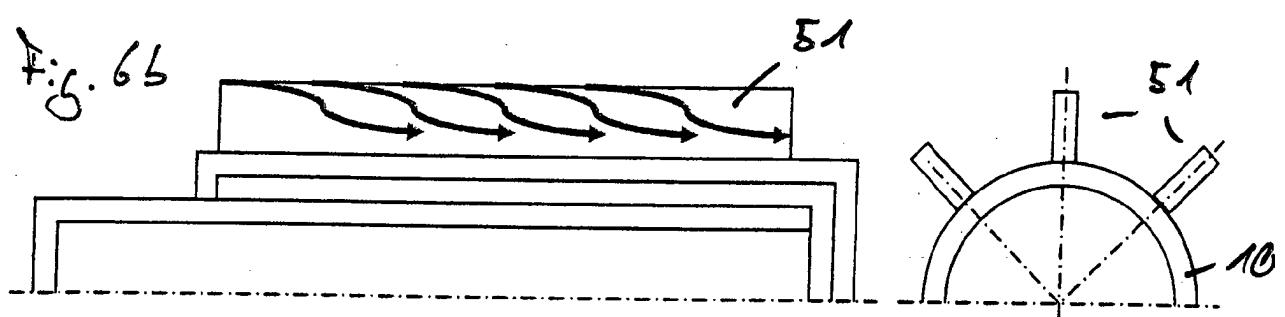


Fig. 6c

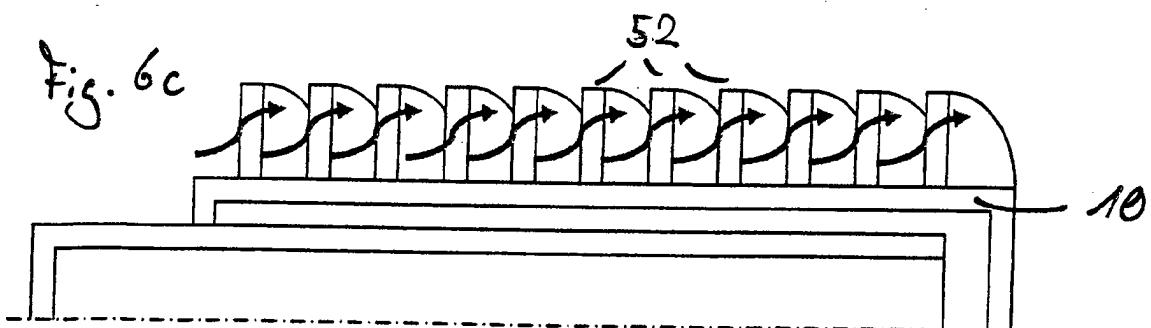


Fig. 2

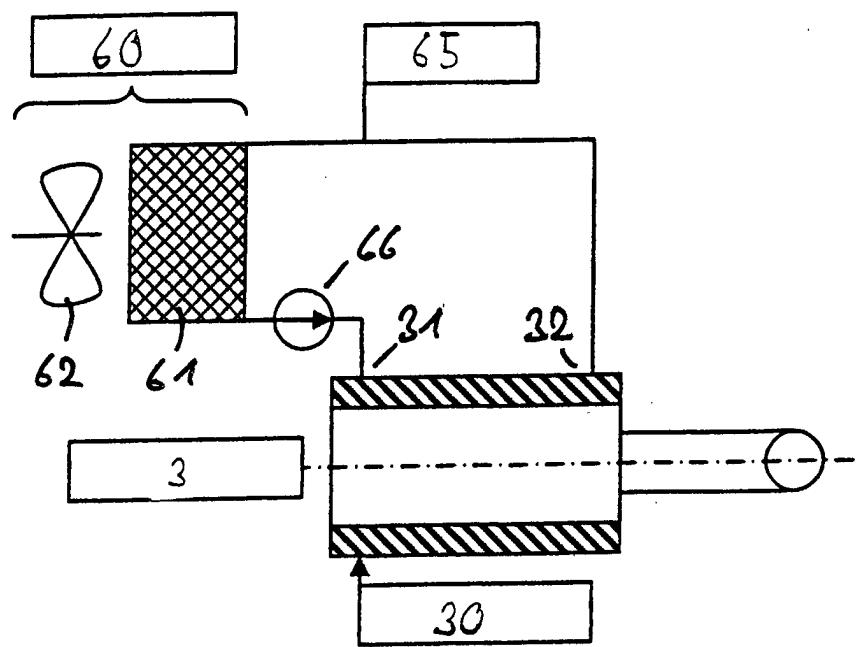


Fig. 3a

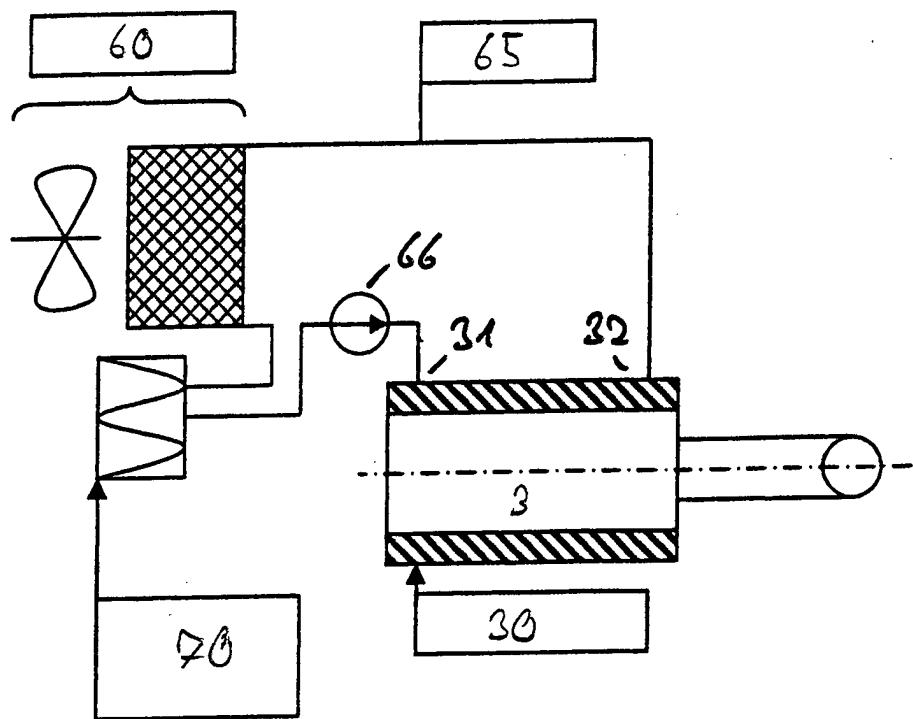


Fig. & b

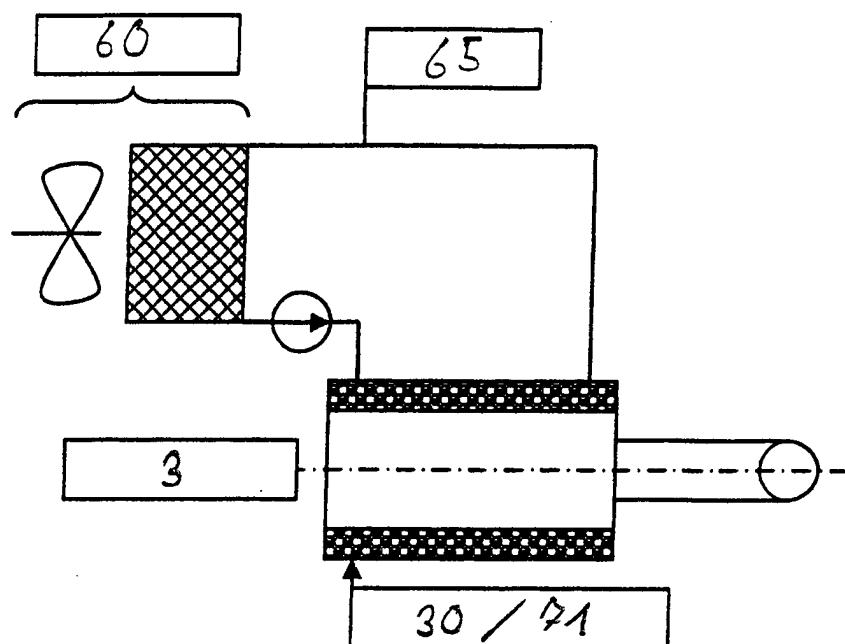


Fig. & c

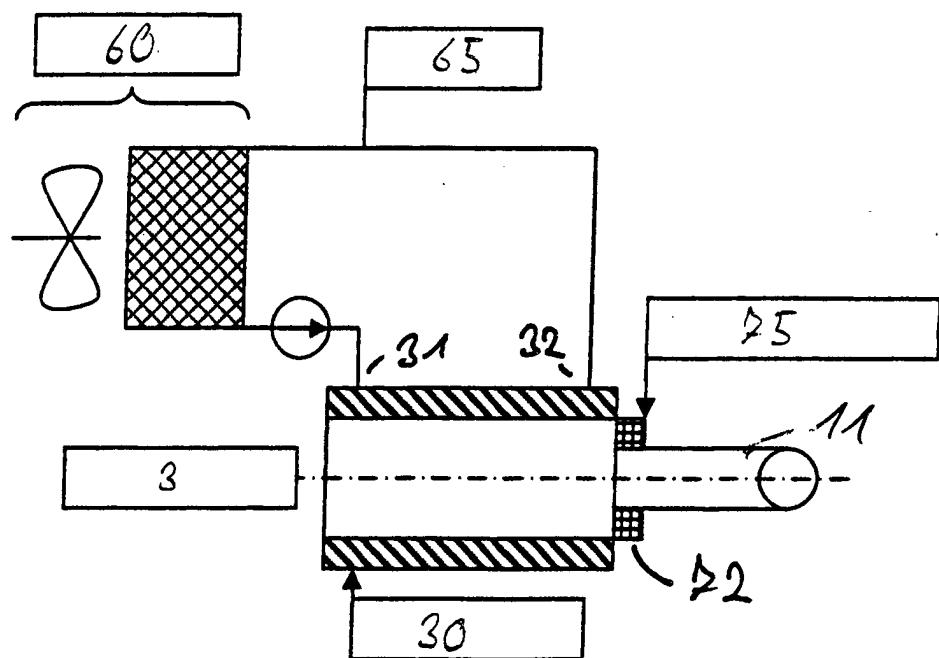


Fig. 9

