



(11)

EP 3 251 748 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
06.12.2017 Patentblatt 2017/49

(51) Int Cl.:

B02C 4/42 (2006.01)

B02C 13/30 (2006.01)

B02C 18/24 (2006.01)

B02C 18/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 16172388.7

(22) Anmeldetag: 01.06.2016

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(71) Anmelder: **Lindner, Manuel**  
**9800 Spittal/Drau (AT)**

(72) Erfinder: **LINDNER, Manuel**  
**9800 Spittal/Drau (AT)**

(74) Vertreter: **Grünecker Patent- und Rechtsanwälte**  
**PartG mbB**  
**Leopoldstraße 4**  
**80802 München (DE)**

## (54) MOBILE ABFALLZERKLEINERUNGSVORRICHTUNG MIT PARALLELEM HYBRIDANTRIEB

(57) Die erfindungsgemäße Abfallzerkleinerungsvorrichtung umfasst: wenigstens eine Zerkleinerungswelle; einen Verbrennungsmotor; einen ersten und einen zweiten Antriebsstrang zwischen dem Verbrennungsmotor und der Zerkleinerungswelle; wenigstens einen mit dem Verbrennungsmotor gekoppelten Energiewandler im ersten Antriebsstrang zur Umwandlung von mechanischer Energie des Verbrennungsmotors in speicherbare Energie; wenigstens einen mit der speicherbaren Energie versorgten Zusatzmotor im ers-

ten Antriebsstrang zum Einbringen von mechanischer Energie in den ersten Antriebsstrang; und einen Energiespeicher zum Speichern wenigstens eines Teils der speicherbaren Energie und zur wenigstens teilweisen Versorgung des wenigstens einen Zusatzmotors mit der speicherbaren Energie, insbesondere zum Speichern von speicherbarer Energie bei Leistungsbedarfstälern und zur Abgabe von Energie bei Leistungsbedarfsspitzen.

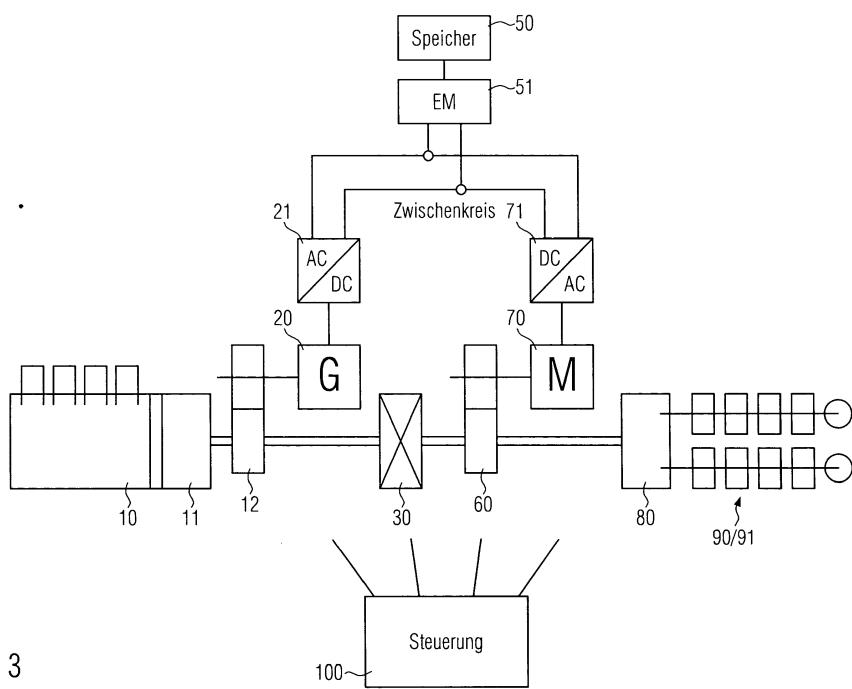


FIG. 3

## Beschreibung

### Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine mobile Zerkleinerungsvorrichtung mit wenigstens einer Zerkleinerungswelle und einem Verbrennungsmotor.

### Stand der Technik

**[0002]** Bei Zerkleinerungs- und Aufbereitungsmaschinen (Shredder) für verschiedene Inputmaterialien (wie beispielsweise Gewerbemüll, Industrieabfall, Elektronikschrott, Metallschrott, Kunststoff, Verbundstoffe, Gummi, Holz) werden häufig mobile Maschinen z.B. mit Straßenzulassung eingesetzt. Die mobilen Zerkleinerungsmaschinen finden üblicher Weise für wechselnde Einsatzorte ihre Verwendung. Diese Zerkleinerungsmaschinen haben eine oder mehrere angetriebene Zerkleinerungswellen mit welcher das Inputmaterial zerkleinert wird.

**[0003]** Gegenüber den stationären Zerkleinerungsmaschinen ist es bei den mobilen Maschinen üblich, dass diese autark, ohne fremden Energieanschluss funktionieren. Wegen des zumeist fehlenden Energieanschlusses (z.B. elektrischer Anschluss) ist es also notwendig, dass diese Maschinen mit einem eigenen Energielieferanten (vorzugsweise ein Dieselmotor) ausgestattet sind.

**[0004]** Der Dieselmotor (Industriedieselmotor) liefert eine Drehzahl im Bereich von z.B. 1500-2100 U/min. Damit diese Drehzahl an die zumeist deutlich niedrigere Zerkleinerungswellendrehzahl von bis zu 1000 U/min. angepasst werden kann und auch eine einfach durchzuführende Drehrichtungsänderung möglich ist, wird üblicher Weise ein "hydraulisches Getriebe" eingesetzt. Beispiele für üblicherweise eingesetzte Wellenumdrehungszahlen sind von bis zu 80 U/min bei einer Zweiwellenzerkleinerungsmaschine; 5 bis 200 bzw. 90 bis 500 U/min bei einer Einwellenzerkleinerungsmaschine und 9 bis 800 U/min bei einer (Vertikal-) Mühle.

**[0005]** In allen folgenden Beschreibungen, sowohl zum Stand der Technik wie auch der Beschreibung der Erfindung, werden zur Vereinfachung jeweils nur eine Komponente des Systems angeführt. Natürlich können jeweils zwei oder mehrere Komponenten im System vorhanden sein oder vorgesehen werden. So wird immer zB eine Zerkleinerungswelle oder Generator oder Elektromotor angeführt. Je nach Zerkleinerungssystem können es auch zwei oder mehr Zerkleinerungswellen sein. Auch hinsichtlich der Antriebskomponenten, können es zB auch mehrere Verbrennungsmotoren, Generatoren, Elektromotoren oder Energiespeicher und andere mehrfache Komponenten sein.

**[0006]** Von einem hydraulischen Antrieb spricht man, wenn über eine oder mehrere Hydraulikpumpen (am Dieselmotor direkt, oder über Verteilergetriebe angeflanscht), welche dann ihrerseits einen oder mehrere Hy-

draulikmotoren an der oder an den Zerkleinerungswellen direkt oder über ein Vorsatzgetriebe antreibt. Sowohl die Pumpe(n) wie der Motor(en) sind überwiegend als Axialschwenkpumpe(n) bzw. -motor(en) ausgeführt, welches zwangsläufig mit einer starken Geräuschentwicklung verbunden ist. Mit dieser Konstellation kann einfach die gewünschte Variabilität der Zerkleinerungswelldrehzahl, Wellendrehrichtung und dem Wellendrehmoment erreicht werden.

**[0007]** Bei den Zerkleinerern mit dem hier beschriebenen hydrostatischen Antrieb wird überwiegend die Drehzahl der Zerkleinerungswelle druckabhängig dergestalt geregelt, dass der Hydraulikmotor, mit der höchstmöglichen Drehzahl in Proportion zu dem für die Zerkleinerung erforderlichen Drehmoment betrieben wird. Dies ist deshalb erforderlich, dass mit einem so angetriebenen Zerkleinerungssystem, die höchstmögliche Durchsatzleistung erreicht wird.

**[0008]** Beim Erreichen eines bestimmten vorgegebenen hydraulischen Druck am Hydraulikmotor(en), wenn also das für die Zerkleinerung erforderlich Drehmoment nicht mehr ausreicht und der Druck dadurch ansteigt, wird die Drehzahl der Welle(n) kontinuierlich abgesenkt und so das Drehmoment bei gleichem Druck entsprechend proportional erhöht. Entweder bis eine bestimmte Minimaldrehzahl erreicht ist, oder wenn es trotz Zurücknahme der Drehzahl und somit der Erhöhung des Drehmoments, doch zu einem Stillstand, also Blockade der Welle(n) kommt.

**[0009]** Bei Verringerung des für Zerkleinerung erforderlichen Druck, und somit Drehmoment, wird die Drehzahl der Welle(n), kontinuierlich wieder bis zum Erreichen einer vorbestimmten Druckes erhöht.

**[0010]** Für sehr hohe Drehmomente können zur Kosteneffizienz der hydraulischen Antriebskomponenten auch sehr klein mit hohen Drehzahlen ausgelegt werden, und die gewünschte Zerkleinerungswelldrehzahl - und -drehmoment kann dann über ein Vorsatzgetriebe (Untersetzungsgtriebe zwischen hydraulischen Antrieb und Zerkleinerungswelle(n)) erreicht werden.

**[0011]** Systembedingt ergibt sich jedoch bei der Energieeffizienz von hydraulischen Antrieben ein schlechter Gesamtwirkungsgrad von ca. 0,14 bis 0,24 (unter der folgender beispielhaften, aber typischen Annahme: Wirkungsgrad des Dieselmotor 0,35 bis 0,4 und Wirkungsgrad des Hydraulikantriebs mit Teillastanteil von 0,4 bis 0,6 je nach Anteil des Voll- oder Teillastbetriebs).

**[0012]** Dieser schlechte Wirkungsrad des hydrostatischen Systems bedeutet aber auch, dass zur Wärmeabfuhr größere Kühleinheiten vorzusehen sind, die zusätzlich Energie für den Antrieb der dazu erforderlichen Lüfter erfordert, wodurch der Wirkungsgrad nochmals verschlechtert wird.

**[0013]** Als wesentliches Merkmal dieser hier beschriebenen hydrostatischen Antrieben ist noch, dass sie über keine Möglichkeit der ganz kurz andauernden Leistungserhöhung verfügen, da mit dem Erreichen eines maximal vorgegeben Druck und minimaler Drehzahl, also maxi-

malem Drehmoment, die Leistungsmöglichkeit eines solchen Systems erschöpft sind.

**[0014]** Bei den hier beschriebenen Zerkleinerungsvorgängen treten jedoch Belastungsspitzen im kleinen Millisekunden(ms)-Bereich auf, die das hier beschriebene hydrostatische Antriebssystem nicht abdecken kann.

**[0015]** Die Fig. 1 zeigt in einem Messdiagramm die in kurzen Abständen stark wechselnden Drehmomente eines solchen Zerkleinerungsprozesses und die daraus resultierenden raschen Änderungen der Drehzahl der Zerkleinerungswelle.

**[0016]** Wenn das für die Zerkleinerung erforderliche Drehmoment trotz der Verringerung der Drehzahl der Welle nicht ausreicht, kommt es zur Blockade der Zerkleinerungswelle.

**[0017]** Um den Zerkleinerungsvorgang fortsetzen zu können, wird an der Welle für einen kurzen Zeitraum die Drehrichtung geändert, also ein Reversivorgang durchgeführt, und dann der normale Zerkleinerungsvorgang wieder fortgesetzt.

**[0018]** Dem könnte nur dadurch begegnet werden, dass die Leistungsfähigkeit dieses hydrostatischen Systems durch Vergrößerung der Pumpe und Motor so vergrößert wird, dass im normalen Zerkleinerungsprozess nur ein Teil der Leistung genutzt wird, damit dadurch beim Erreichen solchen Leistungsspitzen, ein zusätzliche unmittelbar abrufbare Leistungsreserve zur Verfügung steht.

**[0019]** Eine solche Lösung verbietet sich zunächst wegen der dadurch erforderlichen höheren Kosten, und dem höheren Gewicht, wie auch wegen der weiteren Verschlechterung des Wirkungsgrades, da ein so ausgeführtes hydrostatisches Antriebssystem überwiegend nur im Teillastbereich betrieben würde.

**[0020]** Die durch solche Leistungsspitzen hervorgerufenen Blockaden der Zerkleinerungswelle und so erzwungenen Reversivvorgängen der Welle, minder jedoch die Durchsatzleistung eines so hydrostatisch angetriebenen Zerkleinerers.

**[0021]** Dazu kommt noch, dass ein solch angetriebenes hydrostatisches System an Zerkleinerungsvorrichtungen in den Reaktionen der Drehzahl- und somit der Drehmomentänderungen auch innerhalb der Leistungsgrenze des Systems sehr träge ist.

**[0022]** Wenn es also in kurzen Abständen eine Minderung der Drehzahl zur Erhöhung des Drehmoments erforderlich ist, dann aber kurzfristig ein Erhöhung der Drehzahl möglich und zum Erreichen eines möglichst großen Durchsatz erforderlich ist, kann das Regelsystem eines solchen hydrostatischen Antriebes nur sehr träge folgen, was abermals zu Lasten der Durchsatzleistung geht.

**[0023]** Nicht zu erkennen ist auch eine mögliche Umweltbeeinträchtigung durch Verunreinigung von Böden, bei Undichtheit des hydraulischen Systems, oder bei dessen Störungen.

**[0024]** Mobile Zerkleinerungsmaschinen werden also standardmäßig mit einem Dieselmotor als Energieliefe-

ranten betrieben. Im Markt der mobilen Zerkleinerungsmaschinen hat sich derzeit überwiegend die technische Lösung mit einem hydraulischen Antrieb trotz vieler Nachteile als kostengünstig etabliert, der den Dieselmotor an den hydraulischen Antrieb (Hydraulikpumpe(n) und Hydraulikmotor(en)) koppelt und wahlweise ein Vorsatzgetriebe aufweist. Mobile Zerkleinerungsmaschinen in dieser Ausführung sind sehr betriebssicher und aus dem Stand der Technik bekannt. Für die unterschiedlichen Anwendungen bei mobilen Zerkleinerungsmaschinen werden verschiedene Ausführungen von dieselhydraulischen Antrieben verbaut.

**[0025]** Nunmehr gibt es auch erstmalig Prototypen an Zerkleinerungstechnik, zB für Holz um sogenanntes Hackgut herzustellen, und zum Brechen von Gestein und Beton. Dabei wird die Hydraulikpumpe am Diesel- oder Verbrennungsmotor durch einen Generator zur Erzeugung elektrischer Energie ersetzt. Die so erzeugte elektrische Energie wird dann von einem Elektromotor wieder in mechanische Energie zum Antrieb der Zerkleinerungswerzeuge umgewandelt. Diese Zerkleinerungsaggregate werden jedoch nur mit einer nahezu konstanten Drehzahl betrieben. Es gibt nur sehr geringe Drehzahlsschwankungen zwischen dem Leerlauf und dem Betrieb solcher Zerkleinerer.

**[0026]** Bei diesen elektrischen Antrieben gibt es jedoch keine Reduzierung der Drehzahl zur Erhöhung des Drehmoments, wie es bei den hier weiter vorne beschriebenen hydrostatischen Antrieben erfolgt. Das ist bei diesen Zerkleinerungsaggregaten technisch auch nicht möglich, denn dadurch wäre der eigentliche Zerkleinerungsvorgang nicht durchführbar.

**[0027]** Bei diesen elektrischen Antrieben gibt es jedoch keine Reduzierung der Drehzahl zur Erhöhung des Drehmoments, wie es bei den hier weiter vorne beschriebenen hydrostatischen Antrieben und dem neuen erfindungsgemäßen Antrieb erfolgt. Das ist bei diesen Zerkleinerungsaggregaten technisch auch nicht möglich, denn dadurch wäre der eigentliche Zerkleinerungsvorgang nicht durchführbar.

**[0028]** Die bei diesen Zerkleinerungsaggregaten zum Einsatz kommenden Energiespeicher durch Kondensatoren, sogenannte SuperCAPS, dienen hier nicht zur Beeinflussung der Drehzahl, sondern sind zur ganz kurzfristigen Abdeckung von Leistungsspitzen vorgesehen, denen der Dieselantrieb bedingt durch seine Trägheit nicht folgen kann.

#### Beschreibung der Erfindung

**[0029]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine energetisch effizientere mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung bereitzustellen.

**[0030]** Die Aufgabe wird gelöst durch eine mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung nach Patentanspruch 1.

**[0031]** Die erfindungsgemäße Abfallzerkleinerungsvorrichtung umfasst: wenigstens eine Zerkleinerungswelle; einen Verbrennungsmotor; einen ersten und einen

zweiten Antriebsstrang zwischen dem Verbrennungsmotor und der Zerkleinerungswelle; wenigstens einen mit dem Verbrennungsmotor gekoppelten Energiewandler im ersten Antriebsstrang zur Umwandlung von mechanischer Energie des Verbrennungsmotors in speicherbare Energie; wenigstens einen mit der speicherbaren Energie versorgten Zusatzmotor im ersten Antriebsstrang zum Einbringen von mechanischer Energie in den ersten Antriebsstrang; und einen Energiespeicher zum Speichern wenigstens eines Teils der speicherbaren Energie und zur wenigstens teilweisen Versorgung des wenigstens einen Zusatzmotors mit der speicherbaren Energie, insbesondere zum Speichern von speicherbarer Energie bei Leistungsbedarfstälern und zur Abgabe von Energie bei Leistungsbedarfsspitzen.

**[0032]** Die erfindungsgemäße Abfallzerkleinerungsvorrichtung umfasst somit einen Antrieb, bei dem ein erster Antriebsstrang und eine zweiter Antriebsstrang parallel realisiert sind. Im zweiten Antriebsstrang wird der Verbrennungsmotor mechanisch mit der wenigstens einen Zerkleinerungswelle verbunden, und er kann diese (bis auf eine eventuell zwischengeschaltete Kupplung oder ein oder mehrere zwischengeschaltete Getriebe) direkt antreiben. Im ersten Antriebsstrang wird mechanische Energie des Verbrennungsmotors über den Energiewandler umgewandelt in einen Form, die zum einen speicherbar ist und mit der zum anderen der wenigstens einen Zusatzmotor betrieben werden kann, um damit ebenfalls die wenigstens eine Zerkleinerungswelle anzureiben zu können.

**[0033]** Die erfindungsgemäße Abfallzerkleinerungsvorrichtung kann wie folgt weitergebildet werden:

Der zweite Antriebsstrang kann eine Kupplung zur Kopplung des Verbrennungsmotors mit der wenigstens einen Zerkleinerungswelle und/oder ein Hauptgetriebe an der wenigstens einen Zerkleinerungswelle und/oder ein stufenloses Getriebe zur Drehzahländerung der wenigstens einen Zerkleinerungswelle umfassen. Mittels der Kupplung kann die Verbindung des Verbrennungsmotors mit der wenigstens einen Zerkleinerungswelle mechanisch getrennt werden. Das Hauptgetriebe kann die wenigstens eine Zerkleinerungswelle mit dem zweiten Antriebsstrang verbinden. Mit dem stufenlosen Getriebe kann die Drehzahl der wenigstens einen Zerkleinerungswelle stufenlos geändert bzw. an eine gegebenen Zerkleinerungsaufgabe angepasst werden.

**[0034]** Der zweite Antriebsstrang kann erstes Getriebe zur Anpassung des Verhältnisses der Drehzahlen des Verbrennungsmotors und der wenigstens einen Zerkleinerungswelle umfassen.

**[0035]** Im ersten Antriebsstrang kann ein zweites Getriebe zur Anpassung des Verhältnisses der Drehzahl des Verbrennungsmotors und/oder ersten Getriebes und

der Drehzahl des Energiewandlers vorgesehen sein. Auf diese Weise kann der Anteil der Energieerzeugung im ersten Antriebsstrang relativ zum zweiten Antriebsstrang eingestellt werden.

5 **[0036]** Im ersten Antriebsstrang kann ein drittes Getriebe zur Anpassung des Verhältnisses der Drehzahl des Verbrennungsmotors und/oder ersten Getriebes und der Drehzahl des Zusatzmotors vorgesehen sein. Damit kann der Anteil der Energiezufuhr in dem ersten Antriebsstrang zu der wenigstens einen Zerkleinerungswelle relativ zur Energiezufuhr in dem zweiten Antriebsstrang zu der wenigstens einen Zerkleinerungswelle eingestellt werden.

10 **[0037]** Der wenigstens eine Energiewandler und der wenigstes eine Zusatzmotor können wenigstens eine Energiewandler/Motor-Einheit bilden. Dies stellt eine konstruktiv besonders einfache Ausbildung von Energiewandler und Zusatzmotor dar, beispielsweise als Generator/Elektromotor-Einheit, die bei elektrischer Energiezufuhr als Elektromotor und bei mechanischer Energiezufuhr als Generator wirkt, oder als Hydraulikpumpe/Hyddraulikmotor-Einheit.

15 **[0038]** Die wenigstens eine Energiewandler/Motor-Einheit kann dabei über ein Getriebe an den zweiten Antriebsstrang gekoppelt sein.

20 **[0039]** Der wenigstens eine Energiewandler und der wenigstens eine Zusatzmotor können alternativ dazu separate Einheiten bilden, die vorzugsweise über jeweils ein Getriebe an den zweiten Antriebsstrang gekoppelt sind.

25 **[0040]** Der wenigstens eine Energiewandler kann wenigstens einen Generator und der wenigstens eine Zusatzmotor kann wenigstens einen Elektromotor umfassen bzw. die wenigstens eine Energiewandler/Motor-Einheit kann wenigstens eine Generator/Elektromotor-Einheit umfassen. Dadurch umfasst der erste Antriebsstrang elektrische Komponenten. Die Generator/Elektromotor-Einheit wird im Folgenden auch als Generator/Motor-Einheit bezeichnet.

30 **[0041]** Vorzugsweise weiterhin: wenigstens einen AC/DC-Wandler zum Umwandeln von Wechselstrom von dem wenigstens einen Generator in Gleichstrom, einen DC/AC-Wandler zum Umwandeln von Gleichstrom in Wechselstrom für den wenigstens einen Elektromotor, und einen zwischen dem AC/DC-Wandler und dem DC/AC-Wandler angeordneten Zwischenkreis mit einem Energiemanagementmodul zur Ankopplung des Energiespeichers, wobei jeder Elektromotor ein Wechselstrommotor ist.

35 **[0042]** Dabei kann der Energiespeicher wenigstens einen elektrischen Energiespeicher und/oder einen mechanischen Energiespeicher umfassen, wobei der elektrische Energiespeicher insbesondere eine wiederaufladbare Batterie und/oder einen Kondensator und/oder einen supraleitender magnetischer Energiespeicher, und/oder eine statische unterbrechungsfreier Stromversorgung, USV, umfasst und/oder wobei der mechanische Energiespeicher insbesondere eine dynamische

USV und/oder einen Schwungmassespeicher und/oder einen Schwungradspeicher umfasst, wobei im Falle eines mechanischen Energiespeichers vorzugsweise eine Wandlereinrichtung zum Wandeln von elektrischer in mechanische und von mechanischer in elektrische Energie vorgesehen ist.

**[0043]** Der wenigstens eine Energiewandler kann wenigstens eine Hydraulikpumpe und der wenigstens eine Zusatzmotor kann wenigstens einen Hydraulikmotor umfassen bzw. die wenigstens eine Energiewandler/Motor-Einheit kann wenigstens eine Hydraulikpumpe/Hydraulikmotor-Einheit umfassen. Dadurch umfasst der erste Antriebsstang hydraulische Komponenten.

**[0044]** Weiterhin kann dabei eine hydrostatische Regleinheit vorgesehen sein.

**[0045]** Dabei kann der Energiespeicher wenigstens einen Hydraulikspeicher umfassen. Darin kann durch die Hydraulikpumpe erzeugte hydraulische Energie gespeichert werden bzw. es kann daraus hydraulische Energie zur Versorgung der Hydraulikpumpe entnommen werden.

**[0046]** Der Hydraulikspeicher kann einen gasgefüllten Druckbehälter umfassen, insbesondere einen Membranspeicher und/oder einen Blasenspeicher und/oder einen Kolbenspeicher und/oder einen Metallbalgspeicher und/oder einen Federspeicher.

**[0047]** Die mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung kann mehrere Zerkleinerungswellen umfassen, insbesondere zwei, drei oder vier Zerkleinerungswellen, beispielsweise in Form eines Zweiwellenzerkleinerers mit gegenläufigen Zerkleinerungswellen.

**[0048]** Die mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung kann eine zusätzliche Einrichtung zum Aufladen des Energiespeichers umfassen. Dies kann z.B. ein kleines Dieselmotor/Hydraulikpumpe-Aggregat bzw. Dieselmotor/Elektromotor-Aggregat sein, das extern bereitgestellt und angeschlossen wird. Die aufgebrachte Leistung liegt dabei vorzugsweise im Bereich von 10 bis 40 kW. Besonders vorteilhaft ist ein solches Zusatzaggregat im Falle einer oben genannten Energiewandler/Motor-Einheit, um etwa für einen Startvorgang den Energiespeicher aufzuladen und die Energiewandler/Motor-Einheit mit Energie zu versorgen.

**[0049]** Weiterhin kann eine Steuereinrichtung vorgesehen sein.

**[0050]** Die Steuereinheit kann dazu ausgebildet sein, die mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung so zu steuern, dass bei einem Startvorgang und bei geöffneter Kupplung der Zusatzmotor bzw. die Energiewandler/Motor-Einheit mittels Energiezufuhr aus dem Energiespeicher die wenigstens eine Zerkleinerungswelle antreibt, bis eine synchrone Drehzahl zum ersten Getriebe erreicht ist, woraufhin die Kupplung geschlossen wird und vorzugsweise die Energiezufuhr aus dem Energiespeicher gestoppt wird; oder bei einem Startvorgang und bei geschlossener Kupplung der Zusatzmotor bzw. die Energiewandler/Motor-Einheit mittels Energiezufuhr aus dem Energiespeicher der Verbrennungsmotor gestartet

wird und die wenigstens eine Zerkleinerungswelle antreibt und vorzugsweise anschließend die Energiezufuhr aus dem Energiespeicher gestoppt wird; und/oder wenn das erforderliche Drehmoment für die Zerkleinerung zunimmt und somit die Drehzahl des Verbrennungsmotors unter einen Minimalwert fällt, dann wird die wenigstens eine Zerkleinerungswelle unter Energiezufuhr aus dem Energiespeicher mit dem Zusatzmotor bzw. der Energiewandler/Motor-Einheit angetrieben; und/oder wenn das bereitgestellte Drehmoment weiterhin nicht ausreicht oder wenn es zu einer Blockade der wenigstens einen Zerkleinerungswelle kommt, dann wird die Kupplung geöffnet und auch die weitere Leistungszufuhr über den Zusatzmotor bzw. die Energiewandler/Motor-Einheit gestoppt; und/oder ein Reversivorgang der Wellen bei geöffneter Kupplung und umgekehrter Drehrichtung der wenigstens einen Zerkleinerungswelle mit dem Zusatzmotor bzw. der Energiewandler/Motor-Einheit unter Energiezufuhr aus dem Energiespeicher durchgeführt wird;

und/oder wenn die mögliche Leistung des Verbrennungsmotors für den direkten Antrieb der wenigstens einen Zerkleinerungswelle nicht vollständig benötigt wird, dann wird der Energiespeicher über den Energiewandler bzw. die Energiewandler/Motor-Einheit aufgeladen.

**[0051]** Weitere Merkmale und beispielhafte Ausführungsformen sowie Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es versteht sich, dass diese Ausführungsform nicht den gesamten Bereich der vorliegenden Erfindung erschöpfen kann. Es versteht sich weiterhin, dass einige oder sämtliche der im Weiteren beschriebenen Merkmale auch auf andere Weise miteinander kombiniert werden können.

35 Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0052]**

- Fig.1 zeigt ein Messdiagramm von Drehmomenten eines Zerkleinerungsprozesses.
- 40 Fig. 2 veranschaulicht die Betriebsweise der erfindungsgemäßen Abfallzerkleinerungsvorrichtung
- Fig. 3 zeigt eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen mobilen Abfallzerkleinerungsvorrichtung.
- 45 Fig. 4 zeigt eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen mobilen Abfallzerkleinerungsvorrichtung.
- 50 Fig. 5 zeigt eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen mobilen Abfallzerkleinerungsvorrichtung.
- Fig. 6 zeigt eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen mobilen Abfallzerkleinerungsvorrichtung.
- 55 Fig. 7 zeigt eine fünfte Ausführungsform der erfindungsgemäßen mobilen Abfallzerkleinerungsvorrichtung.

Fig. 8 zeigt eine sechste Ausführungsform der erfindungsgemäßen mobilen Abfallzerkleinerungsvorrichtung.

### Ausführungsformen

**[0053]** Die Erfindung betrifft gemäß einer Ausführungsform eine mobile Zerkleinerungsvorrichtung mit wenigstens einer Zerkleinerungswelle, einem Verbrennungsmotor und einem mit dem Verbrennungsmotor gekoppelten Generator zur Umwandlung von mechanischer Energie des Verbrennungsmotors in elektrische Energie, und wenigstens einem Elektromotor zur Umwandlung der elektrischen Energie in mechanische Energie zum Antrieb der Zerkleinerungswelle(n), ohne und mit Unterstützung eines elektrischen oder mechanischen Energiespeicher. Weiterhin kann wenigstens eine Kupplung im Hauptantriebsstrang zur mechanischen Kopplung des Verbrennungsmotors über Getriebestufen mit der Zerkleinerungswelle(n) vorgesehen sein. In einer Ausführungsform der Erfindung kann der Generator am Verbrennungsmotor, wechselweise als Generator und als Motor (Generator/Elektromotor-Einheit) betrieben werden.

**[0054]** In einer weiteren Ausführungsform ist am Verbrennungsmotor wenigstens eine Hydraulikpumpe zur Umwandlung der mechanischen Energie in hydraulische Energie, und wenigstens ein Hydraulikmotor zur Umwandlung der hydraulischen Energie in mechanische Energie zum Antrieb der Zerkleinerungswelle(n), ohne und mit Unterstützung eines hydraulischen Energiespeichers. In einer Ausführungsform der Erfindung kann die Hydraulikpumpe am Verbrennungsmotor, wechselweise als Hydraulikpumpe und als Hydraulikmotor betrieben werden. In einer weiteren Ausführungsform ein stufenlos in der Drehzahl veränderbares Getriebe im Hauptantriebsstrang.

**[0055]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine energetisch effizientere mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung bereitzustellen. Durch die Effizienzsteigerung soll der Einsatz eines kleineren Dieselmotors ermöglicht werden, oder bei gleicher Größe des Dieselmotors, eine Erhöhung der Durchsatzleistung. Damit soll auch eine Verringerung der CO<sub>2</sub> Emissionen erreicht werden, und zwar absolut, wie auch spezifisch bezogen auf den Durchsatz.

**[0056]** Durch die Verbesserung des Wirkungsgrades und der damit verbunden Effizienzsteigerung erfolgt auch eine Reduzierung der Abwärme vom Dieselmotor, wie die Abwärme der Hydraulikpumpe und vom Hydraulikmotor vollständig entfällt, und bei der bevorzugten Ausführungsform, nur eine geringe Abwärme vom Generator und Elektromotor und vom Energiespeicher anfällt. Dadurch ist eine weitere Effizienzsteigerung möglich, da die Antriebsleistung des Lüfterantriebes der Kühleinrichtung verringert wird.

**[0057]** Auch der Wirkungsrad des Dieselmotors von 0,35 - 0,4 wird sich mit dem erfindungsgemäßen ener-

gieeffizienteren Antrieb sogar verbessern lassen, auch wenn das systembedingt eigentlich nicht möglich erscheint. Das ergibt sich einmal durch die Möglichkeit, mit dem besseren Wirkungsgrad, eine kleinere Type des Dieselmotors wählen zu können. Auch wird der Dieselmotor mit dem erfindungsgemäßen energieeffizienteren Antrieb auch mit konstanter Leistung betrieben werden können, da die Leistungsspitzen und Leistungstälern durch den Energiespeicher weitgehend ausgeglichen werden, und nur zu einem kleinen Teil den Dieselmotor belasten. Es ist daher mit einer erheblichen spezifischen Verbesserung des Verbrauchs zu rechnen. Der elektrische Wirkungsgrad wird sich von gegenüber dem hydrostatischen Antrieb nach dem derzeitigen Stand der Technik von 0,4 - 0,6, auf 0,8 - 0,9 verbessern lassen, was gemeinsam mit der Verbesserung des Dieselmotor zu einer erheblichen Einsparung von ca. 35 - 45 % beim spezifischen Durchsatz führen wird. Auch in der erfindungsgemäßen Ausführungsform mit hydrostatischem Antrieb, wird sich noch einen Einsparung von zumindest 35-40 % ergeben.

**[0058]** Mit der Umstellung von den hydraulischen Komponenten nach dem Stand der Technik, auf erfindungsgemäßen elektrische und hydraulischen Antriebskomponenten ist eine erhebliche Minderung der Geräuschemissionen von zumindest 5 dB(A) verbunden.

**[0059]** Diese erfindungsgemäße mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung umfasst in den Ausführungen wenigstens eine Zerkleinerungswelle 90/91, einen Verbrennungsmotor 10, eine Schaltkupplung 30, einen ersten und einen zweiten Antriebsstrang zwischen dem Verbrennungsmotor und der Zerkleinerungswelle; einen Antriebsstrang zwischen Schaltkupplung 30 und Getriebe 80 der Zerkleinerungswellen 90/91 als Teil des zweiten Antriebsstrangs, in einer der Ausführungsformen, ein stufenloses Getriebe 40 im Antriebsstrang, einen mit dem Antriebsstrang vor der Schaltkupplung gekoppelten Generator 20, einen nach der Schaltkupplung gekoppelten Elektromotor 70, oder einer Generator/Elektromotor als Einheit 73, in einer der Ausführungsformen, eine Hydraulikpumpe 22 und einen Hydraulikmotor 72, oder eine Hydraulikpumpe/-motor als Einheit 23, jeweils zur Umwandlung von einem Teil der mechanischen Energie des Verbrennungsmotors, in elektrische oder hydrostatische Energie, einen Energiespeicher 50 und 52 zur Speicherung der durch den Generator 20 oder der Hydraulikpumpe 22, bzw. Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, beim Leerlauf oder in den Leistungsspitzenfällen erzeugter elektrischer oder hydrostatischer Energie, wie auch die zum Betrieb aller dieser Komponenten erforderliche Steuerungsanlage 100 mit entsprechend komplexer Software.

**[0060]** Mit dieser parallelen Hybridantriebslösung kann ein Zerkleinerungssystem mit verbesserten Wirkungsgrad zur Verfügung gestellt werden. Dabei ist es insbesondere von Vorteil, dass nahezu die gesamte Leistung des Verbrennungsmotors nach Herstellung der mechanischen Verbindung durch die Schaltkupplung 30

zwischen Verbrennungsmotor und dem Getriebe der Zerkleinerungswelle, nahezu vollständig für die eigentliche Zerkleinerung zur Verfügung steht. Damit wird der technisch höchstmögliche Wirkungsgrad im Betriebszustand erreicht.

**[0061]** Mit einem zusätzlichen Energiespeicher 50 und 52 zur Speicherung der vom Generator oder der Hydraulikpumpe beim Leerlauf des Zerkleinerers oder bei Leistungsspitzenläufen erzeugten elektrischer oder hydrostatischer Energie, kann die so erzeugte elektrische oder hydrostatische Energie gespeichert werden, und so beim Start des Zerkleinerers und bei Lastspitzen, mit dem Elektromotor 70, Generator/Motoreinheit 73, oder Hydromotor 72, Pumpe/Motoreinheit 23, der Zerkleinerungswellen 90/91 als zusätzliche mechanische Energie zugeführt werden.

**[0062]** Als elektrische Energiespeicher 50 kommen vorzugsweise wiederaufladbare Kondensatoren, sogenannte SuperCAPS, wiederaufladbare Batterien bzw. Akkumulatoren, vorzugsweise auf Basis von Lithium-Ionen Zellen, UVS bzw. unterbrechungsfreien Stromversorgungen, Hydraulikspeicher 52, zB Blasenspeicher und elektrische Schwunggrad- oder Druckluftspeicher zur Anwendung.

**[0063]** Der Verbrennungsmotor 10 und der Generator 20 bzw. Elektromotor 70 oder Hydraulikpumpe 22 bzw. -motor 72 werden in einer parallelen Hybridanordnung vorgesehen, wobei die Zerkleinerungswelle 90/91 über eine Schaltkupplung 30 vom Verbrennungsmotor 10 direkt antreibbar ist, insbesondere also mechanisch direkt mit dem Verbrennungsmotor 10 verbunden ist, und der Generator 20 bzw. Elektromotor 70, oder die Hydraulikpumpe 22 und der Hydraulikmotor 72, in einem parallelen Antriebsstrang, mit dem in den Hauptstrang, vor und nach der Schaltkupplung 30, ihre Leistung für das Wiederaufladen der Speicher beziehen bzw. als zusätzliche Leistung zum Verbrennungsmotor abgeben können.

**[0064]** Die erfundungsgemäße mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung kann dahingehend ausgeführt werden, dass eine Getriebeanordnung 11 und 60 zur Anpassung des Verhältnisses der Drehzahlen des Verbrennungsmotors 10 und der Zerkleinerungswelle 90/91 vorgesehen ist.

**[0065]** Auf diese Weise können die vom Verbrennungsmotor 10 vorgegebene Drehzahl und die Drehzahl der Zerkleinerungswelle 90/91 aufeinander abgestimmt werden.

**[0066]** Ein Drehrichtungswechsel bei Blockade der Welle wird dabei üblicherweise nicht über ein Getriebe vorgenommen, sondern direkt durch den parallelen (ersten) Antriebsstrang vorgesehenen Elektro- bzw. Hydraulikmotor durch die Drehrichtungsänderung in der Steuerung durchgeführt.

**[0067]** Die Getriebeanordnung kann ein erstes Getriebe 11 zur Anpassung des Verhältnisses der Drehzahlen des Verbrennungsmotors 10 und des Generators 20 und der Hydraulikpumpe 22, und/oder ein zweiten Getriebe 60, zur Anpassung des Verhältnisses der Drehzahlen

des Elektromotors 70 oder Hydraulikmotor 72, des Verbrennungsmotor 10 und der Zerkleinerungswelle 90/91 umfassen.

**[0068]** Eine andere Ausführung besteht darin, dass der Verbrennungsmotor 10 und der Elektromotor 70, Generator/Motor Einheit 73, Hydraulikmotor 72, und Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, in einer parallelen Hybridanordnung vorgesehen sind, wobei die Zerkleinerungswelle 90/91 sowohl mit dem Verbrennungsmotor 10, als auch mit dem Elektromotor 70, Generator/Motor Einheit 73, Hydraulikmotor 72, und Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, antreibbar ist. Somit kann sowohl der überwiegende Teil der mechanischen Leistung des Verbrennungsmotors 10 als auch die mechanische Leistung des Elektromotors 70, der Generator/Motor Einheit 73, Hydraulikmotor 72, und Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, zum Antrieb der Zerkleinerungswelle 90/91 genutzt werden.

**[0069]** Eine andere Ausführung besteht darin, dass das zweite oder dritte Getriebe 80 ein entsprechendes Untersetzungsgtriebe sein kann. Wodurch der Verbrennungsmotor 10, und der Elektromotor 70, Generator/Motor Einheit 73, Hydraulikmotor 72, und Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, in einer leistungsverzweigten Hybridanordnung vorgesehen sind, und wobei die Zerkleinerungswelle 90, sowohl mit dem Verbrennungsmotor 10, als auch mit wenigstens einem Elektromotor 70, Generator/Motor Einheit 73, Hydraulikmotor 72, und Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, antreibbar ist.

**[0070]** In einer weiteren Ausführungsform 120 und 220 ist also nach der Schaltkupplung 30 des Antriebs-Hauptstrangs zwischen Verbrennungsmotor und Getriebe 80 der Zerkleinerungswelle 90/91, ein stufenloses Getriebe 40 zur Drehzahländerung vorgesehen. Mit diesem zusätzlichen stufenlosen Getriebe 40 kann die Drehzahl der Zerkleinerungswelle 90/91 der Aufgabenstellung der Zerkleinerung angepasst werden. Dabei geht es vorzugsweise nicht um kurzfristige Drehzahländerungen, die zB mit einem Elektro- oder Hydraulikmotor vorgenommen werden können, sondern um eine durch eine intelligenten oder selbstlernenden Steuerung der kontinuierlichen Anpassung der Wellendrehzahl zur Zerkleinerungsaufgabe.

**[0071]** Die weiteren Ausführungsformen 200, 210, und 220, umfassen wenigstens eine Zerkleinerungswelle 90/91; einen Verbrennungsmotor 10; eine mit dem Verbrennungsmotor gekoppelten Hydraulikpumpe 22 zur Umwandlung von mechanischer Energie des Verbrennungsmotors in hydraulische Energie; oder eine Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, einen Hydraulikspeicher 52 zur Speicherung von durch die Hydraulikpumpe 22 erzeugter hydraulischer Energie; und einen mit der hydraulischen Energie versorgten Hydraulikmotor 72 oder Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23 zum Antrieben der wenigstens einen Zerkleinerungswelle 90/91. Diese Hybrildlösung beruht auf einem hydraulischen System, in dem ein Hydraulikspeicher 52 vorgesehen ist. Beim Entladen des Hydraulikspeichers kann dann hydraulische

Energie (Druck \* Volumen) abgegeben werden.

**[0072]** Der Hydraulikspeicher 52 kann einen mit Gas gefüllten Druckbehälter umfassen, insbesondere einen Membranspeicher und/oder einen Blasenspeicher und/oder einen Kolbenspeicher und/oder einen Metallbalgspeicher und/oder einen Federspeicher.

**[0073]** Die Funktion des Zusammenwirkens des Verbrennungsmotors 10 zur Erzeugung der mechanischen Leistung; der Schaltkupplung 30 zur Verbindung des Antriebsstrang vom Verbrennungsmotor 10 zum Getriebe 80 der Zerkleinerungswelle 90/91; des Generators 20 oder der Hydraulikpumpe 22, oder Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, oder Generator/Motor Einheit 73, zur Erzeugung der elektrischen oder hydrostatischen Energie; und des Elektro- oder Hydraulikmotors 70 und 72, bzw. der Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, oder Generator/Motor Einheit 73 zur Umwandlung der elektrischen bzw. hydrostatischen Energie in eine mechanische Leistung zum Antrieb der Zerkleinerungswelle 90/91, und eines Energiespeichers 50 oder 52 zum Abdecken der für den Start und der Spitzenlast erforderlichen Leistung, wird durch eine komplexe Steuerung 100 mit entsprechender Software sicher gestellt.

**[0074]** Bei allen Ausführungsformen ist beim Start des Verbrennungsmotors 10, die Schaltkupplung 30 im Antriebsstrang zwischen Verbrennungsmotor und dem Getriebe 80 der Zerkleinerungswelle 90/91 geöffnet. In den Ausführungsformen 100, 120, 200 und 220 ist im Antriebsstrang noch vor der Schaltkupplung 30 das Getriebe 12, welches den Generator 20, oder eine Hydraulikpumpe 22 antreibt.

**[0075]** In den Ausführungsformen 100, 120, 200 und 220 soll durch die noch geöffnete Schaltkupplung 30 und den in Betrieb befindlichen Verbrennungsmotor 10 sichergestellt werden, dass der Generator 20 oder die Hydraulikpumpe 22 noch den Energiespeicher aufladet, bis der Energiespeicher 50 oder 52 über einen für einen Startvorgang des Zerkleinerers erforderlichen Energieinhalt verfügt. In den Ausführungsformen 110 und 210 ist das nicht vorgesehen.

**[0076]** Bei den Ausführungsformen 110 und 210 wird die Generator/Elektromotor Einheit 73 bzw. die Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23 durch das Getriebe 13 nach der Schaltkupplung 30 angetrieben, bzw. gibt über dieses Getriebe die gespeicherte und abgerufene Leistung wieder ab.

**[0077]** An dem Generator 20 ist ein sogenannter AC/DC Wandler 21 und an der Generator/Elektromotor-Einheit 73 jeweils unmittelbar ein AC/DC/DC/AC Wandler 74 bzw. Frequenzumformer angebaut, oder gesondert angeordnet.

**[0078]** Dieser AC/DC 21 Wandler bzw. Frequenzumformer erzeugt einen sogenannten Zwischenkreis als Gleichstrom mit einer Spannung von 200 bis 800 V, vorzugsweise 650 V. Bei mehr als einem Generator wird jedoch auch nur ein Zwischenkreis gebildet.

**[0079]** Bei den Ausführungsformen 110 bilden der Elektromotor und der Generator eine bauliche Einheit in Form

einer Motor/Generator-Einheit 73. Dies stellt eine kompakte Ausführung dar, in der die Motor/Generator-Einheit 73, einmal als Elektromotor fungiert, wenn zugeführte elektrische Energie in mechanische Energie umgewandelt wird, und dann auch als Generator fungiert, wenn zugeführte mechanische Energie in elektrische Energie zur Speicherung im Energiespeicher 50 umgewandelt wird.

**[0080]** Bei der Ausführungsform 210 bilden die Hydraulikpumpe und der Hydraulikmotor eine bauliche Einheit 23, indem über das Umschaltventil 31 die Pumpe wahlweise auch als Motor betrieben werden kann, je nachdem ob Leistung in den hydraulischen Speicher 52 aufgegeben, oder von diesen abgegeben werden muss.

**[0081]** Bei der Ausführungsform 110 wo der Generator zugleich Elektromotor und umgekehrt ist, ist der AC/DC Wandler zugleich als DC/AC Wandler, und somit als AC/DC/DC/AC Wandler 74 bzw. Frequenzumformer ausgebildet.

**[0082]** Der Elektromotor 70 gibt die Leistung nach der Schaltkupplung 30 wieder in den Hauptantriebsstrang über das Getriebe 60 ab. Die Generator/Elektromotor Einheit 73 nimmt und gibt ihre Leistung über das Getriebe 13 vom/in den Hauptantriebsstrang, jedoch nach der Schaltkupplung 30 ab.

**[0083]** In den Ausführungsformen, 100, 110 und 120 ist am Zwischenkreis angeschlossen ist ein Energiespeicher 50. Der Energiespeicher kann ein Kondensator, eine Batterie bzw. Akkumulator, eine UVS unterbrechungslose Stromversorgung, oder ein elektrischer Schwungradspeicher sein. In den Ausführungsformen 200, 210 und 220 ist ein hydraulischer Energiespeicher 52 sein. Wobei unmittelbar vor dem elektrischen Energiespeicher oder in der Gesamtsteuerung, ein entsprechendes Management des Energiespeichers 51 für die Be- und Entladung vorgesehen ist. Beim hydraulischen Energiespeicher wird diese Funktion mit Regelventilen 31 erreicht.

**[0084]** Auch eine Kombination aus mehreren gleichen, oder mehreren unterschiedlichen Energiespeichern ist möglich. So zB ein Batterieenergiespeicher für den Startvorgang des Zerkleinerers, und ein Kondensator für die Abdeckung der Spitzenlast.

**[0085]** Die Funktion dieser Komponenten ist steuerungstechnisch bei den Ausführungsformen 100, 120, 200 und 220 wie folgt vorgesehen. Sobald der Verbrennungsmotor 10 auf Nenndrehzahl ist, vorzugsweise zwischen 1.100 und 2.400 rpm je nach Motorenbauart, wird der Generator 20 oder die Hydraulikpumpe 22 zugeschaltet, und somit der Energiespeicher 50 bzw. 52 beladen.

**[0086]** Wenn der Energiespeicher 50 bzw. 52 über den für einen Startvorgang erforderlichen Energiegehalt verfügt, kann der eigentliche Startvorgang beginnen. Bei allen Ausführungsformen bringt der Elektromotor 70, die Generator/Elektromotor Einheit 73, der Hydraulikmotor 72, und die Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, über die Getriebe 12 und 13 oder 60, und dem Hauptgetriebe 80,

die Zerkleinerungswelle 90/91 auf die vorgegebene Drehzahl. Der Energiebedarf wird dabei aus dem Energiespeicher 50 bzw. 52 gedeckt, da ja die Schaltkupplung 30 zum Verbrennungsmotor 10 dabei noch geöffnet ist.

**[0087]** Sobald die Eingangsdrehzahl des Getriebes 80 die gleiche Drehzahl wie der Ausgang des Getriebe 11 erreicht hat, also die Drehzahlen nahezu synchron sind, wird die Schaltkupplung 30 geschlossen, und ist somit der Verbrennungsmotor 10 mechanisch direkt über das Getriebe 80 mit der Zerkleinerungswelle 90/91 verbunden.

**[0088]** Sobald die Schaltkupplung 30 geschlossen ist, und nach dem Schließen der Schaltkupplung 30 die Drehzahl der Zerkleinerungswelle 90 konstant ist, beendet der Elektromotor 70 oder Hydraulikmotor 72, die Leistungszufuhr über das Getriebe 60 in den Antriebshauptstrang. Die Zerkleinerungswellen 90/91 werden ab diesem Zeitpunkt nur mehr direkt vom Verbrennungsmotor 10 angetrieben.

**[0089]** Bei den Ausführungsformen 110 und 210 erfolgt der Startvorgang und die Funktion anders als bei den vorher beschriebenen Ausführungsformen 110, 120, 200 und 220.

**[0090]** Nach dem Start des Verbrennungsmotor 10 und dem Erreichend der vorgegebenen Drehzahl, wird noch bei geöffneter Schaltkupplung 30 die Generator/Motor Einheit 73, oder die Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, als Elektro- oder Hydraulikmotor in Betrieb gesetzt, und bringt über das Getriebe 13 die so erzeugte Leistung in den Hauptantriebsstrang zum Getriebe 80, und so die Wellen 90/91 auf die vorgewählte Drehzahl.

**[0091]** Sobald die Eingangsdrehzahl des Getriebes 80 die gleiche Drehzahl wie der der Kupplung 30 zugewandte Ein- bzw. Ausgang am Getriebe 13 erreicht hat, also die Drehzahlen nahezu synchron sind, wird die Schaltkupplung 30 geschlossen, und ist somit der Verbrennungsmotor 10 mechanisch direkt über das Getriebe 80 mit der Zerkleinerungswelle 90/91 verbunden.

**[0092]** Bei allen Ausführungsformen 100, 110, 120, 200, 210 und 220, wird als die nahezu synchrone Drehzahl erreicht ist, und die Schaltkupplung 30 geschlossen ist, und nach dem Schließen der Schaltkupplung 30 die Drehzahl der Zerkleinerungswelle 90/91 konstant ist, beendet der Elektromotor 70, oder Hydraulikmotor 72 über das Getriebe 60, bzw. die Generator/Elektromotor Einheit 23 oder Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, die Leistungszufuhr über das Getriebe 13 in den Antriebshauptstrang. Die Zerkleinerungswellen 90/91 werden ab diesem Zeitpunkt nur mehr direkt vom Verbrennungsmotor 10 betrieben.

**[0093]** Wie aus der Fig. 1 ersichtlich ist, erfolgt der Zerkleinerungsprozess mit stark wechselnden Drehmomenten, und somit stark wechselnden Leistungsaufnahmen des Verbrennungsmotors 10. Die Grafik zeigt deutlich sogenannte Lastspitzen und Lasttäler. Bei der erfundungsgemäßen Ausbildung wird die Nennleistung des Systems und somit des Diesel- bzw. Verbrennungsmotors 10, bevorzugt in der Mitte zwischen den zu erwar-

tenden Lastspitzen und Lasttälern ausgelegt werden.

**[0094]** Da der Verbrennungsmotor 10 bei dieser Auslegung, die Lastspitzen nicht abdecken kann, muss dem Zerkleinerungssystem zusätzlich Energie zugeführt werden. Zur Abdeckung der Lastspitzen erforderliche Energie wird durch den Energiespeicher 50 bzw. 52 zur Verfügung gestellt. Der Verbrennungsmotor 10 wird dabei bevorzugt im Nennlastbereich betrieben.

**[0095]** Die zusätzliche erforderliche Leistung zur Abdeckung der Lastspitzen, wird durch den Energiespeicher 50 bzw. 52 aufgebracht und durch den Elektromotor 70, oder die Generator/Elektromotor Einheit 73, oder dem Hydraulikmotor 72, oder durch die Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, als Leistungszufuhr zur Lastspitzenabdeckung über die Getriebe 13 oder 60 in den Antriebshauptstrang übertragen.

**[0096]** Da die Lastspitzen nicht durch die Leistung des Verbrennungsmotors 10 abgedeckt werden müssen, ist eine kleinere Baugröße des Verbrennungsmotors möglich.

**[0097]** Wenn Lasttäler sich wieder einstellen, wie sie aus der Grafik Fig. 1 zu entnehmen sind, erfolgt die Wiederaufladung des Energiespeicher 50 oder 52 über den Generator 20, oder die Generator/Elektromotor Einheit 73, oder die Hydraulikpumpe 22, oder der Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, damit die so gespeicherte Energie für die weitere Abdeckung von Lastspitzen zur Verfügung steht.

**[0098]** Die Grafik Fig. 2 veranschaulicht die Betriebsweise der erfundungsgemäßen Ausführungsformen sehr anschaulich. Die Grafik Fig. 2 zeigt einmal die Leistungsgrenze des Verbrennungsmotors 10, vorzugsweise als Dieselmotor ausgebildet. Das ist die maximale Leistung die der Dieselmotor abzugeben in der Lage ist. Dann zeigt die Grafik die Leistungsgrenze des gesamten Hybridsystems, also die Summe der Leistung des Verbrennungs- Dieselmotors 10 und des Elektromotors 70, des Hydraulikmotors 72, der Generator-/Motoreinheit 73, und Hydraulikpumpe/ Motoreinheit 23. Die in der Grafik enthalten Kurve zeigt den Leistungsbedarf für die Zerkleinerungsaufgabe. Der die Leistungsgrenze des Verbrennungs-/Dieselmotor 10 übersteigende Anteil, also die Leistungsspitzen, werden durch die zusätzliche Leistung des Elektromotors 70, oder Hydraulikmotor 72, oder den Generator-/Elektromotoreinheiten 73, oder von der Hydraulikpumpe-/Motoreinheit 23, zusätzlich zum Verbrennungsmotor 10 abgedeckt. In dem Bereich, wo der Verbrennungs-/Dieselmotor 10 die Leistungsgrenze nicht aufzubringen hat, also den Leistungstälern, kann der verbleibende Teil bis zur Leistungsgrenze, durch den Generator 20, der Hydraulikpumpe 22, der Generator/Elektromotoreinheit 73, der Hydraulikpumpe-/Motoreinheit 23, zu Aufladung der Energiespeicher 50 und 52 genutzt werden.

**[0099]** Wenn eine zusätzliche kurzzeitige Leistung aus dem Energiespeicher 50 oder 52, für eine zusätzliche Leistungszufuhr über den Elektromotor 70, oder über die Generator/Elektromotor Einheit 73, oder über den Hy-

draulikmotor 72, oder der Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, zur Leistung des Verbrennungsmotors 10 vorgenommen wird, womit auch eine Erhöhung des Drehmoments an der Zerkleinerungswelle 90/91 verbunden ist, und die vorgegebene Drehzahl der Zerkleinerungswelle 90/91 trotzdem im zulässigen Bereich nicht eingehalten werden kann, oder es sogar zur Blockade der Zerkleinerungswelle 90/91 kommt, wird unmittelbar die Schaltkupplung 30 geöffnet.

**[0100]** Die Drehrichtung des Elektromotors 70, oder der Generator/Elektromotor Einheit 73, Hydraulikmotor 72, oder der Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, wird sofort geändert. Somit erfolgt auch eine Änderung der Drehrichtung der Zerkleinerungswellen 90/91, und ein sogenannter Reversivvorgang der Wellen 90/91 wird damit eingeleitet.

**[0101]** Durch die Änderung der Drehrichtung und somit der Zerkleinerungswelle 90/91, soll ein sogenanntes Freifahren der Zerkleinerungswelle 90/91 erreicht werden.

**[0102]** Bei normaler Drehrichtung oder auch geänderter Drehrichtung der Zerkleinerungswelle 90/91 wird durch den hier oben beschriebene Regelvorgang die entsprechender Drehzahl, maximal zulässige Stromaufnahme des Elektromotors 70, oder der Generator/Elektromotor Einheit 73, oder der maximale Druck vom Hydraulikmotor 72, oder der Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23, und die Zeitdauer der geänderten Drehrichtung, frei wählbar durch die Steuerung vorgegeben.

**[0103]** Sobald die Zeitdauer der geänderten Drehrichtung der Zerkleinerungswelle 90/91 abgelaufen ist, wird der oben beschriebene Startvorgang für die normale Drehrichtung wieder eingeleitet.

**[0104]** Durch direkte Koppelung des Verbrennungsmotors 10 mit den Zerkleinerungswellen 90/91 über das Hauptgetriebe 80, ergibt sich bedingt durch die Bauweise und der Trägheit des Verbrennungsmotors 10, ein sehr schmales Spektrum eines Drehzahl- und somit Drehmomentbereichs, indem die Zerkleinerung des jeweiligen Inputmaterials möglich ist.

**[0105]** Wenn das Inputmaterial in seiner Beschaffenheit so ist, dass dazu ein anderes Drehzahl- oder Drehmomentbereich erforderlich ist, als dieses welches sich durch die mechanische Koppelung zwischen Verbrennungsmotor 10 und der Zerkleinerungswelle 90/91 ergibt, kommt es zu häufigen Blockaden und der damit verbundenen Änderung der Drehrichtung bzw. zu einem Reversivvorgang der Zerkleinerungswelle 90/91. Dadurch wird die Dursatzleistung erheblich verringert, bzw. kann ganz unmöglich sein.

**[0106]** Daher wird in der weiteren Ausführungsform 120 und 220 vorgeschlagen, vorzugsweise ein stufenlos in der Drehzahl veränderbares Getriebe 40 vorzusehen. Mit diesem zusätzlichen Getriebe ist es möglich, den richtigen Drehzahl- bzw. Drehmomentbereich für die jeweilige Zerkleinerungsaufgabe zu wählen. Dadurch können die den Durchsatz mindernden Blockaden oder Reversivvorgänge der Zerkleinerungswelle 90/91 vermieden

oder zumindest verringert werden.

**[0107]** Dabei ist nicht unbedingt beabsichtigt, mit dem stufenlosen Getriebe 40 rasche Änderungen der Drehzahl der Zerkleinerungswelle 90/91 vorzunehmen. Vielmehr soll bevorzugt der beste Drehzahl- und somit Drehmomentbereich der Zerkleinerungswelle 90/91 mit dem stufenlosen Getriebe 40 durch eine intelligente, und selbstlernende Steuerung, ständig und kontinuierlich der Zerkleinerungsaufgabe angepasst werden.

**[0108]** Die Ausführungsformen 120 mit dem Generator 20 und dem Elektromotor 70, der Ausführungsform 220 mit der Hydraulikpumpe 22 und dem Hydraulikmotor 72, in Verbindung mit dem stufenlosen Getriebe 40, können auch dahingehen weitergebildet werden, dass wie in der Ausführungsform 110 mit Generator-/Elektromotoreinheit 73, und in der Ausführungsform 210 mit Hydraulikpumpe-/Motor Einheit 23, das stufenlose Getriebe 40 zur Verwendung kommt.

**[0109]** Die Zeichnungen zeigen beispielhaft die Ausführungsformen 100, 110, 120, 200, 210 und 220.

**[0110]** Dabei ist 10 der Diesel- oder Verbrennungsmotor, 11 ein Reduktions- oder Übersetzungsgetriebe zur Anpassung der Drehzahl des Verbrennungsmotors 10 an das Hauptgetriebe 80, 12 ist das erste Getriebe für den Abgang zu den Komponenten 20, 22, 13 das weitere Getriebe als Zu- und Abgang der Komponenten 23 und 73, 20 der Generator, 21 der AC/DC Wandler bzw. Frequenzumformer, 23 die hydraulische Pumpe/Motor Einheit, 30 die Schaltkupplung, 40 das stufenlos veränderbare Getriebe, 50 der elektrische Energiespeicher, 51 das dazu erforderliche Energiemanagement, 52 den hydraulischen Energiespeicher, 60 das zweite Getriebe zum Abtrieb der Komponenten 70 und 72, 70 den Elektromotor, 71 den DC/AC Wandler, 72 den Hydraulikmotor, 73 die elektrische Generator/Motor Einheit, 80 das Hauptgetriebe, 90/91 die beiden Zerkleinerungswellen, 100 die Steuerung für alle Komponenten.

**[0111]** Die dargestellten folgenden Ausführungsformen 100, 110, 120, 200, 210 und 220 sind lediglich beispielhaft und der vollständige Umfang der vorliegenden Erfindung wird durch die Ansprüche definiert.

**[0112]** Für alle in den verschiedenen Ausführungsformen beschriebenen Getrieben 11, 12, 13 und 60 können auch andere Übertragungs- bzw. Übersetzungselemente wie zB Keilriemen bzw. Zahnriemen etc. vorgesehen werden. Die Ausbildung als Getriebe bzw. Stirnradgetriebe ist hier nur beispielhaft.

**[0113]** Die Zeichnungen zeigen beispielhaft die Ausführungsformen 100, 110, 120, 200, 210 und 220.

**[0114]** Dabei ist 10 der Diesel- oder Verbrennungsmotor, 11 ein Reduktions- oder Übersetzungsgetriebe zur Anpassung der Drehzahl des Verbrennungsmotors 10 an das Hauptgetriebe 80, 12 ist das erste Getriebe für den Abgang zu den Komponenten 20, 22, 13 das weitere Getriebe als Zu- und Abgang der Komponenten 23 und 73, 20 der Generator, 21 der AC/DC Wandler bzw. Frequenzumformer, 23 die hydraulische Pumpe/Motor Einheit, 30 die Schaltkupplung, 40 das stufenlos veränder-

bare Getriebe, 50 der elektrische Energiespeicher, 51 das dazu erforderliche Energiemanagement, 52 den hydraulischen Energiespeicher, 60 das zweite Getriebe zum Abtrieb der Komponenten 70 und 72, 70 den Elektromotor, 71 den DC/AC Wandler, 72 den Hydraulikmotor, 73 die elektrische Generator/Motor Einheit, 80 das Hauptgetriebe, 90/91 die beiden Zerkleinerungswellen, 100 die Steuerung für alle Komponenten.

Beschreibung der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen

**[0115]** Die dargestellten folgenden Ausführungsformen 100, 110, 120, 200, 210 und 220 sind lediglich beispielhaft und der vollständige Umfang der vorliegenden Erfindung wird durch die Ansprüche definiert.

**[0116]** Für alle in den verschiedenen Ausführungsformen beschriebenen Getrieben 11, 12, 13 und 60 können auch andere Übertragungs- bzw. Übersetzungselemente wie zB Keilriemen bzw. Zahnrämen etc. vorgesehen werden. Die Ausbildung als Getriebe bzw. Stirnradgetriebe ist hier nur beispielhaft.

### Ausführungsform 100

**[0117]** Fig.3 zeigt diese erfindungsgemäße Ausführungsform 100 der Abfallzerkleinerungsvorrichtung umfasst in dieser Ausführungsform die Zerkleinerungswelle 90/91; einen Verbrennungsmotor (Dieselmotor) 10; ein erstes Getriebe 11 zur Anpassung der Drehzahl; ein weiteres Getriebe 12 zur Koppelung mit dem Generator; den Generator 20 zur Umwandlung von mechanischer Energie des Verbrennungsmotors 10 in elektrische Energie; den AC/DC Wandler 21; die Schaltkupplung 30; den Energiespeicher 50; das Energiespeichermanagement 51; das weitere Getriebe 60 zur Koppelung mit dem Elektromotor; den Elektromotor 70, zur Umwandlung der elektrischen Energie in mechanische Energie; den DC/AC Wandler 71; das Hauptgetriebe 80; die Schaltkupplung 30 zur Herstellung einer mechanischen Verbindung zwischen dem Abgang des Getriebes 12 und dem Eingang des Getriebes 60/50, und die Gesamtsteuerung 100.

**[0118]** Der Verbrennungsmotor 10 der Generator 20 und der Elektromotor 70 mit Getriebe 60, sind in dieser beispielhaften Ausführungsform 100 in einer parallelen Hybridanordnung vorgesehen, wobei die Zerkleinerungswelle 90/91 sowohl mit dem Elektromotor 70 und dem Verbrennungsmotor 10 bei geschlossener Schaltkupplung 30 antreibbar ist. Die Aufteilung der Leistungsanteile bzw. der Drehmomentanteile des Verbrennungsmotors 10 und des Elektromotors 70 kann dabei abhängig von der Drehzahl der Zerkleinerungswelle 90/91 bei geschlossener Schaltkupplung 30 erfolgen.

**[0119]** Das erste Getriebe 11 ist hier als Stirnradgetriebe ausgeführt, um die Drehzahl des Verbrennungsmotors 10 in der Drehzahl dem Hauptgetriebe 80 anzupassen. Das zweite Getriebe 12 erhöht die Drehzahl des Generators 20. Mit dem dritten Getriebe 60 erfolgt eine

Herabsetzung der Drehzahl des Elektromotors 70 auf die gewünschte Eingangsdrehzahl des Getriebes 80. Dies ermöglicht eine kleinere Ausführung des Elektromotors 70, da andernfalls - ohne das dritte Getriebe 60 - der Elektromotor 70 ein großes Drehmoment bei vergleichsweise niedrigen Drehzahlen aufbringen müsste, was nur durch eine größere Ausführung des Elektromotors 70 bewirkt werden kann.

**[0120]** Das dritte Getriebe 60 kann zudem auch für eine Umkehr der Drehrichtung der Zerkleinerungswelle 90/91 verwendet werden, wobei der Elektromotor 70 bei geöffneter Schaltkupplung 30, in umgekehrter Drehrichtung betrieben wird.

**[0121]** Die Schaltkupplung 30, zwischen dem Abgang des Getriebes 12 und dem Eingang des Getriebes 80, übernimmt die Aufgabe, nachdem der Elektromotor 70, mit Energie versorgt aus dem Energiespeicher 50, über das Getriebe 60 und das Hauptgetriebe 80 noch bei geöffneter Kupplung 30, die Zerkleinerungswelle 90/91 auf die vorgegebene und mit dem Abgang des Getriebes 12 nahezu synchrone Drehzahl angetrieben hat, mit dem Schließen der Kupplung 30, eine direkte mechanische Verbindung zwischen dem Verbrennungsmotor 10, über die Getriebe 11, 12 und 80, mit der Welle 90/91 herzustellen.

**[0122]** Die mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung der Ausführungsform 100 umfasst weiterhin einen AC/DC Wandler 21, und einen DC/AC Wandler 71, einen Energiespeicher (z.B. aufladbare Batterie) 50 mit Energiespeichermanagement 51 zur Speicherung von durch den Generator 20 erzeugter elektrischer Energie. Die mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung 100 umfasst weiterhin eine Steuereinrichtung 100 zur Ansteuerung des Verbrennungsmotor 10, Generator 20 und Elektromotor 70, um eine jeweils erforderliche Leistung bzw. ein erforderliches Drehmoment und Drehzahl für die Zerkleinerungswelle 90/91 zur Verfügung zu stellen, und für eine ausreichende Beladung des Energiespeichers 50 zu sorgen. Die Steuereinrichtung 100 kann hierbei auch zur Ansteuerung des Energiespeichers 50 dienen, wenn kein gesondertes Energiemanagement 51 vorgesehen wird.

### Ausführungsform 110

**[0123]** Fig. 4 zeigt eine zweite Ausführungsform 110 der erfindungsgemäßen Abfallzerkleinerungsvorrichtung. Gleiche Bezeichnungen bezeichnen hier die gleichen Komponenten wie in Fig.100. Im Folgenden werden nur die zusätzlichen oder geänderten Komponenten beschrieben.

**[0124]** Der Elektromotor 70 und der Generator 20 aus der ersten Ausführungsform 100 sind hier als eine Motor/Generator-Einheit 73 ausgebildet. Der Verbrennungsmotor 10 und die Motor/Generator-Einheit 73 sind jeweils an eine Getriebeanordnung 13 gekoppelt, wobei sich dieses Getriebe gegenüber der ersten Ausführungsform 100 nach dem Schaltgetriebe 30 befindet. Dieses

Getriebe 13 ist wiederum an das Hauptgetriebe 80 und dieses mit Zerkleinerungswelle 90/91 gekoppelt.

**[0125]** Der Verbrennungsmotor 10 und die Motor/Generator-Einheit 73 mit AC/DC/DC/AC Wandler 74, sind in dieser Ausführungsform 110 ebenfalls in einer parallelen Hybridanordnung, was bedeutet, dass die Zerkleinerungswelle 90/91 über das Hauptgetriebe 80, sowohl mit dem Verbrennungsmotor 10, als auch mit der Motor/Generator-Einheit 73 angetrieben werden kann.

**[0126]** Somit kann sowohl der überwiegende Teil der mechanischen Leistung des Verbrennungsmotors 10 als auch die mechanische Leistung der Motor/Generator-Einheit 73, für den Antrieb der Zerkleinerungswelle 90/91 genutzt werden.

**[0127]** In einem Zustand der Zerkleinerungsvorrichtung, in dem die mechanische Leistung der Motor/Generator-Einheit 73 nicht benötigt wird, kann der Energiespeicher 50 über das Energiemanagement 51 aufgeladen werden, indem die Motor/Generator-Einheit 73 mechanisch durch den Verbrennungsmotor 10 angetrieben elektrische Energie erzeugt.

**[0128]** Die Beladung des Energiespeichers 50 erfolgt in dieser Ausführungsform nicht durch den Generator 20, wie auch die Änderung der Drehrichtung nicht durch den Motor 70, sondern durch die Generator/Motor Einheit 73 erfolgt.

**[0129]** Die Schaltkupplung 30, zwischen dem Abgang des Getriebes 11 und dem Eingang des Getriebes 12, welches direkt mit dem Hauptgetriebe 80 mechanisch verbunden ist, übernimmt die Aufgabe, nachdem die Generator/Elektromotoreinheit 73, versorgt mit Energie aus dem Energiespeicher 50, über das Getriebe 13 und das Hauptgetriebe 80, die Zerkleinerungswelle 90/91 auf die vorgegebene und mit dem Abgang des Getriebes 11 nahezu synchrone Drehzahl angetrieben hat, mit dem Schließen der Kupplung 30, eine direkte mechanische Verbindung zwischen dem Verbrennungsmotor 10, über die Getriebe 11, 13 und 80, mit der Welle 90/91 herzustellen.

**[0130]** Da die in der Ausführungsform 110 gegenüber der Ausführungsform 100 eine Generator/Elektromotoreinheit 73 vorgesehen ist, wird diese von einem AC/DC/DC/AC mit elektrischer Energie versorgt. Ansonsten ist die Ausführungsform 110 ausgeführt wie die Ausführungsform 100.

### Ausführungsform 120

**[0131]** Fig. 5 zeigt eine dritte Ausführungsform 120 der erfindungsgemäßen mobilen Abfallzerkleinerungsvorrichtung, die im Aufbau der ersten Ausführungsform 100 ähnlich ist. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen hier die gleichen Komponenten wie in Fig. 3 in der Ausführungsform 100. Im Folgenden werden daher nur die zusätzlichen Komponenten beschrieben.

**[0132]** In dieser Ausführungsform 120 umfasst die mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung wie in der Ausführungsform 100 ein erstes Getriebe 11, ein zweites Ge-

triebe 12, ein Schaltkupplung 30, und das dritte Getriebe 60. Anschließend ist in der Ausführungsform 120 gegenüber der Ausführungsform 100, zusätzlich das stufenlose Getriebe 40 vorgesehen, bei dem also die Übersetzung und somit die Drehzahl am Eingang des Hauptgetriebes 80, und somit an den Wellen 90/91 stufenlos eingestellt werden kann.

**[0133]** Alle anderen Komponenten und die Funktion der Ausführungsform 120 ist mit der Ausführungsform 100 übereinstimmend.

### Ausführungsform 200

**[0134]** Fig. 6 zeigt eine vierte Ausführungsform 200 der erfindungsgemäßen mobilen Abfallzerkleinerungsvorrichtung, analog zur ersten Ausführungsform 100, die jedoch auf einem hydraulischen und nicht elektrischen Antriebskonzept beruht.

**[0135]** Gleiche Bezugszeichen bezeichnen hier die gleichen Komponenten wie in Fig. 3 in der Ausführungsform 100. Im Folgenden werden daher nur die zusätzlichen Komponenten beschrieben.

**[0136]** In dieser Ausführungsform umfasst die mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung 200 eine Zerkleinerungswelle 90/91; einen Verbrennungsmotor 10; eine über das Getriebe 12 mit dem Verbrennungsmotor 100 gekoppelte Hydraulikpumpe 22 zur Umwandlung von mechanischer Energie des Verbrennungsmotors 10 in eine hydraulische Energie; einen Hydraulikspeicher 52 zur Speicherung von durch die Hydraulikpumpe 22 erzeugter hydraulischer Energie; und einen mit dieser hydraulischen Energie versorgten Hydraulikmotor 72, zum Anreiben der wenigstens einen Zerkleinerungswelle 90/90, über die Getriebe 60 und 80, und einer hydrostatischen Regeleinheit 31.

**[0137]** Der Hydraulikspeicher 52 umfasst bevorzugt einen mit Gas gefüllten Druckbehälter, in dem eine Hydraulikflüssigkeit unter Druck gespeichert wird, und bei Druckentlastung hydraulische Energie abgeben kann.

**[0138]** Der Verbrennungsmotor 10 und der Hydraulikmotor 72 sind dabei in einer leistungsverzweigten Hybridanordnung vorgesehen. Die anderen Komponenten der Ausführungsform 200, also außer 22, 31, 72 und 52 sind wie auch in der Funktion identisch, mit der Ausführungsform 100.

### Ausführungsform 210

**[0139]** Fig. 7 zeigt eine fünfte Ausführungsform 210 der erfindungsgemäßen mobilen Abfallzerkleinerungsvorrichtung, analog zur zweiten Ausführungsform 110, die jedoch ebenfalls auf einem hydraulischen und nicht elektrischen Antriebskonzept beruht.

**[0140]** Gleiche Bezugszeichen bezeichnen hier die gleichen Komponenten wie in Fig. 4 in der Ausführungsform 110. Im Folgenden werden daher nur die zusätzlichen Komponenten beschrieben.

**[0141]** Diese beiden Ausführungsformen 110 und 210

unterscheiden sich im Wesentlichen dadurch, dass die Generator/Motor Einheit 73 der Ausführungsform 110, durch eine Hydraulikpumpe/-motor Einheit 23 in der Ausführungsform 210 ersetzt wird.

**[0142]** Dadurch ist auch der Energiespeicher 50 ein hydraulischer Hydraulikspeicher 52. Dadurch ändern sich im Energiespeicherkreis auch analog die Regel- und Steuerungseinheiten 31. Ansonsten ist Ausführungsform 210 bis auf die Hydraulikpumpe-/Mooreinheit 73, identisch mit der Ausführungsform 110, was auch die Komponenten und deren Funktion umfasst.

Ausführungsform 220

**[0143]** Fig. 8 zeigt eine weitere sechste Ausführungsform 220 der erfundungsgemäßen mobilen Abfallzerkleinerungsvorrichtung, analog zur dritten Ausführungsform 120, die jedoch auf einem hydraulischen und nicht elektrischen Antriebskonzept beruht. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen hier die gleichen Komponenten wie in Fig. 5 in der Ausführungsform 120. Im Folgenden werden daher nur die zusätzlichen Komponenten beschrieben.

**[0144]** Diese beiden Ausführungsformen unterscheiden sich im Wesentlichen wieder dadurch, dass der Generator 20 und Elektromotor 70, der Ausführungsform 120, durch die Hydraulikpumpe 22 und den Hydraulikmotor 72 der Ausführungsform 220, ersetzt wird.

**[0145]** Die Ausführungsform 220 enthält wie die Ausführungsform 120, ein stufenloses Getriebe zwischen dem Getriebe 60 und dem Hauptgetriebe 80, jedoch mit einem hydrostatischen und nicht hydraulischen Antriebskonzept.

**[0146]** Die dargestellten Ausführungsformen sind lediglich beispielhaft und der vollständige Umfang der vorliegenden Erfindung wird durch die Ansprüche definiert.

## Patentansprüche

1. Mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung, umfas- 40 send:

wenigstens eine Zerkleinerungswelle; einen Verbrennungsmotor; einen ersten und einen zweiten Antriebsstrang zwischen dem Verbrennungsmotor und der Zerkleinerungswelle; wenigstens einen mit dem Verbrennungsmotor gekoppelten Energiewandler im ersten Antriebsstrang zur Umwandlung von mechanischer Energie des Verbrennungsmotors in speicherbare Energie; wenigstens einen mit der speicherbaren Energie versorgten Zusatzmotor im ersten Antriebsstrang zum Einbringen von mechanischer Energie in den ersten Antriebsstrang; und einen Energiespeicher zum Speichern wenigstens eines Teils der speicherbaren Energie und

zur wenigstens teilweisen Versorgung des wenigstens einen Zusatzmotors mit der speicherbaren Energie, insbesondere zum Speichern von speicherbarer Energie bei Leistungsbedarfstälern und zur Abgabe von Energie bei Leistungsbedarfsspitzen.

2. Mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der zweite Antriebsstrang eine Kupplung zur Kopplung des Verbrennungsmotors mit der wenigstens einen Zerkleinerungswelle und/oder ein Hauptgetriebe an der wenigstens einen Zerkleinerungswelle und/oder ein stufenloses Getriebe zur Drehzahländerung der wenigstens einen Zerkleinerungswelle umfasst.
3. Mobile Abfallzerkleinerungseinrichtung nach Anspruch 1 und 2, wobei im zweiten Antriebsstrang ein erstes Getriebe zur Anpassung des Verhältnisses der Drehzahl des Verbrennungsmotors und der Drehzahl der wenigstens einen Zerkleinerungswelle vorgesehen ist.
4. Mobile Abfallzerkleinerungseinrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, wobei im ersten Antriebsstrang ein zweites Getriebe zur Anpassung des Verhältnisses der Drehzahl des Verbrennungsmotors und/oder ersten Getriebes und der Drehzahl des Energiewandlers vorgesehen ist.
5. Mobile Abfallzerkleinerungseinrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 4, wobei im ersten Antriebsstrang ein drittes Getriebe zur Anpassung des Verhältnisses der Drehzahl des Verbrennungsmotors und/oder ersten Getriebes und der Drehzahl des Zusatzmotors vorgesehen ist.
6. Mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung nach Anspruch 1 bis 5, wobei der wenigstens eine Energiewandler und der wenigstes eine Zusatzmotor wenigstens eine Energiewandler/Motor-Einheit bilden.
7. Mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei die wenigstens eine Energiewandler/Motor-Einheit über ein Getriebe an den zweiten Antriebsstrang gekoppelt ist.
8. Mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung nach Anspruch 1 bis 5, wobei der wenigstens eine Energiewandler und der wenigstens eine Zusatzmotor separate Einheiten bilden, die über jeweils ein Getriebe an den zweiten Antriebsstrang gekoppelt sind.
9. Mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der wenigstens eine Energiewandler wenigstens einen Generator und der wenigstens eine Zusatzmotor einen Elektromotor umfasst bzw. wobei die wenigstens eine Ener-

- giewandler/Motor-Einheit wenigstens eine Generator/Elektromotor-Einheit umfasst.
10. Mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung nach Anspruch 9, weiterhin umfassend:  
 wenigstens einen AC/DC-Wandler zum Umwandeln von Wechselstrom von dem wenigstens einen Generator in Gleichstrom, einen DC/AC-Wandler zum Umwandeln von Gleichstrom in Wechselstrom für den wenigstens einen Elektromotor, und einen zwischen dem AC/DC-Wandler und dem DC/AC-Wandler angeordneten Zwischenkreis mit einem Energie-  
 managementmodul zur Ankopplung des Energiespeichers, wobei jeder Elektromotor ein Wechselstrommotor ist.
11. Mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 10, wobei der Energiespeicher wenigstens einen elektrischen Energiespeicher und/oder einen mechanischen Energiespeicher umfasst, wobei der elektrische Energiespeicher insbesondere eine wiederaufladbare Batterie und/oder einen Kondensator und/oder einen supraleitender magnetischer Energiespeicher, und/oder eine statische unterbrechungsfreier Stromversorgung, USV, umfasst und/oder wobei der mechanische Energiespeicher insbesondere eine dynamische USV und/oder einen Schwungmassespeicher und/oder einen Schwunggradspeicher umfasst, wobei im Falle eines mechanischen Energiespeichers vorzugsweise eine Wandlereinrichtung zum Wandeln von elektrischer in mechanische und von mechanischer in elektrische Energie vorgesehen ist.
12. Mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der wenigstens eine Energiewandler wenigstens eine Hydraulikpumpe und der wenigstens eine Zusatzmotor einen Hydraulikmotor umfasst bzw. wobei die wenigstens eine Energiewandler/Motor-Einheit wenigstens eine Hydraulikpumpe/Hydraulikmotor-Einheit umfasst, wobei vorzugsweise weiterhin eine hydrostatische Regeleinheit vorgesehen ist.
13. Mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung nach Anspruch 12, wobei der Energiespeicher wenigstens einen Hydraulikspeicher umfasst, wobei der Hydraulikspeicher insbesondere einen gasgefüllten Druckbehälter umfasst, vorzugsweise einen Membranspeicher und/oder einen Blasenspeicher und/oder einen Kolbenspeicher und/oder einen Metallbalgspeicher und/oder einen Federspeicher.
14. Mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei mehrere Zerkleinerungswellen vorgesehen sind, insbesondere zwei,  
 wenigstens einen AC/DC-Wandler zum Umwandeln von Wechselstrom von dem wenigstens einen Generator in Gleichstrom, einen DC/AC-Wandler zum Umwandeln von Gleichstrom in Wechselstrom für den wenigstens einen Elektromotor, und einen zwischen dem AC/DC-Wandler und dem DC/AC-Wandler angeordneten Zwischenkreis mit einem Energie-  
 managementmodul zur Ankopplung des Energiespeichers, wobei jeder Elektromotor ein Wechselstrommotor ist.
15. Mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei eine zusätzliche Einrichtung zum Aufladen des Energiespeichers vorgesehen ist.
16. Mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, weiterhin eine Steuereinheit umfassend, wobei die Steuereinheit dazu ausgebildet ist, die mobile Abfallzerkleinerungsvorrichtung so zu steuern, dass bei einem Startvorgang und bei geöffneter Kupplung der Zusatzmotor bzw. die Energiewandler/Motor-Einheit mittels Energiezufuhr aus dem Energiespeicher die wenigstens eine Zerkleinerungswelle antreibt, bis eine synchrone Drehzahl zum ersten Getriebe erreicht ist, woraufhin die Kupplung geschlossen wird und vorzugsweise die Energiezufuhr aus dem Energiespeicher gestoppt wird; oder bei einem Startvorgang und bei geschlossener Kupplung der Zusatzmotor bzw. die Energiewandler/Motor-Einheit mittels Energiezufuhr aus dem Energiespeicher der Verbrennungsmotor gestartet wird und die wenigstens eine Zerkleinerungswelle antreibt und vorzugsweise anschließend die Energiezufuhr aus dem Energiespeicher gestoppt wird; und/oder wenn das erforderliche Drehmoment für die Zerkleinerung zunimmt und somit die Drehzahl des Verbrennungsmotors unter einen Minimalwert fällt, dann wird die wenigstens eine Zerkleinerungswelle unter Energiezufuhr aus dem Energiespeicher mit dem Zusatzmotor bzw. der Energiewandler/Motor-Einheit angetrieben; und/oder wenn das bereitgestellte Drehmoment weiterhin nicht ausreicht oder wenn es zu einer Blockade der wenigstens einen Zerkleinerungswelle kommt, dann wird die Kupplung geöffnet und auch die weitere Leistungszufuhr über den Zusatzmotor bzw. die Energiewandler/Motor-Einheit gestoppt; und/oder ein Reversivorgang der Wellen bei geöffneter Kupplung und umgekehrter Drehrichtung der wenigstens einen Zerkleinerungswelle mit dem Zusatzmotor bzw. der Energiewandler/Motor-Einheit unter Energiezufuhr aus dem Energiespeicher durchgeführt wird; und/oder wenn die mögliche Leistung des Verbrennungsmotors für den direkten Antrieb der wenigstens einen Zerkleinerungswelle nicht vollständig benötigt wird, dann wird der Energiespeicher über den Energiewandler bzw. die Energiewandler/Motor-Einheit aufgeladen.

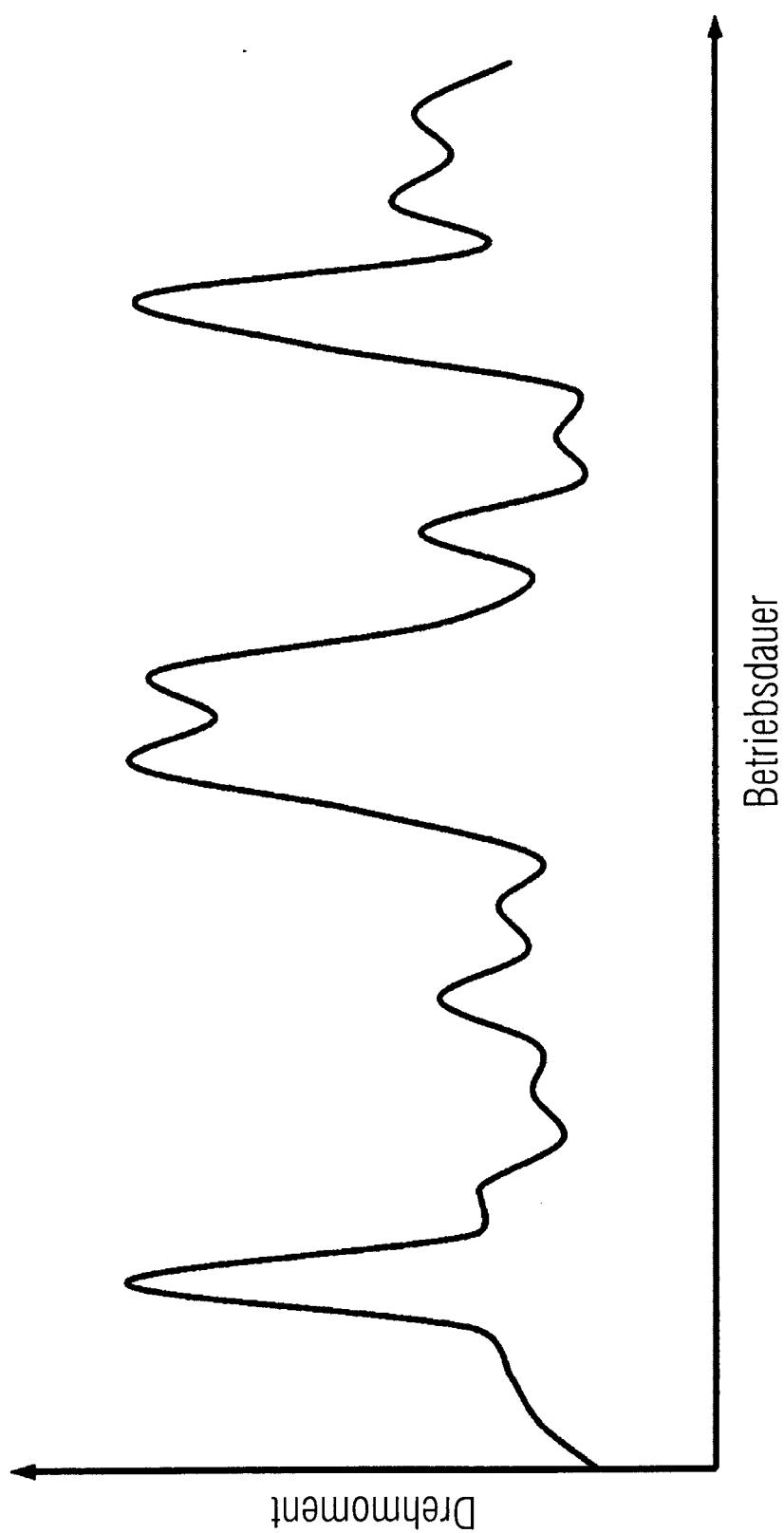


FIG. 1

## Zerkleinerer Antrieb mit Parallelhybrid

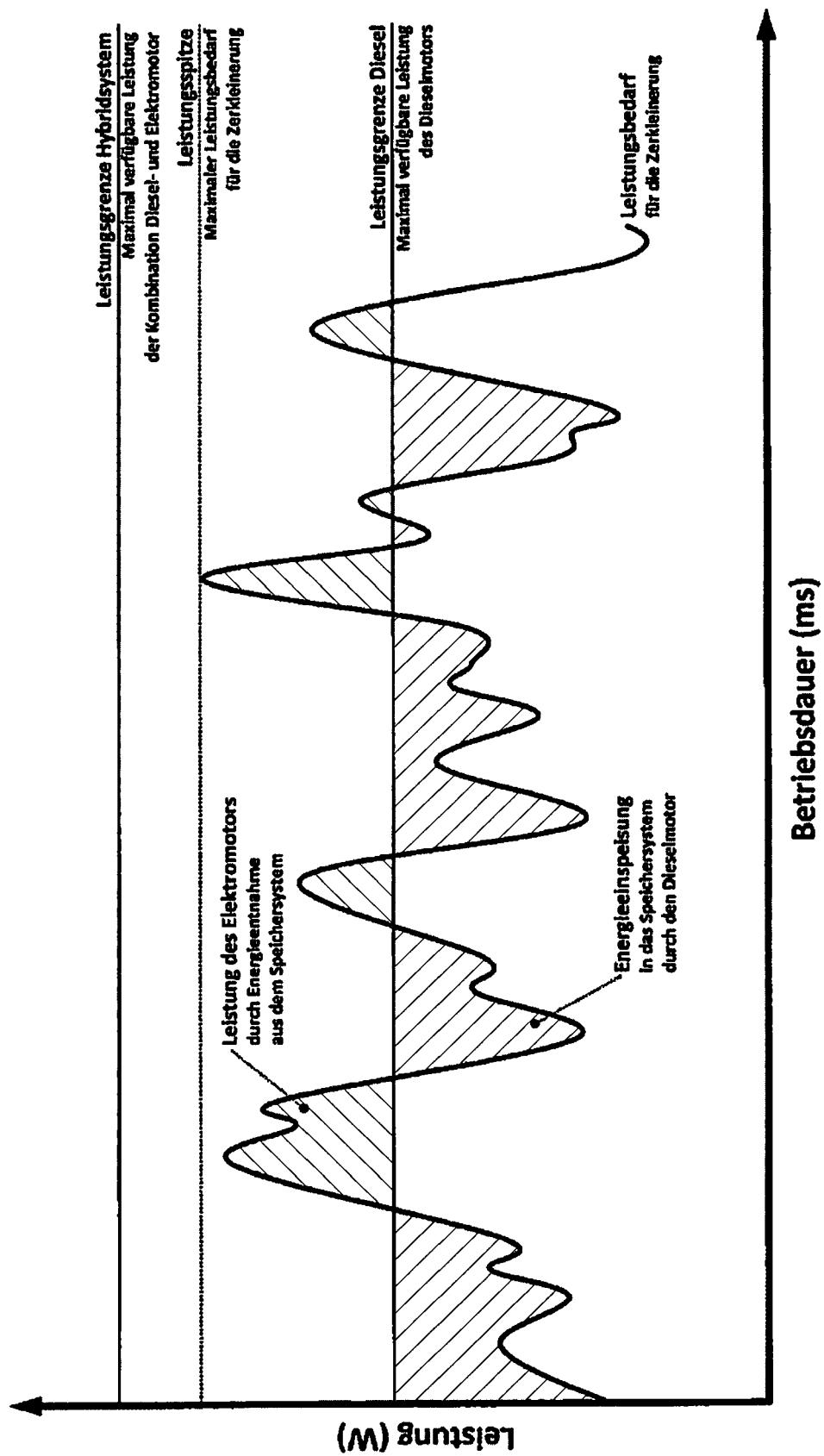


FIG. 2

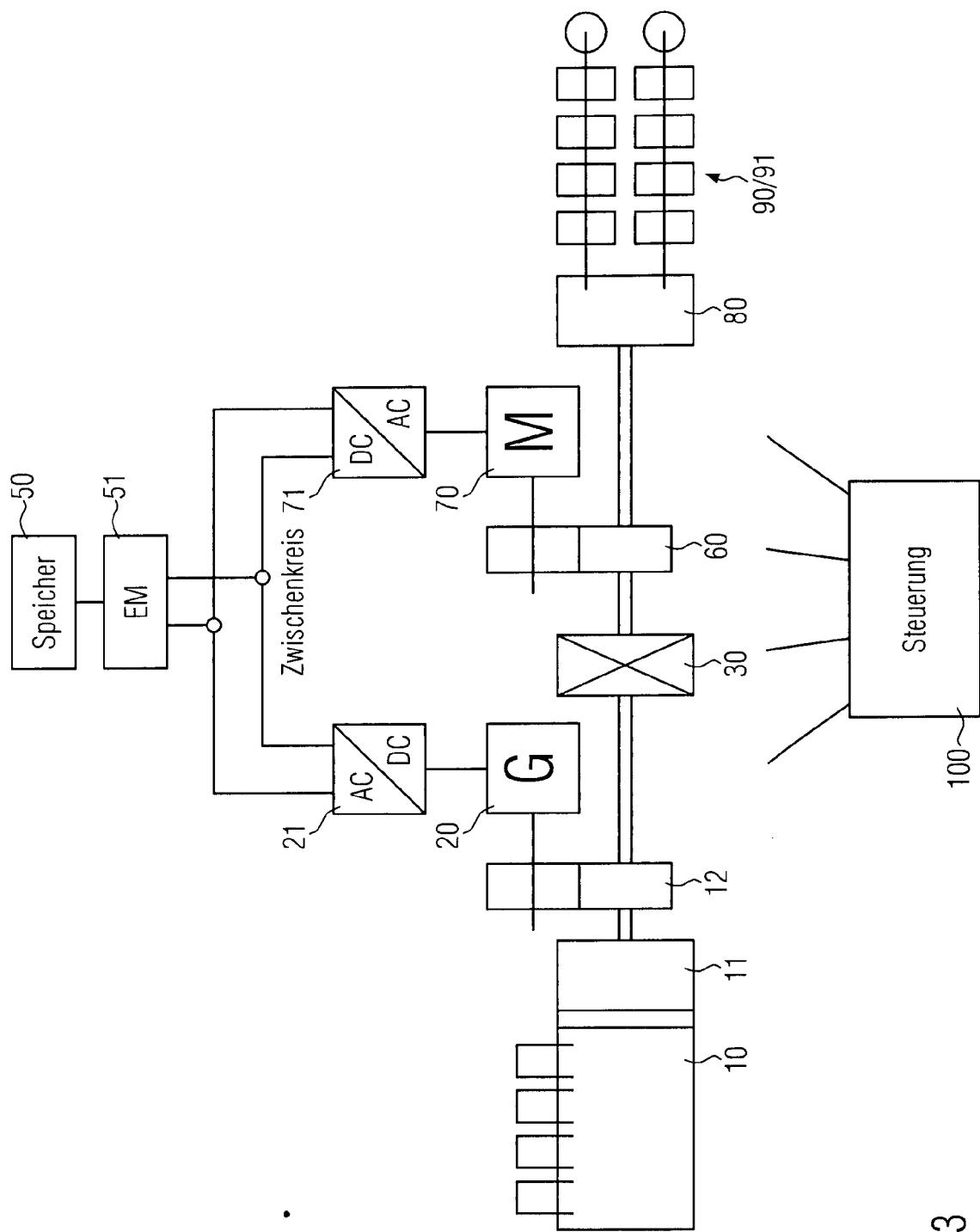


FIG. 3

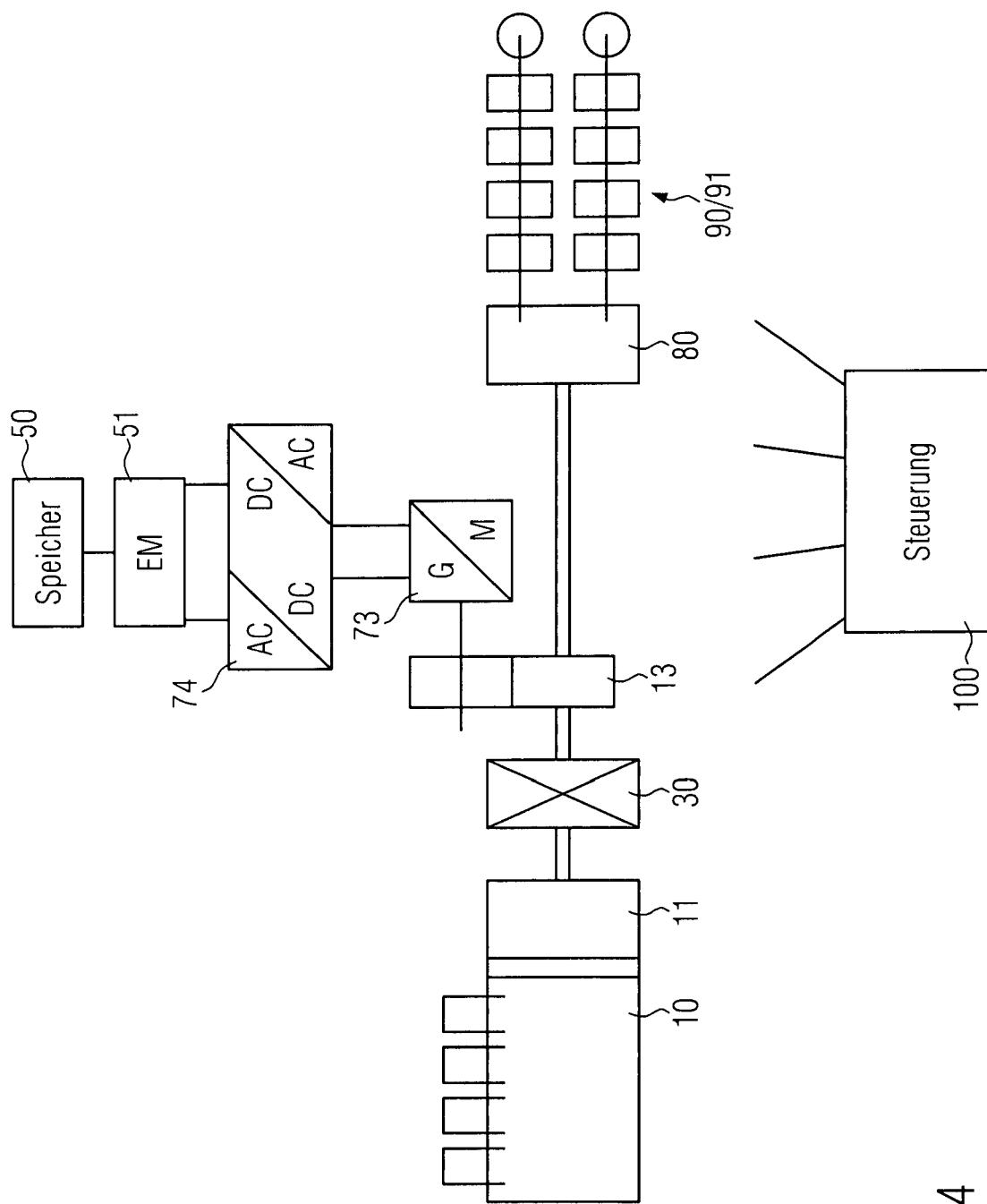


FIG. 4

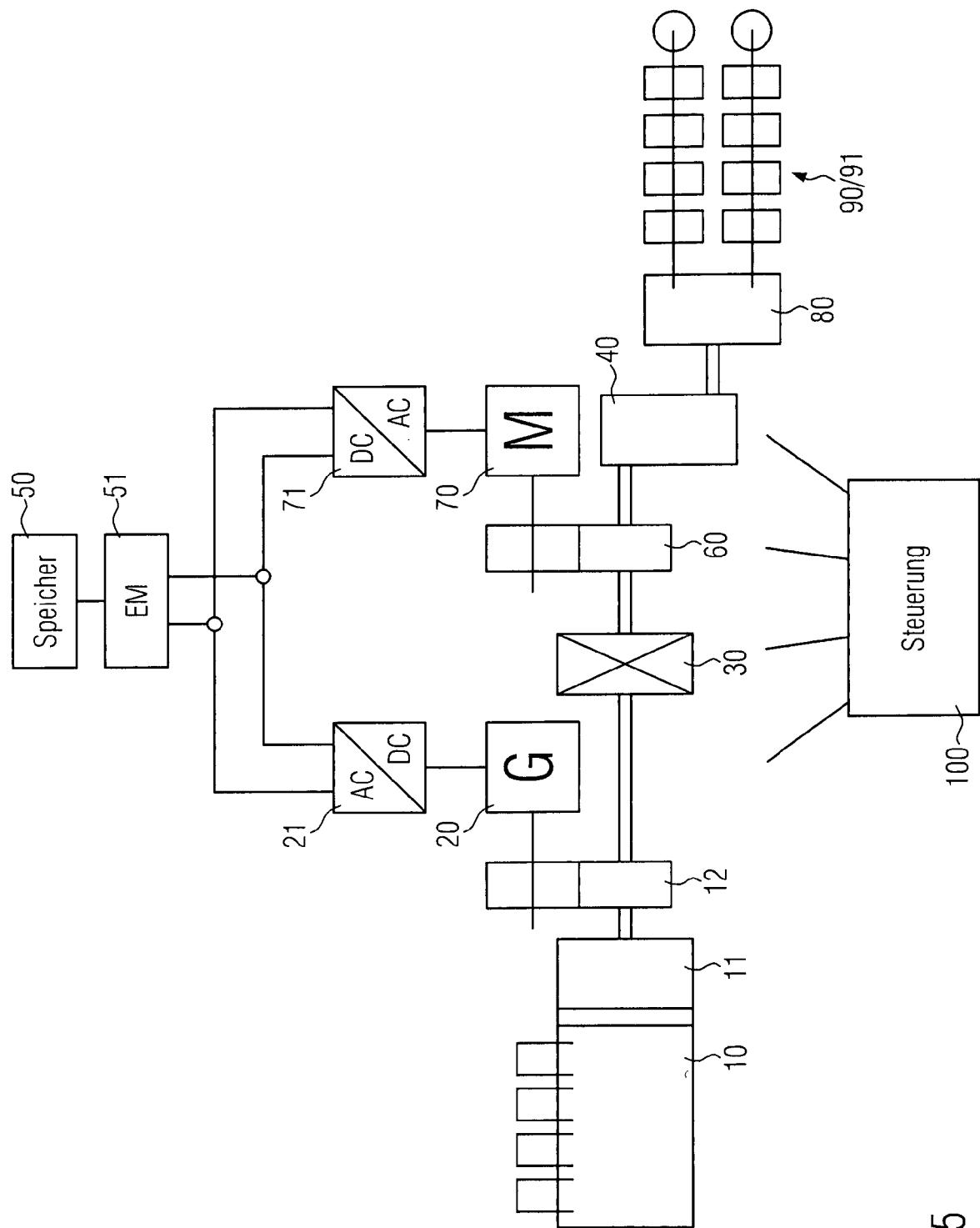


FIG. 5

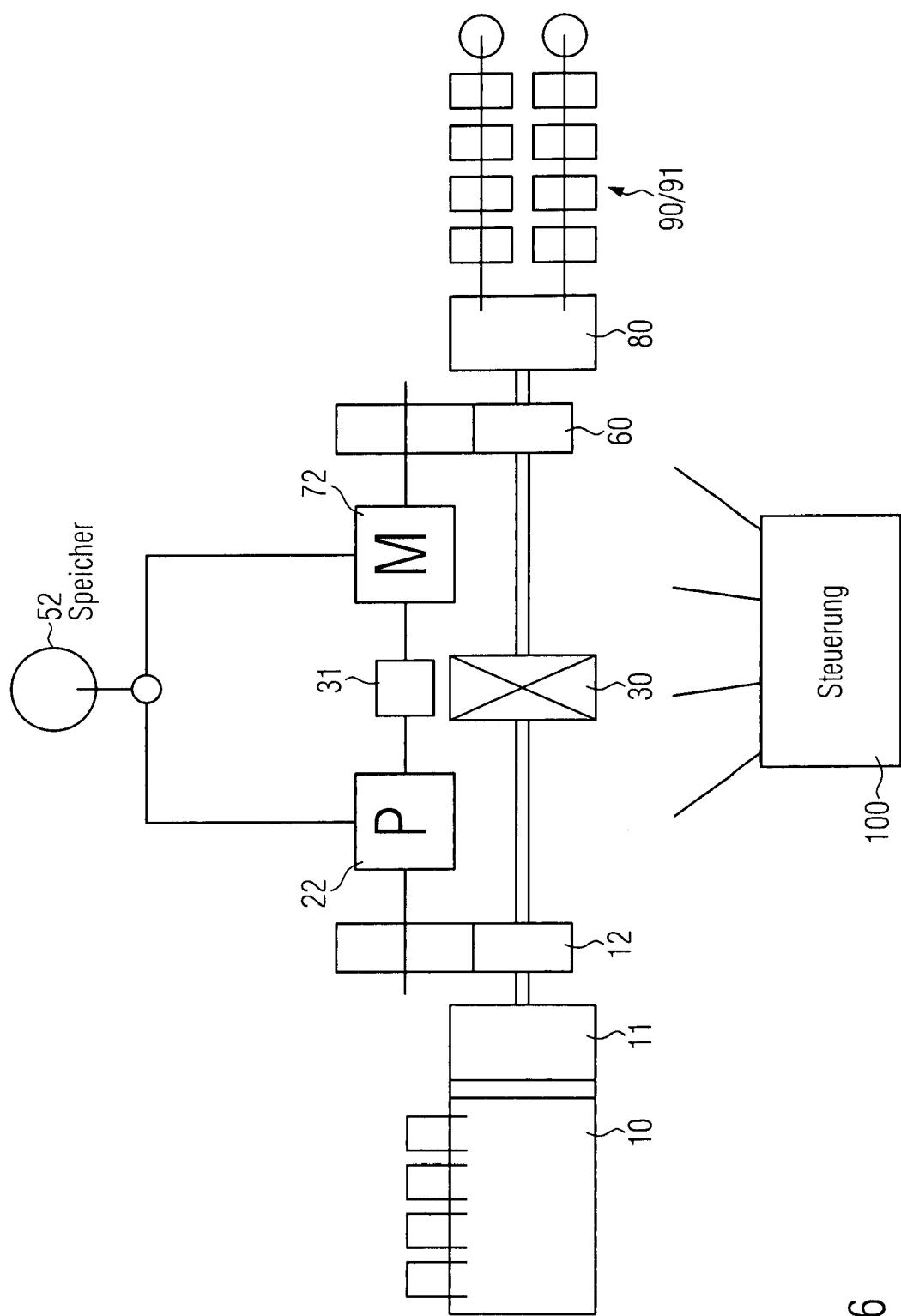


FIG. 6

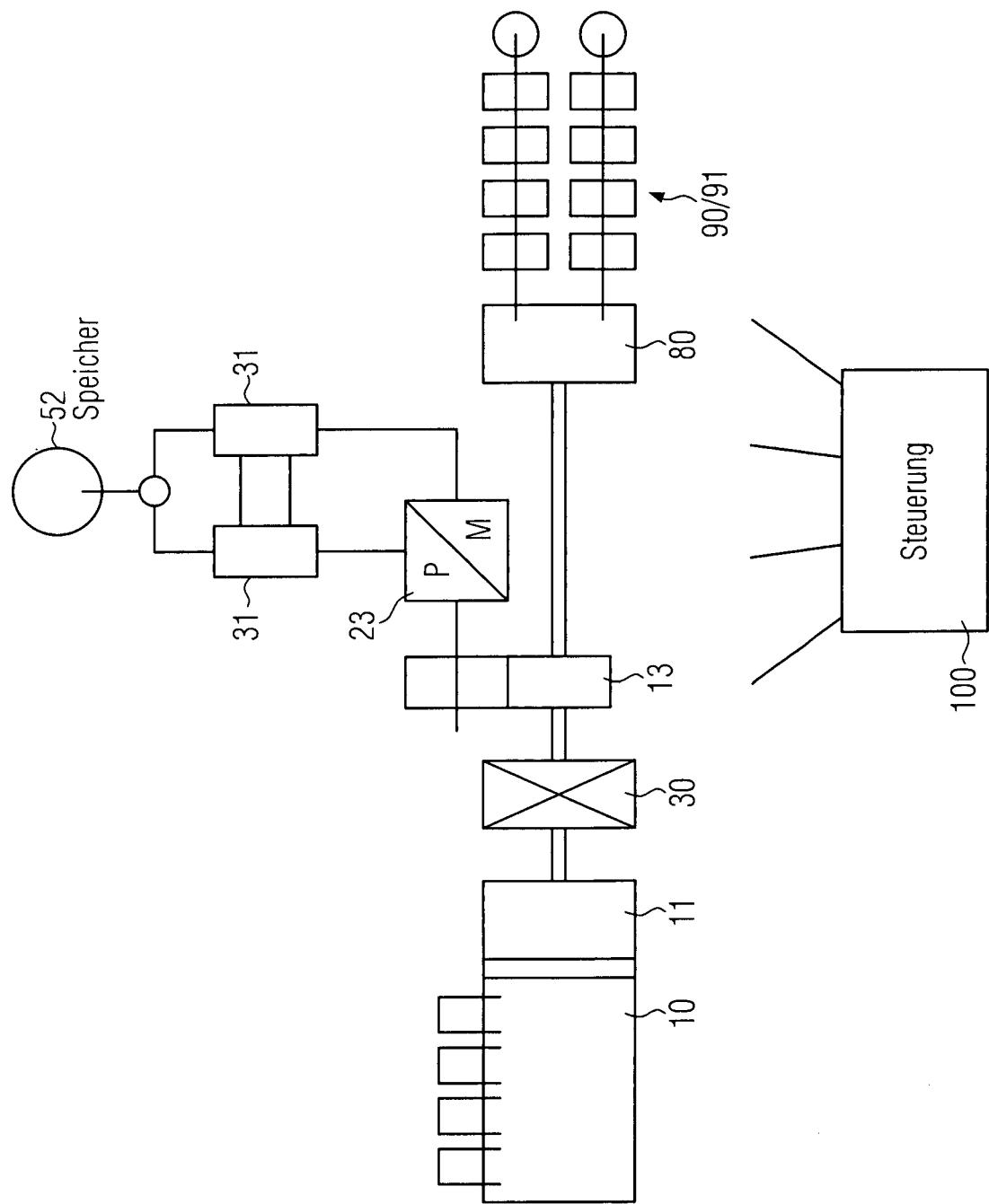


FIG. 7

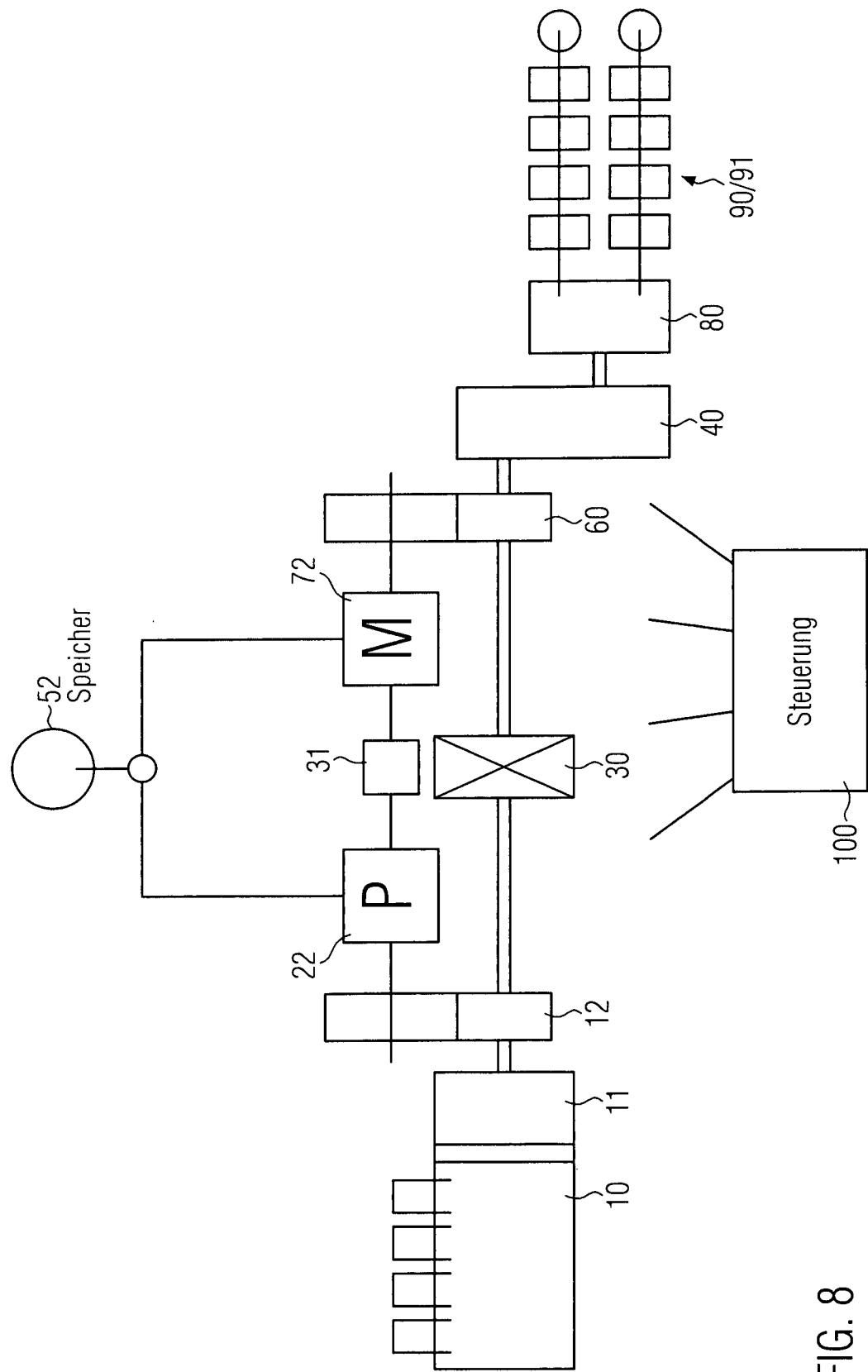


FIG. 8



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 16 17 2388

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 X	US 2012/234949 A1 (MOREY MICHAEL BOYD [US]) 20. September 2012 (2012-09-20) * Absätze [0060] - [0102]; Abbildungen * -----	1-12, 14, 15	INV. B02C4/42 B02C13/30 B02C18/24 B02C18/14
15 A	US 2011/240778 A1 (YAMAMOTO DAVID [CA] ET AL) 6. Oktober 2011 (2011-10-06) * Abbildungen *	1-16	
20 A	US 2013/313351 A1 (BEAM III DENNIS A [US]) 28. November 2013 (2013-11-28) * Abbildungen *	1-16	
25 A	WO 2014/039603 A1 (NEWTON ENGINE CORP [US]) 13. März 2014 (2014-03-13) * Abbildungen *	1-16	
30			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
35			B02C
40			
45			
50 1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 22. November 2016	Prüfer Kopacz, Ireneusz
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 17 2388

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten  
Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-11-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2012234949 A1	20-09-2012	EP 2614705 A1 US 2012234949 A1	17-07-2013 20-09-2012
15	US 2011240778 A1	06-10-2011	KEINE	
	US 2013313351 A1	28-11-2013	KEINE	
20	WO 2014039603 A1	13-03-2014	KEINE	
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82