



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 008 513.0**

(22) Anmeldetag: **11.02.2009**

(43) Offenlegungstag: **12.08.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B60L 11/12** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Li-Tec Battery GmbH, 01917 Kamenz, DE**

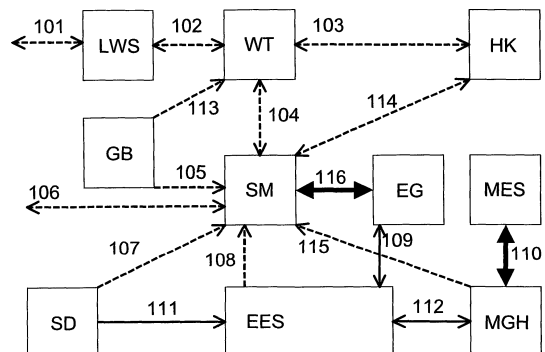
(74) Vertreter:  
**Wallinger Ricker Schlotter Foerstl, 80331 München**

(72) Erfinder:  
**Lachenmeier, Walter, Dr., 53757 Sankt Augustin, DE; Schäfer, Tim, 99762 Niedersachswerfen, DE; Gutsch, Andreas, Dr., 59348 Lüdinghausen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Anordnung und Verfahren zur Energieversorgung motorisierter Fahrzeuge**

(57) Zusammenfassung: Zur Energieversorgung motorisierter Fahrzeuge ist eine Wärmekraftmaschine (SM) vorgesehen, die im Fahrzeug anfallende Wärme (106, 107, 108, 114) wenigstens teilweise in Bewegungsenergie des Fahrzeugs umwandelt und andere Teile dieser Verlustwärme einem Wärmespeicher (LWS) zuführt. Ein optionaler mechanischer Energiespeicher (MES) kann Bewegungsenergie von einem Fahrzeugmotor (MGH) abnehmen, diese Energie speichern und sie bei Bedarf wieder an einen Fahrzeugmotor (MGH) abgeben.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Anordnung und ein Verfahren zur Energieversorgung motorisierter Fahrzeuge.

**[0002]** Die Schonung der Weltenergiereserven und ein sparsamer Umgang mit Energie ist heute in allen Bereichen des täglichen Lebens und seiner technischen Unterstützung aus ökologischen und ökonomischen Gründen ein wichtiges Ziel. Wegen der großen Verbreitung motorisierter Fahrzeuge, ihrer großen Bedeutung für unsere Mobilität und der damit verbundenen beträchtlichen Energieumsätze ist der schonende und sparsame Einsatz von Energie gerade bei motorisierten Fahrzeugen von besonderer Bedeutung.

**[0003]** Dies zeigt sich insbesondere auch bei Elektrofahrzeugen. Die noch geringe spezifische Ladekapazität heute verfügbarer Batterien zur Speicherung elektrischer Energie begrenzt beispielsweise die Reichweite von Elektrofahrzeugen und ist ein Grund für die geringe Verbreitung dieser Fahrzeuge. Klimatisierung und Heizung eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs sind nur begrenzt möglich, weil damit eine weitere wesentliche Beschränkung der Reichweite verbunden wäre. Der Markt für Elektrofahrzeuge, die nicht den gewohnten Insassenkomfort bieten, ist heute noch ohne Bedeutung. Angesichts der Tatsache, dass die Preise für Kraftstoffe in den nächsten Jahren weiter steigen werden, ist dennoch davon auszugehen, dass Elektrofahrzeuge bereits in den nächsten zehn Jahren einen nennenswerten Marktanteil erreichen werden, wenn praktikable Lösungen für die Beheizung und Klimatisierung und damit ein akzeptabler Insassenkomfort angeboten werden.

**[0004]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung und ein Verfahren zur Energieversorgung motorisierter Fahrzeuge anzugeben, die diese Zielsetzung mit fortschrittlichen technischen Konzepten unterstützt. Diese Aufgabe wird durch eine Anordnung und durch ein Verfahren nach einem der unabhängigen Ansprüche gelöst.

**[0005]** Die Erfindung sieht eine Anordnung und ein Verfahren zur Energieversorgung motorisierter Fahrzeuge vor, bei der eine Wärmekraftmaschine die im Fahrzeug anfallende Wärme wenigstens teilweise in Bewegungsenergie des Fahrzeugs umwandelt und andere Teile dieser Wärme einem Wärmespeicher zuführt.

**[0006]** Im Zusammenhang mit der Beschreibung der vorliegenden Erfindung verwendete Begriffe werden im Folgenden definiert und erläutert.

**[0007]** Unter einem motorisierten Fahrzeug im Sinne der vorliegenden Erfindung sollen Fahrzeuge aller

Art verstanden werden, die ihre Bewegungsenergie wenigstens teilweise aus einem Motor beziehen, der einer (sogenannten) Energiequelle (die wegen des Energieerhaltungssatzes physikalisch korrekt eigentlich als Energiespeicher zu bezeichnen wäre) Energie entnimmt und diese wenigstens teilweise in Bewegungsenergie des Fahrzeugs umwandelt. Typische Beispiele solcher motorisierten Fahrzeuge sind unter anderem Kraftfahrzeuge für den Straßenverkehr, Lokomotiven, Schiffe und Flugzeuge. Als Motoren kommen insbesondere aber nicht ausschließlich Verbrennungsmotoren, Elektromotoren und Kombinationen aus solchen Antriebsaggregaten, sogenannte Hybridantriebe, in Betracht.

**[0008]** Unter einer Wärmekraftmaschine im Sinne der vorliegenden Erfindung ist eine Einrichtung zur wenigstens teilweisen Umwandlung von Wärme, also mikroskopischer Bewegungsenergie, in makroskopische Bewegungsenergie oder in potentielle Energie zu verstehen, die Energie auch in umgekehrter Richtung umwandeln kann, die also potentielle Energie oder makroskopische Bewegungsenergie dazu verwendet, auf einem niederen Temperaturniveau anfallende Wärme auf einem höheren Temperaturniveau verfügbar zu machen. Wegen der allgemein bekannten Gesetze der Thermodynamik kann dies in der ersten Richtung nur teilweise gelingen; in der anderen Richtung ist makroskopische Energie, beispielsweise die in einem Kondensator gespeicherte potentielle elektrische Energie oder Teile der Bewegungsenergie eines Fahrzeugs, aufzuwenden, um Wärme auf ein höheres Temperaturniveau zu pumpen.

**[0009]** Die vorliegende Erfindung macht sich die Existenz solcher Wärmekraftmaschinen zunutze und ist nicht auf einen bestimmten Typus solcher Wärmekraftmaschinen beschränkt. Ein wichtiges Beispiel für eine solche Wärmekraftmaschine bildet die Klasse von Wärmekraftmaschinen, die allgemein als Stirling Motoren bezeichnet werden. Diese Maschinen haben den Vorteil, dass sie von der Wahl eines speziellen Prozesses für die Wärmeerzeugung weitgehend unabhängig sind und deshalb mit Wärmereservoirs und Wärmequellen der unterschiedlichsten Art realisiert werden können. Die Erfindung ist jedoch nicht auf Stirling Motoren oder andere bekannte Wärmekraftmaschinen beschränkt; sie kann grundsätzlich auch mit noch zu entwickelnden Wärmekraftmaschinen realisiert werden.

**[0010]** Unter im Fahrzeug anfallender Wärme im Sinne der vorliegenden Erfindung soll jede Art von Wärme verstanden werden, die im oder am Fahrzeug anfällt. Dabei kann es sich insbesondere um Verlustwärme, also um die Abwärme jeder Art von Energieverbrauchern oder Energiewandlern im Fahrzeug handeln, aber auch um Wärme, die durch eine Thermalisierung einfallender Strahlung entsteht, also ins-

besondere durch die Aufheizung des Fahrzeuginnenraums, der Fahrzeugoberflächen oder auf den Oberflächen angebrachter Kollektoren.

**[0011]** Unter einem Wärmespeicher im Sinne der vorliegenden Erfindung soll jede Einrichtung verstanden werden, die Wärmeenergie aufnehmen, speichern und bei Bedarf wieder abgeben kann. Insbesondere kann es sich um sogenannte Latentwärmespeicher handeln, die auf dem Prinzip der latenten Wärme eines Phasenübergangs, meistens eines Phasenübergangs erster Ordnung, basieren. Einem ähnlichen Prinzip folgt die Ausnutzung der Enthalpie reversibler chemischer Reaktionen, so z. B. von auf Chemisorption beruhenden Absorptions- und Desorptionsprozessen. Das geschieht in sogenannten thermochemischen Wärmespeichern, die eine noch höhere Energiedichte ermöglichen.

**[0012]** Unter der Bewegungsenergie (kinetischer Energie) des Fahrzeugs im Sinne der vorliegenden Erfindung soll jede Form von makroskopischer Bewegungsenergie verstanden werden, die dem Fahrzeug entnommen werden könnte. Dazu gehören insbesondere die Bewegungsenergie des Fahrzeugs im engeren Sinne, also alle Formen der Bewegungsenergie, die der Bewegung des Fahrzeugs im Raum zuzuordnen sind, im weiteren Sinne aber auch solche Formen der Bewegungsenergie, die mit der Bewegung von Fahrzeugteilen (Motor, Räder, etc.) zusammenhängen. Unter makroskopischer Energie ist dabei jede Form von Energie zu verstehen, die nicht mit der Anregung mikroskopischer (insbesondere molekularer) Freiheitsgrade verbunden ist, und die daher im Prinzip – also ohne Verletzung thermodynamischer Grundgesetze – vollständig in andere makroskopische Energieformen umgewandelt werden kann.

**[0013]** Unter einem mechanischen Energiespeicher im Sinne der vorliegenden Erfindung soll jede Form eines Energiespeichers verstanden werden, in dem Energie in mechanischer Weise, also durch Anregung makroskopischer Freiheitsgrade, wie insbesondere der Rotation, der Vibration oder der reversiblen, beispielsweise elastischen, Deformation makroskopischer Körper reversibel gespeichert werden kann. Wichtige Beispiele für solche Speicher sind Schwungräder oder Torsionsfederspeicher. Alle mechanischen Energiespeicher können makroskopische Bewegungsenergie reversibel in der Form makroskopischer Bewegungs- oder potentieller Energie ohne Umwandlung in andere, beispielsweise chemische oder elektrische Energieformen speichern.

**[0014]** Unter einem elektrochemischen Energiespeicher im Sinne der vorliegenden Erfindung sollen alle Formen sogenannter galvanischer Zellen verstanden werden. Diese werden umgangssprachlich häufig als Batterien oder Akkumulatoren bezeichnet; sie speichern elektrische Energie in chemischer

Form und geben sie bei Bedarf wieder in Form elektrischer Energie ab. Wichtige Beispiele sind Lithium-Ionen-Batterien. Diese und einige andere elektrochemische Energiespeicher zeichnen sich durch einen hohen Grad an Reversibilität aus.

**[0015]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung bilden den Gegenstand von Unteransprüchen.

**[0016]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele und mit Hilfe von Figuren näher beschrieben. Dabei zeigt

**[0017]** [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Anordnung anhand eines bevorzugten ersten Ausführungsbeispiels;

**[0018]** [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Anordnung anhand eines bevorzugten zweiten Ausführungsbeispiels;

**[0019]** [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Anordnung anhand eines bevorzugten dritten Ausführungsbeispiels;

**[0020]** [Fig. 4](#) eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Anordnung anhand eines bevorzugten vierten Ausführungsbeispiels;

**[0021]** [Fig. 5](#) eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Anordnung anhand eines bevorzugten fünften Ausführungsbeispiels;

**[0022]** Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, ist in der erfindungsgemäßen Anordnung zur Energieversorgung motorisierter Fahrzeuge eine Wärmekraftmaschine SM vorgesehen, die im Fahrzeug anfallende Wärme **106**, **107**, **108**, **114** wenigstens teilweise in Bewegungsenergie des Fahrzeugs umwandelt und andere Teile dieser Wärme einem Wärmespeicher LWS zuführt. Eine Wärmekraftmaschine ist eine Maschine, die Wärmeenergie (kurz auch Wärme) in mechanische Energie in einem Kreisprozess umwandelt. Sie nutzt dabei das Bestreben der Wärme aus, von Gebieten mit höheren zu solchen mit niedrigeren Temperaturen zu fließen. Eine Maschine, die unter Einsatz mechanischer Energie Wärmeenergie von einem niedrigeren Temperaturniveau auf ein höheres transportiert, wird als Kraftwärmemaschine, Wärmepumpe oder Kältemaschine bezeichnet.

**[0023]** Wärmekraftmaschinen nutzen "rechtslaufende" Kreisprozesse, bei denen die geschlossene Kurve etwa im T-S oder p-v-Diagramm im Sinne "oben nach rechts, unten nach links" durchlaufen wird. Wärmepumpen nutzen "linkslaufende" Kreisprozesse. Ein wichtiges Beispiel für eine Wärmekraftmaschine ist neben dem in Straßenfahrzeugen sehr verbreiteten Verbrennungsmotor die Stirling-Maschine, die als Stirling-Motor bezeichnet wird.

**[0024]** Der Stirlingmotor ist eine Wärmekraftmaschine, in der ein abgeschlossenes Arbeitsgas wie Luft oder Helium von außen an zwei verschiedenen Bereichen abwechselnd erhitzt und gekühlt wird, um mechanische Energie zu erzeugen. Der Stirlingmotor arbeitet nach dem Prinzip eines geschlossenen Kreisprozesses und ist ein Beispiel für die Energieumwandlung von einer schlecht nutzbaren Energieform (thermische Energie, Wärmeenergie, mikroskopische Bewegungsenergie) in die besser einsetzbare Energieform der mechanischen Energie. Der Stirlingmotor kann mit einer beliebigen externen Wärme-(oder Kälte)quelle betrieben werden. Es gibt Modelle, die bereits bei Anfassen durch die Wärme der menschlichen Hand in Gang kommen.

**[0025]** Als Arbeitsmedium wird bei einigen Stirling-Motoren Helium eingesetzt. Dieses wird in einem geschlossenen Kreislauf zyklisch von zwei Kolben (Arbeits- und Verdrängerkolben) zwischen einer heißen Stelle (Erhitzer) und einer kalten Stelle (Kühler) hin- und hergeschoben. Das aufgeheizte Gas dehnt sich aus, das abgekühlte zieht sich zusammen. Hierdurch steigt der Druck im Helium. Dieser Gasdruck wirkt über den Arbeitskolben auf den Kurbeltrieb. Die mechanische Energie kann durch Elektrogenatoren in elektrische Energie umgewandelt werden. Diese Elektrogenatoren können auch als Elektromotoren arbeiten, und in dieser Betriebsart die Stirling-Maschine antreiben, die dann als Wärmepumpe arbeiten kann.

**[0026]** Zwischen dem Erhitzerkopf und dem Kühler befindet sich der Regenerator, der dem Gas auf seinem Weg von der heißen zur kalten Seite Wärme entzieht und beim Rückströmen wieder zuführt.

**[0027]** Gemäß dem in [Fig. 1](#) dargestellten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung sieht die erfindungsgemäße Anordnung außerdem vor, dass das Fahrzeug zumindest auch von einem Elektromotor NGH angetrieben wird, und dass die Wärmekraftmaschine SM einen elektrischen Generator EG antreibt, wobei die von diesem Generator erzeugte elektrische Energie **109** wenigstens teilweise für den elektrischen Antrieb des Fahrzeugs verwendet wird.

**[0028]** Das in [Fig. 1](#) dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung sieht ferner einen mechanischen Energiespeicher LWS vor, der so eingerichtet ist, dass er Bewegungsenergie von einem Fahrzeugmotor MGH abnehmen kann, diese Energie speichern und sie bei Bedarf wieder an einen Fahrzeugmotor MGH abgeben kann. Schließlich sieht das in [Fig. 1](#) dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung auch einen elektrochemischen Energiespeicher EES vor, der so eingerichtet ist, dass er elektrische Energie **109**, **112** von einem Fahrzeugmotor MGH oder von der Wärmekraftmaschine SM abnehmen, diese Energie spei-

chern und sie bei Bedarf wieder an einen Fahrzeugmotor MGH oder an die Wärmekraftmaschine SM abgeben kann.

**[0029]** In sämtlichen Figuren bezeichnen Pfeile mit gestrichelten Linien **101**, **102**, **103**, **104**, **105**, **106**, **107**, **108**, **113**, **114**, **115**, **201**, **202**, **203**, **204**, **205**, **206**, **207**, **208**, **213**, **214**, **215**, **301**, **302**, **303**, **304**, **305**, **306**, **307**, **308**, **313**, **314**, **315**, **401**, **402**, **403**, **404**, **406**, **407**, **408**, **414**, **415**, **501**, **502**, **504**, **505**, **506**, **507**, **508**, **513**, **515** einen Austausch von Wärme, während Pfeile mit durchgezogenen Linien einen Austausch makroskopischer („mechanischer“) Bewegungsenergie oder elektrischer Energie bezeichnen. Dabei bezeichnen Pfeile **109**, **209**, **309**, **409**, **509**, **112**, **212**, **312**, **412**, **512** mit dünneren durchgezogenen Linien den Austausch elektrischer Energie, wogegen Pfeile **110**, **116**, **210**, **216**, **217**, **310**, **410**, **510** mit dickeren durchgezogenen Linien den Austausch mechanischer Energie bezeichnen. So bezeichnet beispielsweise der Doppelpfeil **116** in [Fig. 1](#) den Austausch mechanischer Energie zwischen der Wärmekraftmaschine SM und dem elektrischen Generator EG.

**[0030]** Der elektrische Generator EG kann dabei direkt oder über ein Getriebe mechanisch an die Wärmekraftmaschine SM gekoppelt sein. In ähnlicher Weise bezeichnet der Doppelpfeil **110** in [Fig. 1](#) eine mechanische Kopplung des Fahrzeugmotors MGH an den mechanischen Energiespeicher MES, die ebenfalls direkt, also über eine gemeinsame Welle, oder vermittelt über ein Getriebe ausgeführt sein kann. Die Doppelpfeile oder Pfeile **109**, **111** und **112** in [Fig. 1](#) bezeichnen dagegen den Transfer elektrischer Energie zwischen dem elektrochemischen Energiespeicher EES und dem elektrischen Generator EG bzw. dem Fahrzeugmotor MGH, bzw. den Übergang elektrischer Energie **111** von einem Stoßdämpfer SD auf den elektrochemischen Energiespeicher EES.

**[0031]** Der Wärmeaustausch **102**, **104** zwischen der Wärmekraftmaschine SM und dem Wärmespeicher LBS findet vorzugsweise über einen Wärmetauscher WT statt. Der vorzugsweise auch dazu dient, den Wärmeübergang **103** zwischen der Heizung bzw. Klimaanlage HK oder den Wärmeübergang **113** zwischen dem Gasbrenner GB und dem Wärmespeicher LWS zu vermitteln. Dem Wärmespeicher LWS, der vorzugsweise als Latentwärmespeicher ausgelegt ist, kann auch von außen Wärme zugeführt oder entnommen werden **101**. Die Wärmekraftmaschine SM kann auch von dem Gasbrenner GB direkt Wärme **105** übernehmen oder es kann der Wärmekraftmaschine SM Wärme von außen **106** zugeführt oder ihr entnommen werden.

**[0032]** Auch die Stoßdämpfer SD können ihre Abwärme **107** der Wärmekraftmaschine SM zur Verfü-

gung stellen, wie auch der elektrische Energiespeicher EES seine Abwärme **108** der Wärmekraftmaschine SM nutzbar machen kann. Vorzugsweise wird auch die Abwärme des Fahrzeugmotors MGH der Wärmekraftmaschine SM zugeführt **115**. Vorzugsweise wird auch die Restwärme der Heizung bzw. Klimaanlage HK der Wärmekraftmaschine SM zur Verfügung gestellt **114** bzw. wird die Wärme der Wärmekraftmaschine SM der Heizung bzw. Klimaanlage HK zugeführt **114**.

**[0033]** **Fig. 2** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung, dass sich von der in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsform hauptsächlich dadurch unterscheidet, dass der mechanische Energiespeicher MES ebenfalls mechanisch an die Wärmekraftmaschine SM gekoppelt **217** ist. Diese Ausführungsform der Erfindung ist mit dem weiteren Vorteil verbunden, dass überschüssige Bewegungsenergie der Wärmekraftmaschine SM dem mechanischen Energiespeicher MES unmittelbar zugeführt bzw. bei Bedarf wieder entnommen werden kann **217**, ohne dass hierfür zunächst eine Umwandlung der Bewegungsenergie in elektrische Energie mit Hilfe des elektrischen Generators EG und einer anschließende Umwandlung in mechanische Energie mit Hilfe des Fahrzeugmotors MGH vorgenommen werden muss **209, 212, 216**. Beide Energieumwandlungspfade **217, 216** dieser Ausführungsform, die in **Fig. 2** dargestellt ist, weisen jedoch ihre jeweiligen Vorteile auf, in Abhängigkeit davon, welcher der beiden Energiespeicher, der mechanische Energiespeicher MES oder der elektrochemische Energiespeicher EES noch aufnahmefähig oder so gut gefüllt ist, dass ihn bei Bedarf Energie entnommen werden kann. Dem Fachmann ist anhand der hier gegebenen Beschreibung klar, dass der elektrische Generator bei einer Energieentnahme als Elektromotor arbeitet, wie auch der Fahrzeugmotor MGH in Abhängigkeit von der Energieflussrichtung **210, 212** als Generator oder als Motor arbeitet.

**[0034]** Die **Fig. 3, Fig. 4** und **Fig. 5** zeigen bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung, die das Energiemanagement mit Hilfe der erfindungsgemäßen Anordnung in verschiedenen Betriebsarten des Fahrzeugs verdeutlichen sollen.

**[0035]** So zeigt **Fig. 3** das Energiemanagement in einer Betriebsart der Erfindung, die häufig beim Fahren im Winter vorliegen wird. Der Wärmekraftmaschine SM wird Wärmeenergie zugeführt **306**, die beispielsweise einem Absorber auf dem Fahrzeugdach entnommen ist. Ebenso wird die Abwärme **308** der „Batterie“ EES der Wärmekraftmaschine SM zugeführt. Dem Wärmespeicher LWS wird Energie **302** entnommen, um sie der Heizung H zuzuführen **303**.

**[0036]** Bei einer anderen Betriebsart der erfindungsgemäßen Anordnung, die in **Fig. 4** gezeigt ist,

und welche hauptsächlich im Sommer vorliegen dürfte, wird einem Kühlgerät der Klimaanlage K Wärmeenergie **403** entnommen, um sie der Wärmekraftmaschine SM zuzuführen **404, 414**. Wie in den Figuren gezeigt ist, kann der Wärmetransfer vorzugsweise über einen Wärmetauscher WT erfolgen, der Wärmeaustausch kann aber auch direkt zwischen den Wärmequellen bzw. Wärmesenken und der Wärmekraftmaschine SM erfolgen. In diesem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 4** wird überschüssige Wärmeenergie **401, 406** vom Wärmespeicher LWS bzw. von der Wärmekraftmaschine SM an die Umgebung abgegeben. Es ist dem Fachmann dabei klar, dass die in den **Fig. 3, Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigten Ausführungsformen mit den in **Fig. 1** bzw. **Fig. 2** gezeigten Ausführungsformen kombinierbar sind.

**[0037]** **Fig. 5** zeigt eine Ausführungsform der Erfindung bzw. eine Betriebsart der erfindungsgemäßen Anordnung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung und das zugehörige Energiemanagement, bei dem das Fahrzeug mit Hilfe der Wärmekraftmaschine SM angetrieben wird. In dieser Betriebsart fließt die Energie hauptsächlich vom Wärmespeicher LWS zur Wärmekraftmaschine SM. Bei dieser Betriebsart werden Heizungen und Klimaanlage (Kühlgerät HK) im allgemeinen nicht verwendet werden, da dies den Wärmeverrat im Wärmespeicher LWS zu sehr belasten würde.

**[0038]** In Abhängigkeit von der gewählten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung und der gewählten Betriebsart dieser Anordnung lässt sich die Verlustwärme – insbesondere die Abwärmen **107, 108** oder **115** – verschiedener Komponenten der Anordnung – insbesondere der Stoßdämpfer SD, des elektrischen Energiespeichers EES oder des Hauptantriebs MGH, sehr weitgehend nutzen und geht folglich nicht verloren. Beispiele für solche nutzbaren Wärmemengen ergeben sich beim Laden und beim Betrieb des elektrochemischen Energiespeichers EES (Batterie) sowie beim Betrieb des Antriebsmotors bzw. Generators MGH. Aber auch den Stoßdämpfern SD kann beispielsweise während der Fahrt Wärmeenergie **507** oder elektrische Energie **511** entnommen werden. Zu diesem Zweck können die Stoßdämpfer beispielsweise mit Linear-Generatoren ausgestattet werden, mit deren Hilfe die Bewegungsenergie des Fahrzeugs, in diesem Fall handelt es sich um Schwingungsenergie, wenigstens teilweise in elektrische Energie umgewandelt und so einer Nutzung zugeführt **111, 211, 311, 411, 511** werden kann. Diese Art der Energieumwandlung und Nutzung kann alternativ oder ergänzend zur Nutzung der Verlustwärme aus den Stoßdämpfern durchgeführt werden. Zur Nutzung der Verlustwärme können die Stoßdämpfer mit einem geeigneten Kühlsystemen ausgestattet sein.

**[0039]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorlie-

genden Erfindung ermöglichen ferner eine Nutzung der Wärme, die durch ein Aufheizen der Karosserie bei Sonneneinstrahlung entsteht. Größere Flächen der Karosserie – insbesondere das Fahrzeugdach – sind erfindungsgemäß vorzugsweise als Leichtbau-Verbundstruktur ausgeführt. Im Kontakt mit der Außenfläche stehen beispielsweise mit einer Kühlflüssigkeit durchströmte Kanäle. Die Kühlflüssigkeit transportiert bei diesen Ausführungsbeispielen der Erfindung die durch Sonneneinstrahlung erzeugte Wärme vorzugsweise nach dem Prinzip eines Sonnenkollektors ab **106, 206, 306, 406, 506** und führt sie der Wärmekraftmaschine zu.

**[0040]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sehen den Einsatz eines Wärmespeichers LWS, vorzugsweise eines Latentwärmespeichers im Fahrzeug vor, der vor Antritt der Fahrt durch elektrischen Strom aus dem Versorgungsnetz oder während der Fahrt durch die beschriebenen Verlustwärmeströme aufgeheizt **101, 201, 301, 401, 501** werden kann.

**[0041]** Ein Latentwärmespeicher ist eine Einrichtung, die thermische Energie „verborgen“ (latent vom Lateinischen *latere* = verborgen sein, deshalb auch die Bezeichnung Latente Wärme), verlustarm, mit vielen Wiederholzyklen und über lange Zeit zu speichern in der Lage ist. Man nutzt beispielsweise sogenannte Phase change materials (PCM, „Phasenübergangsmaterialien“), deren latente Schmelzwärme, Lösungswärme oder Absorptionswärme wesentlich größer als die spezifische Wärmekapazität der gleichen Menge eines Stoffes ohne Phasenumwandlung ist. Beispiele sind Wärmekissen, Kühlakku oder mit Paraffin gefüllte Speicherelemente in den Tanks von solarthermischen Anlagen. Latentwärmespeicher funktionieren durch die Ausnutzung der Enthalpie reversibler thermodynamischer Zustandsänderungen eines Speichermediums, wie z. B. des Phasenübergangs fest-flüssig (Schmelzen/Erstarren). Die Ausnutzung des Phasenübergangs fest-flüssig ist dabei das am häufigsten genutzte Prinzip. Beim Aufladen des Inhalts kommerzieller Latentwärmespeicher werden meist spezielle Salze oder Paraffine als Speichermedium geschmolzen, die dazu sehr viel Wärmeenergie, die Schmelzwärme, aufnehmen. Da dieser Vorgang reversibel ist, gibt das Speichermedium genau diese Wärmemenge beim Erstarren wieder ab.

**[0042]** Der Wärmetransport **102, 202, 302, 402, 502** in den Speicher LWS kann während der Fahrt mittels einer Wärmekraftmaschine SM, vorzugsweise einer Stirling-Maschine, die durch einen Elektromotor EG angetrieben wird, erfolgen. Diese Betriebsweise wird vorzugsweise dann gewählt, wenn größere Wärmemengen als benötigt zur Verfügung stehen, oder wenn andere Energiemengen, die – beispielsweise bei einer Talfahrt des Fahrzeugs – aus der Rückge-

winnung von Bewegungsenergie des Fahrzeugs – beispielsweise durch Umwandlung von Bremsenergie – zur Verfügung stehen und nicht benötigt werden. Die gespeicherte Wärmeenergie kann (ohne Betrieb der Stirling-Maschine) direkt zur Beheizung **103, 203, 303, 403** des Fahrzeugs eingesetzt werden, oder sie wird in der Stirling-Maschine teilweise in mechanische Wellenarbeit umgewandelt **104, 204, 304, 404, 504**. Damit wird der nun als Generator wirkende Elektromotor EG angetrieben.

**[0043]** Mit dem erzeugten Strom wird bei Bedarf die Batterie EES geladen. Der besondere Vorteil der Stirling-Maschine besteht darin, dass sie sowohl für die Heizung H als auch Kühlung K des Fahrzeugs oder von Fahrzeugkomponenten und zudem noch für Antriebszwecke **116, 216, 217**, oder zum Laden **109, 209, 309, 409, 509** der Batterie eingesetzt werden kann.

**[0044]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sehen den Einsatz eines mechanischen Energiespeichers MES, vorzugsweise eines getriebelosen Torsinns-Federspeichers in Leichtbauweise vor, der vorzugsweise über ein Kupplungs-System direkt mit der Antriebswelle des Elektromotors MGH verbunden **110, 210, 310, 410, 510** ist.

**[0045]** Die Rückgewinnung von „Bremsenergie“ mittels des Antriebsmotors MGH, der auch als Generator wirken kann, ist aufgrund der Wirkungsgradkette mit Verlusten in der Größenordnung von 35% verbunden. Ein mechanischer Energiespeicher arbeitet fast verlustfrei. Er wird vorzugsweise über ein System von Kupplungen direkt mit der Antriebswelle verbunden. Das Kupplungssystem ist vorzugsweise so gestaltet, dass die Leistungsaufnahme und -abgabe bei gleicher Drehrichtung erfolgen kann. Derartige Federsysteme sind geeignet, beispielsweise die kinetische Energie eines Fahrzeugs mit 1000 kg Gesamtmasse, das mit 50 km/h fährt, aufzunehmen und wieder abzugeben. Der Federspeicher mit Kupplungssystem wird vorzugsweise als Leichtbau-Konstruktion ausgeführt. Eine typische Gesamtmasse eines derartigen Systems beträgt für die genannten Auslegungsdaten etwa 40 kg.

**[0046]** Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung umfasst einen wärmeisolierten Latentwärmespeicher LWS mit einer Betriebstemperatur von etwa 500°C mit einem elektrisch betriebenen Heizgerät zum Aufheizen **101, 201, 301, 401, 501** des Speichers vor Antritt der Fahrt. Vorzugsweise wird ein geregelter Wärmetauscher WT zur Wärmeübertragung **103, 203, 303, 403** an den Kühl-/Heizmittelkreislauf des Fahrzeugs eingesetzt.

**[0047]** Es gibt vorzugsweise einen zentralen Kühl-/Heizmittelkreislauf HK des Fahrzeugs, der in

geeigneter Weise geregelt ist. Die Wärmekraftmaschine ist vorzugsweise eine Stirling-Maschine mit einem Arbeitsbereich zwischen etwa 5°C („Kalter Kopf“) und 500°C („Heißer Kopf“).

**[0048]** Die Wärmekraftmaschine SM, vorzugsweise eine Stirling-Maschine SM, kann während der Fahrt oder im Stillstand sowohl zur Klimatisierung K als auch zur Heizung H des Fahrzeugs eingesetzt werden. Die Köpfe der Maschine sind vorzugsweise wie folgt ausgeführt:

Der „Kalte Kopf“ ist vorzugsweise als ein geregelter Wärmetauscher zur Wärmeaufnahme **103, 203, 403** von Kühl-/Heizmittel ausgestaltet. Der „Heiße Kopf“ umfasst vorzugsweise zwei geregelte Wärmetauscher. Der erste dient zur Wärmeabgabe **103, 203, 303** an Kühl-/Heizmittel des Fahrzeugs bei maximal 100°C, der zweite dient zur Wärmeabgabe **102, 202, 302, 402, 502** an ein geeignetes Fluid, das den Latentwärmespeicher bis 500°C aufheizt. Der erste und der zweite Wärmetauscher werden vorzugsweise durch ein motorbetriebenes Dreiwege-Ventil umgeschaltet.

**[0049]** Gemäß einiger bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung ist der Motor/Generator EG oder MGH über eine Welle **216, 210, 217** mit der Wärmekraftmaschine SM, vorzugsweise einer Stirling-Maschine verbunden. Die Wärmekraftmaschine SM nimmt mechanische Leistung auf, wenn sie als Wärmepumpe zur Heizung H oder Klimatisierung K des Fahrzeugs arbeitet; sie gibt mechanische Leistung ab, wenn sie zwischen dem Temperaturniveau des Wärmespeichers WS und der Umgebungstemperatur arbeitet.

**[0050]** Gemäß einiger bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung dient ein Gasbrenner GB, vorzugsweise ein gekapselter Porenbrenner oder ein anderer geeigneter Brenner, z. B. mit Flüssiggas betrieben, optional als zusätzliche Wärmequelle für die Wärmekraftmaschine SM. Das Flüssiggas kann als "letzte Reserve" bei entladener Gesamtsystem dienen. Mit der Wärmekraftmaschine SM und dem Generator EG kann damit elektrischer Strom zur Aufladung **109, 209** der Batterie EES erzeugt werden. Mit dieser Funktionalität handelt es sich dann um ein Hybrid-System.

**[0051]** Gemäß einiger bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung sind die Stoßdämpfer SD mit Lineargeneratoren ausgestattet. Beispielsweise über einen Wandler wird ein Gleichstrom **111, 211, 311, 411, 511** erzeugt, der zur Aufladung der Batterie eingesetzt wird. Alternativ oder zusätzlich könnten die Stoßdämpfer SD an den Heiz-/Kühlkreislauf HK des Fahrzeugs angeschlossen werden, um die Verlustwärme direkt zu nutzen.

**[0052]** Gemäß einiger bevorzugter Ausführungsfor-

men der Erfindung wird ein mechanischer Energiespeicher MES, vorzugsweise ein getriebeloser Torsions-Federspeicher, über ein Kupplungs-System direkt mit der Antriebswelle des Elektromotors verbunden **110, 210, 310, 410, 510**.

**[0053]** Das optimale Zusammenwirken aller oder einiger Komponenten der erfindungsgemäßen Anordnung wird vorzugsweise durch eine geeignete Regeleinrichtung gewährleistet.

**[0054]** Vom Generator EG erzeugter Strom kann mittels eines elektrischen Widerstands in Wärme umgewandelt und für Heizzwecke oder einer Wärmespeicher zugeführt werden.

### Patentansprüche

1. Anordnung zur Energieversorgung motorisierter Fahrzeuge,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

– eine Wärmekraftmaschine (SM) vorgesehen ist, die im Fahrzeug anfallende Wärme (**106, 107, 108, 114**) wenigstens teilweise in Bewegungsenergie des Fahrzeugs umwandelt und andere Teile dieser Wärme einem Wärmespeicher (LWS) zuführt.

2. Anordnung nach Anspruch 1, bei der das Fahrzeug zumindest auch von einem Elektromotor (MGH) angetrieben wird, und bei der die Wärmekraftmaschine (SM) einen elektrischen Generator (EG) antreibt, wobei die von diesem Generator erzeugte elektrische Energie (**109**) wenigstens teilweise für den elektrischen Antrieb des Fahrzeugs verwendet wird.

3. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein mechanischer Energiespeicher (MES) vorgesehen ist, der so eingerichtet ist, dass er Bewegungsenergie von einem Fahrzeugmotor (MGH) abnehmen, diese Energie speichern und sie bei Bedarf wieder an einen Fahrzeugmotor (MGH) abgeben kann.

4. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem elektrochemischen Energiespeicher (EES), der so eingerichtet ist, dass er elektrische Energie von einem Fahrzeugmotor (MGH) oder von der Wärmekraftmaschine (SM) abnehmen, diese Energie speichern und sie bei Bedarf wieder an einen Fahrzeugmotor (MGH) oder an die Wärmekraftmaschine (SM) abgeben kann.

5. Verfahren zur Energieversorgung motorisierter Fahrzeuge,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

– eine Wärmekraftmaschine (SM) im Fahrzeug anfallende Wärme (**106, 107, 108, 114**) wenigstens teilweise in Bewegungsenergie des Fahrzeugs umwandelt und andere Teile dieser Wärme einem Wärmespeicher (LWS) zuführt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Fahrzeug zumindest auch von einem Elektromotor (MGH) angetrieben wird, und bei der die Wärmekraftmaschine (SM) einen elektrischen Generator (EG) antreibt, wobei die von diesem Generator erzeugte elektrische Energie (**109**) wenigstens teilweise für den elektrischen Antrieb des Fahrzeugs verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein mechanischer Energiespeicher (MES) dazu verwendet wird, Bewegungsenergie von einem Fahrzeugmotor (MGH) abzunehmen, diese Energie zu speichern und sie bei Bedarf wieder an einen Fahrzeugmotor (MGH) abzugeben.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem elektrochemischen Energiespeicher (EES), der elektrische Energie von einem Fahrzeugmotor (MGH) oder von der Wärmekraftmaschine (SM) abnehmen, diese Energie speichern und sie bei Bedarf wieder an einen Fahrzeugmotor (MGH) oder an die Wärmekraftmaschine (SM) abgeben kann.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

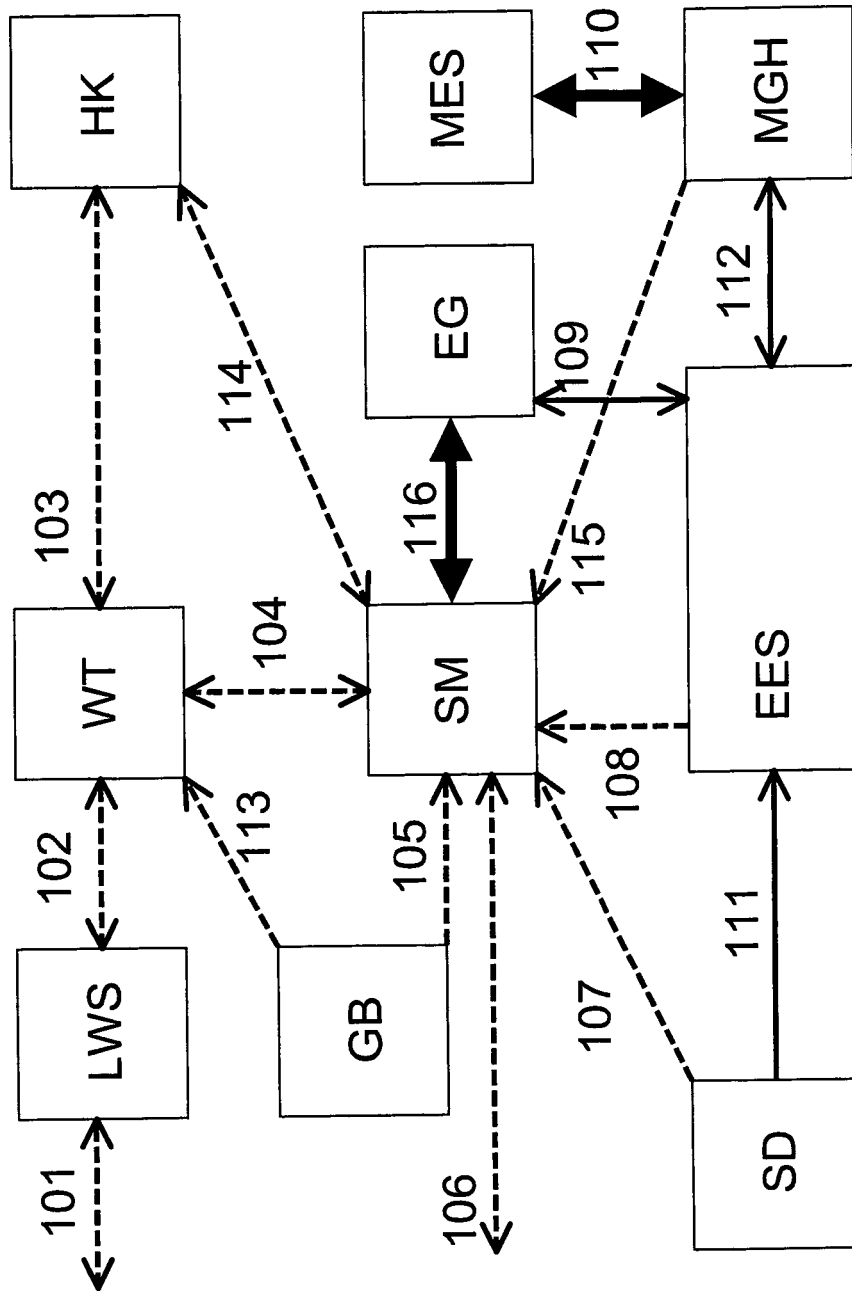


Fig. 1

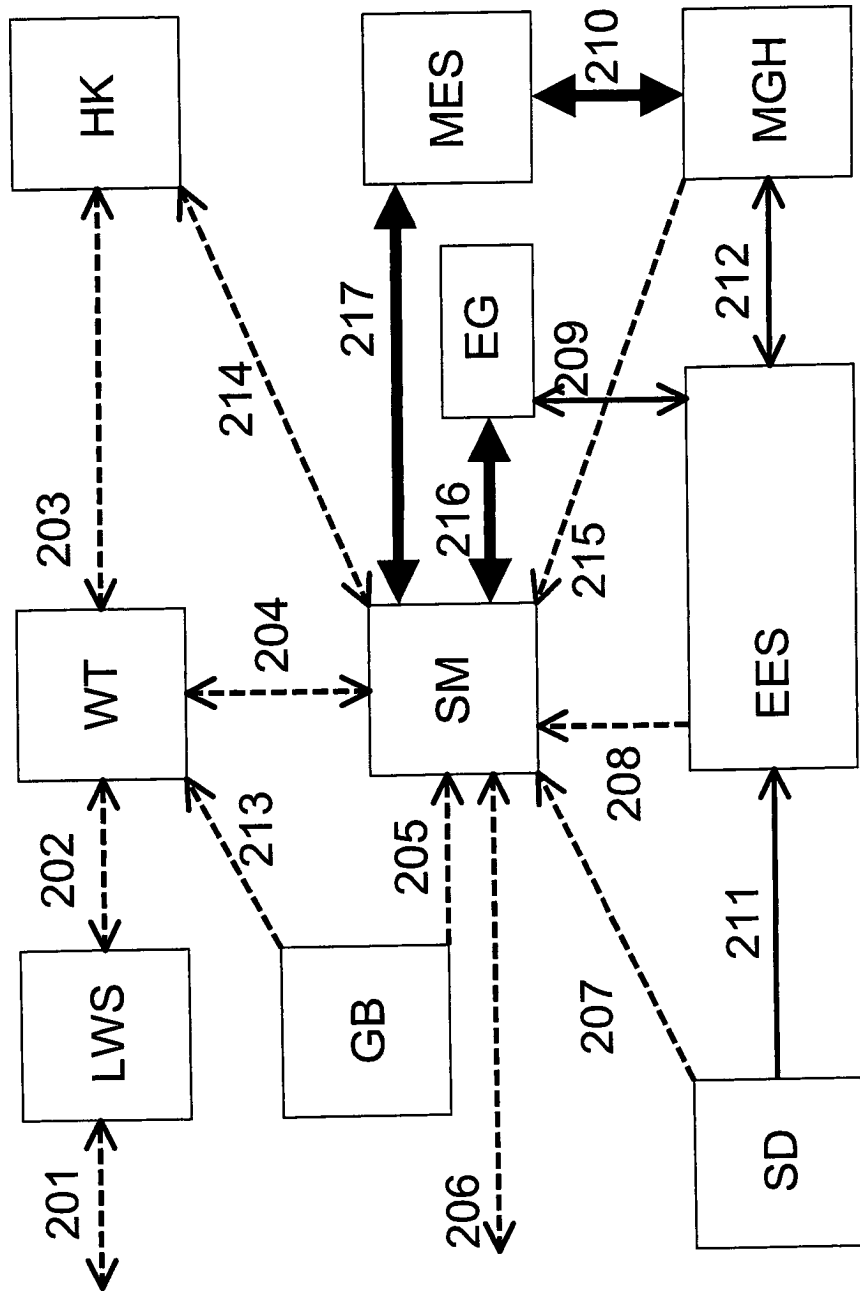


Fig. 2

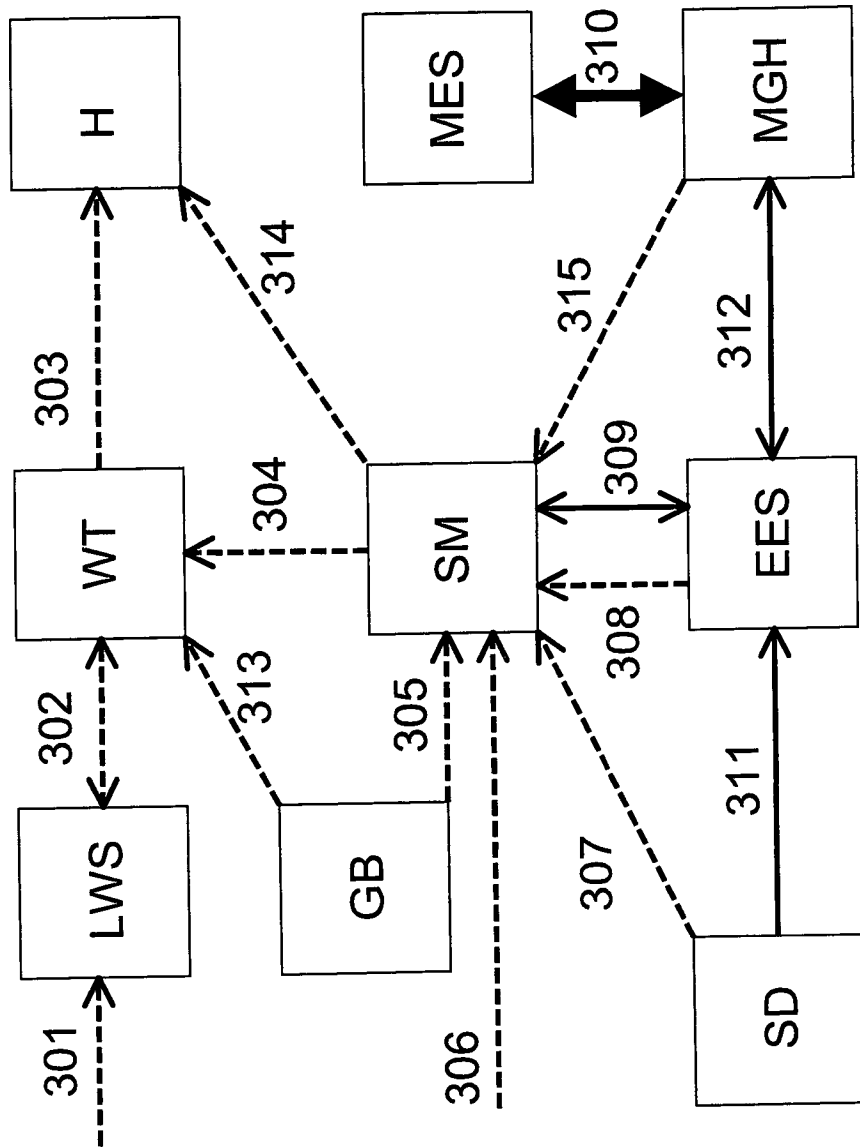


Fig. 3

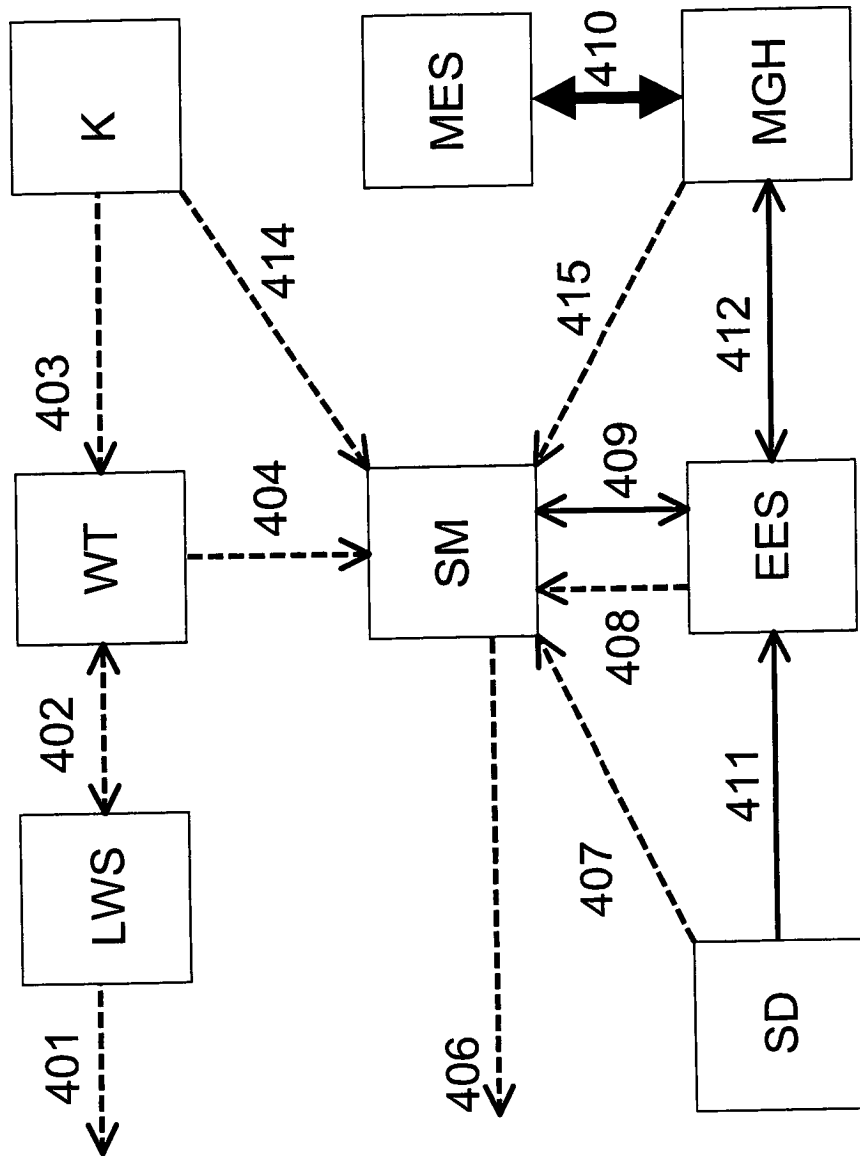


Fig. 4

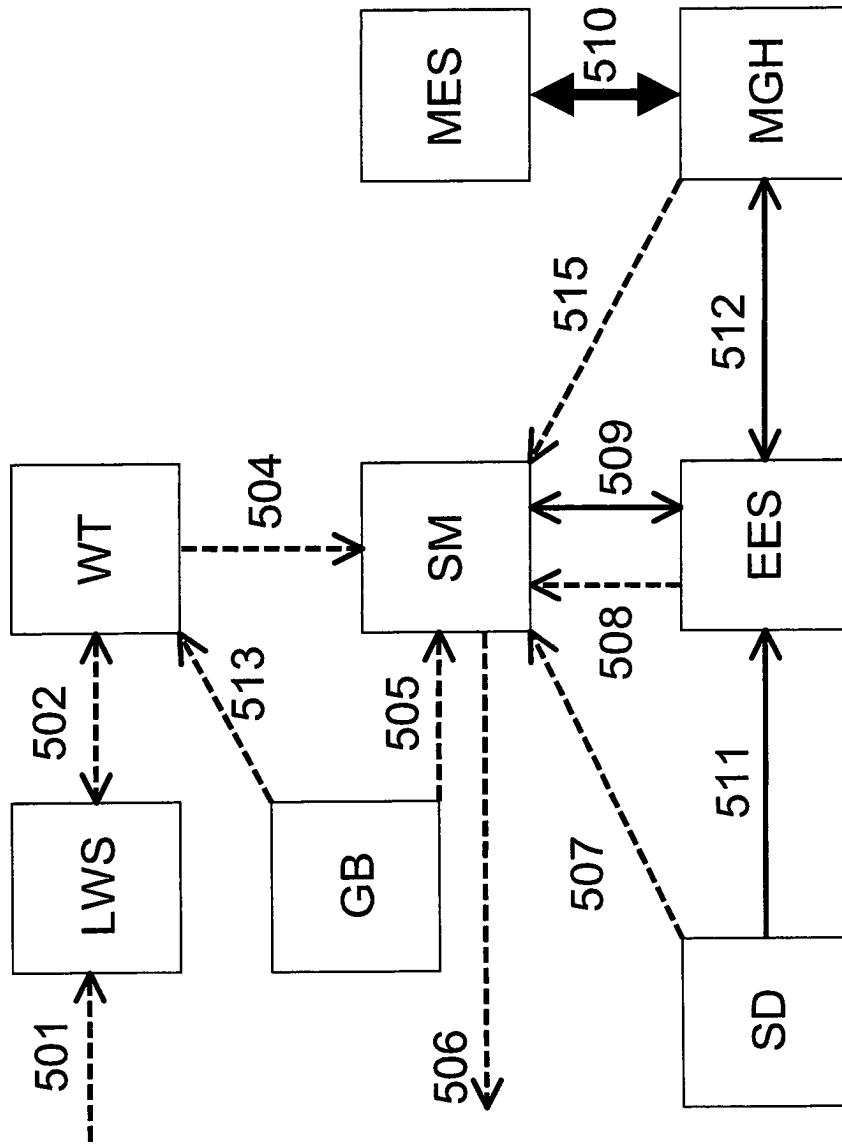


Fig. 5