



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 005 477 B4** 2007.10.11

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 005 477.6**  
(22) Anmeldetag: **03.02.2006**  
(43) Offenlegungstag: **09.08.2007**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **11.10.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F02B 63/04** (2006.01)  
**B60W 20/00** (2006.01)  
**F02D 29/06** (2006.01)  
**B60L 11/02** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Wilhelm, Veit, 71229 Leonberg, DE**

(72) Erfinder:  
**gleich Patentinhaber**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 199 13 795 C1**  
**DE10 2005 026394 A1**  
**DE10 2004 029505 A1**  
**DE 199 40 465 A1**  
**DE 196 10 382 A1**  
**DE 100 59 478 A1**  
**DE 100 54 022 A1**  
**DE 44 38 326 A1**  
**DE 24 51 021 A1**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Erzeugung von Strom, sowie Kraftfahrzeug mit Elektroantrieb und solcher Vorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Erzeugung von Strom,  
für den Antrieb eines Kraftfahrzeuges,  
aufweisend

- einen Verbrennungsmotor zur Bereitstellung kinetischer Energie unter zusätzlicher Abgabe thermischer Energie,
- gekoppelt mit einem Generator zur Umwandlung der kinetischen Energie in elektrische Energie,
- gekoppelt mit einer Einrichtung zur Umwandlung der thermischen Energie

wobei der Verbrennungsmotor derart eingerichtet ist, dass er konstant bei einem maximalen Wirkungsgrad betrieben wird,

und wobei die Einrichtung zur Umwandlung der thermischen Energie ausgestaltet ist als Einrichtung zur Umwandlung der thermischen Energie in elektrische Energie.

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung von Strom sowie ein Kraftfahrzeug mit Elektroantrieb und einer solchen Vorrichtung. Derartige Vorrichtungen zur Erzeugung von Strom sind beispielsweise bekannt aus der DE 19610382 A1, DE 10054022 A1, DE 10059478 A1, DE 4438326 A1, DE 2451021 A1, DE 10 2005 026 394 A1, DE 10 2004 029 505 A1, DE 19913795 A1 oder DE 19940465 A1.

**[0002]** Bei einem Verbrennungsmotor gilt bei optimalen Betriebszuständen die Faustformel, dass die in Form von Kraftstoff zugeführte Energie zu einem Drittel in kinetische Energie umgewandelt wird, während je ein Drittel über das Kühlwasser und das Abgas abgegeben werden. Außerhalb optimaler Betriebszustände ist der Anteil kinetischer Energie noch geringer.

**[0003]** Aus diesem Grund wird in der DE 19610382 A1 oder der DE 10054022 A1 versucht, die im Kühlwasser und Abgas gespeicherte thermische Energie in kinetische Energie umzuwandeln, um damit den Verbrennungsmotor zu unterstützen.

**[0004]** In gängigen Kraftfahrzeugen ist es außerdem üblich, einen geringen Teil der kinetischen Energie des Verbrennungsmotors mittels der Lichtmaschine in elektrische Energie umzuwandeln. Die elektrische Energie wird in einer Batterie gespeichert, welche Verbraucher wie Zündung und Beleuchtung versorgt.

**[0005]** Neben den mittels Verbrennungsmotor angetriebenen Kraftfahrzeugen gibt es auch elektrisch angetriebene Kraftfahrzeuge, welche die benötigte elektrische Energie aus extern befüllten Batterien oder jüngst auch aus Brennstoffzellen beziehen.

**[0006]** Außerdem gibt es sogenannte Hybridfahrzeuge, die sowohl durch einen Verbrennungs- als auch durch einen über Akkumulatoren gespeisten Elektromotor als auch durch beide gemeinsam angetrieben werden können. Reiner Elektrobetrieb ist bei solchen Fahrzeugen nur kurzzeitig und bei vergleichsweise geringen Leistungsanforderungen möglich bzw. sinnvoll und durch die verwendeten Akkumulatoren beschränkt. Bei hohen Leistungsanforderungen kann der Elektromotor als Verstärker, sog. Booster, für den Verbrennungsmotor dienen.

**[0007]** Es ist Aufgabe der Erfindung, ein alternatives elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug sowie eine dazu benötigte Vorrichtung zur Erzeugung von Strom anzugeben.

**[0008]** Die Erfindung ist in Bezug auf die zu schaffende Vorrichtung zur Erzeugung von Strom durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 wiedergege-

ben. Durch die Merkmale des Patentanspruchs 6 wird die erfindungsgemäße Vorrichtung im Zusammenwirken mit einem Kraftfahrzeug angegeben. Die weiteren Ansprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen.

**[0009]** Die Aufgabe wird bezüglich der zu schaffenden Vorrichtung zur Erzeugung von Strom erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass sie einen Verbrennungsmotor zur Bereitstellung kinetischer Energie unter zusätzlicher Abgabe thermischer Energie aufweist, welcher mit einem Generator zur Umwandlung der kinetischen Energie in elektrische Energie gekoppelt ist sowie zusätzlich gekoppelt ist mit einer Einrichtung zur Umwandlung der thermischen Energie des Verbrennungsmotors in elektrische Energie, wobei der Verbrennungsmotor derart eingerichtet ist, dass er konstant bei einem maximalen Wirkungsgrad betrieben wird.

**[0010]** Einerseits unterscheidet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung von dem vorgenannten Stand der Technik also dadurch, dass die thermische Energie des Verbrennungsmotors anstatt wie bisher in kinetische Energie nun in elektrische Energie umgewandelt wird. Die Umwandlung erfolgt auf thermoelektrischen Weg, z.B. mittels Thermoelement oder thermoionischen Konverter. Elektrische Energie hat den Vorteil, dass sie einfacher und effizienter übertragbar ist, insbesondere mit leichteren Bauteilen, d.h. Leitungen.

**[0011]** Andererseits unterscheidet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung von dem vorgenannten Stand der Technik dadurch, dass der Verbrennungsmotor derart eingerichtet ist, dass er konstant bei einem maximalen Wirkungsgrad betrieben wird. Im Gegensatz dazu werden die Verbrennungsmotoren nach dem Stand der Technik häufig oder gar überwiegend fern von einem optimalen Wirkungsgrad betrieben, insbesondere bei Betrieb im Stadtverkehr.

**[0012]** Erfindungsgemäß ist der Wirkungsgrad vorzugsweise hinsichtlich einer maximalen Gewinnung elektrischer Energie optimiert, wobei es unerheblich ist, ob ein Gesamtmaximum bei einem einzelnen Optimum der thermischen Energie des Abgases und/oder des Kühlmediums (z.B. Wasser oder Öl) oder der kinetischen Energie gegeben ist oder bei einem Kompromiss einzelner suboptimaler Werte, die aber in Summe ein Gesamtmaximum elektrischer Energie ergeben.

**[0013]** Alternativ kann der Verbrennungsmotoren aber auch bei einem in anderer Hinsicht optimalen Wirkungsgrad konstant betrieben werden, z.B. bei optimaler Verbrennung mit minimaler Umweltbelastung. Unter diesem Optimum sind die Einrichtungen zur Umwandlung von kinetischer und thermischer Energie in elektrische Energie wiederum so einzu-

richten, dass ein relatives Maximum elektrischer Energie gewonnen wird.

**[0014]** Der jeweils optimale Wirkungsgrad kann empirisch oder mittels Simulation, im Idealfall auch theoretisch, ermittelt werden.

**[0015]** Die Erfindung ist grundsätzlich unabhängig von der Art des verwendeten Verbrennungsmotors (z.B. Diesel, Otto, Wankel, Watt, Stirling, Dampfmaschine, Turbine etc.) oder des zu verbrennenden Mediums (Gas, Flüssigkeit, Feststoff). Entscheidend ist allein der konstante Betrieb bei einem optimalen Wirkungsgrad.

**[0016]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die Vorrichtung zusätzlich eine Rekuperations-Einrichtung auf zur Umwandlung von Bremsenergie und/oder potentieller Energie in elektrische Energie. Unter potentieller Energie wird hier die potentielle Energie eines Kraftfahrzeuges verstanden, in dem sich die erfindungsgemäße Vorrichtung befindet, die das Kraftfahrzeug unter dem Einfluss äußerer Kräfte (z.B. Hangabtrieb durch die Gravitation) gewinnt. Eine derartige Rekuperations-Einrichtung kann beispielsweise eine Wirbelstrombremse sein.

**[0017]** Eine derartige Rekuperations-Einrichtung wandelt ansonsten ungenutzte Energie in zusätzliche nutzbare elektrische Energie um. Die Effektivität steigt mit der Masse des Fahrzeuges. Somit ist sie besonders vorteilhaft für LKWs oder Schienenfahrzeuge.

**[0018]** Eine weitere alternative oder additive Möglichkeit zur Bereitstellung zusätzlicher elektrischer Energie kann in einem Abgasturbolader bestehen, der durch Umwandlung kinetischer und/oder thermischer Energie des Abgases des Verbrennungsmotors zusätzliche elektrische Energie liefert.

**[0019]** Darüber hinaus kann zusätzliche elektrische Energie alternativ oder additiv mittels einer Photovoltaik-Einrichtung geliefert werden. Beispielsweise kann die Außenhaut eines Fahrzeuges, in dem sich die erfindungsgemäße Vorrichtung befindet, zumindest teilweise mit Solarzellen bedeckt sein oder sogar daraus bestehen.

**[0020]** Die Aufgabe wird bezüglich des zu schaffenden elektrisch angetriebenen Kraftfahrzeuges erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Elektroantrieb von einer Speichereinrichtung für elektrische Energie gespeist wird, welche mit einer vorstehend beschriebenen Vorrichtung zur Erzeugung von Strom gekoppelt ist.

**[0021]** Ein derartiges erfindungsgemäßes Fahrzeug weist gegenüber den üblichen Kraftfahrzeugen den Vorteil auf, dass die im Kraftstoff gespeicherte Ener-

gie vollständiger genutzt wird.

**[0022]** Darüber hinaus entfallen schwere und voluminöse Bauteile zur Übertragung kinetischer Energie, insbesondere das Getriebe, die Kardanwelle und ggf. Differentiale.

**[0023]** Gegenüber üblichen Elektrofahrzeugen weist das erfindungsgemäße Fahrzeug den Vorteil auf, dass es unabhängig von Elektrotankstellen oder Steckdosen ist und eine größere Reichweite aufweist.

**[0024]** Gegenüber Brennstoffzellenfahrzeugen, die sich noch im Entwicklungsstadium befinden, weist das erfindungsgemäße Fahrzeug den Vorteil auf, dass es lediglich bereits seit langem bewährte Komponenten benötigt, die erfindungsgemäß in vorteilhafter Weise neu kombiniert und anders betrieben werden.

**[0025]** Besonders geeignet für den Antrieb des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeuges sind beispielsweise elektrische Radnabenmotoren aufgrund ihres geringen Gewichtes und hohen Wirkungsgrades.

**[0026]** Die Speichereinrichtung kann aus üblichen Akkumulatoren bestehen. Alternativ oder additiv können aber auch Kondensatoren zum Einsatz kommen, insbesondere zur Aufnahme kurzzeitig höherer Ströme aus der Rekuperations-Einrichtung.

**[0027]** Besonders vorteilhaft ist das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug ausgestaltet, wenn es eine Steuereinrichtung aufweist, welche den Verbrennungsmotor ausschaltet bei Erreichen einer maximalen Ladung der Speichereinrichtung. Dies minimiert das Schadensrisiko.

**[0028]** Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn die Speichereinrichtung eine Schnittstelle zur Aufnahme und/oder Abgabe elektrischer Energie aufweist. Dadurch kann einerseits die Mobilität erhöht werden, da neben Brennstoff nun auch direkt Strom getankt werden kann. Andererseits kann aber das Fahrzeug auch Strom abgeben und so als mobile Energiequelle dienen.

**[0029]** Vorteilhaft kann es auch sein, die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erzeugung von Strom als leicht von der Speichereinrichtung abkoppelbare Einheit zu gestalten. Dadurch kann beispielsweise im Kurzstrecken-Stadtbetrieb auf das Mitführen dieser Einheit und damit auf unnötiges Gewicht und damit verbundenen Energieverbrauch verzichtet werden. Die abkoppelbare Einheit kann auf einem Dachträger, Heckrucksack oder Anhänger angebracht sein und ist über eine elektrische Verbindung Teil des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeuges.

**[0030]** Nachfolgend werden anhand eines Ausführungsbeispiels die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erzeugung von Strom sowie das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug mit Elektroantrieb und einer solchen Vorrichtung näher erläutert:

Die beispielhafte Vorrichtung zur Erzeugung von Strom weist als Verbrennungsmotor einen Dieselmotor auf, der kinetische Energie unter zusätzlicher Abgabe thermischer Energie aus der im Kraftstoff gespeicherten Energie umwandelt.

**[0031]** Der Dieselmotor ist einerseits mechanisch mit einem Generator gekoppelt, der kinetischen Energie in elektrische Energie umwandelt. Der Generator ist als Kurbelwellenstarter-Generator ausgestaltet und weist einen hohen Wirkungsgrad bei der Umwandlung der kinetischen Energie in elektrische Energie auf.

**[0032]** Der Dieselmotor ist andererseits thermisch mit einer Einrichtung zur Umwandlung der thermischen Energie in elektrische Energie gekoppelt. Diese Einrichtung weist zwei Komponenten auf, eine Einrichtung zur Umwandlung der thermischen Energie des Abgases und eine Einrichtung zur Umwandlung der thermischen Energie des Kühlwassers. Beide sind als Thermoelemente ausgestaltet.

**[0033]** Die Nutzung der thermischen Energie des Kühlwassers beinhaltet den zusätzlichen Vorteil, dass auf den ansonsten benötigten Kühler des Kraftfahrzeuges verzichtet werden kann. Dadurch wird Gewicht gespart und die Aerodynamik des Fahrzeuges kann freier gestaltet werden.

**[0034]** Der Dieselmotor wird konstant bei einem maximalen Wirkungsgrad hinsichtlich der Gesamtsumme umgewandelter elektrischer Energie betrieben. Dieses Maximum wird experimentell bestimmt.

**[0035]** Der Generator sowie die beiden Einrichtungen zur Umwandlung der thermischen Energie des Kühlwassers und des Abgases sind mit einem Akkumulator als Speichereinrichtung verbunden, welcher wiederum mit vier elektrischen Radnabenmotoren eines Kraftfahrzeuges verbunden ist.

**[0036]** Zusätzlich weist die Vorrichtung zur Erzeugung von Strom eine Rekuperations-Einrichtung auf zur Umwandlung von Bremsenergie und/oder potentieller Energie des Kraftfahrzeuges in elektrische Energie. Die Rekuperations-Einrichtung ist als Wirbelstrombremse ausgestaltet und ebenfalls elektrisch mit dem Akkumulator verbunden.

**[0037]** Außerdem ist die Außenhaut des Kraftfahrzeuges dachseitig mit Solarzellen bedeckt, die ebenfalls mit dem Akkumulator elektrisch leitend verbunden sind und diesen zusätzlich speisen.

**[0038]** Das Kraftfahrzeug weist eine Steuereinrichtung auf, welche den Verbrennungsmotor ausschaltet bei Erreichen einer maximalen Ladung der Speichereinrichtung für elektrische Energie.

**[0039]** Außerdem weist die Speichereinrichtung eine Schnittstelle zur Aufnahme und Abgabe elektrischer Energie auf. Dadurch kann das Fahrzeug auch zeitweise ohne Verbrennungsmotor betrieben werden oder als mobile Stromversorgung dienen.

**[0040]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erzeugung von Strom erweist sich in der Ausführungsform des vorstehend beschriebenen Beispiels als besonders geeignet für den Einsatz in lang und gleichmäßig laufenden, schweren Kraftfahrzeugen, z.B. LKW oder auch Schienenfahrzeuge.

**[0041]** Insbesondere können so erhebliche Vorteile bezüglich der Ausnutzung der im Kraftstoff gespeicherten Energie erzielt werden.

**[0042]** Die Erfindung ist nicht auf das zuvor geschilderte Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern vielmehr auf weitere übertragbar.

**[0043]** Sie kann beispielsweise auch in Schiffen genutzt werden. Dort sind aufgrund der großen zur Verfügung stehenden Flächen insbesondere Solarzellen vorteilhaft. Diese können sogar als segelartige Flächen ausgestaltet werden und so für zusätzlichen Vortrieb des Schiffes sorgen.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung von Strom, für den Antrieb eines Kraftfahrzeuges, aufweisend  
 – einen Verbrennungsmotor zur Bereitstellung kinetischer Energie unter zusätzlicher Abgabe thermischer Energie,  
 – gekoppelt mit einem Generator zur Umwandlung der kinetischen Energie in elektrische Energie,  
 – gekoppelt mit einer Einrichtung zur Umwandlung der thermischen Energie  
 wobei der Verbrennungsmotor derart eingerichtet ist, dass er konstant bei einem maximalen Wirkungsgrad betrieben wird,  
 und wobei die Einrichtung zur Umwandlung der thermischen Energie ausgestaltet ist als Einrichtung zur Umwandlung der thermischen Energie in elektrische Energie.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Umwandlung der thermischen Energie in elektrische Energie ausgestaltet ist als Einrichtung zur Umwandlung der thermischen Energie der Verbrennungsgase und/oder als Einrichtung zur Umwandlung der thermischen Energie eines Kühlmediums des Verbrennungsmotors.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Rekuperations-Einrichtung aufweist zur Umwandlung von Bremsenergie und/oder potentieller Energie in elektrische Energie.

4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Abgasturbolader aufweist, der durch Umwandlung kinetischer und/oder thermischer Energie des Abgases des Verbrennungsmotors elektrische Energie bereitstellt.

5. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Photovoltaik-Einrichtung aufweist.

6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass sie mit einer Speichereinrichtung für elektrische Energie gekoppelt ist, welche einen Elektroantrieb eines Kraftfahrzeuges speist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftfahrzeug eine Steuereinrichtung aufweist, welche den Verbrennungsmotor ausschaltet bei Erreichen einer maximalen Ladung der Speichereinrichtung für elektrische Energie.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7 dadurch gekennzeichnet, dass die Speichereinrichtung eine Schnittstelle zur Aufnahme und/oder Abgabe elektrischer Energie aufweist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen